

# 3(63)/2014 **Р** **І**нтродукція **Р**ослин

## **Plant introduction**

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

### **ЗМІСТ**

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

РАХМЕТОВ Д.Б., ВЕРГУН О.М., РАХМЕТОВА С.О. *Panicum virgatum* L. — перспективний інтродуцент у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України

ШИНДЕР О.І., НЕГРАШ Ю.М., БАРАНСЬКИЙ О.Р. Інтродукційні популяції *Scopolia carniolica* Jacq. (*Solanaceae*) різного географічного походження у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України

#### **Збереження різноманіття рослин**

БАЙРАК О.М., ШАПАРЕНКО І.Є. Созологічна оцінка рідкісних видів рослин зональних екосистем на території басейну р. Ворскла (Україна, Російська Федерація)

БАГАЦЬКА Т.С. Вищі судинні рослини рекреаційних зон м. Києва

#### **Біологічні особливості інтродукованих рослин**

КОРШИКОВ І.І., ЛАПТЕВА Е.В., ЛИСНИЧУК А.Н., ЛИТВИНЕНКО Ю.С. Качество пыльцы сосны крымской и с. обыкновенной из насаждений техногенно загрязненных территорий Криворожья

МАЛЯРЕНКО В.А., ГАЙДАРЖИ М.М. Аномальні форми росту сукулентних рослин та перевірка гіпотез їх походження

ГОРЛАЧЕВА З.С., КУСТОВА О.К. Анализ жизненных форм эфирномасличных растений по типу корневой системы в условиях юго-востока Украины

### **CONTENTS**

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

3 RAKHMETOV D.B., VERHUN O.M., RAKHMETOVA S.O. *Panicum virgatum* L. — promising introduced crop in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine

15 SHYNDER O.I., NEHRASH Ju.M., BARANSKY O.R. Introduction's populations of *Scopolia carniolica* Jacq. (*Solanaceae*) of different geographical origin in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine

#### **Conservation of Plant Diversity**

22 BAYRAK O.M., SHAPARENKO I.E. Zoological assessment of rare plant species of zone ecosystems and river Vorskla basin (Ukraine, Russia)

31 BAGATSKA T.S. Vascular plants of Kyiv recreational areas

#### **Biological Peculiarities of Introduced Plants**

38 KORSHIKOV I.I., LAPTEVA E.V., LISNICHUK A.N., LITVINENKO Yu.S. Pollen quality of *Pinus pallasiana* D. Don and *Pinus sylvestris* L. from plantations of polluted lands in Krivorizhzhya

46 MALYARENKO V.A., GAYDARZHY M.M. Abnormal type of growth of succulent plants and testing hypotheses of their origin

53 GORLACHEVA Z.S., KUSTOVA O.K. The analysis of essential-oil plant biomorphs based on root system type under arid conditions of the South-East of Ukraine

БРАЙЛКО В.А. Анатомическая характеристика листа некоторых видов рода *Lonicera* L., культивируемых на Южном берегу Крыма

#### Паркознавство та зелене будівництво

КЛИМЕНКО Ю.О., МОРОЗ В.В., ДРУЖИНА М.М. Стан звичайнодубової діброви (*Querceta roboris*) середнього віку парку «Феофанія» м. Київ (на прикладі 5-го та 6-го кварталів)

ЗАДОРОЖНАЯ Д.В. Пылеулавливающая способность растений *Platanus* × *acerifolia* (Aiton) Willd. в городских насаждениях

#### Захист інтродукованих рослин

ГРОМОВА О.П., ГОРЕЛОВ О.М. Декоративні верби колекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, їх шкідники та заходи із захисту

#### Фізіолого-біохімічні дослідження

РИХТЕР А.А., ВИНОГРАДОВ Б.А., МАРЧУК Н.Ю., ШИШКИНА Е.Л. Аромат соплудий инжира (*Ficus carica* L.)

ПАВЛЮЧЕНКО Н.А. Оценка эффективности использования новых культур для стабилизации системы почва — растение в условиях аллелопатического последствия

#### Постаті

МЕЛЬНИК В.І. Вацлав Борейко. До 250-річчя від дня народження

61 BRAILKO V.A. Characteristics of leaf anatomy in some species of genus *Lonicera* L., cultivated in the Southern Coast of Crimea

#### Park Science and Park Architecture

66 KLIMENKO Yu.O., MOROZ V.V., DRUZHINA M.M. Condition of the middle-aged *Querceta roboris* plantation in *Feofania* park, Kyiv city (on the example of the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> quarters)

74 ZADOROZHNYAYA D.V. *Platanus* × *acerifolia* (Aiton) Willd. dust-catching capacity in urban conditions

#### Protection of Introduced Plants

80 GROMOVA O.P., GORELOV O.M. The decorative willows of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine, their pests and measures of protection

#### Physiological and Biochemical Investigations

85 RICHTER A.A., VINOGRADOV B.A., MARCHUK N.Yu., SHISHKINA E.L. The fragrance of figs (*Ficus carica* L.) fruits

92 PAVLIUCHENKO N.A. Estimation of efficacy of use of new crops for stabilization of soil—plant system under allelopathic post-action conditions

#### Persons

99 MELNIK V.I. Wacław Boreyko. The 250<sup>th</sup> Anniversary of the birth

УДК 582.542.11:633.179]:[581.522.4+581.95] (477)

Д.Б. РАХМЕТОВ, О.М. ВЕРГУН, С.О. РАХМЕТОВА

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

## **PANICUM VIRGATUM L. — ПЕРСПЕКТИВНИЙ ІНТРОДУЦЕНТ У НАЦІОНАЛЬНОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ ім. М.М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ**

Представлено результати багаторічних інтродукційних досліджень *Panicum virgatum* L. (Poaceae) у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. Встановлено біолого-морфологічні особливості, біохімічний склад рослин, урожайність надземної маси і насіння. Визначено вихід найцінніших речовин та енергетичну цінність культури. Створено високопродуктивні форми із заданими параметрами урожайності, цукристості фітомаси, виходом загальної енергії та фітопалива з одиниці площі. Доведено, що в умовах інтродукції майже всі форми *Panicum virgatum* проходять повний цикл розвитку (від насіння до насіння) протягом одного вегетаційного періоду, починаючи з першого року життя. Фаза досягання насіння у ранньостиглих форм рослин настає до III декади вересня, у пізньостиглих — у середині жовтня, а окремі форми рослин вегетують до настання морозів. Основні морфометричні параметри рослин залежать від форми і сорту, групи стиглості. Урожайність надземної маси та загальна продуктивність рослин до фази цвітіння збільшуються, а до кінця вегетаційного періоду — знижуються. Пізньостиглі форми за урожайністю надземної маси значно переважають (на 58,0–155,6 %) ранньостиглі. Встановлено, що вміст сухої речовини в усіх форм рослин у період від фази кущення до фази досягання насіння збільшується, а цукрів, аскорбінової кислоти, каротину та ліпідів — зменшується. Щодо накопичення лігніну і клітковини в рослинах у період вегетації та теплосності надземної маси чіткої залежності не виявлено. Як високопродуктивна культура *Panicum virgatum* забезпечує великий вихід сухої речовини, етанолу та енергії з надземної маси у різні періоди розвитку. Серед досліджених зразків рослин максимальною продуктивністю характеризувався сорт Зоряне.

**Ключові слова:** *Panicum virgatum*, інтродукція, біоморфологія, біохімічні особливості, продуктивність, біопаливо.

Вважається, що саме етанол має найбільший потенціал для виробництва біопалива, враховуючи невичерпні джерела його отримання (трав'янисті рослини і деревина, відходи сільськогосподарства та деревообробної промисловості, побутове сміття).

Україна належить до країн, які лише частково забезпечують себе традиційними видами енергоресурсів і змушена імпортувати близько 65 % викопних енергоносіїв, з них більшість припадає на природний газ та нафтопродукти, частка яких у структурі загальних обсягів імпорту становить близько 16 та 7 % відповідно. Сучасна енергетична політика України значною мірою ґрунтується на імпорті сировини, ціна на яку постійно зростає, тому освоєння нетрадиційних і відновлюваних дже-

рел енергії (НВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження негативного впливу енергетики на довкілля. Незважаючи на свою залежність від імпорту енергоресурсів, Україна мало приділяє уваги розвитку ВДЕ, частка яких у структурі енергоспоживання становить близько 1,8 %, що значно менше порівняно з європейськими країнами. Теоретично протягом 5–6 років можна збільшити частку альтернативної енергії до 10–15 %. Різні форми енергії біомаси можна використовувати для виробництва електроенергії, а також як паливо для транспорту (Система використання біоресурсів ..., 2014). Наша країна має широкі можливості для промислового виробництва паливного етанолу, оскільки виробляє багато продуктів рослинництва. Щорічно нагромаджується велика кількість сільськогосподарських відходів.

© Д.Б. РАХМЕТОВ, О.М. ВЕРГУН,  
С.О. РАХМЕТОВА, 2014

Пріоритетними напрямками фітоенергетики є пошук дешевої біосировини, створення необхідної інфраструктури для вирощування енергетичних рослин та переробки біомаси за допомогою хімічних чи біологічних процесів у різні види біопалива: рідкі (етанол, метанол, бутанол, біодизель), газоподібні (метан, синтез газ, водень) і тверді (паливні гранули, брикети, щіпа, солома, лузга, дрова). Через значну продуктивність та високу якість сировини провідне місце серед енергетичних рослин посідають цукроносні культури (цукрові та кормові буряки, цукрове сорго, цикорій тощо), які є цінним джерелом сировини для виробництва біоетанолу (Возобновляемые растительные ресурсы, 2006). Світові обсяги виробництва біоетанолу за останнє десятиріччя зросли більш ніж утричі. Біоетанол застосовують переважно у вигляді паливних сумішей для підвищення октанового числа. Додавання до бензину 10 % біоетанолу дає змогу зменшити викиди аерозольних частинок на 50 %, викиди оксиду вуглецю (СО) — на 30 % (Перспективи розвитку біоенергетики в Україні, 2012).

Велику кількість рослин досліджено для визначення потенційної можливості використання їх як енергетичної культури, але лише невелику кількість видів вирощують на великих площах. З них найбільш поширеними є види родів *Miscanthus*, *Salix*, *Populus* та *Panicum virgatum* L. Ці культури вирощують від 10 до 30 років. Підготовка ґрунту для їх вирощування не потребує великих енергетичних витрат. Урожай збирають взимку або навесні з використанням звичайної сільськогосподарської техніки. До перспективних енергетичних рослин можна також віднести цукровий та кормовий буряк і сорго цукрове (Железная, 2008).

Серед нових перспективних енергетичних рослин на особливу увагу заслуговує *Panicum virgatum* — просо прутоподібне, яке в природній флорі трапляється на півдні Канади, в США і Мексиці на широті 55°. *Panicum virgatum* є одним з домінуючих видів центральних північно-американських прерій. Високу продуктивність плантація цього виду зберігає понад 10 років. На відміну від кукурудзи просо може

зростати на бідних на поживні речовини ґрунтах (Vogel, 2004).

*Panicum virgatum* є високопродуктивною біоенергетичною культурою з великим потенціалом вирощування у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Вона є цінним джерелом цукрів, які використовують для виробництва біоетанолу (Ma, 2001; McLaughlin, 2005; Lee, 2007; Monti, 2012).

У різних країнах проводять дослідження з підвищення продуктивності та енергетичної ефективності вирощування і використання сировини *Panicum virgatum* на біопаливо. Шляхом сучасних біотехнологічних методів створено генетично модифіковані рослини. Значно поліпшилася якість сировини для виробництва біопалива, що дало змогу збільшити вихід етанолу у 2,6 разу (Shen, 2013).

*Panicum virgatum* — теплолюбна багаторічна рослина. Розмножується як насінням, так і вегетативно. Основними способами використання проса прутоподібного в США і Канаді є виробництво електроенергії шляхом газифікації, комбіноване спалювання на вугільних заводах і виробництво етанолу для пального. *Panicum virgatum* вирощують на різних ґрунтах, він не вимогливий до вмісту вологи та поживних речовин у ґрунті і позитивно впливає на навколишнє середовище. Перевагами *Panicum virgatum* є стійкість до шкідників та хвороб, запобігання ерозії ґрунту. При його вирощуванні ерозія і рівень використання пестицидів зменшуються відповідно на 95 і 90 % (McLaughlin, 2002; Monti, 2012).

Просо прутоподібне можна вирощувати на землях, непридатних для культивування інших сільськогосподарських рослин. Вид відзначається низькою собівартістю технології вирощування, потребує незначних вкладень, забезпечуючи високі врожаї біомаси навіть на непродуктивних землях (Vogel, 2002; Monti, 2012).

*Panicum virgatum* має цінний хімічний склад надземної маси для біопалива — близько 50 % вуглецю, 43 % кисню і 6 % водню. В рослині міститься 4–6 % золи, що пояснюється високою часткою листової маси. Порівняно низький вміст калію і натрію у поєднанні з підви-

щеним вмістом кальцію та магнію в біомасі зумовлює високу температуру згоряння, що зменшує ймовірність ошлакування при спалюванні в котлах (Железная, 2008).

Висота рослин *Panicum virgatum* залежно від сорту та ґрунтово-кліматичних умов становить від 50 до 250 см. Рослини ефективно використовують азот і вологу, тобто є потенційно високопродуктивними культурами. Урожайність за вегетаційний період становить від 10 т/га сухої маси на північноєвропейських ґрунтах з низькою родючістю до 25 т/га на південноєвропейських ґрунтах з високою родючістю. З площі 1 га можна отримати від 5 до 12 т умовного палива (Monti, 2012).

*Panicum virgatum* можна також використовувати як ґрунтопокривну рослину для збереження ґрунтів і боротьби з ерозією, як кормову, технічну культуру і для мульчування. Сировина з проса прутоподібного може бути високоякісним субстратом для вирощування грибів (McLaughlin, 1998; Liebig, 2008; Mitchell, 2008; Monti, 2012).

Дослідження *Panicum virgatum* як біоенергетичної культури розпочалися у середині 1980-х років. Представники роду *Panicum*, будучи багаторічними травами, забезпечують середній та високий урожай на маргінальних сільськогосподарських угіддях. Нині розглядають можливість різнопланового використання проса в біоенергетиці, зокрема для виробництва целюлозного етанолу, біогазу, а також для спалювання з метою отримання теплової енергії. Основними перевагами *Panicum virgatum* як біоенергетичної культури є довголіття, посухостійкість та стійкість до затоплення (Schmer, 2008). Рослини проса стійкі до бур'янів, маловибагливі до ґрунтів та добрив, мають широку амплітуду адаптації та культивуються в помірному кліматі. У деяких південних теплих і вологих зонах, наприклад, у штаті Алабама (США), просо може забезпечувати до 25 т/га абсолютно сухої маси. Результати досліджень проса у 13 науково-дослідних установах США свідчать про можливість отримання від 9,4 до 22,9 т/га абсолютно сухої маси при середній урожайності 14,6 т/га (McLaughlin, 2005). Ці показ-

ники отримано на відносно малих площах, на великих слід очікувати принаймні на 20 % нижчі результати.

*Panicum virgatum* належить до рослин із  $C_4$ -схемою фотосинтезу, тобто має ефективну систему використання сонячної енергії. Доведено, що для виробництва 1 т сировини проса необхідно від 0,97 до 1,34 ГДж порівняно з 1,99–2,66 ГДж для виробництва 1 т зернових культур (Parrish, 2008; Monti, 2012). В інших дослідженнях показано, що просо використовує значно менше енергії (0,8 ГДж) на 1 т абсолютно сухої маси порівняно із зерном кукурудзи (2,9 ГДж) (Samson, 2005).

Просо містить близько 18,8 ГДж енергії на 1 т абсолютно сухої маси, що порівняно з витраченою на її виробництво енергією становить 20:1 (Samson, 2008). Ці дані свідчать про надзвичайно ефективне співвідношення між виходом енергії з урожаєм з 1 га та енерговитратами на її виробництво.

За результатами роботи фермерів (США) також доведено, що культура *Panicum virgatum* може забезпечити у 5 разів більший вихід енергії з одиниці площі, ніж потрібно для її вирощування. Залежно від умов вирощування, особливо від вологозабезпечення та кількості поживних речовин, *Panicum virgatum* може давати від 5,2 до 11,1 т/га повітряно-сухої маси. Рослина особливо чутлива до вологи у весняний період та в середині літа. З урахуванням витрат на вирощування просо прутоподібне забезпечує приріст виходу етанолу 54,0 %, що майже не поступається виходу етанолу з урожаєм кукурудзи (McLaughlin, 2005; Schmer, 2008).

В Україні актуальним є пошук найперспективніших рослинних джерел для виробництва біопалива другого покоління. Серед перспективних енергетичних культур є представники родини *Poaceae* — *Miscanthus*, *Sorghum saccharatum* (L.) Moench, *Panicum virgatum* тощо, які вирізняються комплексним використанням біомаси. Вони здатні дати 5–8 тис. л/га паливного етанолу чи бутанолу, 15–25 т/га брикетів, 10–20 тис. м<sup>3</sup> біогазу.

Незважаючи на перспективи використання *Panicum virgatum*, в Україні не проведено комп-

лексні дослідження з вивчення видового і формового різноманіття цієї культури, інтродукції, селекції та особливостей культивування залежно від еколого-географічних особливостей, не визначено вимоги рослин до умов навколишнього середовища, урожайний, продуктивний та енергетичний потенціал в умовах культури, не створено високоадаптивні сорти, не розроблено високоефективні технології виробництва і переробки сировини.

Важливе значення має створення генофонду нової цукроносною культури — *Panicum virgatum* і відбір високопродуктивних форм.

Предметом дослідження були форми та сорти *Panicum virgatum*, створені у відділі нових культур Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України.

Польові досліді тривалистю від трьох до шести років закладали відповідно до методик Держсортмережі у 4-разовій повторюваності. Вивчення фенологічних фаз проводили за методикою І.М. Бейдеман. Біометричні вимірювання виконано за методиками Г.М. Зайцева та Б.А. Доспехова. Для визначення однорідності насіння і маси 1000 шт. насінин застосовано методичні вказівки з насінництва інтродуцентів та міжнародні правила визначення якості насіння.

Хімічні аналізи рослин проводили в біохімічній лабораторії відділу нових культур НБС ім. М.М. Гришка за відповідними методиками. Для виявлення біохімічної цінності надземної маси та насіння визначали: абсолютно суху речовину — шляхом висушування зразків за температури 105 °С до постійної маси; вміст ліпідів — методом визначення знежиреного залишку за допомогою апарата Сокслета; вміст золи — методом спалювання зразків у муфельній печі (за температури 500...700 °С); вміст каротину — за Судіною, аскорбінової кислоти — за Ярусовою, сирій клітковини — за Геннебергом і Штоманом, вуглеводів — за А.В. Петербурзьким. Визначення кількості енергії в зразках рослин здійснювали на калориметрі ИСО-200. Фотографії виконано авторами цифровою фотокамерою Canon 400D.

Математичну обробку результатів проводили методом дисперсійного аналізу та статис-

тичної оцінки середніх відповідно до методики Б.А. Доспехова і за допомогою програми Excel.

У відділі нових культур НБС ім. М.М. Гришка протягом багатьох років проводиться відбір найперспективніших форм *Panicum virgatum* як джерела паливного біоетанолу, визначення біологічних, екологічних та біохімічних особливостей, урожайності насіння і біомаси, виходу біоетанолу та побічної продукції, створення високопродуктивних сортозразків. Зібрано генофонд *Panicum virgatum* — 12 зразків, які характеризуються скоростиглістю, посухостійкістю, високою урожайністю фітомаси та насіння.

В умовах інтродукції рослини *Panicum virgatum* за роки дослідження характеризувалися високими ростовими параметрами, урожаєм та цінним хімічним складом. Основні морфометричні параметри рослин проса прутноподібного залежали від умов вегетації, періоду розвитку та формових особливостей. В нових умовах майже всі форми *Panicum virgatum* проходять повний цикл розвитку (від насіння до насіння) протягом одного вегетаційного періоду.

Залежно від формових та сортових особливостей рослини ранніх форм завершують інтенсивну вегетацію у III декаді серпня, середніх форм — до кінця вересня, пізніх форм — до кінця жовтня. В окремі роки рослини пізніх і дуже пізніх форм лишаються зеленими до сильних приморозків (–5...7 °С). Для рослин різних форм та сортів *Panicum virgatum* характерне різнокольорове осіннє забарвлення надземної маси, що робить їх надзвичайно декоративними рослинами.

Після завершення вегетаційного періоду надземна маса рослин відмирає. Рослини *Panicum virgatum* — досить зимостійкі. Після перезимівлі рано навесні (I декада квітня) починається інтенсивне відростання рослин. У II декаді квітня рослини досягають 7–10 см висоти. На початку червня рослини розвиваються до фази кушіння і формують травостій заввишки 40–50 см. До I декади липня рослини досягають фази виходу у трубку (рис. 1, А). Їх висота — 90–120 см. Інтенсивний ріст рослин триває до I декади серпня, коли вони розвиваються до

фази цвітіння і досягають висоти 140–160 см, окремі форми — до 210–220 см (рис. 1, *B*). До початку досягання насіння ростові процеси уповільнюються. Фаза досягання насіння у різних форм настає у різні строки.

У перший рік життя рослини проса прутоподібного характеризуються інтенсивним пагоноутворенням. Кількість основних продуктивних стебел на рослині у період генеративного розвитку залежно від форми та умов вегетації становить від 3–4 до 20 шт. На другий та у наступні роки життя кількість продуктивних пагонів на рослині суттєво збільшується — від 12–14 до 30–35 шт.

Результати досліджень свідчать про те, що форми *Panicum virgatum* суттєво відрізняються за темпами росту і розвитку рослин, габітусом, забарвленням різних органів, формою суцвіття тощо.

За габітусом рослини залежно від форми бувають прямі, напіврозлогі та розлогі. Кількість метамерів на стеблі становить від 3 до 7, а в окремих форм — до 9.

Діаметр біля основи стебла в середньому становить 4–6 мм, але трапляються форми з тонкішими і товстішими стеблами.

Кількість бічних пагонів на стеблі різних форм проса прутоподібного становить 2–4. Більшість форм рослин мають генеративні пагони без розгалуження. Листкова пластинка завдовжки 50–60 см, у деяких форм може бути значно довшою; завширшки в середньому 11–14 мм.

За формою волоть проса прутоподібного буває розлогою, комовою, овальною, пірамідальною, стиснутою (рис. 2)

Довжина волоті форм *Panicum virgatum* становить 30–40 см, ширина — 20–30 см. За щільністю волоті бувають нещільні, середньої щільності та щільні.

Забарвлення зернівки — жовто-коричневе, коричневе, темно-коричневе.

За масою 1000 шт. виділяють три групи зернівок: з малою масою — до 1,5 г, із середньою масою — 1,5–1,8 та з великою масою — понад 1,8 г.

Кореневище рослини *Panicum virgatum* складається з 8–25 ризом залежно від року життя

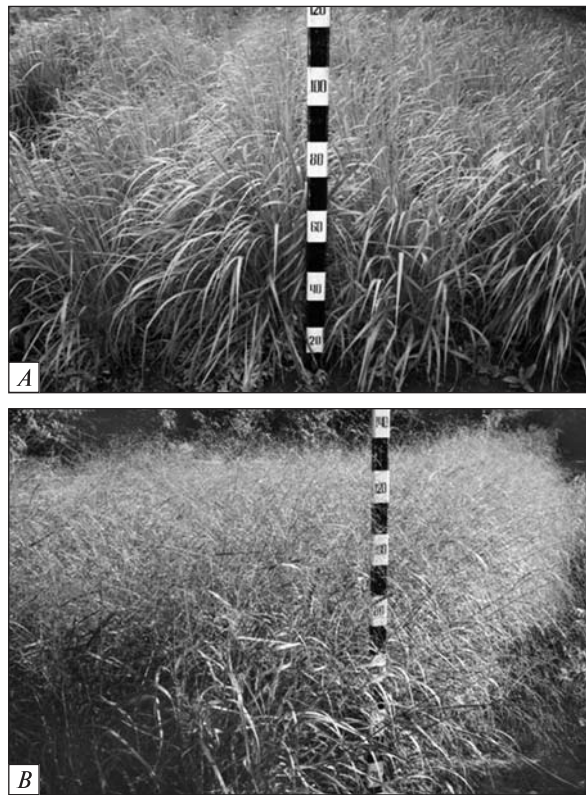


Рис. 1. *Panicum virgatum*: *A* — фаза виходу в трубку (I декада липня); *B* — фаза цвітіння (I декада серпня)

Figure 1. *Panicum virgatum*: *A* — stem extension phase (first decade of July); *B* — heading phase (first decade of August)

та форми. Кількість ризом може суттєво змінюватися під впливом багатьох факторів. Ризоми в середньому мають довжину 5–7 см.

Ранньостиглі форми (ВР, РБ, ДН) у період цвітіння значно поступаються пізньостиглим за основними морфометричними параметрами (табл. 1). Стебла ранньостиглих форм рослин тонкіші, тому більшість з них за габітусом розлогі. Листкова пластинка у них за довжиною та шириною менша порівняно з такою у пізньостиглих. В останніх габітус рослин прямий.

У ранньостиглих форм волоть коротша і вужча, у пізньостиглих — ширша і довша (табл. 2). У період досягання насіння у рослин *Panicum virgatum* змінюються основні морфометричні параметри порівняно з попередньою фазою. Особливо це стосується пізньостиглих форм,



**Рис. 2.** Формове різноманіття волоті рослин *Panicum virgatum* (1, 3, 4 — пізньостиглі форми, 2, 5 — ранньостиглі форми)

**Figure 2.** Diversity of panicle branching pattern in *Panicum virgatum* (1, 3, 4 — retard ripening forms, 2, 5 — early ripening forms)

у яких висота рослин досягає 184,0–210,0 см. Кількість міжвузлів та листків на рослинах різних форм суттєво не відрізняється. Рослини ранньостиглих форм у цей період починають усихати, діаметр стебла зменшується до 2,1–2,4 мм.

Зернівка *Panicum virgatum* — дрібна. Залежно від форми маса 1000 шт. становить від 1,57 до 1,90 г. У ранньостиглих форм маса 1000 шт. є меншою, в середньому — 1,67 г, у пізньостиглих — 1,81 г. Довжина зернівки різних форм *Panicum virgatum* суттєво не відрізняється і становить від 2,9 до 3,2 мм, а ширина — від 1,38 до 1,53 мм.

Одним з основних показників продуктивності є урожайність насіння. Рослина *Panicum virgatum* формує в середньому 8–9 г зернівок (табл. 3): ранньостиглі форми — від 7,2 до 9,5 г, пізньостиглі — від 9,7 до 11,2 г на рослину. Урожайність зернівок з одиниці площі становить: у ранньостиглих форм — 108,0–142,5 г/м<sup>2</sup>, у пізньостиглих — 123,0–168,0 г/м<sup>2</sup>.

Усі досліджувані зразки характеризувалися високою продуктивністю надземної маси. Цей показник залежав від багатьох факторів — погодно-кліматичних умов року, формових та сортових особливостей рослин, періоду вегетації, технології вирощування, удобрення тощо.

**Таблиця 1.** Морфометричні параметри рослин *Panicum virgatum* залежно від форми та фази розвитку

**Table 1.** Morphometric parameters of *Panicum virgatum* plant in relation to form and phase of development

Форма (сорт)	Фаза розвитку	Висота рослини, см	Діаметр стебла, мм	Кількість міжвузлів, шт.	Довжина листків, см	Ширина листків, см
ВР	Кінець цвітіння	146,3 ± 3,99	2,93 ± 0,11	5,3 ± 0,16	45,8 ± 1,49	1,28 ± 0,06
РБ	"	131,2 ± 2,12	2,75 ± 0,14	5,8 ± 0,26	52,1 ± 1,26	1,32 ± 0,03
ДН	"	141,5 ± 1,56	2,45 ± 0,17	5,2 ± 0,09	58,6 ± 1,09	1,29 ± 0,04
ВП	Початок цвітіння	163,7 ± 2,34	3,65 ± 0,11	6,5 ± 0,19	60,3 ± 1,04	1,41 ± 0,05
ДВ	"	183,2 ± 1,78	4,15 ± 0,14	7,1 ± 0,66	71,8 ± 1,45	1,45 ± 0,02
Зоряне	"	179,5 ± 2,12	4,65 ± 0,18	7,6 ± 0,29	65,1 ± 1,32	1,49 ± 0,03



Серед досліджуваних форм рослин *Panicum virgatum* у період викидання волоті найбільшою продуктивністю надземної маси характеризувалися пізньостигла форма ВП і сорт Зоряне (табл. 4). У структурі надземної маси у цей період більша частка припадає на листки.

Урожайність надземної маси рослин *Panicum virgatum* у період викидання волоті у ранньостиглих форм становить 41,35–41,81 т/га, у пізньостиглих — 46,10–64,16 т/га. По закінченні фази розвитку відбувається збільшення ростових та продуктивних показників рослин. Порівняно з попереднім періодом у фазі цвітіння у рослин ранньостиглих форм продуктивність збільшується на 4,5–10,8 %, у пізньостиглих — на 8,1–20,0 %. Як і в попередній фазі найбільшою продуктивністю характеризувався сорт Зоряне. У структурі надземної маси 38,3–39,9 % припадало на частку стебел, 39,0–44,8 % — на частку листків та 16,7–21,5 % — на частку суцвіть.

У фазі цвітіння встановлено збільшення урожайності надземної маси *Panicum virgatum* порівняно з попереднім періодом (на 2,2–9,4 %). Рослини залежно від форми та сорту забезпечували урожайність надземної маси від 42,73 до 70,19 т/га (табл. 5). Серед досліджуваних зразків пізньостиглі форми значно (на 14,2–39,1 %) переважали ранньостиглі.

До фази досягання насіння спостерігається значне зменшення продуктивності рослин. Порівняно з попереднім періодом цей показник у *Panicum virgatum* зменшується на 31,4–101,9 %.

Між зразками встановлено суттєву відмінність за масою 10 продуктивних стебел та рослини в цілому. Пізньостиглі форми за обома показниками переважали (на 58,4–133,1 % і 50,5–121,3 % відповідно) ранньостиглі.

Таблиця 2. Морфометрична характеристика волоті рослин *Panicum virgatum*

Table 2. Morphometric parameter of *Panicum virgatum* panicle

Форма (сорт)	Довжина волоті, см	Ширина волоті, см
ВР	34,6 ± 1,45	24,3 ± 0,12
РБ	38,3 ± 1,17	26,2 ± 0,26
ДН	30,5 ± 1,40	24,7 ± 0,33
ВП	42,6 ± 1,46	31,4 ± 0,16
ДВ	50,2 ± 1,99	37,8 ± 0,34
Зоряне	41,2 ± 1,41	33,7 ± 0,17

Таблиця 3. Продуктивність рослин та урожайність зернівок *Panicum virgatum*

Table 3. Productivity and yield potential of *Panicum virgatum* seeds

Форма (сорт)	Продуктивність зернівок, г/рослину	Урожайність зернівок, г/м <sup>2</sup>
ВР	7,2	108,0
РБ	9,5	142,5
ДН	7,4	111,0
ВП	9,7	145,5
ДВ	8,2	123,0
Зоряне	11,2	168,0
НІР <sub>05</sub>	0,3	5,5

Таблиця 4. Продуктивність та структура надземної маси рослин *Panicum virgatum* (n = 10)

Table 4. Productivity and structure of above ground mass of *Panicum virgatum* plant (n=10)

Форма (сорт)	Фаза розвитку	Маса, г			Структура надземної маси, %	
		надземна	стебел	листіків	стебел	листіків
ВР	Викидання волоті	92,5	40,7	51,8	44,0	56,0
РБ	"	89,5	40,3	49,2	45,0	55,0
ВП	Початок викидання волоті	100,0	43,0	57,0	43,0	57,0
Зоряне	"	131,2	56,4	74,8	43,0	57,0
НІР <sub>05</sub>			4,3			

Як і продуктивність окремої особини, так і урожайність надземної маси, значно знизилася до кінця вегетаційного періоду. Різниця з попереднім періодом за цим показником становила 21,6–49,6 %. Пізньостиглі форми за урожайністю надземної маси значно переважали (на 58,0–155,6 %) ранньостиглі.

Найбільше сухої речовини накопичувалося у рослин сорту Зоряне, найменше — у форми РБ. Загальний вміст цукрів становив від 4,52 до 9,48 % і був максимальним у сорту Зоряне. Рівень аскорбінової кислоти у досліджуваних рослин *Panicum virgatum* у період викидання волоті становив 50,85–74,85 мг%, каротину — 0,11–0,25 мг%. Вміст ліпідів варіював від 1,71 до 5,73 % і був максимальним у форми РБ.

Кількість лігніну у рослин *Panicum virgatum* у фазі викидання волоті становила від 6,27 до 10,00 %. Найбільшим вмістом лігніну характеризувався зразок ВР, а найменшим — РБ.

У форми РБ зафіксовано найбільший вміст клітковини — 50,85 %, у форми ВР — найменший.

Теплоємність різних форм *Panicum virgatum* протягом вегетації становила від 3962,0 до 4343,7 ккал/кг. Найвищою теплоємністю ха-

рактеризувалися рослини форми ВР, найнижчою — форми РБ.

У період цвітіння у досліджуваних зразків проса прутіподібного значно збільшується вміст сухої речовини, а цукрів, аскорбінової кислоти, каротину та ліпідів — зменшується.

Дослідження надземної маси *Panicum virgatum* у фазу досягання насіння виявило, що найбільше сухої речовини накопичували рослини форми РБ, найменше — форми ВП (табл. 6). Загальний вміст цукрів у рослин різних форм у цей період становив від 4,36 до 7,32 %. Найбільше їх виявлено у сорту Зоряне.

Вміст аскорбінової кислоти у досліджуваних форм рослин *Panicum virgatum* був невисоким і становив від 23,28 до 59,84 мг%. Найбільше каротину виявлено у форми ВР, найменше — у форми ВП. Найбільшою кількістю ліпідів у надземній масі в період досягання насіння характеризувалася форма ВР, найменшою — сорт Зоряне. За вмістом лігніну переважали рослини пізньої форми, за вмістом клітковини — ранньої форми.

Теплоємність рослин *Panicum virgatum* у фазу досягання насіння становила від 4011,67 до

Таблиця 5. Урожайність надземної маси *Panicum virgatum* у фазі цвітіння рослин

Table 5. Yield potential of above ground mass of *Panicum virgatum* during flowering phase

Форма (сорт)	Урожайність, т/га			
	надземної маси	листіків	стебел	суцвіть
ВР	42,73	17,48	17,05	8,20
РБ	48,07	18,75	18,98	10,34
ВП	56,04	24,66	22,02	9,36
Зоряне	70,19	31,45	26,88	11,86
НІР <sub>05</sub>			2,3	

Таблиця 6. Біохімічна характеристика рослин *Panicum virgatum* у фазі досягання насіння

Table 6. Biochemical properties of *Panicum virgatum* plant in the ripening of seeds phase

Форма (сорт)	Суша речовина, %	Цукри, %	Аскорбінова кислота, мг%	Каротин, мг%	Ліпіди, %
ВР	40,70 ± 0,20	4,36 ± 0,35	35,38 ± 0,85	0,45 ± 0,02	3,57 ± 0,84
РБ	42,52 ± 0,02	4,70 ± 0,05	23,28 ± 1,22	0,43 ± 0,02	2,16 ± 0,09
ВП	36,06 ± 0,68	6,90 ± 0,07	59,84 ± 1,96	0,21 ± 0,01	1,38 ± 0,09
Зоряне	37,14 ± 0,14	7,32 ± 0,19	42,07 ± 1,22	0,42 ± 0,01	1,22 ± 0,07

4349,67 кал/г. Форми ВР, РБ та сорт Зоряне мали більші показники.

Як високопродуктивна культура *Panicum virgatum* забезпечує великий вихід сухої речовини, етанолу та енергії з надземної маси у різні періоди розвитку. Продуктивність рослин суттєво залежала від форми та сорту і фази розвитку. Великий вихід сухої речовини (11,28–15,48 т/га) та етанолу (2797–3669 л/га) у різних форм *Panicum virgatum* отримують на початку технічної стиглості (у фазі викидання волоті).

За виходом як сухої речовини, так і етанолу переважали пізньостиглі форми. В межах групи стиглості серед ранніх форм вищі показники були у форми ВР, серед пізніх — у сорту Зоряне. У цей період досліджувані зразки забезпечували великий вихід енергії з надземної маси (45,12–64,94 Гкал/га).

Закономірності щодо вищої енергетичної цінності окремих форм надземної маси порівняно з попередніми показниками зберігалися як у межах групи стиглості, так і між групами.

Продуктивність *Panicum virgatum* за виходом сухої речовини, етанолу та енергії з надземної маси у фазі цвітіння суттєво збільшувалася порівняно з фазою викидання волоті. Залежно від форми різниця між фазами за виходом сухої речовини становила від 29,6 до 41,7 %, за етанолом — від 28,1 до 39,3 %, за виходом енергії з надземної маси — від 35,7 до 40,9 % (табл. 7).

Серед досліджуваних зразків найбільший вихід сухої речовини (21,7–34,3 %), етанолу

(16,2–29,8 %) та енергії (21,4–34,0 %) забезпечили пізньостигла група рослин (форма ВП та сорт Зоряне), а в межах цієї групи вищу продуктивність мали форма РБ та сорт Зоряне.

Із завершенням періоду активної вегетації рослин спостерігали значне зменшення основних показників продуктивності. В період досягання насіння порівняно з фазою цвітіння вихід сухої речовини зменшувався на 9,5–40,1 %, етанолу — на 11,5–41,3 %, енергії — на 6,3–37,7 %.

Пізні форми *Panicum virgatum* за продуктивністю значно переважали ранні. Різниця за виходом сухої речовини становила 75,1–78,5 %, етанолу — 68,5–71,9 %, енергії з надземної маси — 73,9–75,2 %. Серед досліджуваних зразків рослин максимальну продуктивність забезпечив сорт Зоряне, мінімальну — форма ВР.

Таким чином, у НБС ім. М.М. Гришка НАН України протягом багаторічного періоду проведено дослідження з вивчення біолого-морфологічних особливостей, біохімічного складу рослин, урожайності надземної маси, насіння, виходу найцінніших речовин та енергетичної цінності *Panicum virgatum*. Створено високопродуктивні форми із заданими параметрами урожайності, цукристості фітомаси, виходом загальної енергії та фітопалива з одиниці площі.

В умовах інтродукції майже всі форми рослин *Panicum virgatum* проходять повний цикл розвитку від насіння до насіння протягом одного вегетаційного періоду. Фаза досягання

Таблиця 7. Продуктивність *Panicum virgatum* за виходом сухої речовини, етанолу та енергії з надземної маси у фазі цвітіння

Table 7. Productivity of *Panicum virgatum* plant correspondingly to dry mass, ethanol, and energy output of above-ground mass during flowering phase

Форма (сорт)	Вихід сухої речовини, т/га	Вихід етанолу, л/га	Вихід енергії з надземної маси, Гкал/га
ВР	14,62	3582	61,21
РБ	16,33	3936	68,26
ВП	17,79	4163	74,29
Зоряне	21,93	5110	91,49
НІР <sub>05</sub>		0,67	

насіння залежно від форми настає у різні строки. У ранньостиглих форм *Panicum virgatum* до III декади вересня насіння повністю достигає. Розвиток пізньостиглих форм завершується до середини жовтня, а окремі форми рослин вегетують до настання морозів. Основні морфометричні параметри рослин *Panicum virgatum* залежать від форми та сорту, групи стиглості.

Установлено, що вміст сухої речовини в усіх форм *Panicum virgatum* у період від фази кушіння до досягання насіння закономірно збільшується, цукрів, аскорбінової кислоти, каротину та ліпідів — зменшується. Щодо накопичення лігніну і клітковини в рослинах за період вегетації та теплоємності надземної маси залежності не виявлено.

Як високопродуктивна культура *Panicum virgatum* забезпечує великий вихід сухої речовини, етанолу та енергії з надземної маси у різні періоди розвитку рослин. Урожайність фітомаси рослин у період викидання волоті у ранньостиглих форм становить 41,35–41,81 т/га, у пізньостиглих — 46,10–64,16 т/га. В цілому продуктивність рослин за виходом сухої речовини, етанолу та енергії з надземної маси у фазі цвітіння суттєво збільшується порівняно з фазою викидання волоті. Із завершенням періоду активної вегетації рослин відбувається значне зменшення основних показників продуктивності. Пізні форми *Panicum virgatum* за продуктивністю значно переважають ранні. Серед досліджених зразків рослин максимальною продуктивністю характеризувався сорт Зоряне.

*Возобновляемые растительные ресурсы* / Д. Шпаар, Д. Драгер, С. Каленская, Д. Рахметов; под общ. ред. Д. Шпаар. — СПб.: Пушкин, 2006. — Т. 1. — 416 с.

Железная Т.А. Энергетические культуры как эффективный источник возобновляемой энергии / Т.А. Железная, А.В. Морозова // Пром. теплотехника. — 2008. — Т. 30, № 3. — С. 60–76.

Перспективи розвитку біоенергетики в Україні / М.В. Роїк, В.Л. Курило, О.М. Ганженко, М.Я. Гуменник // Цукрові буряки. — 2012. — № 2-3. — С. 6–8.

Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні / Д.Б. Рахметов. — К.: Аграр Медіа Груп, 2011. — 398 с.

Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив / Я.Б. Блюм,

І.П. Григорюк, К.В. Дмитрук [та ін.] — К.: Аграр Медіа Груп, 2014. — 360 с.

Developing energy crops for thermal applications: optimizing fuel quality, energy security and GHG Mitigation. In: Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems: Benefits and Risks / R. Samson, C. Ho Lem, S. Bailey-Stamler [et al.]. — Berlin, Germany: Springer Science, 2008. — P. 395–423.

Enhanced characteristics of genetically modified switchgrass (*Panicum virgatum* L.) for high biofuel production / H. Shen, C.R. Poovaiah, A. Ziebell [et al.] // Biotechnology for Biofuels. — 2013. — [http://www.biotechnologyforbiofuels.com/content/6/1/71]

Lee D.K. Switchgrass and soil carbon sequestration response to ammonium nitrate, manure, and harvest frequency on Conservation Reserve Program land / D.K. Lee, V.N. Owens, J.J. Doolittle // Agron. J. — 2007. — P. 462–468.

Liebig M.A. Soil carbon storage by switchgrass grown for bioenergy / M.A. Liebig, M.R. Schmer, K.P. Vogel [et al.] // BioEnergy Research. — 2008. — P. 215–222.

Ma Z. Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass / Z. Ma, C.W. Wood, D.I. Bransby // Biomass and Bioenergy. — 2001. — P. 413–419.

McLaughlin S.B. High-value renewable energy from prairie grasses / S.B. McLaughlin., D.G. De La Torre Ugarte, C.T. Garten [et al.] // Environ. Sci. Technol. — 2002. — P. 2122–2129.

McLaughlin S.B. Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States / S.B. McLaughlin, L.A. Kszos // Biomass and Bioenergy. — 2005. — P. 515–535.

McLaughlin S.B. Evaluating the environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy / S.B. McLaughlin, M.E. Walsh // Biomass and Bioenergy. — 1998. — P. 317–324.

Mitchell R.B. Managing and enhancing switchgrass as a bioenergy feedstock / R.B. Mitchell, K.P. Vogel, G. Sarath // Biofuels, Bioproducts, & Biorefining. — 2008. — P. 530–539.

Monti A. Switchgrass: A valuable biomass crops for energy / A. Monti. —Lodon: Springer-Verlag, 2012. — 290 p.

Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass / M.R. Schmer, K.P. Vogel, R.B. Mitchell [et al.] // Proc. National Acad. Sci. — 2008. — P. 464–469.

Parrish D.J. Establishing and managing switchgrass as an energy crop / D.J. Parrish, J.H. Fike, D.I. Bransby [et al.] // Forage and Grazinglands. — 2008. — P. 68–82.

The potential of C<sub>4</sub> perennial grasses for developing a global BIOHEAT industry / R. Samson, C. Ho Lem, S. Bailey-Stamler [et al.] // Critical Reviews in Plant Science. — 2005. — Vol. 25. — P. 461–495.

Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management / K.P. Vogel, J.J. Brejda, D.T. Walters [et al.] // Agron. J. — 2002. — P. 413–420.

Vogel K.P. Switchgrass. In: L.E. Moser et al., eds. Warm-season ( $C_4$ ) Grasses / K.P. Vogel //ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. — 2004. — P. 561–588

## REFERENCES

Shpaar D., Drager D., Kalenskaya S., Rahmetov D. (2006) Vozobnovlyaemye rastitelnyie resursyi [Renewable vegetation resources], Pushkin, t. 1, 416 p.

Zheleznaya T.A., Morozova A.V Energeticheskie kultury kak effektivnij istochnik vozobnovlyaemoj energii [Energy crops as an effective source of renewable energy// Prom. Teplotekhnika, 2008, t. 30, N 3, p. 60–76.

Royik M.V., Kurilo V.L., Ganzhenko O.M., Gumentik M.Ya. (2012) Perspektivi rozvitku bioenergetiki v Ukraini [Prospects of bioenergy development in Ukraine], Tsukrovi buryaki, N 2-3, p. 6–8.

Rakhmetov D.B. (2011) Teoretychni ta prykladni aspekty introduktsii roslyn v Ukraini [Theoretical and practical aspects of plant introduction in Ukraine], Kyiv, Agrar Media Grup, 398 p.

Blyum Ya.B., Grigoryuk I.P., Dmitruk K.V., Dubrovin V.O. Yemec A.I., Kaletnik G.M., Melnichuk M.D., Mironenko V.G., Rakhmetov D.B., Sibirmij A.A., Cigankov S.P. (2014) Sistema vykorystannya bioresursiv i novitnikh biotekhnologiya otrymannya alternatyvnykh palyv [System of bioresources usage and modern biotechnology in production of alternatives fuels], Kyiv, Agrar Media Grup, 360 p.

Samson R., Ho Lem C., Bailey-Stamler S. et al. (2008) Developing energy crops for thermal applications: optimizing fuel quality, energy security and GHG mitigation. In Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems: Benefits and Risks / D. Pimental. (Ed.) Springer Science, Berlin, Germany, p. 395–423.

Shen H., Poovaiah C., Ziebell A. et al. (2013) Enhanced characteristics of genetically modified switchgrass (*Panicum virgatum* L.) for high biofuel production, Biotechnology for Biofuels, [http://www.biotechnologyforbiofuels.com/content/]

Lee D.K., Owens V.N., Doolittle J.J. (2007) Switchgrass and soil carbon sequestration response to ammonium nitrate, manure, and harvest frequency on Conservation Reserve Program land, Agron. J., p. 462–468.

Liebig M.A., Schmer M.R., Vogel K.P. et al. (2008) Soil carbon storage by switchgrass grown for bioenergy, BioEnergy Research, p. 215–222.

Ma Z., Wood C.W. and Bransby D.I. (2001) Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass, Biomass and Bioenergy, p. 413–419.

McLaughlin S.B., De La Torre Ugarte D.G., Garten C.T. et al. (2002) High-value renewable energy from prairie grasses, Environ. Sci. Technol., p. 2122–2129.

McLaughlin S.B., Kszos L.A. (2005) Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States, Biomass and Bioenergy, p. 515–535.

McLaughlin S.B., Walsh M.E. (1998) Evaluating the environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy, Biomass and Bioenergy, p. 317–324.

Mitchell R.B., Vogel K.P., Sarath G. (2008) Managing and enhancing switchgrass as a bioenergy feedstock, Biofuels, Bioproducts, & Biorefining, p. 530–539.

Monti A. Switchgrass: A valuable biomass crops for energy (2012) Springer-Verlag Lodon, 290 p.

Schmer M.R., Vogel K.P., Mitchell R.B. et al. (2008) Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass, Proc. National Acad. Sci, p. 464–469.

Parrish D.J., Fike J.H., Bransby D.I. et al. (2008) Establishing and Managing Switchgrass as an Energy Crop, Forage and Grazinglands, p. 68–82.

Samson R., Ho Lem C., Bailey-Stamler S. et al. (2005) The Potential of  $C_4$  Perennial Grasses for Developing a Global BIOHEAT Industry, Critical Reviews in Plant Science, Vol. 25, p. 461–495.

Vogel K., Brejda J., Walters D. et al. (2002) Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management, Agron. J., p. 413–420.

Vogel K.P. (2004) Switchgrass. In: L.E. Moser et al., eds. Warm-season ( $C_4$ ) Grasses, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, p. 561–588.

Надійшла до редакції 30.04.2014 р.

Рекомендував до друку П.А. Мороз

*Д.Б. Рахметов, Е.Н. Вергун, С.А. Рахметова*

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

*PANICUM VIRGATUM* L. — ПЕРСПЕКТИВНИЙ ІНТРОДУЦЕНТ В НАЦІОНАЛЬНОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ ІМ. Н.Н. ГРИШКО НАН УКРАЇНИ

Представлены результаты многолетних интродукционных исследований *Panicum virgatum* L. (*Poaceae*) в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко НАН Украины. Установлены биолого-морфологические особенности, биохимический состав растений, урожайность надземной массы и семян. Определены выход ценных веществ и энергетическая ценность культуры. Созданы высокопродуктивные формы с заданными параметрами урожайности, сахаристости фитомассы, выходом общей энергии и фитотоплива с единицы площади. Показано, что в условиях интродукции почти все формы *Panicum virgatum* проходят полный цикл развития (от семени до семени) в течение одного вегетационного периода, начиная с первого года жизни. Фаза созревания семян у раннеспелых форм растений наступает к III декаде сентября, у позднеспелых — в середине октября, а отдельные формы растения вегетируют до наступления морозов. Основные морфометрические параметры растений

зависят от формы и сорта, группы спелости. Урожайность надземной массы и общая продуктивность растений в фазе цветения увеличивается, а к концу вегетационного периода — снижаются. Позднеспелые формы по урожайности надземной массы значительно превышают (на 58,0–155,6 %) раннеспелые. Установлено, что содержание сухого вещества у всех форм растений в период от фазы кущения до созревания семян увеличивается, а сахаров, аскорбиновой кислоты, каротина и липидов — уменьшается. Относительно накопления лигнина и клетчатки в растениях в период вегетации и теплоемкости надземной массы четкой зависимости не установлено. Как высокопродуктивная культура *Panicum virgatum* обеспечивает большой выход сухого вещества, этанола и энергии из надземной массы в разные периоды развития. Среди исследованных образцов растений максимальной продуктивностью характеризовался сорт Зоряне.

**Ключевые слова:** *Panicum virgatum*, интродукция, биоморфология, биохимические особенности, продуктивность, биотопливо.

*D.B. Rakhmetov, O.M. Verhun, S.O. Rakhmetova*

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

**PANICUM VIRGATUM L. — PROMISING  
INTRODUCED CROP IN M.M. GRYSHKO NATIONAL  
BOTANICAL GARDEN OF THE NAS OF UKRAINE**

Results of many years of introduction research on *Panicum virgatum* L. (*Poaceae*) in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine are presented. The biomorphological characteristics, biochemical composi-

tion of the plant, crop yield of the above ground plant mass and seed are determined. The yield of valuable compounds and energy efficiency of the crop are identified. High-yield forms with assigned features of crop yield, sugar content of plant biomass, total energy yield and biofuel output per one square unit are created. We proved that in the condition of crop introduction almost all forms of *Panicum virgatum* undergo full cycle of plant development — from the seed to the seed during one growing season, starting from the first-year. A phase of a seed maturation in the early developed plant forms begins in the third decade of September, in late developed forms until the middle of October, some forms have their growing season until the beginning of winter frosting. The major morphological features of plants are dependent on the forms and crops variations and ripening phase. Total harvest of the above ground mass and general output of the plant up till the flowering phase increases, where at the end of growing season decreases. We showed that plant forms with retard development had a high yield of above-ground mass for 58.0–115.6 % greater than the early developed plants. Increment in the dry matter content of plants from tiller to seed ripening phase is demonstrated. However, the percentage of sugars, ascorbic acid, carotene, and lipids is diminished. During the same growing season we did not observe any correlation between lignin and fiber accumulation. Similar results were acquired for the heat capacity harvest of above ground mass. High-yield *Panicum virgatum* crop provide substantial output of the dry mass, ethanol, and energy throughout all development phases of the plant. Among studied plant samples the top productivity was supplied by Zoryane cultivar.

**Key words:** *Panicum virgatum*, introduction, biomorphology, biochemical characteristics, productivity, biofuel.

О.І. ШИНДЕР, Ю.М. НЕГРАШ, О.Р. БАРАНСЬКИЙ

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

## ІНТРОДУКЦІЙНІ ПОПУЛЯЦІЇ *SCOPOLIA CARNIOLICA* JACQ. (*SOLANACEAE*) РІЗНОГО ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ У НАЦІОНАЛЬНОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ ім. М.М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ

Наведено відомості щодо стану та структури інтродукційних популяцій *Scopolia carniolica* Jacq. карпатського, подільського і кавказького походження на ботаніко-географічних ділянках Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. Описано флористичну структуру низки сформованих лісових культурфітоценозів. Наведено строки проходження фенологічних фаз цвітіння і плодоношення особин *S. carniolica* в умовах м. Києва.

**Ключові слова:** *Scopolia carniolica* Jacq., інтродукційна популяція, ботаніко-географічна ділянка, культурфітоценоз.

*Scopolia carniolica* Jacq. (*Solanaceae*) — рідкісний центральноєвропейсько-кавказький вид (*sensu lato*), занесений до Червоної книги України як неоцінений (Червона книга..., 2009). Основним напрямом збереження рідкісних видів є їх охорона в заповідниках та інтродукція в культуру. В Україні охорона *S. carniolica* *ex situ* здійснюється в 12 ботанічних садах та у деяких ботанічних установах (Мороз, 1971; Рідкісні рослини..., 1982; Раритетний фітогенфонд..., 2004; Каталог..., 2011; Неграш, 2013).

В умовах інтродукції *S. carniolica* часто була об'єктом порівняльно-морфологічних, систематичних і біохімічних досліджень (Крылова, 1971, 1973, 1994; Мороз, 1971; Неграш, 2013; Рідкісні рослини, 1982; Харкевич, 1966, 1972), проте опису умов культивування досліджуваного виду на рівні інтродукційних популяцій немає.

Мета роботи — вивчити біоморфологічні особливості *S. carniolica* в умовах *ex situ*, встановити сезонні ритми розвитку особин виду і вікову структуру його інтродукційних популяцій різного географічного походження; описати флористичну структуру культурфітоценозів з участю досліджуваного виду.

© О.І. ШИНДЕР, Ю.М. НЕГРАШ,  
О.Р. БАРАНСЬКИЙ, 2014

### Об'єкти та методи

Дослідження проведено впродовж 2012–2014 рр. на трьох ботаніко-географічних ділянках Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України: «Карпати», «Грабова діброва» та «Кавказ». Популяційні дослідження виконано за методиками Т.О. Работнова та О.О. Уранова з урахуванням онтогенетичних особливостей *S. carniolica* (Мельник, 2000; Работнов, 1950; Уранов, 1960). Назви видів української флори наведено за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука, кавказької — за «Конспектом флоры Кавказа» (Конспект..., 2008; Mosyakin, 1999).

Усі описані культурфітоценози закладені в 1949–1955 рр. і є практично одновіковими. На ділянках «Карпати» і «Кавказ» насадження штучні, а на ділянці «Грабова діброва» — створені на основі вікової діброви.

У цій публікації ми приймаємо *S. carniolica* *sensu lato*, оскільки скополія з Кавказу є окремою географічною расою, номенклатуру якої ще остаточно не з'ясовано (Крылова, 1994; Мороз, 1971 та ін.).

### Результати та обговорення

У Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка інтродукційні популяції *S. carniolica* сформовані у складі культурфітоценозів на трьох

ділянках відповідно до їх техно-робочих проєктів. На ділянці «Карпати» *S. carniolica* було висаджено у 1956 р. у кількості близько 100 кореневищ на виділах гірських лісових поясів. Посадковий матеріал було інтродуковано із кількох районів Закарпатської області (Мороз, 1971).

Нині інтродукційна популяція виду площею 240 м<sup>2</sup> представлена на схилі північної експозиції (ухил — 10–20°) під пологом букового і хвойного деревостанів. Буковий деревостан (зімкнутість — 0,9–1,0) належить до паркового типу і сформований *Fagus sylvatica* L. (повнота — 9) з участю *Cerasus avium* (L.) Moench (1). Середньощільний підлісок у місці зростання *S. carniolica* формують молоді особини видів роду *Acer*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior* L. у підрості, *Philadelphus pubescens* Loisel., *Sambucus nigra* L. та *Viburnum lantana* L. — у чагарниковому ярусі. На ділянці добре розвинутий чагарничковий ярус (покриття — 60%), у якому домінує *Vinca minor* L. з участю *Clematis vitalba* L., *Hedera helix* L. і *Rubus caesius* L. У розрідженому трав'яному ярусі (покриття — 20%) представлені *Chelidonium majus* L., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Geranium phaeum* L., *Lamium maculatum* (L.) L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Salvia glutinosa* L., *S. carniolica*, *Viola suavis* M. Vieb. Весняний аспект (покриття — до 15%) формують *Allium ursinum* L., *Anemone nemorosa* L., *Corydalis cava* (L.) Schweigg. & Körte, *C. solida* (L.) Clairv., *Dentaria glandulosa* Waldst. & Kit., *Galanthus nivalis* L., *Helleborus purpurascens* Waldst. et Kit., *Hepatica nobilis* Schreb., *Isopyrum thalictroides* L.

У деревостані змодельованого поясу хвойних лісів Східних Карпат (зімкнутість — 1) домінувала *Picea abies* (L.) Karst. (повнота — 9) із незначною участю *Abies alba* Mill. та *Fagus sylvatica*. Дуже розріджений підлісок під темним пологом представлений поодинокими особинами *Cerasus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Padus avium* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Ulmus glabra* Huds. у підрості. Більш розвинутий чагарничковий ярус (покриття — до 35%), сформований переважно адвентивними видами: домінуючим *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. з участю

*Clematis vitalba*, *Hedera helix*, *Rubus caesius* і *Vitis amurensis* Rupr. У трав'янистому ярусі (покриття — до 25%) представлені *Allium ursinum*, *Aegopodium podagraria* L. (5–10%), *Aruncus dioicus* (Walter) Fernald (до 5%), *Chelidonium majus*, *Corydalis solida*, *Dentaria glandulosa*, *Euphorbia amygdaloides* L., *Galium odoratum*, *Geranium phaeum*, *Helleborus purpurascens*, *Salvia glutinosa*, *Scrophularia nodosa* L., *Senecio ovatus* (P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.) Willd., *Xanthoxalis stricta* (L.) Small. У 2013 р. унаслідок зниження рівня ґрунтових вод і надмірного розмноження жуків-короедів хвойні дерева на цій ділянці були знищені. Через це структура рослинного покриву тут найближчими роками змінюватиметься в бік різкого розвитку чагарникового ярусу та домінування рудеральних видів трав. Станом на 2014 р. сукупне покриття чагарничкового і трав'янистого ярусу на місці хвойного деревостану дорівнювало 95%. У ньому домінують *Impatiens parviflora* DC. (до 60%), *Parthenocissus quinquefolia* (до 20%) і *Vitis amurensis* (5–10%). У таких умовах інтродуковані карпатські види зазнаватимуть найближчими роками (до формування нового пологів молодого хвойного деревостану) значного пригнічення.

Інтродукційна популяція *S. carniolica* представлена 9 куртинами площею від 0,5 до 14,0 м<sup>2</sup> та мозаїчно розташованими поодинокими малостебельними клонами. У пагоновій структурі популяції частка вегетативних і генеративних пагонів — майже однакова (табл. 1), але спостерігається тенденція до зменшення кількості останніх, що, можливо, пов'язано з різкою зміною умов зростання. Популяційна щільність за 2012–2014 рр. збільшилася. Максимальна кількість квіток на генеративних пагонах досягає 13, більшість пагонів мають 1–3 квітки (табл. 2). Абсолютна середня маса зрілої насінини в популяції — 2,1 г, кількість насінин у плоді — 26. Цвітіння триває із середини березня до кінця травня, плодоношення — із середини травня до початку червня.

На ділянці «Карпати» сформовано деревостани, котрі добре відтворювали буковий і хвойний пояси Східних Карпат, але структура нижніх ярусів у культурфітоценозах була дефор-



мованою порівняно з природними аналогами (Крылова, 1973, 1994 та ін.). Імовірно, це пов'язано зі значно сухішим кліматом м. Києва, за умов якого практично неможливо відтворити вологолюбні угруповання гірських Карпат. Це пояснює, чому карпатські культурфітоценози потерпають від впливу інвазійно-спроможних видів рослин.

На ділянці «Грабова діброва» перші посадки *S. carniolica* здійснено у 1967 р. посадковим матеріалом з околиць м. Кам'янця-Подільського у кількості понад 120 кореневищ. Пізніше їх неодноразово доповнювали особинами переважно подільського походження. Зокрема у 1969 р. було завезено понад 150 кореневищ з околиць м. Вінниці (Мороз, 1971). Інтродукційна популяція площею близько 150 м<sup>2</sup> нині приурочена до залісненого схилу східної експозиції (ухил — 10–30°). Деревостан (зімкнутість — 0,8–0,9) сформовано на основі природної вікової діброви. У ньому представлені *Carpinus betulus* L. (повнота — 5), *Fraxinus excelsior* L. (2), *Quercus robur* L. (2), *Acer platanoides* L. (1) з участю *Cerasus avium* та *Fagus sylvatica*. Вік особин *Quercus robur* досягає 100–200 років, особин інших порід — до 60 років. У підрослі віком до 15 років представлені *Acer campestre* L., *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus* L., *Carpinus betulus*, *Padus avium*. Дуже розріджений підлісок формують *Corylus avellana* L., *Sambucus nigra* та *Eunonymus europaea* L. У трав'янистому ярусі (загальне покриття — до 80 %, зокрема ранньо-

весняної синузії — 50 %) представлені *Aegopodium podagraria* (20 %), *Anemone nemorosa*, *Anemone ranunculoides* L. (10 %), *Arum besserianum* Schott, *Asarum europaeum* L. (5 %), *Corydalis cava* (5 %), *C. solida* (10 %), *Ficaria verna* L. (20 %), *Galanthus nivalis*, *Galium odoratum* (5 %), *Lamium galeobdolon* (L.) L., *L. purpureum* L., *Lilium martagon* L., *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Pulmonaria obscura* (до 5 %), *S. carniolica* (5 %), *Stellaria holostea* L. (до 10 %), *Viola suavis*.

Інтродукційна популяція *S. carniolica* складається з дев'яти куртин площею від 1 до 7 м<sup>2</sup>. Пагонова структура — достатньо вирівнена, популяційна щільність у 2013 р. досягала 47 пагонів/м<sup>2</sup> (див. табл. 1). Максимальна кількість квіток на генеративних пагонах становила 16, у середньому — 1–3 (див. табл. 2).

За період дослідження спостерігали тенденцію до збільшення частки пагонів з більшою кількістю квіток, що ми пов'язуємо з поліпшенням умов зростання виду на ділянці.

Абсолютна середня маса зрілого насіння, зібраного в популяції, — 2,4 г, середня кількість насінин у плоді — 28. Цвітіння триває з кінця березня до кінця травня, плодоношення — з першої декади травня до початку червня. Загалом фази розвитку в особин *S. carniolica* на ділянці «Грабова діброва» починаються на тиждень пізніше порівняно з популяцією на ділянці «Карпати».

Флористична структура рослинного покриву на ділянці є типовою для місцезростань

Таблиця 1. Пагонова структура і щільність інтродукційних популяцій *Scopolia carniolica* на ботаніко-географічних ділянках

Table 1. The shoots-structure and density of cultivated populations of *Scopolia carniolica* on botanical and geographical plots

Показник	Ботаніко-географічна ділянка								
	Карпати			Грабова діброва			Кавказ		
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.
Частка пагонів, %:									
вегетативні	47,5	51,2	56,6	61,7	51,7	44	46,9	27,3	29,6
генеративні	52,5	48,8	43,4	38,2	48,3	56,0	53,1	72,7	70,4
Популяційна щільність, пагін/м <sup>2</sup>	18	21	29	36	47	29	28	27	25

*S. carniolica* на Східному Поділлі та Придніпровській височині (Мельник, 2000; Мороз, 1971; Неграш, 2014). Можна стверджувати, що умови зростання *S. carniolica* на цій ділянці близькі до оптимальних.

На ділянці «Кавказ» *S. carniolica* інтродукована у 1950 р. у кількості понад 200 кореневищ з Тульського району Краснодарського краю РФ та у 1957 р. в кількості понад 100 особин з Геленджикського району того ж краю (Харкевич, 1954, 1966, 1972). На сьогоднішній день інтродукційна популяція *S. carniolica* площею близько 800 м<sup>2</sup> сформована на схилах південної і південно-західної експозиції (ухил — 10–25°), вкритих буковим деревостаном. Тут змодельовано низинні незаливні ліси Кавказу та колхідські реліктові ліси. У деревостані (зімкненість — 0,9–1,0) домінує *Fagus orientalis* Lipsky (повнота — 6–8) з участю *Tilia cordata* Mill. (1–2), *Acer platanoides* (1), *Carpinus betulus* (1), *Fraxinus excelsior*, *Pterocarya pterocarpa* (Michx.) Kunth ex Pjinsk та поодиноких особин інших деревних порід. У середньощільному

підрості представлені *Acer platanoides* з участю поодиноких особин *Acer pseudoplatanus*, *Fagus orientalis*, *Pterocarya pterocarpa*. У чагарниково-му ярусі середньої щільності домінує *Sambucus nigra* з участю *Euonymus europaea*, *Philadelphus coronarius* L., *Ribes uva-crispa* L., *Viburnum lantana*. Зрідка представлений *Hedera helix*. Трав'янистий покрив порівняно щільний (проективне покриття весняної синузії — до 90 %, літньої — до 30 %). У ньому представлені *Aegopodium podagraria* (15 %), *Allium ursinum* (5 %), *Arum albispathum* Stev. ex Ledeb. (5 %), *Brunnera macrophylla* (Adams) Johnst (10 %), *Convallaria majalis* L., *Corydalis caucasica* DC., *C. cava*, *C. solida* (до 5 %), *Dryopteris filix-mas* L., *Erythronium caucasicum* Woronow., *Ficaria verna* (25–30 %), *Galanthus caucasicus* (Baker) Grossh., *G. woronowii* Losinsk., *Impatiens parviflora*, *Lamium galeobdolon* (5 %), *L. maculatum*, *Lilium caucasicum* (Misz. ex Grossh.) Grossh., *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Polygonatum multiflorum*, *S. carniolica* (30 %), *Symphitum grandiflorum* DC., *Urtica dioica* L., *Viola suavis*. Улітку на частині ділянки

Таблиця 2. Частка генеративних пагонів *Scopolia carniolica* з різною кількістю квіток, %

Table 2. Share of the shoots of *Scopolia carniolica* with different numbers of flowers, %

Кількість квіток на генеративному пагоні	Ботаніко-географічна ділянка								
	Карпати			Грабова діброва			Кавказ		
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.
1	34,5	23,9	13,6	51,2	28,2	21,6	23,6	14,7	10,8
2	18,1	16,8	23,3	24,4	11,5	7,7	18,5	9,1	6,3
3	5,9	18,6	14,6	14,1	12,6	10,3	12,9	9,4	9,5
4	4,3	3,5	8,7	7,1	9,5	4,9	11,1	6,3	5,8
5	24,5	17,8	8,7	2,6	19,5	12,2	9,6	16,3	7,2
6	6,4	0,9	4,9	—	3,4	7,7	8,2	10,7	5,8
7	3,1	11,5	2,9	0,6	7,6	11,7	11,1	14,4	16,1
8	2,1	3,5	4,9	—	1,2	3,6	1,8	5,1	9,5
9	—	3,5	5,9	—	0,8	8,9	1,8	6,9	13,9
10	1,1	—	2,9	—	0,4	1,8	0,7	1,6	4,5
11	—	—	5,8	—	5,3	6,8	0,7	2,5	7,2
12	—	—	0,9	—	—	1,4	—	0,9	1,3
13	—	—	2,9	—	—	0,9	—	0,6	0,9
14	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,4
15	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4
16	—	—	—	—	—	0,5	—	—	0,4
17	—	—	—	—	—	—	—	0,9	—

розвивається покрив адвентивного виду *Impatiens parviflora*.

Інтродукційна популяція *S. carniolica* представлена майже суцільними заростями на площі понад 800 м<sup>2</sup> та окремими 22 куртинами площею від 2 до 32 м<sup>2</sup>. Переважають генеративні пагони. Популяційна щільність є середньою серед досліджених ділянок і за роки досліджень майже не змінювалася (див. табл. 1).

Максимальна кількість квіток на генеративних пагонах — 17, більшість пагонів мають 1–7 квіток, що значно переважає показники інших популяцій (див. табл. 2). Абсолютна середня маса насінини — 1,6 г, середня кількість насінин у плоді — 72.

Цвітіння триває із середини березня до кінця травня, плодоношення — з першої декади травня до першої декади червня.

Виходячи з фітоценотичних описів місцезростань *S. carniolica* на Кавказі, наведених у працях С.С. Харкевича та І.Л. Крилової, флористична структура змодельованих культурфітоценозів на ділянці «Кавказ» є близькою до такої у змішаних букових лісах Північного Кавказу і Закавказзя (Крылова, 1973; Харкевич, 1954), хоча загальний флористичний склад культурфітоценозу значно збіднений. Проте, незважаючи на подібність ценотичних умов зростання в культурфітоценозі та природних оселищах, умови зростання *S. carniolica* на ділянці не можна вважати оптимальними через значно нижчі показники вологозабезпечення в умовах м. Києва (Харкевич, 1972; Крылова, 1973, 1994).

Отже, на ботаніко-географічних ділянках Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка сформовано три інтродукційні популяції *S. carniolica*. Два важливих чинники, завдяки яким забезпечуються оптимальні умови зростання для цього виду, — підвищена вологість повітря та густий деревостан (Крылова, 1973; Мельник, 2000). Найкращі умови для зростання *S. carniolica* спостерігаються у високогір'ях, де особини виду можуть багато років переживати вирубки і навіть зростати на галявинах і полонинах (Крылова, 1973). У високогір'ях Кавказу особини *S. carniolica* характеризуються

найкращим приростом. У рівнинній частині України популяції *S. carniolica* значно чутливіші до впливу негативних чинників, а тому потребують особливої уваги при розробці охоронних заходів.

На ділянках «Карпати» і «Кавказ», змодельованих на рівнині, при значно меншому вологозабезпеченні, умови зростання для особин виду не є оптимальними порівняно з пунктами, звідки було інтродуковано посадковий матеріал. Лише на ділянці «Грабова діброва» вологозабезпечення є задовільним, оскільки межа ареалу *S. carniolica* в рівнинній частині України проходить порівняно близько до м. Києва. В цілому відносно кращі умови для зростання особин *S. carniolica* забезпечено на ділянці «Кавказ», а найгірші — на ділянці «Карпати». Про кращі умови зростання на ділянці «Кавказ» свідчить більша частка генеративних пагонів в інтродукційній популяції (Работнов, 1950; Уранов, 1960).

У всіх інтродукційних популяціях *S. carniolica* займає стійкі позиції в рослинному покриві. Прикрий факт випадку хвойного деревостану на ділянці «Карпати» є незапланованим експериментом з вивчення стійкості видів карпатського лісового травостою в екстремальних умовах вирубки.

Узагальнені нами результати фенологічних спостережень та досліджень насінневої продуктивності *S. carniolica* збігаються з даними попередніх дослідників (Крылова, 1971, 1973, 1994; Мороз, 1971; Харкевич, 1966, 1972) і доповнюють їх.

Таким чином, в умовах м. Києва сформувалися стійкі інтродукційні популяції *S. carniolica* у складі змодельованих культурфітоценозів, близьких за структурою до природних угруповань.

Завдання з введення *S. carniolica* в культуру вважаємо виконаним, оскільки цей вид успішно культивується у багатьох ботанічних садах і дендрологічних парках на Поліссі і Лісостепу далеко за межами ареалу. Можна говорити про його акліматизацію в умовах *ex situ* в цих регіонах.

Каталог раритетних рослин ботанічних садів і дендропарків України: Довідковий посібник / За ред. А.П. Лебеди. — К.: Академперіодика, 2011. — 184 с.

Конспект флоры Кавказа / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. — СПб.: Изд-во С.-П. ун-та, 2003. — Т. 1, 204 с.; 2006. — Т. 2, 467 с.; 2008. — Т. 3, ч. 1, 469 с.

Крылова И.Л. Об экологическом оптимуме скополии карниолийской / И.Л. Крылова // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. — 1973. — № 11. — С. 60–66.

Крылова И.Л. Изменчивость скополии карниолийской / И.Л. Крылова // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1994. — Т. 99, вып. 2. — С. 92–102.

Крылова И.Л. Эколого-фитоценотическая характеристика скополии карниолийской (*Scopolia carnio-lica* Jacq.), произрастающей на Кавказе. 2. Фитоцено-тическая характеристика скополии карниолийской / И.Л. Крылова, Е.Ф. Михайлова // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. — 1971. — № 2. — С. 57–63.

Мельник В.И. Редкие виды флоры равнинных лесов Украины / В.И. Мельник. — К.: Фитосоцио-центр, 2000. — 212 с.

Мороз І.І. Порівняльне вивчення скополії з Карпат, Поділля і Кавказу в умовах культури / І.І. Мороз // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні. — 1971. — Вип. 5. — С. 27–34.

Неграш Ю.М. Підсумки інтродукції *Scopolia carnio-lica* Jacq. в ботанічних садах України / Ю.М. Неграш // Мат. I Междунар. конф. «Нетрадиционные, новые и забытые виды растений: научные и практические аспекты культивирования, 10–12 сент. 2013 г. — К.: Книгоноша, 2013. — С. 90–92.

Неграш Ю.М. Нові дані про умови місцезростань і стан популяцій *Scopolia carnio-lica* Jacq. (*Solanaceae*) на Придніпровській височині / Ю.М. Неграш // Флорологія та фітосозологія. — К.: Фітон, 2014. — Т. 3–4. — С. 210–213.

Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии / Т.А. Работнов // Проблемы ботаники. — М.: Изд-во АН СССР, 1950. — Вып. 1. — С. 465–483.

Рідкісні рослини флори України в культурі / Н.Є. Антонюк, Р.М. Бородіна, В.Г. Собко, Л.С. Скворцова. — К.: Наук. думка, 1982. — 216 с.

Стойко С.М. Раритетний фітогеонофонд західних регіонів України / С.М. Стойко, П.Т. Ященко, О.О. Кагала. — Львів: Ліга-Прес, 2004. — 232 с.

Уранов А.А. Жизненное состояние видов в растительном сообществе / А.А. Уранов // Бюл. МОИП. Отд. Биол. — 1960. — Т. 64, вып. 3. — С. 77–92.

Харкевич С.С. Проект ботанико-географического участка «Кавказ» в ботаническом саду АН УРСР (на правах рукописи) / С.С. Харкевич. — К., 1954. — 45 с.

Харкевич С.С. Полезные растения природной флоры Кавказа и их интродукция на Украине / С.С. Харкевич. — К.: Наук. думка, 1966. — 301 с.

Харкевич С.С. Інтродукція рослин Кавказу // Інтродукція на Україні корисних рослин природної флори СРСР / С.С. Харкевич. — К.: Наук. думка, 1972. — С. 129–161.

Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.

Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — Kyiv: M.G. Khoiodny Institute of Botany, 1999. — XXIII + 345 p.

## REFERENCES

Lebeda A.P. (Ed.). (2011). Katalog rarytetnyh roslyn botanichnyh sadiv i dendroparkiv Ukrainy: Dovidkoviy posibnyk, Akademperiodyka, Kyiv, 184 p.

Tahtadzhan A.L. (Ed.). (2003–2008). Konspekt flory Kavkaza, Izd. S.-P. un-ta, Saint Petersburg, Vols. 1–3.

Krylova I.L. (1973). Ob ekologicheskom optimume skopolii karniolijskoj [About ecological optimum of scopolii karnioliyskoj]. Nauch. dokl. vyssh. shkoly. Biol. nauki [Scientific reports of high school. Biol. sciences], N 11, p. 60–66.

Krylova I.L. (1994). Izmenchivost skopolii karniolijskoj [Variability of scopolii karnioliyskoj]. Byull. MOIP. Otd. Biologii [Bull. of Moscow Society of Naturalists. Dep. biology], Vol. 99 (2), p. 92–102.

Krylova I.L., Mikhaylova E.F. (1971). Ekologo-fitocenoticheskaja harakteristika skopolii karniolijskoj (*Scopolia carnio-lica* Jacq.), proizrastajushhej na Kavkaze. 2. Fitocenoticheskaja harakteristika skopolii karniolijskoj [Ecological-phytotsenotic characteristic scopolii karnioliyskoj (*Scopolia carnio-lica* Jacq.), which grows in the Caucasus. 2. Phytocenotic characteristic scopolii karnioliyskoj]. Nauch. dokl. vyssh. shkoly. Biol. nauki, [Scientific reports of high school. Biol. sciences], N 2, p. 57–63.

Melnik V.I. (2000). Redkie vidy flory ravninnyh lesov Ukrainy, Fitosociocentr, Kyiv, 212 p.

Moroz I.I. (1971). Porivnjalne vyvchennja skopolii z Karpat, Podillja i Kavkazu v umovah kultury [Comparative study of scopolii from the Carpathians, the Caucasus and Podillya in a culture]. I ntrodukcija ta aklimatyzacija roslyn na Ukraini [Introduction and acclimatization of plants in Ukraine], N 5, p. 27–34.

Negrash Ju.M. (2013). Pidsumky introdukcii *Scopolia carnio-lica* Jacq. v botanichnyh sadah Ukrainy, Materialy I Mezhdunarodnoj konferencii: Netradicionnye, novye i za-bytye vidy rastenij: nauchnye i prakticheskie aspekty kul-tivirovanija, September 10–12, 2013, Knigonosha, Kyiv, p. 90–92.

Negrash Ju.M. (2014). Novi dani pro umovy misce-zrostan i stan populjacij *Scopolia carnio-lica* Jacq. (*Solanaceae*) na Prydniprovskij vysochyni [New data about habitat conditions and status of populations of *Scopolia carnio-lica* Jacq. (*Solanaceae*) on the Dnieper Upland].

Florologija ta fitosozologija [Florology and phytosozology], Vols. 3–4, p. 210–213.

Rabotnov T.A. (1950). Voprosy izucheniya sostava populjacij dlja celej fitocenologii [Questions about the study of the composition of populations for phytocoenology]. Problemy botaniki [Problems of botany], N 1, p. 465–483.

Antonyuk N.Je., Borodina R.M., Sobko V.G. and Skvorcova L.S. (1982). Ridkisni roslyny flory Ukrainy v kulturi, Naukova dumka, Kyiv, 216 p.

Stojko S.M., Jashhenko P.T., Kagalo O.O. (Ed.). (2004). Rarytetnyj fitogenofond zahidnyh regioniv Ukrainy [Protected vascular plants of Western regions of Ukraine], Liga-Pres, Lviv, 232 p.

Uranov A.A. (1960). Zhiznennoe sostojanie vidov v rastitelnom soobschestve [Vital status of species in the plants community]. Byul. MOIP. Otd. Biologii, [Bul. Moscow Society of Naturalists. Dep. Biology], Vol. 64 (3), p. 77–92.

Harkevich S.S. (1954). Proekt botaniko-geograficheskogo uchastka «Kavkaz» v botanicheskom sadu AN URSS (na pravah rukopisi), Kyiv, 45 p.

Harkevich S.S. (1966). Poleznye rastenija prirodnoj flory Kavkaza i ih introdukcija na Ukraine, Naukova dumka, Kyiv, 301 p.

Harkevych S.S. (1972). Introdukcija roslyn Kavkazu, Introdukcija na Ukraini korysnyh roslyn pryrodnoi flory SRSR, Naukova dumka, Kyiv, p. 129–161.

Diduh Ja.P. (Ed.). (2009). Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyj svit, Globalkonsalting, Kyiv, 900 p.

Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. (1999). Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist, M.G. Kholodny Institute of Botany, Kyiv, 345 p.

Надійшла до редакції 30.05.2014 р.

Рекомендував до друку В.І. Мельник

А.И. Шиндер, Ю.Н. Неграш, А.Р. Баранский

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

ИНТРОДУКЦИОННЫЕ ПОПУЛЯЦИИ  
*SCOPOLIA CARNIOLICA* JACQ. (*SOLANACEAE*)  
РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ В НАЦИОНАЛЬНОМ  
БОТАНИЧЕСКОМ САДУ им. Н.Н. ГРИШКО НАН  
УКРАИНЫ

Приведены сведения относительно состояния и структуры интродукционных популяций *Scopolia carniolica* Jacq. карпатского, подольского и кавказского происхождения на ботанико-географических участках Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины. Описана флористическая структура ряда сформированных лесных культурфитоценозов. Приведены сроки прохождения фенологических фаз цветения и плодоношения особей *S. carniolica* в условиях г. Киева.

**Ключевые слова:** *Scopolia carniolica* Jacq., интродукционная популяция, ботанико-географический участок, культурфитоценоз.

O.I. Shynder, Ju.M. Nehrash, O.R. Baransky

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

INTRODUCTION'S POPULATIONS  
OF *SCOPOLIA CARNIOLICA* JACQ. (*SOLANACEAE*)  
OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN  
IN M.M. GRYSHKO NATIONAL BOTANICAL  
GARDEN OF THE NAS OF UKRAINE

The data about state and structure of introduction's populations of *Scopolia carniolica* Jacq. of Carpathian, Podolsky and Caucasian origin on botanical and geographical areas of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine are given. Floral structure of some formed forest's model communities are presented. The terms of phenological phases of flowering and fruiting of *S. carniolica* in conditions of Kyiv are given.

**Key words:** *Scopolia carniolica* Jacq., the introduction's population, botanical and geographical plot, model communities.

УДК. 502.211: 582: [556.53 (477)+ (470+571)]

**О.М. БАЙРАК<sup>1</sup>, І.Є. ШАПАРЕНКО<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Міністерства природи України  
Україна, 03035 м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2

<sup>2</sup> Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка  
Україна, 36003 м. Полтава, вул. Остроградського, 2

## **СОЗОЛОГІЧНА ОЦІНКА РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН ЗОНАЛЬНИХ ЕКОСИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ р. ВОРСКЛА (УКРАЇНА, РОСІЙСЬКА ФЕДЕРАЦІЯ)**

*Наведено созологічну оцінку рідкісних видів рослин зональних екосистем на території басейну р. Ворскла. Подано розподіл 121 виду рослин за фітосоологічними категоріями. Проаналізовано структуру природно-заповідного фонду досліджуваної території. Для кожного об'єкта природно-заповідного фонду наведено созологічну характеристику.*

**Ключові слова:** рідкісні рослини, широколистяні ліси, лучні степи, басейн р. Ворскла, природно-заповідні території.

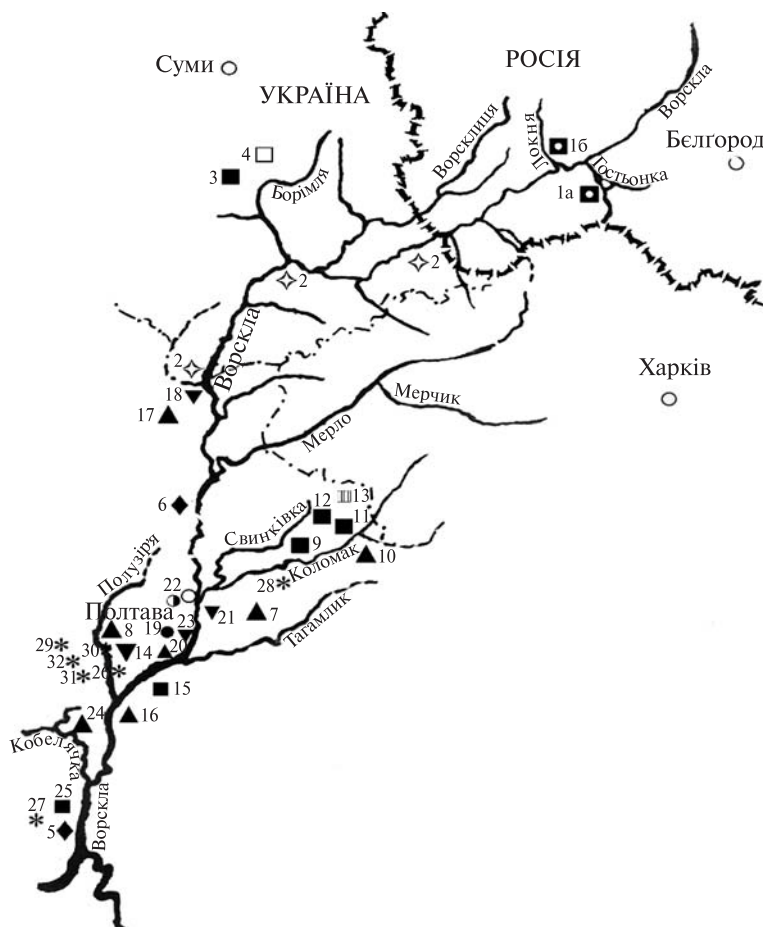
Збереження зональних типів рослинності як центрів біорізноманіття, їх раритетної складової є одним з пріоритетних завдань заповідної справи. На території Лівобережного Лісостепу України, яка характеризується найвищою розораністю у межах лісостепової зони (до 80–85 %) і трансформацією екосистем, найбільші площі природної рослинності зосереджені вздовж долин річок. Басейн р. Ворскла на півночі охоплює відроги Середньоросійської височини (Белгородська обл., Росія, Сумська обл., Україна), у центральній та південній частинах — Придніпровську низовину [2]. Територія басейну р. Ворскла розташована у Лівобережному Лісостепу і північно-східному Степу, внаслідок цього вона характеризується різноманітністю екоотопів з типовою та унікальною флорою і рослинністю.

У рослинному покриві басейну р. Ворскла найбільші площі займають азональні типи рослинності (луки, болота, водойми), подекуди — інтразональні (штучні соснові ліси), значно менші — зональні (лучні степи та широколистяні ліси). Унаслідок значного антропогенного впливу останні характеризуються великим ступенем трансформації та ізольованістю (ро-

зораність території басейну — 76 %). Площа широколистяних лісів становить до 1,5 % території. Окрім антропогенного фактора, їх поширення обмежує підвищена засоленість ґрунтів, тому широколистяні ліси у басейні р. Ворскла приурочені до правого корінного берега та заплави річки, а також її приток. Степова рослинність зазнала найбільшої трансформації, оскільки в межах Лісостепової зони степи практично всі розорані. Залишки степових ценозів збереглися на схилах балок і річкових долин, на нерозораних курганах, прирічкових вододілах, плато, горбах, межах агроценозів, де займають незначні площі. Таким чином, проблема збереження зональних типів рослинності з її раритетною складовою нині є актуальною.

Існуюча мережа природно-заповідних територій (ПЗТ) Лівобережного Лісостепу України, яка була оптимізована з 1990-х років, нині в цілому репрезентує ценотичне та флористичне різноманіття зональних екосистем і сприяє збереженню популяцій рідкісних видів рослин з різним статусом охорони. Однак більшість ПЗТ мають невеликі площі (від 2 до 100 га), ізольовані одна від одної сільськогосподарськими угіддями, відрізняються природоохоронним режимом та підлягають різним формам антропопресингу. За таких умов важливим

© О.М. БАЙРАК, І.Є. ШАПАРЕНКО, 2014



**Рис. 1.** Картохема природно-заповідних об'єктів, в яких охороняються рідкісні види флори зональних екосистем басейну р. Ворскла: ■ — заповідник; ☆ — національний природний парк; ◆ — регіональний ландшафтний парк; ▲ — ботанічний заказник; ■ — ландшафтний заказник; ▨ — лісовий заказник; □ — ентомологічний заказник; ▼ — пам'ятка природи; ● — заповідне урочище; ○ — парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва; \* — проєктований об'єкт ПЗФ. Номери об'єктів ПЗФ відповідають номерам у табл. 2

є застосування басейнового підходу для оцінки стану збереження зональних екосистем та їх раритетної складової в системі елементів національної та регіональної екомережі.

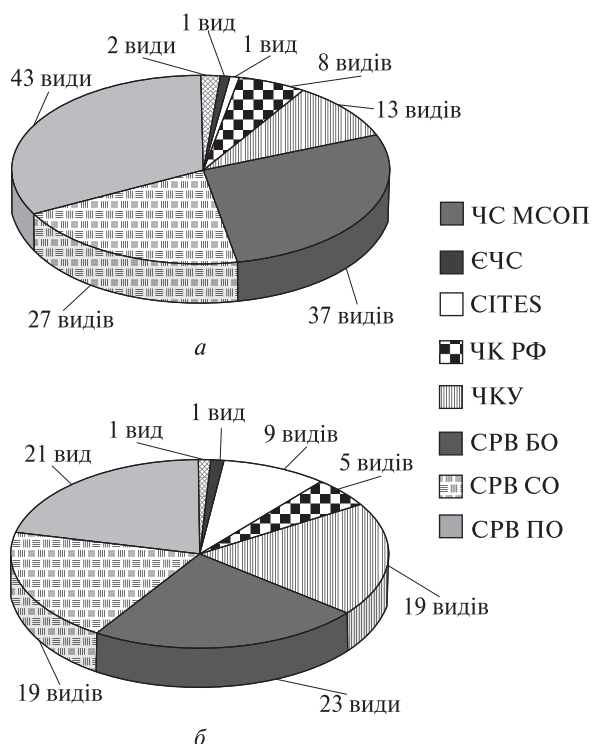
Мета дослідження — провести созологічну оцінку рідкісних видів рослин зональних екосистем на території басейну р. Ворскла.

#### Матеріал та методи

В основу роботи покладено матеріали досліджень, проведених нами протягом останніх 15 років на території басейну р. Ворскла в Белгородській (РФ), Сумській та Полтавській облас-

тах (Україна). Окрім матеріалів оригінальних досліджень, для хорологічного аналізу критично опрацьовано літературні дані [1, 3–5, 7, 9–11] та матеріали з гербарних фондів Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України (КИ), Полтавського краєзнавчого музею (РМ) і Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка (РМУ). Категорії рідкісності виділяли за принципами, наведеними у Положенні про Червону книгу України [11]. Назви рослин подано за «Vascular plants...» [12].

Результати аналізу сучасного стану степових та широколистяно-лісових екосистем і



**Рис. 2.** Розподіл рідкісних видів рослин за статусом охорони: *а* — степові; *б* — лісові. ЧС МСОП — Червоний список Міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів, ЄЧС — Європейський Червоний список тварин і рослин, які перебувають під загрозою знищення у світовому масштабі; СІТЕS — Додаток II до Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни та флори, які перебувають під загрозою зникнення; ЧК РФ — Червона книга Російської Федерації; ЧКУ — Червона книга України; СРВ БО — список рідкісних видів Белгородської області; СРВ СО — список рідкісних видів Сумської області; СРВ ПО — список рідкісних видів Полтавської області

дані щодо рідкісних видів флори у їх складі наведено у табл. 1 та 2. Розташування об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ), де охороняються зональні екосистеми, наведено на картосхемі (рис. 1).

### Результати та обговорення

У басейні р. Ворскла типова флора та рослинність лучних степів і широколистяних лісів та їх рідкісна фракція охороняються на території 26 об'єктів ПЗФ загальною площею 65946,1 га (4,5 % від площі досліджуваного регіону). Зо-

нальні екосистеми охороняються на заповідних територіях з різним режимом охорони та на різних площах. Так, найбільші площі зональних екосистем входять до складу ПЗФ Полтавської області — 41 298 га (60,2 % від загальної площі ПЗФ досліджуваного регіону), значно менші площі — у Сумській області (23 508,6 га, або 35,7 %), найменші — у Белгородській області (1128 га, або 1,7 %).

На збереження зональних екосистем у ПЗФ впливає режим охорони. Так, найбільші площі широколистяних лісів і степів входять до складу двох регіональних ландшафтних парків (РЛП) («Диканський», «Нижньоворсклянський»), а саме до заповідної та рекреаційної зон. На території Національного природного парку (НПП) «Гетьманський» охороняються типові широколистяні ліси. Важливу роль у збереженні степових екосистем відіграють заказники.

Найвищу концентрацію заповідних об'єктів досліджуваного регіону відзначено в Полтавській області у центральній (Полтавський, Диканський, Чутівський райони) та нижній (Кобеляцький р-н) частині басейну, що зумовлено наявністю цінних природних комплексів та високим ступенем вивченості території. Значна площа території (1,6 %) басейну р. Ворскла у Сумській області належить до НПП «Гетьманський». У верхній течії р. Ворскла зональні екосистеми охороняються на території заповідника «Белогор'є» у Белгородській області (табл. 2).

Найбільші площі типових кленово-липово-дубових лісів охороняються в НПП «Гетьманський» (Тростянецький та Охтирський райони) Сумської обл., лісовому — «Іскрівський» (Чутівський р-н Полтавської обл.) та ботанічному — «Розсошенський» (Полтавський р-н) заказниках. Найцінніші та найбагатші у соціологічному плані ділянки лучних степів охороняються у заказниках Полтавської області: ботанічних — «Скоробір» (Котелевський р-н), «Дикунова балка» (Машівський р-н), «Рожаївський» (Полтавський р-н), «Чутівські степи» (Чутівський р-н), «Драбинівка» (Кобеляцький р-н) та ландшафтних — «Лизняна балка» (Чутівський р-н), «Лисиця» (Тростя-



нецький р-н Сумської обл.). Созологічна цінність цих територій пояснюється наявністю рідкісних видів рослин різного статусу охорони та угруповань, занесених до Зеленої книги України [6]. Созологічний аналіз (див. табл. 2) має важливе значення для оцінки стану зональних екосистем за їх ценотичними і флористичними особливостями.

Згідно з оригінальними і літературними даними раритетна фракція рослин зональних екосистем на досліджуваній території представлена 121 видом, з яких у степових ценозах зростає 71 вид, у лісових — 50 видів. До Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів (МСОП) занесено 3 види, до Європейського Червоного списку — 2, до Додатку II СІТЕS — 10, до Червоної книги РФ — 12, Червоної книги України — 30 (далі позначено \*\*), до списку регіонально рідкісних видів Белгородської області — 58, Сумської області — 45, Полтавської області — 67 видів (далі позначено \*). Розподіл рідкісних степових і лісових видів рослин за статусом охорони наведено на рис. 2.

Серед рідкісних видів рослин широколистяних лісів і лучних степів переважає група регіонально рідкісних видів. Високою є частка видів,

занесених до Червоної книги України, дещо меншою — видів, занесених до Червоної книги РФ. Незначну групу утворюють види з міжнародним статусом охорони (занесені до списків МСОП, Європейського Червоного списку та СІТЕS).

Серед вищих судинних рослин зональних типів рослинності у регіоні досліджень виділено види трьох категорій рідкості. На підставі сучасних хорологічних даних три види (\*\**Paeonia tenuifolia* L., \*\**Cypripedium calceolus* L., \*\**Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser) можна вважати зниклими. До категорії зникаючих (I) віднесено 6 видів (\*\**Cephalanthera damasodium* (Mill.) Druce, \*\**C. rubra* (L.) Rich., \**Hepatica nobilis* Schreb., \*\**Botrychium lunaria* (L.) Sw., \**Astragalus dolichophyllus* Pall. та \**Jurinea multiflora* (L.) V. Fedtsch.) Перші три з них відомі з єдиного місцезнаходження. Категорія вразливих (II) налічує 19 видів (\**Adenophora lilifolia* (L.) Ledeb. ex A. DC., \*\**Listera ovata* (L.) R. Br., \*\**Neottia nidus-avis* (L.) Rich., \*\**Platanthera bifolia* (L.) Rich., \*\**P. chlorantha* (Cust.) Rchb., \*\**Scrophularia vernalis* L., \**Veratrum nigrum* L., \**Astragalus pubiflorus* DC., \**Carex humilis* Leys. та \**Festuca altissima* All.) та ін. Найчисельнішою є категорія рідкісних (III), яка об'єднує 93 види.

Таблиця 1. Склад територій ПЗФ басейну р. Ворскла, в яких охороняються зональні екосистеми

Категорія ПЗФ	Кількість	Область			Загальна площа, га
		Белгородська	Сумська	Полтавська	
Заповідники	1	1	—	—	1128,0
Національні природні парки	1	—	1	—	23 360,1
Регіональні ландшафтні парки	2	—	—	2	33 525,0 (*)
Заказники:	16	—	2	14	7518,0
ботанічні	7	—	—	7	1039,0
ландшафтні	7	—	1	6	4230,0 *
лісові	1	—	—	1	2243,0
ентомологічні	1	—	1	—	6,0
Пам'ятки природи ботанічні	4	—	—	4	32,4
Заповідні урочища	1	—	—	1	258,0
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва	1	—	—	1	124,5
Проектовані об'єкти	7	—	—	7	Близько 760,0
Усього	26 + (7)	1	3	22 + (7)	65 946,0 + (760)

Примітка: \* — з урахуванням площі ландшафтного заказника «Лучківський», (\*) — без урахування площі ландшафтного заказника «Лучківський».

Таблиця 2. Созологічна характеристика рідкісних видів рослин зональних екосистем на території об'єктів ПЗФ басейну р. Ворскла

№ ПЗТ	Назва об'єкта, категорія, область	Площа ПЗТ	Кількість рідкісних видів/ статус охорони									
			Ценоз	ЧС МСОП	СІТЕС	ЄЧС	ЧК РФ	ЧКУ	СРВ БО	СРВ СО	СРВ ПО	Разом
Російська Федерація, Белгородська область												
1	Державний заповідник «Белогор'є»											
1a	ділянка «Астрасьєв Яр»	90,0	ст	1	1	1	2	5	18	17	17	31
			л		1			1	3	1	3	6
1б	ділянка «Ліс на Ворсклі»	1038,0	ст						4	4	5	6
			л		2			3	11	7	9	19
Україна, Сумська область												
2	Гетьманський, НПП	23 360,1	ст						1	2	1	3
			л		1		1	5	8	6	9	16
3	Лисиця, зак. ланд.	142,5	ст		1		1	3	2	3	2	7
4	Боромлянський, зак. ентом.	6,0	ст						2	2	2	2
Україна, Полтавська область												
5	Нижньоворсклянський, РЛП	23 200,0	ст	1	1	1	5	10	20	12	23	37
			л	1	5	1	1	7	7	8	15	23
6	Диканський, РЛП	11 945,0	ст		1		3	7	6	5	6	13
			л	1	7	1	2	10	12	10	16	29
7	Дикунова балка, зак. ботан.	5,7	ст	1	1		3	6	11	5	15	23
8	Рожаївський, зак. ботан.	14,0	ст	2	1	1	2	6	6	3	6	13
9	Вільхівщинський, зак. ланд.	1030	ст		1			2	2	3	1	5
10	Чутівські степи, зак. ботан.	120,5	ст	1	1		3	6	7	7	13	22
11	Лизняна балка, зак. ланд.	60,0	ст					3	7	7	11	17
			л		1			2	2	1	3	5
12	Первозванівський, зак. ланд.	115,7	ст				1	2	2	1	1	3
13	Іскрівський, зак. ліс.	2243,0	л		1			2	2	1	3	5
14	Вовчі гори, ботан. п.п.	11,9	ст				1	1			1	2
15	Новосанжарський, зак. ланд.	1112,0	ст		1			2	2	1	1	3
16	Зачепилівський, зак. ботан.	826,8	л					1	1		3	4
17	Скоробір, зак. бот.	2,0	ст		1		2	3	7	5	10	13
18	Барвінкова гора, ботан. п.п.	15,0	л		1			1	5	2	6	9
19	Вільшане, зап. ур.	258,0	л	1		1		1	2	3	5	6
20	Розсошенський, зак. ботан.	15,7	л		1			2	7	3	6	10
21	Урочище «Триби», ботан. п.п.	5,0	ст		1		1	2	2	2	2	4
			л						2	1	2	2
22	Полтавський міський, п.-п.с.-п.м.	124,5	л		1			2	3		2	5
23	Зарості цибулі ведмежої, ботан. п.п.	0,5	л					1				1
24	Драбинівка, зак. ботан.	55,0	ст	1	1		3	5	14	7	20	29
			л				1	2	1		2	4
25	Перегонівський, зак. ланд.	150,0	ст					1	1		1	2
			л		1			2	2	1	7	9
26	Байраки, проект. зак. ланд.	60,0	ст				1	2	6	3	5	9
			л					1	1		1	2

№ ПЗТ	Назва об'єкта, категорія, область	Площа ПЗТ	Кількість рідкісних видів/ статус охорони									
			Ценоз	ЧС МСОП	CITES	ЄЧС	ЧК РФ	ЧКУ	СРВ БО	СРВ СО	СРВ ПО	Разом
27	Шенгури, проект. зак. ботан.	50,0	ст	1		1	2	4	10	3	9	14
28	Войнівський, проект. зак. ланд.	500,0	ст		1		2	5	10	7	13	21
29	Левенцівський, проект. зак. ботан.	30,0	ст	1		1	2	2	5	3	8	12
30	Балки, проект. зак. ланд.	100,0	ст	1		1		4	6	3	4	10
31	Лиса гора, проект. зак. ланд.	50,0	ст					2	3	2	3	7
32	Білоконі, проект. зак. ланд.	70,0	ст				1	4	3	1	2	6

Примітка: ЧС МСОП — Червоний список Міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів; ЄЧС — Європейський Червоний список тварин і рослин, які перебувають під загрозою знищення у світовому масштабі; CITES — Додаток II до Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни та флори, які перебувають під загрозою зникнення; ЧК РФ — Червона книга Російської Федерації; ЧКУ — Червона книга України; СРВ БО — список рідкісних видів Белгородської області; СРВ СО — список рідкісних видів Сумської області; СРВ ПО — список рідкісних видів Полтавської області; зак. ланд. — заказник ландшафтний; зак. ентомол. — заказник ентомологічний; зак. ботан. — заказник ботанічний; зак. ліс. — заказник лісовий; ботан. п.п. — пам'ятка природи ботанічна; зап. ур. — заповідне урочище; п.-п. с.-п. м. — парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва; проект. — проєктований. Нумерація об'єктів ПЗФ відповідає картосхемі.

Специфіку раритетної фракції широколистяних лісів і лучних степів басейну р. Ворскла визначає значна кількість суміжно-ареальних видів, серед яких на північній межі ареалу зростають 17 (з них 16 степових) видів, на південній і південно-східній — по 3 види, на східній і північно-західній — по 2 види, на північно-східній та південно-західній — по 1, диз'юнктивно ареальних — 6 (з них 5 лісових) видів.

Нижче наведено характеристики еталонних територій, котрі репрезентують лучні степи та широколистяні ліси, унікальність яких визначають високі показники флористичного, ценотичного різноманіття та наявність чисельних популяцій рідкісних видів.

У верхній частині басейну р. Ворскла зональні екосистеми представлені на територіях державного заповідника «Белогор'є». Високу ботанічну цінність ділянки заповідника «Астрасьєв Яр» визначає наявність 37 рідкісних видів (31 степовий та 6 лісових). На цій території виявлено місцезростання досить рідкісних для досліджуваного регіону видів: *Ajuga laxmannii* (L.) Benth., *Aster bessarabicus* Bernh. ex Rchb., *Echium russicum* J. F. Gmel, *Dianthus andrzejow-*

*skianus* (Zapal.) Kulcz., *Galatella linoisyris* (L.) Rchb. f., *Gentiana cruciata* L. і найчисленніші ценопопуляції в регіоні досліджень *Centaurea sumensis* Kalen. та *Linum flavum* L. площею понад 100 м<sup>2</sup>. На території ділянки «Лес на Ворскле» виявлено 25 рідкісних видів (19 лісових та 6 степових), а також єдине місцезнаходження в басейні р. Ворскла *Hepatica nobilis*.

Деяко нижчими созологічними показниками відрізняються ПЗТ басейну р. Ворскла у Сумській області, що зумовлено значною площею у рослинному покриві азональних екосистем, зокрема лучних, болотних та водних. Незначні за площею ділянки із степовою рослинністю поширені фрагментарно. Окремі з них охороняються у ландшафтному заказнику «Лисиця», на території якого нами виявлено 7 рідкісних видів. Провідну роль у поширенні та збереженні рідкісних неморальних видів відіграє НПП «Гетьманський». Його созологічну цінність визначають 16 рідкісних видів. На досліджуваній території відомі вказівки (на початку ХХ ст.) щодо місцезнаходження ще шести видів, занесених до Червоної книги України: *Botrychium lunaria*, *Listera ovata*, *Neottia*

*nidus-avis*, *Platanthera bifolia*, *P. chlorantha* та *Lunaria rediviva* L. [10]. Сучасні підтвердження цих місцезнаходжень відсутні.

У середній течії р. Ворскла еталонною ділянкою корінних широколистяних лісів є РЛП «Диканський», до складу якого входить відомий в Україні реліктовий центр — ботанічна пам'ятка природи загальнодержавного значення «Парасоцький ліс». Його флористична, ценотична та соцологічна унікальність зумовлені участю *Carpinus betulus* L., який зростає тут на східній межі ареалу, та наявністю реліктових видів рослин. Раритетна компонента цієї території включає 29 лісових видів. Флористичну унікальність РЛП визначає також те, що у його складі виявлено найбільшу кількість (6 видів) у регіоні дослідження представників родини *Orchidaceae*.

Найвищими показниками раритетності серед зональних екосистем досліджуваного регіону характеризується пониззя р. Ворскла. Ценотичне та флористичне багатство цієї території зумовлено розташуванням її на межі Лісостепу і Степу. Еталонні ділянки природної рослинності охороняються в РЛП «Нижньоворсклянський», до складу якого входить ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Лучківський». Високу флоро-соцологічну цінність РЛП визначає наявність різноманітних степових ценозів, у складі яких відзначено 36 рідкісних видів (50 % від загальної кількості степових раритетів у басейні р. Ворскла) та поширення байрачних (південний варіант) дібров, у яких виявлено 23 рідкісних лісових види. Суміжне розташування р. Ворскла зумовлює наявність значної кількості видів, які зростають на межі свого ареалу. Серед степових раритетів 13 видів зростають на північній межі поширення, серед лісових — 5 видів на південно-східній, по одному — на північній та південній межі ареалів. Унікальність цієї території визначає також єдине місцезростання в басейні р. Ворскла регіонально рідкісного степового виду *\*Ephedra distachya* L. Численні популяції в окремих локалітетах утворюють такі види, як *\*Jurinea multiflora* та *\*Spirea hypericifolia* L.

Високий показник флористичної унікальності (29 видів) має ботанічний заказник «Драбинівка», в якому на схилах р. Кобелячок охороняються ділянки із степовими ценозами. На території цього об'єкта виявлено найчисленніші ценопопуляції в басейні р. Ворскла *\*Astragalus dolichophyllus*, *\*Hyacinthella leucophaea* (K. Koch) Schur та *\*Lathyrus pannonicus* (Jacq.) Garcke.

У ботанічному заказнику «Дикунова балка» (Машівський р-н) зростають 23 рідкісних степових види. Найчисельніші ценопопуляції в регіоні досліджень утворюють *\*Iris pumila* L., *\*Bellevia sarmatica* (Pall. ex Geordi) Woronow, *\*\*Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. Єдине місцезнаходження в басейні р. Ворскли тут має *\*Astragalus pubiflorus* Dc., який утворює численну ценопопуляцію.

Останніми роками під час проведення комплексних ботанічних досліджень у басейні р. Ворскла нами виявлено низку перспективних для охорони лісових і степових ділянок. Раритетна складова проектного ландшафтного заказника «Войнівський» (Чутівський р-н) на степових схилах правого корінного берега р. Коломак (ліва притока р. Ворскла) включає 21 вид, серед них 6 видів занесено до Червоної книги України. Тут також виявлено найчисленнішу в Полтавській області ценопопуляцію регіонально рідкісного виду *\*Linum perenne* L.

Для проектного ландшафтного заказника «Байраки» (Новосанжарський р-н, обгрунтований Т.В. Криворучко [8]) нами доповнено список степових і лісових раритетів, який нині налічує 11 рідкісних видів, серед них 4 занесено до Червоної книги України (*\*\*Bulbocodium versicolor* (Ker.-Gawl.) Spreng., *\*\*Crocus reticulatus* Steven ex Adams, *\*\*Tulipa quercetorum* Klokov & Zoz та *\*\*Stipa capillata* L.).

Перспективними для заповідання є обстежені нами 4 об'єкти із степовою рослинністю на схилах р. Полузір'я (права притока Ворскли) на території Полтавської області. Першій ділянці (околиці с. Левенцівка Решетилівського р-ну), де на схилах балки виявлено 12 рідкісних видів рослин (зокрема чисельні ценопопуляції *\*Bellevia sarmatica* та *\*Astragalus dolichophyllus*), а також угруповання *Sti-*

*peta capitatae*, доцільно надати статус ботанічного заказника. Решту об'єктів (перспективні ландшафтні заказники) виявлено в Новосанжарському районі:

1) урочище «Балки» (околиці с. Дмитренки), на території якого відзначено 10 рідкісних видів, три з яких занесено до Червоної книги України. Найчисленнішу в Полтавській області ценопопуляцію утворив \*\**Astragalus dasyanthus* Pall. (займає площу близько 6 га із щільністю 14 особин/м<sup>2</sup>);

2) урочище «Лиса гора» (околиці с. Бондурри) з лучно-степовими ценозами — місцезростанням 7 рідкісних видів, серед них значною є \**Aegilops cylindrical* Host;

3) хутір Білоконі (околиці с. Полузир'я). У складі лучно-степових ценозів виявлено 6 рідкісних видів, з них численні популяції утворюють \*\**Adonis vernalis* L., \*\**Bulbocodium versicolor*, \**Asyneuma canescens* (Waldst. & Kit.) Griseb. et Schenk та \**Aster bessarabicus*.

На території Сумської області в басейні р. Ворскла перспективною для заповідання є територія із лучно-степовою рослинністю — урочище «Чехів Яр» (околиці с. Дмитрівка Великописарівського р-ну, прикордонна зона із РФ). Раритетна компонента цієї ділянки включає 13 видів, з них численні ценопопуляції утворюють \*\**Adonis vernalis*, \**Centaurea orientalis* L. та \**C. sumensis*.

## Висновки

Сучасна мережа ПЗТ України та Російської Федерації в цілому забезпечує збереження зональних екосистем з їх раритетною складовою на території басейну р. Ворскла. Рідкісні види та угруповання в межах досліджуваної території охороняються у складі 26 об'єктів ПЗФ різних категорій. Найвищими созологічними показниками серед ПЗТ характеризуються РЛП «Нижньоворсклянський» і «Диканський» у Полтавській області та ділянка «Астрасєв Яр» державного заповідника «Белогор'є», що зумовлено найбільшими площами, екоотічним різноманіттям територій, ценотичним і флористичним багатством, багаторічним природоохоронним режимом, а також високим

ступенем вивченості цих об'єктів (як еталонних зональних екосистем).

З метою збереження та відтворення ценопопуляцій рідкісних степових рослин доцільно створити 7 нових заказників у Полтавській області.

Важливе значення для стабілізації умов існування типових та унікальних широколистяно-лісових і лучно-степових екосистем має формування національної та регіональних екомереж, до складу яких входить Ворсклянський екокоридор та ключові території, в основі яких досліджені об'єкти ПЗФ. Ефективним методом охорони рідкісних видів рослин є застосування басейнового підходу, що значною мірою сприятиме цілісності збереження зональних екосистем та їх раритетної складової вздовж річкових екокоридорів.

Байрак О.М. Атлас рідкісних і зникаючих рослин Полтавщини / О.М. Байрак, Н.О. Стецюк. — Полтава, Верстка, 2005. — 248 с.

Географічна енциклопедія України: в 3-х т. / [Відп. ред. Маринич О.М.]. — К.: УЕ ім. М.П. Бажана, 1989–1993. — Т. 1.: А–Ж. — 480 с.

Доронина Ю.А. Флористический список степной балки «Астрасєв Яр» (Борисовский район Белгородской области) / Ю.А. Доронина, Ю.Н. Нешатаев, В.Н. Ухачева // Вестник Санкт-Петербургского ун-та. — 1993. — Сер. 3. — Вып. 4 (№ 24). — С. 50–55.

Еленевский А.Г. Растения Белгородской области (конспект флоры) / А.Г. Еленевский, В.Н. Радыгина, Н.Н. Чаадаева. — М.: Наука, 2004. — 120 с.

Заповідні скарби Сумщини / [під заг. ред. д.б.н. Т.Л. Андрієнко]. — Суми: Джерело, 2001. — 208 с.

Зелена книга України / [під заг.ред. Я.П. Дідуха]. — К.: Альтерпрес, 2009. — 448 с.

Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное изд. / [Общ. науч. ред. А.В. Присный]. — Белгород, 2004. — 120 с.

Криворучко Т.В. Особливості поширення, вікові спектри та морфологічні показники ценопопуляцій *Bulbocodium versicolor* (Ker.-Gawl.) Spreng деяких заповідних територій Полтавської області / Т.В. Криворучко // Зб. наук. пр. Полтав. держ. пед. ун-ту імені В.Г. Короленка. — 2005. — Сер.: Екологія. Біол. науки. — Вип. 4 (43). — С. 45–52.

Регіональна екомережа Полтавщини / [під заг. ред. О.М. Байрак]. — Полтава: Верстка, 2010. — 214 с.

Угринский К.А. Материалы к флоре Ахтырского уезда Харьковской губернии. Часть I. Сборы 1911 года /

К.А. Угринский // Тр. о-ва испытателей природы при Императорском Харьковском университете. — Харьков, 1912. — Т. 45. — С. 333–386.

*Червона книга України. Рослинний світ* / [за ред. Я.П. Дідуха]. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 912 с.

*Mosyakin Sergei L. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist* / Sergei L. Mosyakin, Mykola M. Fedoronchuk. — Kiev, 1999. — 345 p.

Надійшла до редакції 10.03.2014 р.

Рекомендував до друку В.І. Мельник

Е.Н. Байрак<sup>1</sup>, І.Є. Шапаренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственная экологическая академия последипломного образования и управления, Украина, г. Киев

<sup>2</sup> Полтавский национальный педагогический университет имени В.Г. Короленко, Украина, г. Полтава

СОЗОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ЗОНАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА р. ВОРСКЛА (УКРАИНА, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ)

Приведена созологическая оценка редких видов растений зональных экосистем на территории бассейна р. Ворскла. Представлено распределение 121 вида

растений по фитосозологическим категориям. Проанализирована структура природно-заповедного фонда исследуемой территории. Для каждого объекта природно-заповедного фонда приведена созологическая характеристика.

**Ключевые слова:** редкие растения, широколиственные леса, луговые степи, бассейн р. Ворскла, природно-заповедные территории.

О.М. Байрак<sup>1</sup>, І.Є. Шапаренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Ecological Academy of Post-Graduate Education and Management, Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup> Poltava National Pedagogical University named after V. Korolenko, Ukraine, Poltava

SOZOLOGICAL ASSESSMENT OF RARE PLANT SPECIES OF ZONE ECOSYSTEMS AND RIVER VORSKLA BASIN (UKRAINE, RUSSIA)

The article presents the results of sozoological assessment of rare plant species of zone ecosystems and river Vorskla basin. 121 plant species are classified into phytosozological categories. The analysis of the nature preserve fund's structure in the observed area and the sozoological description is given.

**Key words:** rare species, deciduous forests, meadow steppes, river Vorskla basin, nature preserve territories.

## **ВИЩІ СУДИННІ РОСЛИНИ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН м. КИЄВА**

*Наведено дані флористичного моніторингу рекреаційних зон м. Києва. Флора цих зон є складовою міської флори. В рекреаційних зонах зростають 562 види, які належать до 297 родів, 90 родин, 5 класів, 4 відділів, зокрема види, які мають охоронний статус. Наведено хорологічну характеристику рідкісних видів рекреаційних зон. Регулярні спостереження дали змогу виявити у флорі екотону рекреаційних зон адвентивні рослини, занесені безпосередньо відпочивальниками, та рослини, які становлять небезпеку для здоров'я людини.*

**Ключові слова:** Київ, рекреаційна зона, судинні рослини, охоронний статус.

У Києві, як і в інших великих містах, урбанізація супроводжується посиленням антропогенного тиску на природні комплекси. Так, будівництво нових міських районів з використанням наміву ґрунтів спричиняє зміни ландшафту, гідрологічного режиму та інших чинників, що негативно впливає на флористичне біорізноманіття.

Численні водойми м. Києва та їхні береги є зонами рекреації. Це невід'ємна частина міста, призначена для організації відпочинку населення, туризму та проведення спортивних заходів. Використання таких зон регламентується законами України. В таких місцях передбачено максимальне забезпечення умов відпочинку, а також збереження біорізноманіття в усіх його виявах.

Мета роботи — дослідити структуру прибережно-водної флори рекреаційних зон м. Києва, виявити рослини з охоронним статусом, нові для міста види рослин, а також види, які становлять небезпеку в зоні відпочинку.

### **Матеріал та методи**

У м. Києві існує близько 400 водойм (озер, ставків, річок, заток), загальною площею 2,4 тис. гектарів, а вся площа території, яка офіційно використовується як зона відпочинку біля води, становить 7,8 тис. гектарів (Гідроекологічні проблеми водойм міської зони Києва, 2005).

У період з 2000 до 2010 р. нами проведено спостереження за природними екотонами прибережно-водних зон м. Києва на 60 об'єктах рекреаційного природокористування. Обстеження здійснювали за загальноприйнятими методиками (Катанская, 1981). Досліджено 20-метрову суходільну берегову смугу та акваторію водойми на відстані 5–7 м від берега. Зібраний рослинний матеріал передано до гербаріїв інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (КІВА) та Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (КІВНА).

### **Результати та обговорення**

Прибережно-водний екотон рекреаційних зон м. Києва є складовою природної флори міста. Флора м. Києва була предметом досліджень із середини ХІХ ст. Так, А.С. Рогович (Рогович, 1869) у складі флори Київської губернії виявив 1226 видів. Ю.В. Гречишкіна (Гречишкіна, 2010) для м. Києва наводить 926 видів судинних рослин, за даними Г.О. Цуканової (Цуканова, 2005), яка вивчала київські острови, їх флора представлена 717 видами.

За нашими даними, видове багатство флори судинних рослин екотону рекреаційних зон м. Києва становить 562 види, які належать до 297 родів, 90 родин, 5 класів, 4 відділів.

Розподіл видів флори за таксономічними групами рангів відділу та класів представлено в табл. 1.

Частка видів квіткових рослин становить 98,04 % від загальної кількості.

До 10 провідних родин флори належать 58,4 % родів та 51,5 % видів (табл. 2). Родина *Polygonaceae* представлена 16 видами, *Scrophulariaceae* та *Ranunculaceae* — 14 видами кожна, *Potamogetinaceae* — 11, *Boraginaceae* — 10, *Onagraceae*, *Rubiaceae*, *Juncaceae* — 8 видами кожна, *Violaceae* — 6, а *Malvaceae*, *Lythraceae*, *Oleaceae* — 5 видами кожна. Більшість родин (67) представлені 1–4 видами.

Такий таксономічний розподіл є типовим для флор Голарктики (домінують представники відділу *Magnoliophyta*, більшість видів належить до небагатьох родин тощо) і свідчить про перехідний характер флори.

Співвідношення однодольних рослин до дводольних є характерним для флор Середньої Європи та значно відрізняється від показників флор, пов'язаних з давнім Середземномор'ям.

У прибережній зоні водойм виявлено види, які належать до рідкісних і зникаючих, а також види, котрі потребують регіональної охорони (Цуканова, 2005; Чорна, 2006; Червона книга України, 2009; Зелена книга України, 2009; Офіційні переліки регіонально.., 2012) (табл. 3). Більшість рослин з охоронним статусом належать до класу *Liliopsida*.

Наводимо хорологічну характеристику рідкісних видів:

*Salvinia natans* — вид, занесений до Червоної книги України. У великій кількості зростає серед очерету, рогузу та лепешняку. На оз.

Бабине (о. Труханів), у маленькій водоймі без назви біля Лісового кладовища загальне покриття рослинами виду поверхні водойми становить 80–100 %. У затоках Галерній та Оболонській, водоймах о. Жуків у серпні–вересні спостерігаються великі скупчення рослини серед латаття білого та глечиків жовтих. За літературними даними (Савицький, Зуб, 1999), *Salvinia natans* відзначено в оз. Вербному, але за час наших спостережень цю рослину на озері не виявлено.

*Trapa natans* — вид, занесений до Червоної книги України. Цей реліктовий вид третинного періоду поширений у Києві в затоках та водоймах островів Жуків, Козачий, Ольжин, Дикий, водоймах о. Гідропарк, затоці Галерній, на пляжах Чорторій, Наталка, Довбичка. Горіх плаваючий іноді утворює великі зарості з участю *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Spiradela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Ceratophyllum submersum* L., *Lemna trisulca* L. Так, на Русанівському каналі, який є штучним рукавом Дніпра, в липні 2006 р. ми нарахували до 100–120 розеток на 1 м<sup>2</sup> поверхні води. Розвиток такої великої кількості рослин, імовірно, пов'язаний із спекою, яка спостерігається останніми роками в літні місяці. Ймовірність збільшення популяції саме за таких умов зазначає Г.О. Цуканова (Цуканова, 2003).

*Dactylorhiza incarnate* — вид, занесений до Червоної книги України. Трапляється у північній частині о. Муромець, де утворив повноцінну популяцію (Раритетна флора.., 2008). Ми ви-

Таблиця 1. Систематична структура та головні пропорції прибережно-водної флори рекреаційних зон м. Києва  
Table 1. Systematic structure and main proportions of littoral-aquatic flora of Kyiv recreations areas

Відділ, клас	Родина		Роди		Види		Пропорції	Родинний коефіцієнт
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%		
<i>Equisetophyta</i>	1	1,1	1	0,33	6	1,1	1:1:1	1,00
<i>Polypodiophyta</i>	4	4,4	4	1,34	5	0,9	1:1:1:1,25	1,25
<i>Pinophyta</i>	1	1,1	1	0,33	2	0,4	1:1:2	2,00
<i>Magnoliophyta</i>	84	93,4	291	98,0	549	97,5	1,0:3,5:6,5	1,88
у т.ч.								
<i>Magnoliopsida</i>	67	74,2	288	77,0	423	75,1	1,0:3,4:6,3	1,85
<i>Liliopsida</i>	17	19,2	63	21,0	126	22,4	1,0:3,7:7,4	2,00
Усього	90	100,0	297	100,0	562	100,0	1,0:3,3:6,2	1,89



явили цей вид на вологому лузі о. Козачий та на березі р. Дніпро навпроти о. Ольжин.

*Epipactis palustris* — вид, занесений до Червоної книги України. Виявлений на берегах Дидорівських ставків, оз. Сирецьке, о. Козачий.

*Nuphar lutea* — вид, занесений до Червоного списку водних макрофітів України. Трапляється на мілководді біля островів Дикий, Жуків, Козачий, Лопуховате, Ольжин, на озерах Берізка, Русанівське, Самбурки, Тягле, Холодне,

Таблиця 2. Провідні родини флори рекреаційних зон Києва

Table 2. Leading families of Kyiv flora recreations areas

№ з/п	Родина	Кількість видів		Кількість родів	
		Абс.	%	Абс.	%
1	<i>Asteraceae</i>	67	11,9	42	14,09
2	<i>Poaceae</i>	55	9,8	31	10,40
3	<i>Lamiaceae</i>	27	4,8	16	5,37
4	<i>Rosaceae</i>	26	4,7	18	6,04
5	<i>Brassicaceae</i>	22	3,9	19	6,38
6	<i>Cyperaceae</i>	22	3,9	8	2,68
7	<i>Chenopodiaceae</i>	19	3,4	5	1,68
8	<i>Caryophyllaceae</i>	18	3,2	14	4,70
9	<i>Apiaceae</i>	16	2,9	12	4,03
10	<i>Fabaceae</i>	16	2,9	9	3,02
	УСЬОГО	288	51,5	174	58,40

Таблиця 3. Види прибережно-водної флори рекреаційних зон Києва, які мають охоронний статус

Table 3. Littoral-aquatic species of Kyiv flora recreational areas with protected status

№ з/п	Вид	Статус охорони					
		Міжнародний	Національний			Регіональний	
			БЕРН	ЧКУ	ЧСМ	ЗКУ	Обл.
1	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.			+			
2	<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Sóo		+			+	+
3	<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz		+			+	+
4	<i>Iris pseudocacorus</i> L.				+	+	+
5	<i>I. sibirica</i> L.			+		+	+
6	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith			+	+	+	+
7	<i>Nymphaea alba</i> L.			+		+	+
8	<i>N. candida</i> C. Presl			+		+	+
9	<i>Salix rosmarinifolia</i> L.					+	+
10	<i>Salvinia natans</i> L.	+	+	+			
11	<i>Trapa natans</i> L.s.l.		+	+			
12	<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Hokel ex Wimmer				+		
13	<i>Typha laxmanii</i> Lepech.					+	+

Примітка: БЕРН — Додаток 1 до Бернської конвенції; ЧКУ — третє видання Червоної книги України; ЧСМ — види Червоного списку водних макрофітів України; ЗКУ — Зелена книга України; Обл — обласний охоронний статус, Міс — міський охоронний статус.

ставках Голосієва, у затоках Галерна, Оболонська, Верблюд, біля пляжів Чорторий, Наталка, на каналі Русанівський. У цих місцезростаннях, крім глечиків жовтих, трапляються *Elodea canadensis* L. та *Sagittaria sagetifolia* L.

*Nymphaea alba* в угрупованнях *Nymphaeeta alba*, які мають третю категорію охоронності, утворює великі зарості біля островів Дикий, Жуків, Козачий, Лопуховате, Ольжин, на озерах Берізка, Русанівське, Самбурки, Тягле, Холодне, у ставках Голосієва, затоках Галерна, Оболонська, Верблюд, біля пляжів Довбичка, Наталка, Чорторий.

*Nymphaea candida* виявлена нами біля о. Козачий в угрупованнях разом з *Nymphaea alba*.

*Wolffia arrhiza* виявлено в асоціації *Lemnetum gibbae wolffiosum (arrhiza)* лише в маленькій водоймі на о. Жуків.

*Iris pseudoacorus*, який має регіональний охоронний статус, утворює зарості по берегах островів Дикий, Козачий, озер Берізка, Вирлиця, Русанівське, Тягле, Холодне, ставків у Пущі-Водиці, у Святошинському ставку № 14, в урочищі «Моложі».

*Iris sibirica* є регіонально охоронним видом, занесеним до Червоного списку водних макрофітів України. Трапляється на островах Дикий, Жуків, Козачий, Оболонський, оз. Берізка, в урочищах «Чорторий» та «Моложі».

*Acorus calamus* L. — вид, який раніше був звичайним у водоймах Києва, нині зрідка трапляється в Пущі-Водиці, кілька рослин знайдено на оз. Холодне, у Святошинському ставку № 14 та на березі водойми на Теремках.

*Leersia orizoides* (L.) Sw. згадується в переліку рослин, який подають О.Л. Савицький та Л.М. Зуб (Савицький, Зуб, 1999) для оз. Вербне. Наші спостереження не підтверджують зростання тут цього виду.

Поодинокі рослини *Parnasia palustris* L. виявлено на оз. Вирлиця та на березі Троещинського каналу по вул. Закревського. З огляду на те, що береги оз. Вирлиця і Троещинського каналу потерпають від надмірного рекреаційного навантаження, виду загрожує зникнення.

Рідкісні рослини часто потерпають від надмірного рекреаційного навантаження (розпалювання багаття, збирання букетів), а також унаслідок зміни рівня водойм, їх обміління тощо. Так, коливання рівня води під час скидання її з Київського водосховища призводить до масового виносу *Salvinia natans* на берег, де рослина гине. Таке явище відзначено нами щорічно в серпні на берегах Дніпра навпроти о. Ольжин, на оз. Бабине та в інших місцях.

Окрім видів, занесених до Червоної книги України, І.М. Григора і співавт. (Григора та ін., 2005) вважають *Nymphaea alba*, *N. candida*, *Nuphar lutea* та *Najas major* L. видами, які потребують охорони на українському Поліссі. Рослини *Najas major* нами виявлені в рекреаційній зоні біля островів Козачий, Лопуховате, Дикий.

Лише в одному місці рекреаційної зони на березі оз. Редькіне (на східній межі ареалу) зростає *Helianthemum ovatum* (Viv.) Dum.

*Sclerantus perennis* L. також виявлено лише в одному місцезростанні на березі оз. Синє.

Адвентивна фракція флори екотону київських зон рекреації налічує 138 видів, які належать до 108 родів. За В.В. Протопоповою для флори України показник адвентивності становить 14 % (Протопопова, 1991). Частка адвентивних рослин у флорі екотону київських зон рекреації є значно вищою і дорівнює 24, 6 %.

Адвентивні рослини представлені деревами, кущами, наземними та водними трав'янистими рослинами. В складі адвентивної фракції є два карантинні види — *Ambrosia artemisiifolia* L. та *Cenchrus longispinus* (Hack.) Fernald. Небезпеку становлять також *Heraclium mantegazzianum* Somm et Levier і *H. sosnovskyi* Manden, які мають травматичні властивості, фетидні рослини *Cyclachaena xantifolia* (Nutt.) Fresen, *Solidago virgaurea* L., *Amorpha fruticosa* L. Пилок останньої має також здатність спричиняти алергію. Ці види рослин у зонах відпочинку є дуже небажаними. Про їх наявність ми сповістили керівництво КП «Плесо», яке обслуговує зони рекреації. Співробіт-

ники цього комунального підприємства вжили відповідних заходів для поліпшення стану зон відпочинку.

Плодові дерева та кущі, які зростають у зонах рекреації (*Prunus divaricata* Ledeb, *Armeniaca vulgaris* Lam., *Cerasus vulgaris* L., *C. tomentosa* (Thunb.) Wall., *C. avium* L., *Grossularia reclinata* (L.) Mill.), та декоративні рослини (*Iris germanica* L., *Persicaria orientalis* (L.) Spach., *Padus serotina* (Ehrh) Ag., *Ptelea trifoliata* L., *Spiraea vanhouttei* (Biol.) тощо) з'явилися тут за безпосередньої участі відпочивальників.

На обмілілих місцях оз. Синє в 2010 р. під час пересихання водойми виявлено *Acorellus pannonicus* (Jacq.) Palla. В інших місцях рекреаційної зони цей вид не зареєстровано. На березі цього озера було виявлено також друге в Києві місцезростання адвентивної рослини *Artemisia argyi* Leveillie et Vaniot (Багацька, 2008).

Під час дослідження прибережно-водного екотону рекреаційних зон знайдено новий вид для материкової частини України — водну рослину *Egeria dense* Planchon (Багацька, 2007).

Рекреаційні зони є самостійними ділянками міста, які внаслідок своєї природної привабливості часто зазнають великого антропогенного тиску, тому вивчення їх флористичного складу є необхідним для збереження флори міста.

## Висновки

Екотон прибережно-водної флори зон рекреації м. Києва представлений 562 видами вищих рослин. Це невід'ємна частина флористичного багатства міста. В його складі є як аборигенні, так і адвентивні рослини. Особливе місце займають види з охоронним статусом різного рівня, а також рослини, які внаслідок біологічних особливостей становлять загрозу здоров'ю людини у зонах відпочинку.

Для збереження рідкісних та зникаючих видів рослин у рекреаційних зонах необхідно вжити комплекс заходів, які включають виховну та агітаційно-роз'яснювальну роботу, а також організаційні заходи, котрі передбача-

ють дотримання сталих екологічних умов для рідкісних рослин.

Згідно з нашими дослідженнями у прибережно-водному екотопі частка адвентивних рослин є значною — 24,6 %. Моніторинг прибережно-водних місцезростань рослин з небажаними якостями (карантинні бур'яни, фетидні, травматичні рослини тощо) дав змогу виявити їх появу на початку експансії та вчасно вжити заходів для поліпшення умов відпочинку в зонах рекреації.

*Багацька Т.С. Egeria densa* Planchon (*Hydrocharitaceae*) — новий вид для материкової частини України / Т.С. Багацька // Укр. ботан. журн. — 2007. — Т. 64, № 6. — С. 914–916.

*Багацька Т.С.* Нові місцезнаходження заносних рослин *Artemisia argyi* Leveillie et Vaniot і *Heracleum sosnowskyi* Mandel на берегах київських водойм / Т.С. Багацька // Укр. ботан. журн. — 2008. — Т. 65, № 4. — С. 535–543.

*Гідроекологічні* проблеми водойм міської зони Києва / М.С. Щепець, О.М. Арсан, В.А. Кундієв, Ю.М. Ситник // Екологічний стан водойм м. Києва / За ред. В.А. Кундієва. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — С. 4–12.

*Гречишкіна Ю.В.* Природна флора судинних рослин м. Києва: дис.. канд. біол. наук — 03.00.05 / Ю.В. Гречишкіна. Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. — К., 2010. — 358 с.

*Григора І.М.* Лісові болота Українського Полісся (походження, динаміка, класифікація рослинності) / І.М. Григора, Є.О. Воробійов, В.А. Соломаха. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — 415 с.

*Зелена книга України* / Під заг. ред. Я.П. Дідуха. — К.: Альтерпрес, 2009. — 448 с.

*Катанская В.М.* Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения / В.М. Катанская. — Л.: Наука, 1981. — 187 с.

*Офіційні* переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання) [Укл.: Т.Л. Андрієнко, М.М. Перегрим]. — К.: Альтерпрес, 2012. — С. 53–59.

*Протопопова В.В.* Синантропная флора Украины и пути ее развития / В.В. Протопопова. — К.: Наук. думка, 1991. — 204 с.

*Раритетна* флора (охорона, вивчення, реінтродукція) / І.Ю. Парнікоза, М.С. Шевченко, Д.М. Іноземцева [та ін.]. — К.: Київський екологокультурний центр, 2008. — 132 с.

*Рогович А.С.* Обзорение растений, входящих в состав флоры губерний Киевского учебного округа / А.С. Рогович // Университет. известия. — 1869. — 126 с.

Савицький О.Л. Рослинність водойм м. Києва / О.Л. Савицький, Л.М. Зуб // Укр. ботан. журн. — 1999. — Т. 56, № 1. — С. 267–275.

Цуканова Г.О. Созологічна характеристика заплави в межах м. Києва / Г.О. Цуканова // Укр. ботан. журн. — 2003. — Т. 60, № 2. — С. 397–403.

Цуканова Г.О. Флористичне та ценотичне різноманіття островів Дніпра в межах м. Києва та його охорона: Автореф. дис. ... канд. біол. наук — 03.00.05 / Г.О. Цуканова. Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. — К., 2005. — 24 с.

Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.

Чорна Г.А. Флора водойм і боліт Лісостепу України. Судинні рослини / Г.А. Чорна. — К.: Фітосоціоцентр, 2006. — 184 с.

## REFERENCES

Bahatska T.S. (2007) *Egeria densa* Planchon (*Hydroharitaceae*) — novyy vyd dlya materykovoyi chastyny Ukrainy. [*Egeria densa* Planchon (*Hydroharitaceae*) — the new species for continental part of Ukraine]. Ukr. botan. zhurn., [Ukrainian botanical journal]. T. 64, N 6, p. 914–916.

Bahatska T.S. (2008) Novi mistseznakhodzhennya zanosnykh roslyn *Artemisia argyi* Leveillie et Vaniot i *Heracleum sosnovskyi* Mandel na berehakh kyyivskykh vodoym [Finds of new localities of alien plants *Artemisia argyi* Leveillie et Vaniot i *Heracleum sosnovskyi* Manden. near Kyiv water bodies]. Ukr. botan. zhurn. [Ukrainian botanical journal]. T. 65, N 4, p. 535–543.

Shchepets M.S., Arsan O.M., Kundiyev V.A., Sytynuk Yu.M. (2005) Hidroekologichni problemy vodoym miskoyi zony Kyieva [Hydroecological problems water Kyiv city zone]. V kn. Ekologichnyy stan vodoym m. Kyieva. Za red. V.A. Kundiyeva. Kyuev: Fitosotsiotsentr, p. 4–12.

Hrechyshkina Yu.V. (2010) Pryrodna flora sudynnykh roslyn m. Kyieva [The natural flora of vascular plants of Kyiv]. dys.. kand. biol. nauk — 03.00.05. In-t botaniky im. M.H. Kholodnoho NAN Ukrainy. Kyuev, 358 p.

Hryhora I.M., Vorobyov Ye.O., Solomakha V.A. (2005) Lisovi bolota Ukrainy skho Polissya (pokhodzhennya, dynamika, klasyfikatsiya roslynnosti) [Forest Swamps of Ukrainian Polesse (origin, dynamics, vegetation classification)]. Kyuev, Fitosotsiotsentr, 415 p.

Zelena knyha Ukrainy [Green book of Ukraine] (2009) Pid zah. red. Ya.P. Didukha. Kyuev, Alterpres, 448 p.

Katanskaya V.M. (1981) Vysshaya vodnaya rastytelnost kontynentalnykh vodoemov SSSR. Metody yzuchenyya [Higher aquatic vegetation of continental waters of the USSR. Methods of study.]. L., Nauka, 187 p.

Ofitsiyini pereliky rehionalno ridkisnykh roslyn administratyvnykh terytoriy Ukrainy (dovidkove vydannya) (2012) [Official lists of regionally rare plants administrative regions of Ukraine (reference book)]. Ukladachy T.L. Andriyenko, M.M. Perehrim, Kyuev, Alterpres, p. 53–59.

Protopopova V.V. (1991) Synantropnaya flora Ukrainy y puty ee razvytyya [Synanthropic flora of Ukraine and ways of its development]. Kyuev, Nauk. dumka, 204 p.

Parnikoza I.Yu., Shevchenko M.S., Inozemtseva D.M., Vasyliuk O.V., Shevchenko O.S. (2008) Raryetna flora (okhorona, vyvchennya, reintroduktsiya) [Rare flora (protection, research, reintroduction)]. Kyuev, Kyyivskyy ekolohokulturnyy tsentr, 132 p.

Rohovych A.S. (1869) Obozrenye rastenyy, vkhodyashchykh v sostav flory hubernyy kyevskoho uchebnoho okruha Unyversytet. yzvestyya [Review of plants belonging to the flora provinces of Kiev school district], 126 p.

Savytskyy O.L., Zub L.M. (1999) Roslynnist vodoym m. Kyieva [Water Kyiv vegetation]. Ukr. bot. zhurn., [Ukrainian botanical journal]. T. 56, N 1, p. 267–275.

Tsukanova H.O. (2003) Sozologichna kharakterystyka zaplavy v mezhakh m. Kyieva [Sozological characteristic of floodplain within the city of Kyiv]. Ukr. bot. zhurn., [Ukrainian botanical journal]. T. 60, N 2, p. 397–403.

Tsukanova H.O. (2005) Florystychne ta tsenotychnye riznomanittya ostroviv Dnipra v mezhakh m. Kyieva ta yoho okhorona [Floristic and coenotic diversity of Dnieper islands within the city Kyiv and its protection.]. Avtoref. dys.. kand. biol. nauk .03.00.05. In-t botaniky im. M.H. Kholodnoho NAN Ukrainy. Kyuev, 24 p.

Chervona knyha Ukrainy. Roslynnnyy svit [Red Book of Ukraine ] (2009) Za red. Ya.P. Didukha. Kyuev, Hlobalkonsaltynh, 900 p.

Chorna H.A. (2006) Flora vodoym i bolit Lisostepu Ukrainy. Sudynni roslyny [Flora of ponds and bogs of Forest-Steppe Zone of Ukraine. Vascular plants]. Kyuev, Fitosotsiotsentr, 184 p.

Надійшла до редакції 13.05.2014 р.  
Рекомендував до друку В.І. Мельник

*Т.С. Багацкая*

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

**ВЫСШИЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ  
РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН г. КИЕВА**

Приведены данные флористического мониторинга рекреационных зон г. Киева. Флора этих зон является составной частью городской флоры. В рекреационных зонах произрастают 562 вида, которые относятся к 297 родам, 90 семействам, 5 классам, 4 отделам, в частности виды, имеющие охранный статус. Приведена хорологическая характеристика редких видов рекреационных зон. Регулярные наблюдения позволили выявить во флоре экотона рекреационных зон адвентивные растения, занесенные непосредственно отдыхающими, и растения, которые являются опасными для здоровья человека.

**Ключевые слова:** Киев, рекреационная зона, сосудистые растения, растения с охранным статусом.

*T.S. Bagatska*

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

**VASCULAR PLANTS  
OF KYIV RECREATIONAL AREAS**

The data of floristic monitoring of recreative Kyiv areas are given. The flora of these areas is the component of urban flora. 562 species of littoral-aquatic flora of vascular plants, that belong to 297 genera, 90 families, 5 classes, 4 divisions in Kyiv recreations areas grew. The presence of rare plants and species dangerous for people health are noted.

**Key words:** Kyiv, recreational area, vascular plants, plants with protected status.

УДК 581.33:581.52

И.И. КОРШИКОВ<sup>1</sup>, Е.В. ЛАПТЕВА<sup>2</sup>, А.Н. ЛИСНИЧУК<sup>3</sup>, Ю.С. ЛИТВИНЕНКО<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Донецкий ботанический сад НАН Украины  
Украина, 83059 г. Донецк, пр. Ильича, 110

<sup>2</sup> Криворожский ботанический сад НАН Украины  
Украина, 50089 г. Кривой Рог, ул. Маршака, 50

<sup>3</sup> Кременецкий ботанический сад  
Украина, 47003 г. Кременец, ул. Ботаническая, 5

<sup>4</sup> Биосферный заповедник «Аскания-Нова» им. Ф.Е. Фальц-Фейна  
Украина, 75230 Херсонская обл., Чаплинский р-н, пгт Аскания-Нова, ул. Фрунзе, 13

## КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ СОСНЫ КРЫМСКОЙ И С. ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ НАСАЖДЕНИЙ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРИВОРОЖЬЯ

Исследовано качество пыльцы в четырех насаждениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и в четырех насаждениях с. крымской (*Pinus pallasiana* D. Don). В качестве экологически безопасных территорий в исследованиях использовали 70-летнее насаждение *P. pallasiana* в дендропарке биосферного заповедника «Аскания-Нова» им. Ф.Е. Фальц-Фейна, а для *P. sylvestris* — 80-летнее насаждение в Кременецком лесничестве (Тернопольская обл.). Установлено, что жизнеспособность пыльцы растений обоих видов в криворожских насаждениях была на 8–15 % меньше по сравнению с пыльцой растений из других насаждений, в которых отсутствует техногенное загрязнение. По сравнению с этими древостоями для криворожских насаждений обоих видов характерна большая частота аномальной пыльцы, а также аномальных пыльцевых трубок при ее прорастании: для *P. sylvestris* — соответственно в 1,7–3,1 и 4,5–18,2 раза, для *P. pallasiana* — в 3–4 и 2,8–14,8 раза. Эти чувствительные показатели качества пыльцы обоих видов можно использовать как индикаторные при оценке загрязненности среды в промышленных регионах.

**Ключевые слова:** *Pinus pallasiana*, *P. sylvestris*, пыльца, жизнеспособность, пыльцевые трубки, аномалии, техногенное загрязнение.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) относится к видам, чутко реагирующим на загрязнение среды промышленными выбросами. Для индикации воздушного загрязнения в качестве теста часто используют пыльцу этого вида. У растений под воздействием аэрополлютантов изменяется качество пыльцы: снижаются ее жизнеспособность, фертильность, возрастает уровень стерильности и доля пыльцевых зерен с аномалиями [10, 12, 16]. У пыльцы растений из районов с высокой аэротехногенной нагрузкой снижается способность прорастать и образовывать нормальные пыльцевые трубки [15]. У растений техногенно загрязненных территорий формируется пыльца низкого качества, что заметно влияет на структуру уро-

жая женских шишек, в частности уменьшает количество нормальных семян [10]. Явное снижение количества полнозернистых семян и увеличение пустосемянности выявлено в шишках растений сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don), произрастающей возле крупных металлургических комбинатов г. Кривого Рога и г. Мариуполя [4]. Это связано с негативным воздействием выбросов этих производств на генеративную сферу растений и, очевидно, на качество пыльцы. Сведений о влиянии аэрополлютантов на пыльцу *P. pallasiana* — одного из наиболее распространенных интродуцентов хвойных растений в степной зоне Украины нет. Некоторые особенности морфогенеза пыльцы и аномалии при ее искусственном прорастании исследованы у растений *P. pallasiana* из популяций Горного Крыма [3].

© И.И. КОРШИКОВ, Е.В. ЛАПТЕВА,  
А.Н. ЛИСНИЧУК, Ю.С. ЛИТВИНЕНКО, 2014

Процессы полового размножения хвойных, включая микроспорогенез и формирование мужского гаметофита, имеют видоспецифический характер и реализуются как четко отработанные программы развития [10]. В ряде исследований предполагается, что климатические и географические факторы могут оказывать более сильное влияние на генеративную сферу хвойных, чем техногенные [1, 9]. Это обстоятельство важно учитывать для хвойных, интродуцируемых в степную зону Украины, где они испытывают в ходе онтогенеза влияние неблагоприятных природно-климатических условий, на которое в промышленных регионах накладывается негативное действие техногенно загрязненной среды. Специфику действия природных и техногенных факторов можно выявить, сравнив пыльцу растений *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений, где нет очевидного техногенного загрязнения среды, и растений, произрастающих возле крупных промышленных производств с большим объемом выбросов. Для таких исследований вполне подходят насаждения обоих видов сосен в Криворожье, расположенные как в зонах хронического действия выбросов металлургических комбинатов, так и на железорудных отвалах [5].

Цель работы — сравнить качество пыльцы растений *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений, расположенных на экологически безопасных и техногенно загрязненных территориях Криворожья.

#### Объекты и методы исследований

Пыльцу в период массового пыления собирали в четырех насаждениях *P. sylvestris* и *P. pallasiana*. В качестве экологически безопасных территорий использовали 70-летнее насаждение *P. pallasiana* в дендропарке биосферного заповедника «Аскания-Нова» им. Ф.Е. Фальц-Фейна (БФЗ), а для *P. sylvestris* — 80-летнее насаждение в Кременецком лесничестве (КЛ).

Для оценки влияния загрязненной среды промышленного региона на качество пыльцы, ее сбор был проведен в трех насаждениях в г. Кривой Рог: 30-летние насаждения *P. palla-*

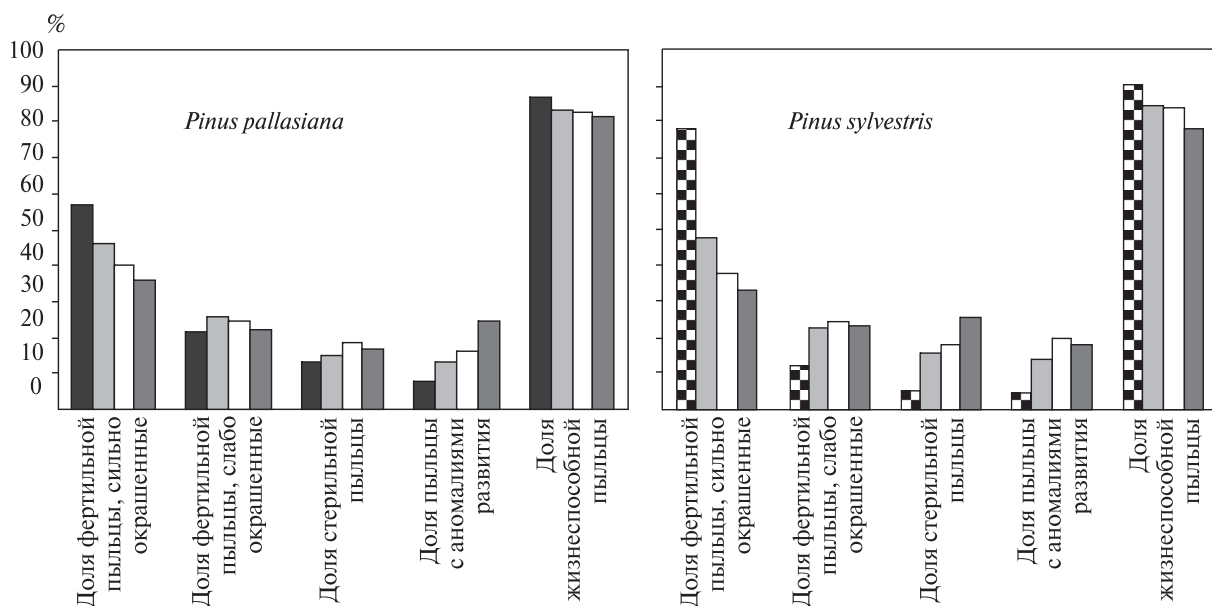
*siana* и *P. sylvestris* в дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины (КБС), который находится на расстоянии 3 км от крупного Северного горно-обогатительного комбината. Для более полной оценки влияния аэротехногенных выбросов на качество пыльцы, ее собирали в 30-летних насаждениях исследуемых видов сосен возле Криворожского металлургического комбината (КМК). Также изучали качество пыльцы у 30-летних растений обоих видов сосен в насаждениях на Первомайском железорудном отвале (ПЖО), где, кроме фонового уровня загрязнения воздуха, растения испытывают влияние комплекса неблагоприятных эдафических факторов, связанных с бедностью породы отвалов минеральными и органическими питательными веществами, а также с избыточным содержанием в ней тяжелых металлов, включая редкоземельные.

Пыльцу собирали во всех насаждениях в теплую погоду без дождей. Образцы пыльцы каждого дерева помещали в пакеты из кальки и хранили в эксикаторе в холодильнике.

На микропрепаратах пыльцы с каждого дерева определяли морфометрические показатели тела пыльцевого зерна и воздушного мешка, измеряли микрометром их высоту и длину, выявляли спектр и количество аномальных пыльцевых зерен. Содержание крахмала в пыльце определяли с помощью раствора Люголя по интенсивности ее окрашивания. Жизнеспособность пыльцы изучали, прорастивая ее в 15 %-ном растворе сахарозы при температуре 26 °С. Через 7 дней учитывали количество проросших пыльцевых зерен. У проросшей пыльцы (100 шт.) измеряли длину пыльцевых трубок. Фертильность пыльцы устанавливали ацетокарминовым методом [13]. Исследования проводили с использованием микроскопа Karl Zeiss Primo Staz (× 400).

#### Результаты и обсуждение

Определение содержания крахмала в пыльцевых зернах показало, что как у *P. pallasiana*, так и у *P. sylvestris* имеется сильно-, средне- и неокрашенная пыльца. Наибольшая доля сильно окрашиваемой пыльцы (57,2 %) выявлена у



**Рис. 1.** Доля фертильной, стерильной, жизнеспособной пыльцы и пыльцы с аномалиями у растений *Pinus pallasiana* и *Pinus sylvestris* из насаждений на экологически безопасных и техногенно загрязненных территориях: ■ — дендропарк биосферного заповедника «Аскания-Нова»; ▣ — Кременецкое лесничество; □ — дендрарий Криворожского ботанического сада; □ — Первомайский железорудный отвал; ■ — возле Криворожского металлургического комбината

растений *P. pallasiana* из дендропарка БФЗ, а наименьшая (35,97 %) — у растений, произрастающих вблизи КМК (рис. 1, а). Доля среднеокрашиваемой пыльцы и неокрашиваемой, или стерильной, пыльцы у растений четырех выборок *P. pallasiana* была довольно близкой — соответственно 21,5–26,1 и 13,5–18,5 %. У растений *P. sylvestris* из КЛ доля пыльцы с высоким содержанием крахмала была в 1,6–2,4 раза больше (рис. 1, б), а среднеокрашиваемой пыльцы — в 1,9–2,1 раза меньше, чем у растений криворожских насаждений. Стерильной пыльцы у последних было в 3,0–4,9 раза больше. Относительное количество сильно-, средне- и неокрашиваемой пыльцы у растений *P. pallasiana* и *P. sylvestris* из трех насаждений г. Криворога было близким в каждой из категорий. При этом прослеживается общая зависимость: наибольшее количество фертильной пыльцы было у растений из дендрария КБС, а наименьшее — у растений из насаждения возле КМК. В отношении стерильной пыльцы установлена обратная зависимость.

Пыльца у обоих видов отличается довольно высокой жизнеспособностью. Максимальное относительное количество проросшей пыльцы (87,2 %) у *P. pallasiana* выявлено у растений из дендропарка БФЗ, а минимальное — у растений из насаждений возле КМЗ — 81,6 % (см. рис. 1, а). Подобный характер зависимости выявлен и для *P. sylvestris*: максимум жизнеспособной пыльцы отмечен у растений из Кременецкого насаждения — 90,2 %, а минимум — у растений, испытывающих воздействие выбросов КМК, — 77,9 % (см. рис. 1, б). В подобных исследованиях пыльца из четырех насаждений *P. sylvestris* в г. Красноярске, четыре года из десяти (длительность исследования) была полностью стерильной и не проросла на питательных средах. В те годы, когда пыльца была жизнеспособной, доля проросшей пыльцы варьировала от 12,6 до 78,9 %. Такие изменения в жизнеспособности пыльцы объясняют влиянием неблагоприятных климатических условий [11]. В трехлетних исследованиях качества пыльцы ели европейской (*Picea*



*abies* (L.) Karst.) и е. колючей (*P. pungens* Engelm.) в дендрарии Донецкого ботанического сада НАН Украины жизнеспособность пыльцы составляла в разные годы соответственно от 56,8 до 78,8 % и от 74,9 до 82,9 % [6]. У растений *P. sylvestris*, произраставших в сухой степи в Хакасии, доля такой пыльцы составляла 61,0–74,9 % [14].

У *P. pallasiana* пыльца более крупная, чем у *P. sylvestris* (табл. 1). Бóльшими у пыльцы *P. pallasiana* были и воздушные мешки. У обоих видов прослеживается сходная зависимость: максимальные значения параметров пыльцы и воздушных мешков свойственны растениям из экологически благоприятных районов. Соотношение длины мешка (*l*) к его высоте (*h*) у пыльцы обоих видов варьировало в близких диапазонах: *P. pallasiana* — 0,73–0,77 и *P. sylvestris* — 0,69–0,73. Отношение длины тела к его высоте у пыльцы растений *P. pallasiana* из четырех насаждений составляло 1,23–1,25, а у пыльцы растений *P. sylvestris* — 1,15–1,19. Уровень морфометрической изменчивости пыльцы и ее

воздушных мешков у обоих видов был низким и мало зависел от условий произрастания растений. У отдельных деревьев из ряда насаждений *P. sylvestris* в г. Красноярске преобладали пыльцевые зерна с величиной индекса  $l/h < 1$  [15].

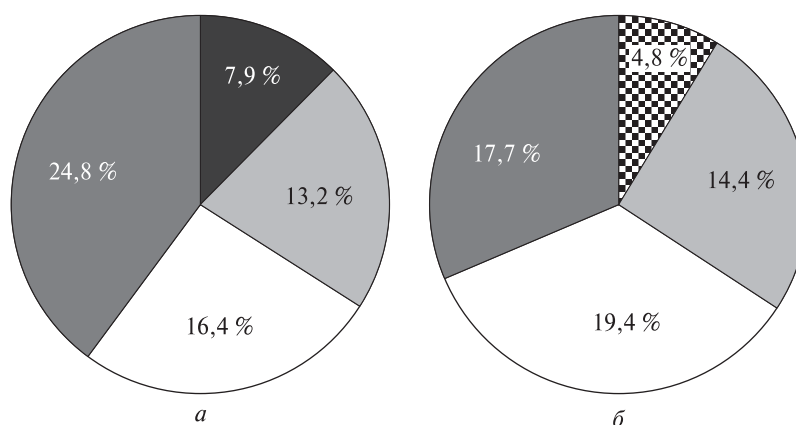
Для обоих видов сосен была характерна пыльца с такими аномалиями развития: незрелая; деформированная; дегенерирующая; с линзовидным телом; истощенная; «карлик»; «гигант»; с измененной формой тела и воздушных мешков; с непропорционально развитым телом и мешками разных размеров; одномешковая; с одним нормальным и другим недоразвитым мешком; с мешками разного размера; с двумя недоразвитыми мешками; с сильно сближенными мешками; с деформированными краями мешков; со сросшимися мешками; с воротничковой формой воздушных мешков; с тремя нормальными мешками; с тремя мешками, один из которых недоразвит; с четырьмя мешками.

Все описанные типы аномалий с разной частотой встречались во всех изучаемых насаждениях

**Морфометрическая изменчивость пыльцы и ее воздушных мешков *Pinus pallasiana* и *P. sylvestris*, мкм**

Место произрастания растений	Длина пыльцы	Длина тела	Высота тела	Длина мешка	Высота мешка
<i>Pinus pallasiana</i>					
Дендропарк БФЗ «Аскания-Нова»	$68,1 \pm 0,3$ 4,4	$48,6 \pm 0,3$ 6,8	$39,0 \pm 0,3$ 6,9	$24,1 \pm 0,2$ 9,2	$31,2 \pm 0,2$ 7,3
Дендрарий Криворожского ботанического сада	$66,6 \pm 0,3$ 4,7	$47,5 \pm 0,4$ 8,4	$38,5 \pm 0,3$ 8,7	$23,0 \pm 0,2$ 10,4	$30,8 \pm 0,3$ 8,6
Первомайский железорудный отвал	$65,8 \pm 0,3$ 4,7	$46,5 \pm 0,3$ 7,2	$37,6 \pm 0,4$ 11,4	$21,9 \pm 0,2$ 7,8	$30,0 \pm 0,2$ 8,0
Возле Криворожского металлургического комбината	$63,7 \pm 0,3$ 5,4	$45,7 \pm 0,4$ 8,5	$37,0 \pm 0,3$ 8,8	$20,9 \pm 0,2$ 9,1	$28,3 \pm 0,3$ 9,6
<i>Pinus sylvestris</i>					
Кременецкое лесничество	$64,5 \pm 0,3$ 4,2	$44,8 \pm 0,3$ 6,0	$37,8 \pm 0,3$ 8,1	$21,7 \pm 0,2$ 11,0	$29,8 \pm 0,3$ 9,8
Дендрарий Криворожского ботанического сада	$61,3 \pm 0,3$ 5,5	$42,0 \pm 0,3$ 7,3	$36,0 \pm 0,3$ 9,5	$20,4 \pm 0,2$ 9,1	$28,2 \pm 0,3$ 9,6
Первомайский железорудный отвал	$60,2 \pm 0,3$ 5,3	$41,3 \pm 0,3$ 7,1	$35,9 \pm 0,3$ 8,5	$19,4 \pm 0,2$ 8,8	$27,8 \pm 0,3$ 10,0
Возле Криворожского металлургического комбината	$59,5 \pm 0,3$ 4,5	$40,7 \pm 0,3$ 7,4	$35,0 \pm 0,3$ 7,0	$18,7 \pm 0,2$ 9,2	$26,9 \pm 0,3$ 10,0

Примечание. В числителе —  $M \pm m$ ; в знаменателе — CV, %.



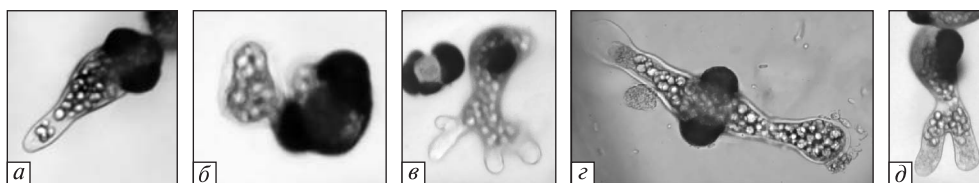
**Рис. 2.** Доля фертильной, стерильной, жизнеспособной пыльцы и пыльцы с аномалиями у растений *Pinus pallasiana* (а) и *Pinus sylvestris* (б) из насаждений на экологически безопасных и техногенно загрязненных территориях: ■ — дендропарк биосферного заповедника «Аскания-Нова»; ▣ — Кременецкое лесничество; □ — дендрарий Криворожского ботанического сада; □ — Первомайский железорудный отвал; ■ — возле Криворожского металлургического комбината

*P. pallasiana* и *P. sylvestris*. В насаждении *P. pallasiana* из БФЗ доля аномальной пыльцы составила 7,9 %, а у растений из КБС — 1,7 %, из ПЖО — 2,1 %, из КМК — 3,1 % (рис. 2). В кременецком насаждении *P. sylvestris* на долю аномальной пыльцы приходилось 4,8 %, у растений из КБС — 3,0 %, из ПЖО — 4,0 %, из КМК — 3,7 %.

У растений *P. pallasiana* из дендрария БФЗ наиболее часто встречались следующие аномалии пыльцы: «карликовая» (40,4 %), недоразвитая, деградирующая и деформированная (36,8 %), с аномально маленькими воздушными мешками по отношению к телу пыльцы (10,3 %). У растений из насаждений КБС и ПЖО доминировала пыльца «карлик» (37,2–37,6 %), пыльца, имеющая мешки разного размера (18,5–20,4 %), с малыми мешками по отношению к телу (14,6–15,3 %) и «гигантская» пыльца (9,2–9,6 %). Для растений, произрастающих возле КМК, была характерна аномально недоразвитая, деградирующая и деформированная пыльца (39,2 %), «карликовая» (18,5 %), с разными размерами воздушных мешков (13,0 %), с неровными краями пыльцевого зерна (9,5 %). Прослеживается определенная зависимость аномалии пыльцы *P. sylvestris* от места произрастания. Так, у растений из дендропарка БФЗ среди

аномалий пыльцы доминировала «карликовая», а у растений из трех криворожских насаждений доля такой пыльцы была меньше (22,5–38,9 %). Второе место по частоте во всех четырех насаждениях занимала пыльца с воздушными мешками разного размера (18,8–28,1 %). Для растений из дендропарка БФЗ характерной также была «гигантская» пыльца (15,9 %) и с аномально малыми мешками. У растений *P. sylvestris*, произрастающих на ПЖО и возле КМК, высокой была доля недоразвитой, деградирующей и деформированной пыльцы (14,7–23,8 %), а также пыльцы с неровными краями (10,9–11,5 %).

Важным показателем качества пыльцы, а точнее, ее готовности к оплодотворению яйцеклеток, является способность формировать нормальные пыльцевые трубки при прорастивании. Как показали результаты исследований, у прорастающей на 15 %-ном растворе сахарозы пыльцы *P. pallasiana* и *P. sylvestris* выявлено пять типов аномалий пыльцевых трубок. Четыре типа: утолщение (рис. 3, а), искривление (рис. 3, б), разветвление по типу «олених рогов» (рис. 3, в) и дорсовентральное прорастание пыльцы (рис. 3, г) были характерны для растений *P. pallasiana* из дендропарка БФЗ и дендрария КБС, а также для растений *P. sylvestris*



**Рис. 3.** Аномалии пыльцевых трубок у *Pinus pallasiana* и *P. sylvestris*: а — утолщение; б — искривление; в — разветвление по типу «оленьих рогов»; г — дорсовентральное прорастание пыльцы; д — раздвоение

*ris* из КЛ и дендрария КБС. В двух других насаждениях этих видов с очень низкой частотой (0,14–0,18) встречалось еще раздвоение пыльцевой трубки (рис. 3, д). Доля пыльцевых трубок с аномалиями была низкой у растений *P. sylvestris* из дендропарка БФЗ (3,19 %) и КЛ (3,0 %). Для растений криворожских насаждений *P. pallasiana* и *P. sylvestris* было характерно явное увеличение частоты аномалий пыльцевых трубок в одной и той же последовательности. Так, у пыльцы растений из дендрария КБС это увеличение составило соответственно 2,8 и 4,5 раза, из ПЖО — 8,5 и 10,6 раза, из КМК — 14,8 и 18,2 раза. Наиболее характерными для растений *P. pallasiana* и *P. sylvestris* были два типа аномалий пыльцевых трубок: дорсовентральное формирование трубок (соответственно 1,22–19,65 и 1,1–24,2 %) и разветвление по типу «оленьих рогов» (1,16–23,81 и 1,2–26,1 %).

Пыльца при прорастании образовывала трубки разной длины в зависимости от места произрастания растений. Максимальная длина нормальных пыльцевых трубок выявлена у пыльцы растений *P. pallasiana* из дендропарка БФЗ — 132,3 мкм и у растений *P. sylvestris* из КЛ — 123,7 мкм. Длина трубок у пыльцы растений из криворожских насаждений была меньшей. Изменения носили сходный характер у обоих видов. Так, длина трубок у пыльцы растений *P. pallasiana* из этих древостоев по сравнению с пыльцой растений из дендропарка БФЗ была меньшей на 6,8 % (у растений из КБС), на 12,9 % (у растений из ПЖО), и на 16,1 % (у растений из КМК), у растений *P. sylvestris* — соответственно на 6,1; 14,6 и 21,2 %.

Нормальное развитие и интенсивность роста трубок определяют оплодотворяющую спо-

собность пыльцы. Многочисленные аномалии пыльцевых трубок приводят к формированию в шишках хвойных мелких недоразвитых, пустых семян или семян, содержащих только эндосперм [8]. Отклонения пыльцевых трубок от правильной формы, а именно утолщения, искривления, вздутия, ветвления, двустороннее прорастание пыльцевых зерен, выявлены у пыльцы краснопыльничковой и желтопыльничковой форм *P. sylvestris*, произрастающей на болотах и суходолах Западной Сибири [7]. Подобные аномалии развития пыльцевой трубки обнаружены и у пыльцы растений *P. pallasiana* из крымских популяций [3]. Чаще всего многочисленные аномалии трубок встречаются у пыльцы растений, испытывающих техногенный стресс [2, 15]. Это подтверждено результатами наших исследований. Интересно, что пыльца растений *P. sylvestris* из всех изучаемых насаждений имела более длинные трубки (97,4–123,7 мкм), чем пыльца растений из Западной Сибири (56,1–68,5 мкм) [7] или произрастающих в сухой степи в Хакасии (61–74,9 мкм) [14]. Длина трубки у пыльцы растений *P. sylvestris* из четырех насаждений г. Красноярска в годы, когда пыльца была жизнеспособной, варьировала в очень широком диапазоне — 19,0–294,2 мкм [11]. Одноклеточная пыльца, не прошедшая митотическое деление, не способна формировать пыльцевые трубки [10].

Характеристики пыльцевых трубок как элемента качества пыльцы, вероятно, отражают реакцию растений на природно-климатические условия и влияние стрессовых факторов техногенно загрязненной среды. Негативное влияние аэрополлютантов на формирование

пыльцы усиливается в период туманов и выпадения дождей [15]. В таких неблагоприятных условиях у *P. sylvestris* 50–60 % зрелых пыльцевых зерен не завершили гаметофитогенез на момент вылета из спорангия, а поэтому не были способны прорасти и сформировать пыльцевую трубку. Этим объясняется то, что большое количество семенных чешуй в зрелых шишках имеют только крылатки [11].

Таким образом, пыльца растений *P. pallasiana* и *P. sylvestris*, произрастающих в экстремальных условиях техногенно загрязненных территорий Криворожья, отличается достаточно высокой жизнеспособностью — соответственно 81,6–83,3 и 77,9–84,4 %. Доля пыльцы с морфологическими аномалиями пыльцевого зерна и воздушных мешков у растений обоих видов из трех насаждений в Криворожье довольно близка: у *P. pallasiana* — 13,2–24,8 %, у *P. sylvestris* — 14,4–19,4 %. По размерам пыльцевых зерен и воздушных мешков пыльца растений обоих видов из криворожских насаждений меньше на 1–12 % по сравнению с пыльцой растений, произрастающих на экологически безопасных территориях. Наиболее значительным отличием между пыльцой растений из таких регионов и криворожских насаждений является наличие аномальной пыльцы, которой у *P. pallasiana* в 1,7–3,1 раза, а у *P. sylvestris* — в 3–4 раза больше.

Информативным показателем влияния техногенного загрязнения на качество пыльцы является частота пыльцы с аномалиями пыльцевых трубок при прорастании. У растений *P. pallasiana* из БФЗ доля проросшей пыльцы с аномальными трубками составила 3,2 %, а у растений из трех криворожских насаждений — 9,1–47,1 %, у растений *P. sylvestris* из КЛ — 3 %, из трех криворожских насаждений — 13,6–54,7 %. Обращает внимание однотипность и близость реакций обоих видов сосен, проявляющиеся в изменении качества пыльцы под влиянием техногенно загрязненной среды.

Частоту аномалий пыльцевых зерен *P. sylvestris* и *P. pallasiana*, а также патологий при развитии пыльцевых трубок при проращивании пыльцы можно использовать для индика-

ции загрязненности среды в промышленных регионах Украины.

1. Владимирова О.С. Пыльца ели сибирской, произрастающей в различных экологических условиях / О.С. Владимирова, Е.Н. Муратова, М.И. Седаева // Хвойные бореальной зоны. — 2008. — Т. 25, № 1. — С. 98–102.
2. Глазун И.Н. Динамика жизнеспособности пыльцы сосны обыкновенной в зоне отчуждения ЧАЭС / И.Н. Глазун // ИВУЗ Лесной журн. — 2006. — № 2. — С. 39–42.
3. Коба В.П. Исследование некоторых особенностей морфогенеза и прорастания пыльцы *Pinus pallasiana* D. Don. / В.П. Коба // Цитология и генетика. — 2004. — № 3. — С. 38–45.
4. Коршиков И.И. Популяционно-генетические проблемы дендротехногенной интродукции / И.И. Коршиков, Н.С. Терлыга, С.А. Бычков. — Донецк: Лебедь, 2002. — 328 с.
5. Коршиков И.И. Жизнеспособность древесных растений на железорудных отвалах Криворожья / И.И. Коршиков, О.В. Красноштан. — Донецк: Цифрова типографія, 2012. — 280 с.
6. Макогон И.В. Качество пыльцы ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и е. колочей (*Picea pungens* Engelm.) в условиях интродукции на юго-востоке Украины / И.В. Макогон, И.И. Коршиков // Интродукція рослин. — 2010. — № 4. — С. 9–13.
7. Морфология и жизнеспособность пыльцы желтой и краснопыльничковой форм сосны обыкновенной на болотах и суходолах Западной Сибири / С.П. Ефремов, А.В. Пименов, Т.С. Седелникова [и др.] // Хвойные бореальной зоны. — 2010. — Т. 27, № 1–2. — С. 126–129.
8. Некрасова Т.П. Влияние температуры воздуха на формирование пыльцы хвойных древесных пород / Т.П. Некрасова // Лесоведение. — 1976. — № 6. — С. 23–31.
9. Носкова Н.Е. Половая репродукция сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях экологического стресса: Автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук / Н.Е. Некрасова. — Красноярск, 2005. — 20 с.
10. Носкова Н.Е. Влияние стресса на репродуктивные способности сосны обыкновенной / Н.Е. Носкова, И.Н. Третьякова // Хвойные бореальной зоны. — 2006. — Т. 23, № 3. — С. 54–63.
11. Носкова Н.Е. Репродукция сосны обыкновенной в условиях глобального изменения климата и стратегические пути сохранения вида / Н.Е. Носкова, И.Н. Третьякова // Хвойные бореальной зоны. — 2011. — Т. 28, № 1. — С. 41–46.
12. Осолков В.А. Качество пыльцы сосны обыкновенной в древостоях Приангарья при разном

- уровне забруднення / В.А. Осколков // Лесоведение. — 1999. — № 2. — С. 16–21.
13. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева. — 4-е изд. — М.: Агропромиздат, 1988. — 271 с.
  14. Тихонова И.В. Морфологические признаки пыльцы в связи с состоянием деревьев сосны в сухой степи / И.В. Тихонова // Лесоведение. — 2005. — № 1. — С. 63–69.
  15. Третьякова И.Н. Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса / И.Н. Третьякова, Н.Е. Носкова // Экология. — 2004. — № 1. — С. 26–33.
  16. Тупицин С.С. Уровень техногенеза как показатель состояния биообъекта в разных экологических условиях / С.С. Тупицин, Н.Е. Рябогина, С.С. Тупицина // Известия Самарского научного центра РАН. — 2012. — Т. 14, № 1 (3). — С. 822–828.

Поступила в редакцию 05.03.2014 г.  
Рекомендовал к печати П.А. Мороз

І.І. Коршиков<sup>1</sup>, О.В. Лантєва<sup>2</sup>, А.М. Лісничук<sup>3</sup>,  
Ю.С. Літвіненко<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Донецький ботанічний сад НАН України,  
Україна, м. Донецьк

<sup>2</sup> Криворізький ботанічний сад НАН України,  
Україна, м. Кривий Ріг

<sup>3</sup> Кременецький ботанічний сад, Україна,  
м. Кременець

<sup>4</sup> Біосферний заповідник «Асканія-Нова»  
ім. Ф.Е. Фальц-Фейна, Україна,  
Херсонська обл., смт Асканія-Нова

#### ЯКІСТЬ ПИЛКУ СОСНИ КРИМСЬКОЇ ТА С. ЗВИЧАЙНОЇ З НАСАДЖЕНЬ ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ КРИВОРІЖЖЯ

Досліджено якість пилку в чотирьох насадженнях сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та в чотирьох насадженнях с. кримської (*Pinus pallasiana* D. Don). Як екологічно безпечні території використовували 70-річне насадження *P. pallasiana* у дендропарку біосферного заповідника «Асканія-Нова» ім. Ф.Е. Фальц-Фейна, а для *P. sylvestris* — 80-річне насадження в Кременецькому лісництві (Тернопільська обл.). Установлено, що життєздатність пилку рослин обох видів у криворізьких насадженнях була на 8–15 % меншою порівняно з пилком насаджень, де відсутнє техно-

генне забруднення. Порівняно з цими деревостанами для криворізьких насаджень обох видів характерна більша частота аномального пилку, а також аномальних пилкових трубок при його пророщуванні: для *P. sylvestris* — відповідно в 1,7–3,1 і 4,5–18,2 разу, для *P. pallasiana* — у 3–4 і 2,8–14,8 разу. Ці чутливі показники якості пилку обох видів можна використовувати як індикаторні при оцінці забрудненості середовища в промислових регіонах.

**Ключові слова:** *Pinus pallasiana*, *P. sylvestris*, пилко, життєздатність, пилкові трубки, аномалії, техногенне забруднення.

І.І. Коршиков<sup>1</sup>, О.В. Лантєва<sup>2</sup>,  
А.М. Лісничук<sup>3</sup>, Ю.С. Літвіненко<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Donetsk Botanical Garden,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Donetsk

<sup>2</sup> Kriviy Rih Botanical Garden, National Academy  
of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kriviy Rih

<sup>3</sup> Kremenets Botanical Garden, Ukraine, Kremenets

<sup>4</sup> F.E. Falz-Fein Askania-Nova Biosphere Reserve,  
Ukraine, Kherson region, Askania-Nova

#### POLLEN QUALITY OF *PINUS PALLASIANA* D. DON AND *PINUS SYLVESTRIS* L. FROM PLANTATIONS OF POLLUTED LANDS IN KRIVORIZHZHYA

Pollen quality was investigated in four stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and in four stands of *Pinus pallasiana* D. Don plantations. As ecologically safe territories we use 70-years plantation of *P. pallasiana* in arboretum of biosphere reserve *Askania-Nova* and 80-years stand of *P. sylvestris* in Kremenets forestry ( Ternopil Region). The study has shown that pollen viability of both species in Kriviy Rih plantations was by 8 to 15 % lower compared to pollen of plants from other regions without man-made pollution. An increased (by times) number of abnormal pollen (ranging from 1.7 to 3.1 times for *P. sylvestris* and from 4.5 to 18.2 times for *P. pallasiana*) and abnormal pollen tubes at germinating (ranging from 3 to 4 times for *P. sylvestris*, and from 2.8 to 14.8 times for *P. pallasiana*) is characteristic for both species in Krivorizhzhya compared with the stands not exposed to pollution. These sensitive indicators of the pollen quality of both species can be used as an indicator for assessing environmental pollution in industrial lands.

**Key words:** *Pinus pallasiana*, *P. sylvestris*, pollen, viability, pollen tubes, abnormalities, technogenic pollution.

## **АНОМАЛЬНІ ФОРМИ РОСТУ СУКУЛЕНТНИХ РОСЛИН ТА ПЕРЕВІРКА ГІПОТЕЗ ЇХ ПОХОДЖЕННЯ**

*Проведено аналіз рослин з колекції сукулентів Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка з аномальними формами росту. Встановлено, що до складу колекції входять 22 види фасційованих рослин, які належать до 14 родів та 3 родин, більшість з них є представниками родини *Saxifragaceae* A.L. Juss. Перевірено гіпотези виникнення подібних форм унаслідок механічного пошкодження, зараження вірусами та мікроскопічними грибами. Не підтверджено жодну з гіпотез утворення аномальних форм росту у рослин родини *Saxifragaceae*.*

**Ключові слова:** фасціації, *Saxifragaceae*, *Euphorbiaceae*, *Crassulaceae*, вірусна гіпотеза, гіпотеза механічного пошкодження, гіпотеза зараження мікроскопічними грибами.

Тератологія рослин досліджує причини виникнення потворних або аномальних форм росту. Вона з'ясовує їхнє походження та відношення до рослин з нормальною формою росту. Однією з аномальних форм росту є фасціація вегетативних і генеративних органів рослин. Терміном «фасціація» (від лат. fascia — пов'язка, смуга) називають деформацію пагонів рослин (зростання стебел, гілок з головним пагоном, декількох точок росту). При цьому ритм ділення клітин та їх диференціація змінюються (Биологический..., 1986).

Відомості про фасціації наведено в роботах О.Е. White (1945), С.Г. Gorter (1965), Р. Binggeli (1990, 1993), І. Півєв, Р. Кітін (2011). Це явище поширене серед покритонасінних рослин. Його виявлено у більш ніж 100 видів судинних рослин (Binggeli, 1990), зокрема у 39 родин рослин (*Rosaceae* A.L. Juss., *Ranunculaceae* A.L. Juss., *Liliaceae* A.L. Juss., *Euphorbiaceae* A.L. Juss., *Crassulaceae* D.C., *Onagraceae* A.L. Juss., *Asteraceae* Bercht. & J.Presl, *Saxifragaceae* A.L. Juss та ін. (Goethals, 2001)) і 86 родах дводольних і однодольних. Серед хвойних дерев виникнення фасціації зафіксоване у *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Duffield, 1963).

Існують дві форми фасціацій: гребінчаста, або кристатна, і страшна, або монстрозна. Кристатністю (лат. crista — гребінь) називають дефект росту стебла, коли верхівкова брунька аномально розростається, і стебла, які розвиваються, стають широкими та пласкими, а при подальшому рості — хвилястими. До монстрозних (лат. monstrum — чудовисько) належать екземпляри, в яких на тілі хаотично виникають нові точки росту, які перетворюються на нові пагони, котрі ростуть найчастіше паралельно основному стеблу. Іноді їх називають «скелястими». Можливо, ця назва більшою мірою відповідає їх габітусу (Скулкін, 2001).

За даними Е. Shurly, одного з президентів «Спільки любителів кактусів і сукулентів Великої Британії» (CSSGB), у більш ніж 50 родів сукулентних рослин зафіксовано випадки виникнення гребінчастої форми росту. Це найбільш характерно для представників родини *Saxifragaceae*.

Причинами виникнення фасціацій вважають: механічні пошкодження апікальної частини стебла, наявність грибкової інфекції в тканинах рослин, зараження рослин специфічними вірусами і зміни в генотипі рослин (Слеп'ян, 1973). До збудників фасціацій відносять мікоплазми, після того як їх виявили у

фасційованої *Lilium henryi* (Stumm-Tegethoff, 1985), бактерію *Rhodococcus fascians* (перенесення лінійної плазмиди (позахромосомна частина ДНК), яка містить ген, котрий синтезує цитокиніни) (Crespi et al., 1992; Putman, Miller, 2007). Досліджували також вплив  $\gamma$ -випромінювання (Kiyoti et al., 2009), регуляторів росту, освітлення (White, 1945). Установлено, що у видів роду *Arabidopsis* (DC.) Neunh. виникнення фасційованого фенотипу пов'язане з мутаціями генів, які контролюють розвиток меристем. У фасційованих рослин-мутантів досліджували структуру та функціонування меристем (Schoof et al., 2000; Fletcher, 2002).

Мета роботи — проаналізувати кристатні та монстрозні форми сукулентних рослин з колекції Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка та перевірити гіпотези утворення таких форм (механічну, зараження мікроскопічними грибами та вірусами).

#### Об'єкти та методи

Об'єкти дослідження — фасційовані рослини з колекції Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Вплив механічних пошкоджень перевіряли на різновікових рослинах родини *Cactaceae* шляхом пошкодження точки росту. На вірусносійство перевіряли *Mammillaria elongata* f. *cristata* A.P. de Candolle, яка росте на власному корінні. Прищепи — *Mammillaria elongata* f. *cristata*, її підщепи — *Eriocereus jusbertii* (Rebut) A. Berg., — *Chamaecereus silvestrii* f. *cristata* H. Friedr. & Glaetzle, *Echinocereus pectinatus* f. *cristata* (Scheidw.) Eng., *Echinopsis* sp. f. *cristata* Zucc., які щеплені з *Echinopsis macrogonus* (Salm-Dyck), а також рослини, підготовлені для щеплення, — *Eriocereus jusbertii*, *Echinopsis macrogonus*.

У роботі застосовували загальноприйняті методи вивчення морфології збудника за допомогою трансмісійної електронної мікроскопії (Поліщук та ін., 2005) у власних модифікаціях.

Рослинний матеріал гомогонізували з додаванням 0,1 моль фосфатного буфера (рН 7,4).

Для осадження клітинних домішок застосовували низькошвидкісне центрифугування при 7000 тис. обертів упродовж 20 хв. Для контрастування використовували 2 % ураніл ацетат протягом 1,5 хв. Для візуалізації застосовували електронний мікроскоп JEM-1230 (Японія) з роздільною здатністю 0,2 нм,  $\times 30\ 000$ .

На ураженість рослин мікроскопічними грибами перевіряли види *Chamaecereus silvestrii* Br. et R. f. *cristata*, *Echinopsis* sp., *Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Eng. Зрізи робили вручну. Тканини фарбували аніліновим синім (Фурст, 1979).

#### Результати та обговорення

Аналіз сукулентних рослин виявив наявність у складі колекції 22 видів рослин з фасціаціями, які належать до 14 родів та 3 родин (*Cactaceae*, *Crassulaceae*, *Euphorbiaceae*). Рослини потрапили до колекції як з ботанічних садів, так і від аматорів. Для аналізу використано рослини, отримані з посівного матеріалу репродукції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна.

16 видів з фасціаціями належать до 14 родів родини *Cactaceae* (табл. 1). Більшість таких рослин утримується на підщепках, решта — вирощуються на власному корінні. *Cereus peruvianus* (L.) Mill і *Trichocereus schoenii* Ricc. мають страшну форму росту, для інших видів характерна гребінчаста форма.

Інші родини представлені невеликою кількістю видів з гребінчастою формою росту. У родині *Crassulaceae* (табл. 2) аномальний ріст притаманний лише стеблам, а листки мають характерні форму та розміри.

У родині *Euphorbiaceae* фасційовані форми росту характерні лише для роду *Euphorbia* L. У колекції Ботанічного саду представлено два види — *Euphorbia lactea* Hort. і *E. pugniformis* Boiss, які мають гребінчасту форму фасціації.

**Перевірка вірусної гіпотези.** Ми перевірили на вірусносійство представників родини *Cactaceae*. Всі досліджувані рослини виявились інфікованими. Для підтвердження наших припущень про вірусносійство і вивчення морфології збудника застосували трансмісійну електронну мікроскопію.

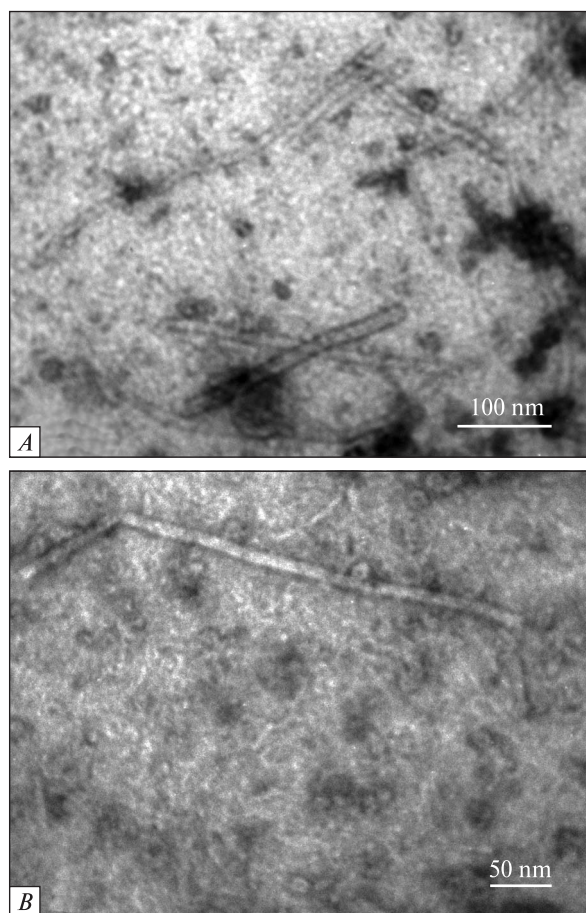


Рис. 1. Електронограма соку щеплених *Chamaecereus silvestrii* f. *cristata* (A) і *Eriocereus jusberti* (B)

Figure 1. Electronograms of juice *Chamaecereus silvestrii* f. *cristata* (A) vaccinated and *Eriocereus jusberti* (B)

У соці клітин досліджуваних видів виявлено віріони нитчастої форми із заокругленими кінцями (рис. 1, A) розміром  $650 \times 12$  нм, які притаманні вірусу *Cactus virus 2* роду *Carlavirus*.

У *Chamaecereus silvestrii* f. *cristata* виявлено віруси *Cactus virus 2* і *Cactus virus X* розміром  $580 \times 13$  нм, віріони паличкоподібної форми розміром  $317 \times 18$  нм — *Tobamovirus*, а у *Eriocereus jusberti* — віріони нитчастої форми *Cactus virus 2*. (рис. 1, B), у *Mammillaria elongata* f. *cristata*, яке росте на власному корінні, — ниткоподібні віріони розміром  $650 \times 12$  нм, притаманні вірусу *Cactus virus 2* роду *Carlavirus*, у *Eriocereus jusberti*, підготовленої до щеплення, — ниткоподібні

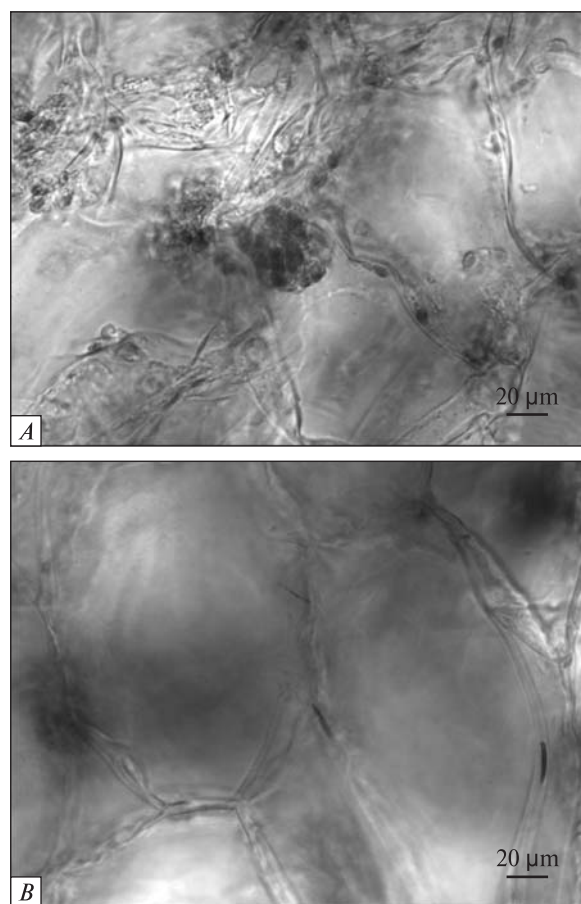


Рис. 2. Пофарбовані аніліновим синім тканини *Chamaecereus silvestrii* (A) та *Echinopsis* sp. (B)

Figure 2. Aniline blue stained tissue of *Chamaecereus silvestrii* (A) and *Echinopsis* sp. (B)

віріони розміром  $520 \times 13$  нм *Cactus virus X*, імовірно, рід *Potexvirus*, у виду *Echinopsis macrogonus*, підготовленої до щеплення, — паличкоподібні віріони розміром  $520 \times 13$  нм, за морфологічними даними їх можна віднести до *Cactus virus X* роду *Potexvirus*.

У *Mammillaria elongata* f. *cristata* і підщепи *Echinopsis macrogona*, *Echinopsis* sp. f. *cristata* і підщепи *Echinopsis macrogona* виявлено три типи віріонів, які належать до *Cactus virus 2*, *Cactus virus X*, розміром  $580 \times 13$  нм, і *Tobamovirus*.

Під час проведення дослідів з індикаторними рослинами ми спостерігали некротичні плями на листках *Chenopodium murale* L. та



Таблиця 1. Представники родини *Cactaceae* з фасціаціями, інтродуковані у захищеному ґрунті Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна

Table 1. Representatives of the family *Cactaceae* A.L. Juss with fasciations, which were introduced in greenhouses of the Academician O.V. Fomin Botanical Garden

Рід	Вид	Форма фасціацій
<i>Astrocylindropuntia</i> Backbg.	<i>A. cylindrica</i> (L.) Backbg.	Гребінчаста
	<i>A. vestita</i> (SD.) Backbg.	"
<i>Cereus</i> Mill.	<i>C. peruvianus</i> (L.) Mill.	Страшна
<i>Chamaecereus</i> Br. et R.	<i>C. silvestrii</i> (Speg.) Br. et R.	Гребінчаста
<i>Echinopsis</i>	<i>E. sp.</i>	"
<i>Echinocereus</i>	<i>E. pectinatus</i>	"
<i>Espostoa</i> Br. et R.	<i>E. ruficeps</i> Br. et R.	"
<i>Haageocereus</i> Backbg.	<i>H. versicolor</i> Werd. et Backbg.	"
<i>Mamillaria</i> Haw.	<i>M. elongata</i> C.DC.	"
	<i>M. spinosissima</i> Lem.	"
<i>Monvillea</i> Haw.	<i>M. spegazzinii</i> Br. et R.	"
<i>Notocactus</i> (K. Sch.) Berg. Emend. Backdg.	<i>N. scopa</i> Krainz.	"
<i>Pseudobolivia</i> Backdg.	<i>P. ancistrophora</i> Backdg.	"
<i>Pygmaeocereus</i> G. Dj. Backbg.	<i>P. rowleyanus</i> Backbg.	"
<i>Trichocereus</i> (Berg.) Ricc.	<i>T. schoenii</i> Ricc.	Страшна
<i>Weberbauerocereus</i> Backbg.	<i>W. johnsonii</i> Backbg.	Гребінчаста

*Gomphrena globosa* L. і мозаїку на листках *Nicotiana alata* Link et Otto, що характерно для *Cactus virus X*.

При зараженні витяжкою з листків *Nicotiana alata* дворічних сіянців *Mamillaria magnitamma* Haw. протягом 1 року не виявлено утворення фасційованих форм, однак спостерігали ознаки їх вірусного ураження (хлоротичні та некротичні явища).

Роботи з вивчення вірусів, які уражують представників родини *Cactaceae* як у природі, так і в культурі, тривають вже півстоліття. Віріони родів *Carlavirus* та *Tobamovirus* знаходять у цитоплазмі, хлоропластах та мітохондріях уражених клітин. У більшості випадків ураження рослин цими вірусами відбувається безсимптомно. Проведені нами дослідження показали, що наявність вірусів у прищепках і підщепках досліджуваних рослин не призводить до появи нових фасційованих форм у родині *Cactaceae*.

**Гіпотеза ураження мікроскопічними грибами.** Для перевірки цієї гіпотези поперечні зрізи стебла рослин *Chamaecereus silvestrii*, *Echinopsis*

Таблиця 2. Представники родини *Crassulaceae* з фасціаціями

Table 2. Representatives of the family *Crassulaceae* with fasciations

Рід	Вид	Форма фасціації
<i>Echeveria</i> DC.	<i>E. agavoides</i> Lemaire (Hort.)	Гребінчаста
	<i>E. elegans</i> Lindl.	"
	<i>E. peacockii</i> Booth	"
<i>Sinocrassula</i> (Franchet) B.	<i>S. yunnanensis</i> (Franchet) A. Berger	"

*sp.* та *Echinocereus pectinatus* фарбували аніліновим синім. Відсутність синього кольору на поперечних зрізах свідчить про відсутність міцелію гриба, а отже, хворих тканин (рис. 2).

Попередні дослідження в оранжереях сукулентів Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна виявили наявність двох видів грибів, які негативно впливають на ріст та розвиток рослин. Гриб *Phytophthora cactorum* (Leb. et Coch) Schroet. періодично уражує представників ро-

дини *Cactaceae* та *Crassulaceae* (Корецький та ін., 2000). Як показали наші спостереження за рослинами в колекції Ботанічного саду, ураження цим грибом найчастіше призводить до загибелі рослин. Цей грибок було описано в другій половині XIX ст. на рослинах родини *Cactaceae* в колекції в одному з міст Німеччини.

Другий грибок, який періодично вражує молоді пагони та листки представників родини *Euphorbiaceae*, — *Sphaerotheca euphorbiae* (Cast.) Salm., який належить до борошнисторосляних грибів. Вперше його виявили в Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна та описали симптоми ураження у 1980-х роках (Гелюта, 1989). Спостереження показали, що такі пошкодження призводять до часткової загибелі молодих частин пагонів, але не спричиняють появу аномальних форм росту.

**Механічна гіпотеза.** З різних причин (капель, ураження шкідниками, пошкодження гострими предметами тощо) в колекції сукулентних рослин відбуваються механічні пошкодження апікальних тканин. Таке пошкодження призводить до появи одного або декількох бічних пагонів поблизу ураженої частини стебла. Рослина деформується, особливо, якщо для неї характерний ортотропний напрямок росту. Проте такі пошкодження не призводять до появи кристатних або монстрозних форм росту.

## Висновки

Таким чином, для сукулентних рослин характерно явище фасціації. Його спостерігають у більшості рослин, які мають видозмінене стебло та редуковані листки (*Cactaceae*, *Euphorbiaceae*). Найбільш притаманна видозміна стебла для представників родини *Cactaceae*. Найчастіша форма фасціації у сукулентних рослин — гребінчаста.

У колекції сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна зростають 22 види рослин з фасціаціями, які належать до 14 родів та 3 родин (*Cactaceae*, *Crassulaceae*, *Euphorbiaceae*).

Майже для всіх аномальних форм з віком характерне існування на одній рослині як фасційованих, так і нормальних пагонів.

Перевірка гіпотез виникнення аномальних форм показала, що ні віруси, ні гриби, ні механічні пошкодження не є чинниками, які призводять до появи фасційованих форм сукулентних рослин.

*Биологический энциклопедический словарь* / Гл. ред. М.С. Гиляров. — М.: Сов. энциклопедия, 1986. — 831 с.

Гелюта В.П. Флора грибов Украины. Мучнисторосляные грибы / В.П. Гелюта. — Киев: Наук. думка, 1989. — 255 с.

Корецький П.М. *Phytophthora cactorum* (Leb. et Coch) Schroet. на рослинах з родини *Crassulaceae* D.C. / П.М. Корецький, В.В. Нікітіна, А.П. Корецький // Вісн. Київ. ун-ту імені Тараса Шевченка. Біологія. — 2000. — Вип. 30. — С. 64–65.

Поліщук В.П. Посібник з практичних знань до курсу «Загальна вірусологія» / В.П. Поліщук, І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — 204 с.

Скулкин И.М. Роль наследственной фасциации в формообразовании у кактусов / И.М. Скулкин // Cultivar. — 2001. — № 4 (5). Режим доступу: <http://www.lapshin.org/cultivar/N4-5/art.htm>

Слепян Э.И. Патологические новообразования и их возбудители у растений / Э.И. Слепян. — Л.: Наука, 1973. — 512 с.

Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей / Г.Г. Фурст. — М.: Наука, 1979. — 155 с.

Binggeli P. Occurrence and causes of fasciation / P. Binggeli // Cecidology. — 1990. — N 5. — P. 57–62.

Duffield J.W. A common fasciation in Douglas fir / J.W. Duffield, J.G. Wheat // J. Heredity. — 1963. — Vol. 54(5). — P. 240.

Fasciation induction by the phytopathogen *Rhodococcus fascians* depends upon a linear plasmid encoding a cytokinin synthase gene / M. Crespi, E. Messens, A.B. Caplan [et al.] // EMBO J. — 1992. — N 11. — P. 795–804.

Fletcher J.C. Shoot and floral meristem maintenance in *Arabidopsis* / J.C. Fletcher // Annu Rev. Plant Biol. — 2002. — N 53. — P. 45–66. (PubMed PMID: 12221985).

Gorter C.J. Origin of fasciation / C.J. Gorter // Encyclopedia of plant physiology. Rhuland W. (ed). — 1965. — Vol. 15 (2). — P. 330–351.

Iliev I. Origin, morphology, and anatomy of fasciation in plants cultured in vivo and in vitro / I. Iliev, P. Kitten // Plant Growth Regulation. — 2011. — Vol. 63 (2). — P. 115–129.

Inefficient double-strand DNA break repair is associated with increased fasciation in *Arabidopsis* BRCA2 mutants / Abe Kiyomi, Osakabe Keishi, Ishikawa Yuichi [et al.] // J. Exp. Bot. — 2009. — Vol. 60 (9). — P. 2751–2761.

Leafy gall formation by *Rhodococcus fascians* / K. Goethals, D. Vereecke, M. Jaziri [et al.] // Annual. Rev. Phytopathol. — 2001. — Vol. 39. — P. 27–52.

Putnam M.L. *Rhodococcus fascians* in herbaceous perennials / M.L. Putnam, M.L. Miller // Plant Disease. — 2007. — Vol. 91 (9). — P. 1064–1076.

The stem cell population of *Arabidopsis* shoot meristems is maintained by a regulatory loop between the *CLAVATA* and *WUSCHEL* genes / K. Schoof, M. Lenhard, A. Haecker [et al.] // Cell. — 2000. — Vol. 100 (6). — P. 635–644.

Stumm-Tegethoff B.F.A. Stem fasciation in *Lilium henryi* caused by nematodes / B.F.A. Stumm-Tegethoff, H.F. Linskens // Acta Bot Neerl. — 1985. — N 34. — P. 83–93.

Tang Y. Fasciation mutation enhances meristematic activity and alters pattern formation in soybean / Y. Tang, H.T. Knap // Int. J. Plant Sci. — 1998. — Vol. 159 (2). — P. 249–260

White O.E. The Biology of fasciation and its relation to abnormal growth / O.E. White // J. Heredity. — 1945. — Vol. 36 (1). — P. 11–22.

## REFERENCES

Encyclopedic Dictionary of Biology (1986) Moscow: Soviet Encyclopedia; p. 831 [Biologicheskii encyclopedicheskiy slovar, 1986, Moskva, Sovetskaja enciklopediya, 831 p. Russian].

Geluta V.P. (1989) Flora of the fungi of Ukraine. Powdery Mildew fungi. Kiev, Naukova dumka, 255 p. [Geluta V.P. Flora gribov Ukrainy. Muchnistorosianie gryby, Kiev, Naukova dumka, 255 p. Russian].

Koretskiy P.M., Nikitina V.V., Koretskiy A.P. (2000) *Phytophthora cactorum* (Leb. et Coch) Schroet. on plants of the family *Crassulaceae* D.C. // Buletin of Taras Shevchenko National University of Kiev Series. Biology. Vol. 30, p. 64–65 [Koretskiy P.M., Nikitina V.V., Koretskiy A.P. *Phytophthora cactorum* (Leb. et Coch) Schroet. Na roslinach z rodunu *Crassulaceae* D.C., Visnuk Kuivskogo universiteta imeni Tarasa Shevchenko. Biologia, 2000, vup. 30, p. 64–65, Ukrainian].

Polishchuk V.P., Budzanivska I.G., Shevchenko T.P. (2005) Handbook of practical knowledge to the course “General Virology”. Kyiv: Fitosociotsentr, 204 p. [Polishchuk V.P., Budzanivska I.G., Shevchenko T.P., Posibnuk z praktuchnykh znan do kursu “Zagakna virusologia”, 2005, Kyiv, Fitosociotsentr, 204 p. Ukrainian].

Skulkin I.M. (2001) The role of inherited fasciations in the forming of cacti. Materials at e-mail: <http://www.lapshin.org/cultivar/N4-5/art.htm> // Cultivar, N 4 (5): Пежим доступу: <http://www.lapshin.org/cultivar/N4-5/art.htm> [Skulkin I.M. Rol nasledsrvennoy fastsiatsii v formoobrazovanii u cactusov, Cultivar, 2001, N 4 (5): <http://www.lapshin.org/cultivar/N4-5/art.htm> Russian].

Slepian E.I. (1973) Abnormal growths and their pathogens in plants. — L.: Nauka, 512 p. [Slepian E.I. Patologicheskie novoobpazovania i ikh vozbuditeli u pastenyi, 1973, Leningrad, Nauka, 512 p. Russian].

Furst G.G. (1979) Methods of anatomical and histochemical studies of plant tissues — Moscow: Nauka, 155 p. [Furst G.G. Methody anatomo-gistochemistry issledovania rastitelnykh tkaney, 1979, Moskva, Nauka, 155p., Russian].

Binggeli P. (1990) Occurrence and causes of fasciation // Cecidology. 1990, N 5, p. 57–62.

Duffield J. W., Wheat J. G. A. (1963) Common fasciation in Douglas fir. The Journal of Heredity; Vol. 54 (5), 240 p.

Crespi M., Messens, E., Caplan, A.B., Van Montagu, M., & Desomer J. (1992) Fasciation induction by the phytopathogen *Rhodococcus fascians* depends upon a linear plasmid encoding a cytokinin synthase gene // EMBO J, N 11, p. 795–804.

Fletcher J.C. (2002) Shoot and floral meristem maintenance in *Arabidopsis* // Annu Rev Plant Biol, N 53, p. 45–66. (PubMed PMID: 12221985).

Gorter C.J. (1965). Origin of fasciation. In.: Encyclopedia of plant physiology. Rhuland W. (ed). Vol. 15 (2), p. 330–335.

Iliev I., Kitin P. (2011) Origin, morphology, and anatomy of fasciation in plants cultured in vivo and in vitro // Plant Growth Regulation, Vol. 63 (2), p. 115–129.

Kiyomi Abe, Keishi Osakabe, Yuichi Ishikawa, Akemi Tagiri, Hiroaki Yamanouchi, Toshio Takyuu et al. (2009) Inefficient double-strand DNA break repair is associated with increased fasciation in *Arabidopsis* BRCA2 mutants // J Exp Bot, Vol. 60 (9), p. 2751–2761.

Goethals K., Vereecke D., Jaziri M., Van Montague M., Holsters M. (2001) Leafy gall formation by *Rhodococcus fascians* // Annual. Rev. Phytopathology, N 39. P. 27–52.

Putnam M.L. & Miller M.L. (2007) *Rhodococcus fascians* in Herbaceous Perennials // Plant Disease, Vol. 91 (9), p. 1064–1076.

Schoof K., Lenhard M., Haecker A., Mayer K.F., Jurgens G., Laux T. (2000) The stem cell population of *Arabidopsis* shoot meristems is maintained by a regulatory loop between the *CLAVATA* and *WUSCHEL* genes // Cell, Vol. 100 (6), p. 635–644.

Stumm-Tegethoff B.F.A., Linskens H.F. (1985) Stem fasciation in *Lilium henryi* caused by nematodes // Acta Bot Neerl., N 34, p. 83–93.

Tang Y., Knap H.T. (1998) Fasciation mutation enhances meristematic activity and alters pattern formation in soybean // Int. J. Plant Sci, Vol. 159 (2), p. 249–260.

White O.E. (1945) The Biology of fasciation and its relation to abnormal growth. // The Journal of Heredity, Vol. 36 (1), p.11–22.

Надійшла до редакції 30.04.2014 р.

Рекомендувала до друку Н.О. Денисьєвська

В.М. Маляренко<sup>1</sup>, М.Н. Гайдаржи<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина, г. Киев

<sup>2</sup> НИЛ «Ботанический сад» НУЦ «Институт биологии» Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Украина, г. Киев

#### АНОМАЛЬНЫЕ ФОРМЫ РОСТА СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЙ И ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ ИХ ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Проведен анализ суккулентных растений из коллекции Ботанического сада им. акад. А.В. Фомина Киевского национального университета имени Тараса Шевченко с аномальными формами роста. Установлено, что в состав коллекции входят 22 вида фасцированных растений из 14 родов и 3 семейств, большинство из них являются представителями семейства *Cactaceae* A.L. Juss. Проверены гипотезы возникновения подобных форм вследствие механического повреждения, заражения вирусами и микроскопическими грибами. Не подтверждена ни одна из гипотез образования аномальных форм роста у растений семейства *Cactaceae*.

**Ключевые слова:** фасциации, *Cactaceae*, *Euphorbiaceae*, *Crassulaceae*, вирусная гипотеза, гипотеза механического повреждения, гипотеза заражения микроскопическими грибами.

V.A. Malyarenko<sup>1</sup>, M.M. Gaydarzhy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Taras Shevchenko Kyiv National University, Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup> Academician O.V. Fomin Botanical Garden of Taras Shevchenko Kyiv National University, Ukraine, Kyiv

#### ABNORMAL TYPE OF GROWTH OF SUCCULENT PLANTS AND TESTING HYPOTHESES OF THEIR ORIGIN

The analysis of plants with abnormal type of growth from the collection of succulent plants of Academician O.V. Fomin Botanical Garden of Taras Shevchenko Kyiv National University are made. It was found 22 species of fasciated plants, belong to 14 genus and 3 families. Most species belong to the *Cactaceae* family. We tested the hypothesis fasciation occurrence as a result of defeat viruses, microscopic fungi, the hypothesis of the mechanical damages to plants. We can assume that viruses, microscopic fungi, mechanical damage to plants do not cause abnormal growth forms on *Cactaceae* family.

**Key words:** fasciation, *Cactaceae*, *Euphorbiaceae*, *Crassulaceae*, viral hypothesis, the hypothesis of mechanical damage to plants, hypothesis infection by microscopic fungi.

## **АНАЛИЗ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ ПО ТИПУ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ**

*Проведен анализ жизненных форм интродуцированных видов из коллекции эфирномасличных растений Донецкого ботанического сада НАН Украины по типу корневой системы. Установлено, что преобладает смешанный, или промежуточный, тип корневой системы, который является адаптированным к засушливым условиям юго-востока Украины.*

**Ключевые слова:** интродукция, жизненная форма, корневая система.

Эколого-климатические особенности региона, в котором проводится интродукционный эксперимент, оказывают большое влияние на подбор видов с определенной биоморфологической характеристикой. Жизненные формы, как типы приспособительных структур, демонстрируют, с одной стороны, разнообразие путей приспособления разных видов растений к одинаковым условиям, с другой — возможность сходства этих путей у растений, принадлежащих к разным видам, родам и семействам. Этому вопросу посвящено большое количество работ. И.Г. Серебряков подчеркивает, что жизненные формы отражают особенности среды через специфику роста и развития растений в господствующих почвенно-климатических и ценологических условиях [8, 10, 11].

Ряд авторов при определении жизненной формы большое значение придавали типу корневой системы [1, 3, 6, 9, 10, 12, 13]. В.Н. Голубев отмечает, что, несмотря на существование многочисленной литературы по морфогенезу травянистых растений, во многих онтогенетических исследованиях растений упущено из виду формирование структуры подземных органов [3, 4]. В работе, посвященной изучению жизненных форм травянистых растений, при анализе структуры подземных органов особей

одного и того же вида, находящихся в разных условиях произрастания, В.Н. Голубев выявил особенность — у растений некоторых видов в зависимости от условий изменяется тип приспособительной структуры, благодаря чему каждый такой вид имеет несколько жизненных форм. Автор также указывает, что «В литературе неоднократно отмечалось существование неопределенностей и переходов между различными жизненными формами, но соответствующего конкретного материала было опубликовано крайне мало. Между тем детальный анализ переходных форм дает благодарный материал для суждения о генезисе основных форм, о путях их развития и становления» [2]. Сравнительное изучение рядом авторов жизненного состояния травянистых поликарпиков в разных эколого-фитоценологических условиях и их онтогенетического развития позволило накопить обширный материал [5–13]. Некоторые авторы [6, 9, 12] считают, что в связи со сложностью и трудоемкостью работы подземные органы растений природных мест обитаний изучены недостаточно как в эколого-морфологическом, так и в сравнительно-анатомическом аспекте. Мало изучены эти вопросы для растений, интродуцированных в новые условия обитания. Некоторые изменения комплекса эдафо-климатических условий (отклонения от типичных) в процессе интродукции могут изменять нормальный тип развития

растений определенной биоморфологической группы, что вызывает увеличение амплитуды их онтогенетической пластичности.

В Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) с 1989 г. проводятся интродукционные исследования малораспространенных видов пищевых и эфирномасличных растений. Основная цель исследований — создание коллекционного фонда как базы для проведения научных исследований и поиск перспективных видов растений. Мобилизация исходного семенного и посадочного материала проводится из интродукционных пунктов ближнего и дальнего зарубежья путем обмена с ботаническими садами, институтами и опытными станциями. В связи с интродукционными исследованиями важным является выявление связи и характера модификаций жизненных форм в измененных условиях среды, что дает надежный критерий для выявления эколого-исторических закономерностей возникновения и развития подобных форм в процессе адаптации.

Цель работы — провести анализ жизненных форм эфирномасличных растений по типу структуры подземных органов в условиях юго-востока Украины.

Для осуществления этой цели были поставлены задачи: изучить типы жизненных форм эфирномасличных растений из коллекции ДБС; выявить особенности формирования структуры подземных органов как признаки адаптации растений к новым условиям обитания.

#### Материал и методы

Объект исследований — 114 видов эфирномасличных растений. Биолого-морфологический анализ жизненных форм и выявление модификаций структуры подземных органов интродуцентов проводили с учетом методических указаний И.Г. Серебрякова, В.Н. Голубева, С.Н. Зиман, И.В. Борисовой, О.Р. Кувшиновой, Е.М. Олейниковой и др. [1, 3–6, 9–13]. Исследовали среду обитания, тип жизненной формы, морфологию корневой системы и экоморфу. Растения выкапывали, корни промывали и гербаризировали.

#### Результаты и обсуждение

Как показал анализ состава и соотношения экологических типов, среди видов, прошедших интродукционное испытание в ДБС, наибольшую группу представляют ксеромезофиты (табл. 1). Мезоксерофитов и ксерофитов — почти одинаковое количество. Среди поликарпиков преобладают ксерофиты, а среди монокарпиков из коллекции ДБС ксерофиты не выявлены, а преобладают мезофиты и ксеромезофиты.

Корневая система растений состоит из системы главного корня и вторичной корневой системы, которая представлена системой придаточных корней [4, 10]. Мощно развитая корневая система является важным свойством поглощения необходимого количества почвенной влаги, что способствует повышению всех жизненных функций растительного организма и определяет устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям эндогенных факторов. По результатам анализа выявленных особенностей формирования структуры подземных органов эфирномасличных растений в условиях юго-востока Украины были выделены 8 групп растений с разным типом корневой системы (табл. 2).

Наибольшим числом представлены растения со *стержневым* типом корневой системы — 47 видов, из них 33 вида монокарпиков, остальные — поликарпики. У монокарпиков главный корень чаще всего тонкий и короткий — до 5–10 см длиной, слабо разветвленный. Эти виды являются мезофитами и поэтому для нормального развития нуждаются в усиленном поливе, что способствует ветвлению корневой системы главного корня, который может достигать 15–20 см длины. У поликарпиков корневая система состоит из главного корня и боковых корней.

Система главного корня функционирует на протяжении всей жизни растения, главный корень мощный, до 50–60 см, хорошо разветвленный. Растения имеют каудекс, который может быть одноглавым или многоглавым. Почки возобновления образуются как у поверхности почвы (у основания прошлогодних

надземных побегов), так и на подземной части ветвей каудекса. Все изученные виды с данным типом корневой системы устойчивы к условиям интродукции и относительно нетребовательны к поливу. Исключение составляют отдельные виды, ареал которых находится в южных регионах. Так, вид *Lavandula multifida* L., который происходит из Средиземноморской области, Юго-западно-средиземноморской провинции (Португалия), в условиях открытого грунта юго-востока Украины погибает на второй год. У растений данного вида главный корень до 20 см, разветвленный, однако каудекс слабо выражен. Почки возобновления находятся у поверхности почвы в основании надземных побегов. За зиму эти почки и корневая система вымерзают и растения погибают.

Наши исследования показали, что большинство изученных видов (39,5 %) в условиях интродукции имеют смешанную корневую систему (стержневая-мочковатая, стержневая-кистекорневая, стержневая-корневищная, кистекорневая-корневищная). Разнообразие типов смешанной корневой системы присуще преимущественно группам растений, которых объединяет наличие в корневой системе как придаточных корней, так и главного корня.

Наиболее близкая по строению к стержневой корневой системе — *стержневая-мочковатая*. У растений с данным типом корневой системы главный корень мощный, до 50–60 см длиной, слабо ветвится, каудекс разветвлен-

ный. В подземной части каудекса формируются многочисленные придаточные корни, которые образуют «бороду мочек» (рис. 1). Почки возобновления находятся как у поверхности почвы, так и на подземной части каудекса. Растения с данным типом корневой системы устойчивы к условиям региона.

У растений со *стержневой-кистекорневой* системой главный корень выражен и сохраняется практически до сенильного периода. Ветви каудекса тонкие многочисленные. На его подземной части образуются придаточные корни разной толщины — от тонких до крупных, которые по размеру и форме практически не отличаются от главного корня (см. рис. 1, б). Группа растений с этим типом корневой системы самая многочисленная — 16,7 % от

Таблица 1. Состав и соотношение экологических типов эфирномасличных растений, прошедших интродукцию в ДБС

Экологический тип	Количество видов		Доля в составе коллекции, %
	монокарпики	поликарпики, полукустарники, кустарники	
Мезофиты	13	12	22,0
Ксеромезофиты	16	22	33,0
Мезоксерофиты	5	22	21,0
Ксерофиты	0	29	24,0
Итого		114	100

Таблица 2. Соотношение жизненных форм эфирномасличных растений из коллекции ДБС по типу корневой системы

Группа	Тип корневой системы	Монокарпики, %	Поликарпики, полукустарники, кустарники, %
I	Стержневая	28	14,2
II	Стержневая-мочковатая	—	2,6
III	Стержневая-кистекорневая	—	16,7
IV	Стержневая-корневищная	—	4,4
V	Кистекорневая-корневищная	—	15,8
VI	Кистекорневая	—	1,8
VII	Корневищная	—	5,3
VIII	Мочковатая	—	8,8



**Рис. 1.** Общий вид корневой системы: *a* — смешанной стержневой-мочковатой (*Hyssopus officinalis* L.); *б* — стержневой-кистекорневой (*Calamintha nepeta* (L.) Lavi.); *в* — кистекорневой (*Origanum virens* L.)

общего числа исследованных видов. Большая часть этих видов устойчивы к условиям интродукции. Исключение составляют виды с южным ареалом распространения: *Calamintha cretica* (L.) Lam., *Eschscholzia stauntonii* Benth., *Majorana hortensis* Moench. *M. hortensis* происходит из Средиземноморской области, Юго-западно-средиземноморской провинции (первичный ареал), вторичный ареал — Циркумбореальная область, Атлантическо-Европейская провинция. Поэтому в условиях интродукции данный вид успешно выращивают однолетней культурой рассадным способом. В этом случае за вегетационный период растения нормально развиваются, цветут и образуют полноценные семена, однако нуждаются в поливе.

*E. stauntonii* происходит из Восточноазиатской области Северокитайской провинции. Данный вид является полукустарником. Почки возобновления расположены у поверхности почвы в основании надземных побегов и на их одревесневшей части. Почки рано вступают в фазу развития — в начале апреля. Но в результате заморозков, которые практически ежегодно бывают в конце апреля — в начале мая, они погибают. Новое отрастание начинается из спящих почек. В результате сильно сдвигаются фазы бутонизации и цветения. Так, бутонизация начинается во второй декаде июля, а полное цветение — во второй декаде августа.

Семена начинают формироваться поздно, но из-за снижения суммы среднесуточных температур и наступления осенних заморозков они не вызревают. Таким образом, реакция данного вида на условия выращивания определяется его происхождением и в условиях интродукции выражается ранним вступлением в фазу развития, а не типом корневой системы. *C. cretica* является эндемиком острова Крит, что объясняет его неустойчивость к данным условиям интродукции. В целом растения с данным типом корневой системы достаточно устойчивы к условиям интродукции.

Растения со *стержневым-корневищным* типом корневой системы объединяют два признака — сохранение главного корня практически до сенильного периода и наличие корневищ. При этом наблюдается разнообразие типов корневищ. У *Origanum sipyleum* L. — это эпиогенные короткие корневища, на которых образуются тонкие придаточные корни (рис. 2). У *Hypericum perforatum* L. на подземной части каудекса и вдоль всего главного корня образуются длинные корневища, на которых формируются парциальные кустики. Почки возобновления находятся ниже поверхности почвы на каудексе и корневищах. У *Salvia deserta* Schang. корневища формируются на подземной части ветвей каудекса, а на них образуются парциальные кустики. Расте-



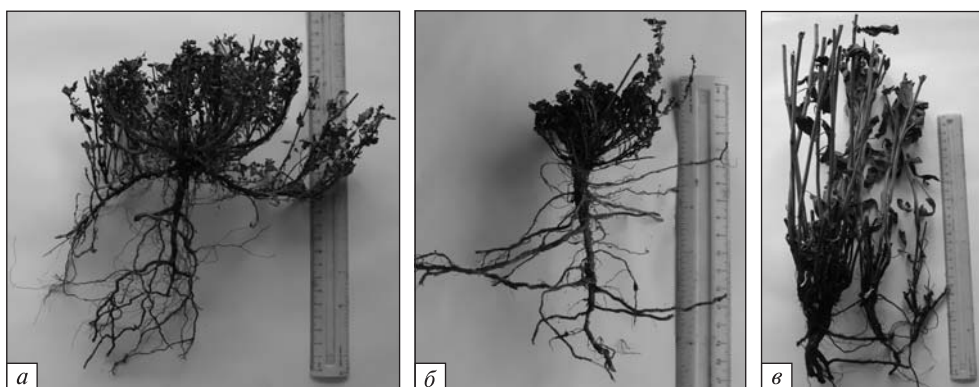


Рис. 2. Общий вид стержневой-корневищной корневой системы у видов: а — *Origanum sipuleum* L.; б — *Hypericum perforatum* L.; в — *Salvia deserta* Schang

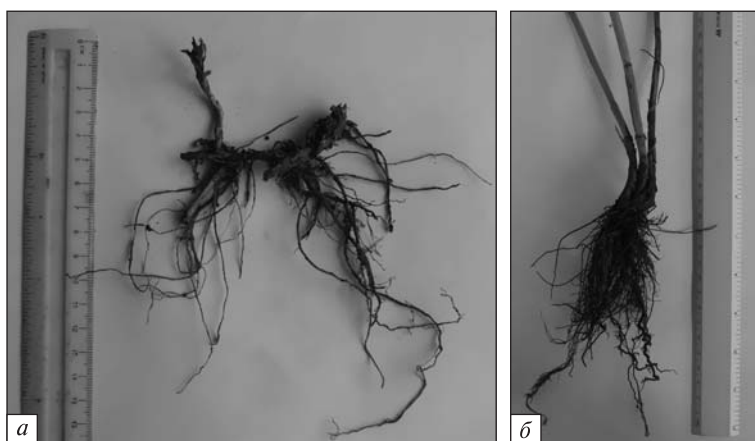


Рис. 3. Общий вид кистекорневой-корневищной корневой системы: а — *Artemisia dracunculus* L. сорт Ереванский (горизонтальное корневище); б — *Agastache foeniculum* Kuntze. (короткое косонаправленное корневище)

ния с данным типом корневой системы успешно прошли интродукционное испытание.

Отличительная особенность растений с кистекорневой-корневищной смешанной корневой системой — отмирание главного корня в первый или на второй год вегетации. Корневая система представлена большим количеством придаточных корней разной толщины (от тонких до толстых шнуровидных) и корневищ, которые отличаются у разных видов: короткие косонаправленные — у видов рода *Agastache* L., короткие горизонтальные — у видов рода *Monarda* L., длинные горизонтальные — у *Melissa officinalis* L., *Artemisia dracunculus* L.

сорт Ереванский (рис. 3). Большинство видов с данным типом корневой системы достаточно устойчивые, исключение составляют мезофиты. Так, *Monarda didyma* L. в естественных условиях растет на влажных почвах в лесах и по берегам рек, в условиях культуры предпочитает легкое затенение и хорошее увлажнение почвы. Корневая система расположена близко к поверхности почвы, поэтому растения данного вида не выносят засухи. То же самое относится и к *A. dracunculus*. Стержневой корень отмирает в иматурном состоянии, а у основания надземного побега образуются короткие корневища. Корневище горизонтальное,

залегает неглубоко в почве — до 5,0 см. От корневища отходят шнуровидные придаточные корни до 11 см длиной. Толщина корней — до 1,0 см в диаметре. Эти корни образуются на всем протяжении корневища, более густо — в его узлах. Со временем старое корневище отмирает, в результате образуются самостоятельные дочерние особи. Данный вид в условиях дефицита почвенной и воздушной влаги сильно угнетен.

К корневищно-кистекарневому типу корневой системы относят виды с ложной луковицей, прикрепленной к корневищу. Есть виды с короткими толстыми корневищами и тонкими длинными. Среди короткокорневищных различают группы с вертикальным, косым и горизонтальным нарастанием корневища. Корневища имеют узлы, в которых образуются почки, дающие начало новым побегам (ложнолуковицам) и придаточным корням. Придаточные корни тонкие, но многочисленные. Значительное влияние на успешность интродукции оказывают экологические факторы. Так, вид *Allium victorialis* L. приурочен к темнохвойным таежным лесам и сырым широколиственным лесам со слабокислыми почвами, поэтому в условиях Донбасса этот вид сильно угнетен и часто выпадает.

У растений с кистекарневым типом корневой системы главный корень отмирает рано, взрослые растения имеют только систему придаточных корней. Согласно литературным данным [2, 3], кистекарневые растения в наибольшем количестве представлены на лугах с плотной переувлажненной почвой. В засушливых условиях Донбасса со среднегумусным черноземом растения с данным типом корневой системы не перспективны. Наши исследования это подтверждают. Однако при создании соответствующих оптимальных условий (регулярное обильное увлажнение) растения хорошо развиваются. Отмечено, что отдельные виды — *Origanum virens* Hoffmans et Link. и *Salvia judaica* Boiss. — нормально развиваются в условиях Донбасса без специальных агротехнических мероприятий. Они образуют кистекарневую систему из толстых придаточных корней (см. рис. 1, в).

У всех растений с *корневищным* типом корневой системы главный корень отмирает на второй год вегетации. Корневая система представлена подземными ветвящимися корневищами. Разные виды и даже сорта обладают корневищами разной длины, толщины и глубины расположения по отношению к поверхности почвы. Так, у *Artemisia dracunculus* сортотип Русский (в отличие от сорта Ереванский) корневище толстое (до 2,0 см в диаметре) горизонтальное. Узлы булавовидно утолщены. В узлах образуются ортотропные надземные побеги и придаточные корни. По всей длине корневища отходят тонкие корни. Растения *Perovskia abrotanoides* Kar. также обладают мощными, глубоко залегающими и хорошо разветвленными корневищами. И, несмотря на то, что в условиях Донбасса растения данного вида не образуют семена (очень поздно наступает вегетация), можно считать это растение перспективным для данного региона, так как размножение успешно происходит вегетативно. Практически большинство корневищных растений достаточно хорошо приспособлены к условиям Донбасса, несмотря на то, что растения с данным типом корневой системы экологически приурочены к увлажненным местообитаниям [2, 5]. Ряд видов оказались неперспективными для выращивания на юго-востоке Украины. Например, *Mentha arvensis* L. и *M. suaveolens* Eherh. — мезофиты, произрастающие на заливных лугах и болотистых местах. Корневища их тонкие и расположены близко к поверхности почвы. Даже при регулярном поливе растения выпадают через 2–3 года.

*Мочковатая корневая система* характерна преимущественно для злаков, которые широко представлены во флоре юго-востока Украины и выявляют высокую адаптацию к данным природно-климатическим условиям. Исключение составляет интродуцированный в ДБС вид *Anthoxanthum odoratum* L. (мезофит, происходящий из Центральноевропейской провинции), корневая система которого представлена тонкими короткими придаточными корнями. В условиях Донбасса растения дан-

ного вида слабо развиваются и практически не образуют семян. К этой группе мы отнесли луковичные растения с настоящей луковицей. На донце луковицы образуется мочковатая система придаточных однолетних корней, которые после созревания луковиц отмирают. Группа растений с мочковатой корневой системой (как и большинство геофитов) очень устойчива к данным условиям.

### Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены экологические типы и их соотношение среди 114 видов эфиромасличных растений, интродуцированных в ДБС. Изученные растения объединены в группы, представляющие разные типы корневой системы. Анализ жизненных форм эфиромасличных и пряно-ароматических растений по типу корневой системы показал, что у большинства изученных видов коллекции ДБС преобладает смешанный или промежуточный тип корневой системы. Смешанный тип корневой системы является переходной формой, адаптированной к засушливым условиям юго-востока Украины.

1. Борисова И.В. Основные жизненные формы двудольных многолетних травянистых растений степных фитоценозов Северного Казахстана // Ботан. журн. — 1960. — 45, № 1. — С. 19–33.
2. Вильямс В.Р. Основы земледелия. — М.: Изд-во СССР, 1960. — 289 с.
3. Голубев В.Н. Материалы к эколого-морфологической характеристике жизненных форм травянистых растений // Ботан. журн. — 1957. — 42, № 7. — С. 1055–1072.
4. Голубев В.Н. Особенности морфогенеза жизненных форм травянистых растений лесолуговой зоны в связи с их эволюцией // Там же. — 1959. — 44, № 12. — С. 1705–1716.
5. Зиман С.Н. Жизненные формы и биология степных растений Донбасса. — К.: Наук. думка, 1976. — 190 с.
6. Кувшинова О.Р. Эколого-морфологические особенности развития корневой системы *Amaranthus cruentus* L. при интродукции в природно-климатических условиях Республики Татарстан: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Казань, 2003. — 20 с.
7. Культиасов И.М. О двух типах жизненных форм травянистых многолетних эспарцетов Средней Азии // Вестн. МГУ. — 1969. — № 2. — С. 64–70.
8. Любарский Е.Л. Об эволюции вегетативного возобновления и размножения травянистых поликарпиков // Ботан. журн. — 1961. — 46, № 7. — С. 959–968.
9. Олейникова Е.М. Классификация моделей структурной организации травянистых стержнекорневых растений Воронежской области // Вестн. ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. — 2010. — № 1. — С. 99–106.
10. Серебряков И.Г. Биолого-морфологический и филогенетический анализ жизненных форм покрытосемянных // Уч. зап. Моск. гор. пед. ин-та им. В.П. Потемкина. — 1954. — Т. 2, № 37. — С. 58–72.
11. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. — М.: Высш. шк., 1962. — 378 с.
12. Таршиц Л.Г. Структурное разнообразие подземных органов высших растений. — Екатеринбург: УрО РАН, 2003. — 196 с.
13. Andrews M., Raven J.A., Sprent J.I. Environmental effects on dry matter partitioning between shoot and root of crop plants: Relations with growth and shoot protein concentration // Aim. Appl. Biol. — 2001. — 138, N 1. — P. 57–68.

Поступила в редакцию 28.11.2013 г.

Рекомендовали к печати Д.Б. Рахметов,  
О.А. Кораблева

*З.С. Горлачева, О.К. Кустова*

Донецький ботанічний сад НАН України,  
Україна, м. Донецьк

**АНАЛІЗ ЖИТТЄВИХ ФОРМ ЕФІРООЛІЙНИХ  
РОСЛИН ЗА ТИПОМ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ  
В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СХОДУ УКРАЇНИ.**

Проведено аналіз життєвих форм інтродукованих видів з колекції ефіроолійних рослин Донецького ботанічного саду НАН України за типом кореневої системи. Встановлено, що переважає змішаний, або проміжний, тип кореневої системи, який є адаптованим до посушливих умов південного сходу України.

**Ключові слова:** інтродукція, життєва форма, коренева система.

*Z.S. Gorlacheva, O.K. Kustova*

Donetsk Botanical Garden, National Academy  
of Sciences of Ukraine, Ukraine, Donetsk

**THE ANALYSIS OF ESSENTIAL-OIL PLANT  
BIOMORPHS BASED ON ROOT SYSTEM TYPE  
UNDER ARID CONDITIONS OF THE SOUTH-  
EAST OF UKRAINE.**

The ratio of biomorphs according to the type of root system in introduced species from the collection of essential-oil plants of the Donetsk Botanical Garden of the NAS of Ukraine was analyzed. A combined or intermediate type of the root system being adapted to the arid conditions of the South-East of Ukraine is predominant.

**Key words:** introduction, biomorph, root system.

## **АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *LONICERA* L., КУЛЬТИВИРУЕМЫХ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА**

Описано анатомическое строение листовых пластинок 9 видов и 2 садовых форм жимолости, произрастающих в условиях Южного берега Крыма. Изучены структурные особенности в связи с их экологической приспособленностью. Выделены виды — *Lonicera tatarica*, *L. etrusca*, *L. fragrantissima*, *L. japonica* и *L. nitida* 'Elegant', которые отличаются наличием комплекса ксероморфных признаков и в определенной мере могут быть приспособлены к засушливым условиям и выращиваться в условиях ограниченного полива.

**Ключевые слова:** *Lonicera*, анатомия, листовая пластинка, эпидермис, паренхима, ксероморфность, адаптация.

Виды рода *Lonicera* L. относятся к перспективной группе растений для зеленого строительства. Жимолости ценят за их декоративность во время цветения и плодоношения, выющиеся виды применяют в вертикальном озеленении, некоторые из видов рекомендуются для садоводства и лесоразведения [3, 9, 10].

Как известно, наиболее пластичным органом растений является лист. Его структура отражает не только эколого-климатические условия, в которых сложился данный генотип, но и реакцию организма на изменяющиеся условия среды, особенно при их интродукции [4]. В целом почвенно-климатические условия Южного берега Крыма благоприятны для выращивания жимолостей, но высокая температура воздуха, недостаток воды в почве, повышенная инсоляция являются основными лимитирующими стрессовыми факторами летнего периода. Недостаточное увлажнение, вызывая изменение физиолого-биохимических процессов, отражается на анатомических характеристиках листа [1].

Анализ анатомического строения листа позволяет расширить знания об экологической характеристике растительного организма и выявить степень приспособленности его к конкретным условиям культивирования.

Цель работы — выявить структурные особенности листа некоторых видов рода *Lonicera*, интродуцированных на Южном берегу Крыма.

### **Материал и методы**

Объекты исследований — виды рода *Lonicera*, произрастающие в арборетуме Никитского ботанического сада: листопадные — *L. tatarica* L., *L. maackii* (Rupr.) Maxim., *L. caprifolium* L. и *L. etrusca* Santi.; зимнезеленые — *L. fragrantissima* Lindl. et Paxt. и *L. henryi* Hemsl.; вечнозеленые — *L. japonica* Thunb., *L. pileata* Oliv., *L. nitida* Wils. В исследование были также включены две садовые формы вечнозеленых жимолостей — *L. nitida* 'Elegant' и *L. pileata* 'Variegata'.

Изучены следующие анатомо-морфологические показатели листа: толщина листовой пластинки, толщина и строение эпидермиса, наличие кутикулы, тип проводящего пучка, высота палисадной ткани, высота губчатой паренхимы. Определены коэффициент палисадности, размер и форма клеток эпидермиса листа.

Для характеристики толщины листовой пластинки использована классификация Б.Р. Васильева [2], который выделил пять категорий этого показателя для древесных видов: <100 мкм — чрезвычайно тонкий, 100–150 мкм — очень тонкий, 150–200 мкм — тонкий, 200–250 мкм — средней толщины, 250–300 мкм — толстый, 300–500 мкм — очень толстый, более 500 мкм —

чрезвычайно толстый. Величина коэффициента палисадности (отношение толщины палисадной ткани к толщине всего мезофилла в процентах) определена для каждого вида в соответствии с другой классификацией Б.Р. Васильева [2]: <30 % — очень низкий, 30–40 % — низкий, 40–50 % — средний, 50–60 % — высокий, >60 % — очень высокий.

Для исследования отбирали полностью сформированные листья из средней части побега, у вечнозеленых видов — листья, завершившие развитие в текущем вегетационном сезоне. Исследования проводили на временных препаратах по общепринятым методикам [6, 8]. Анализ препаратов осуществляли с помощью микроскопа AxioScope A.1 (Karl Zeiss). Повторность измерений — 30-кратная.

Статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам [5] и с использованием программы Microsoft Excel.

### Результаты и обсуждение

Листовые пластинки изучаемых видов рода *Lonicera* характеризуются общностью строения: лист бифациальный с четко выраженной дорсовентральностью, гипостоматический. В палисадном мезофилле клетки цилиндрической формы вытянуты перпендикулярно поверхности листа, расположены в один или несколько слоев. Клетки губчатого мезофилла соединены рыхло, межклеточные пространства в этой ткани больше по сравнению с объемом самих клеток. Для всех изученных видов характерно наличие друз оксалата кальция в губчатом мезофилле.

Главная жилка представляет собой закрытый коллатеральный пучок. Ксилема образована трахеидами, располагающимися параллельными рядами. Пучки имеют двойную обкладку: механическую — образованную склеренхимными волокнами с толстыми одревеснивающими стенками и паренхимную, состоящую из одного слоя тонкостенных паренхимных клеток. Над и под жилкой находится уголковая колленхима.

Клетки эпидермиса однородные, с извилистыми очертаниями, при этом клетки верхнего

эпидермиса крупнее, чем нижнего. У всех изученных видов высота клеток покровной ткани в 0,7–1,5 раза превосходит ширину. Устьица расположены на абаксиальной стороне листовой пластинки на одном уровне с эпидермальными клетками или несколько погружены. Устьичные аппараты парацитного типа. Листья некоторых видов покрыты тонкой кутикулой или опушены.

Для листопадных видов жимолости характерна 1-2-слойная палисадная паренхима, состоящая из цилиндрических клеток, и рыхлая 2-3-рядная губчатая ткань. За исключением *L. tatarica*, у всех видов данной группы губчатая ткань по толщине приблизительно такая же, как и палисадная или превышает ее (табл. 1). Среди листопадных видов наличие тонкой листовой пластинки характерно для *L. tatarica* и *L. caprifolium*, очень тонкой — для *L. maackii* и *L. etrusca*, соответственно, коэффициент палисадности высокий у *L. tatarica*, средний — у *L. maackii* и *L. etrusca*, низкий — у *L. caprifolium*.

Актуальность изучения строения эпидермиса определяется его барьерной функцией, а результаты исследований дают представление о приспособительных способностях к абиотическим факторам. Так, у видов *L. tatarica* и *L. maackii* эпидермис однослойный, его клетки по размеру на верхней и нижней стороне листовой пластинки практически одинаковы (табл. 2). У остальных видов отмечена четко выраженная тенденция к уменьшению размера клеток нижнего эпидермиса. Некоторые растения данной группы характеризуются также наличием трихом (*L. tatarica*, *L. maackii* и *L. etrusca*), а *L. caprifolium* имеет хорошо развитый кутинизированный верхний эпидермис. Устьица более крупные, чем у зимнезеленых и вечнозеленых видов, однако их количество на 1 мм<sup>2</sup> поверхности листа меньше по сравнению с упомянутыми группами.

У группы зимнезеленых видов рода *Lonicera* палисадная ткань 1-2-рядная, так же, как и у листопадных. Губчатая паренхима состоит из 4–6 рядов. Листовые пластинки у *L. fragrantissima* тонкие, а для *L. henryi* характерна средняя толщина листа. Коэффициент палисадности

Таблица 1. Биометрические показатели анатомической структуры листовой пластинки некоторых видов *Lonicera L.* на поперечном разрезе,  $M \pm m$

Вид	Толщина листовой пластинки, мкм	Верхний эпидермис, мкм	Палисадная паренхима, мкм	Губчатая паренхима, мкм	Нижний эпидермис, мкм	Коэффициент палисадности, %
Листопадные виды						
<i>L. tatarica</i>	192,15 ± 6,51	21,26 ± 1,20	57,75 ± 2,93	42,00 ± 2,60	18,64 ± 2,01	57,89
<i>L. maackii</i>	119,44 ± 3,16	16,73 ± 0,98	34,45 ± 1,73	45,61 ± 1,78	11,48 ± 0,67	43,03
<i>L. caprifolium</i>	161,44 ± 4,63	31,11 ± 0,77	42,26 ± 2,24	65,23 ± 2,97	17,85 ± 1,12	39,32
<i>L. etrusca</i>	114,02 ± 3,16	20,67 ± 1,76	32,81 ± 1,40	46,59 ± 1,65	13,95 ± 0,98	41,32
Зимнезеленые виды						
<i>L. fragrantissima</i>	169,66 ± 7,94	19,76 ± 1,03	48,36 ± 4,98	87,04 ± 4,62	12,16 ± 0,50	35,72
<i>L. henryi</i>	222,83 ± 7,48	27,13 ± 0,88	58,92 ± 5,81	109,08 ± 8,55	20,71 ± 0,99	35,07
Вечнозеленые виды						
<i>L. japonica</i>	236,95 ± 6,36	26,60 ± 0,62	70,70 ± 1,76	124,15 ± 4,74	12,08 ± 0,62	36,28
<i>L. nitida</i>	252,31 ± 4,80	30,80 ± 1,18	63,93 ± 3,03	132,18 ± 3,75	18,53 ± 0,66	32,60
<i>L. nitida</i> 'Elegant'	283,50 ± 7,38	38,50 ± 0,86	81,90 ± 3,85	137,55 ± 7,58	20,48 ± 1,65	37,32
<i>L. pileata</i>	286,65 ± 6,65	28,80 ± 1,17	74,18 ± 3,68	151,20 ± 8,85	16,54 ± 0,79	32,91
<i>L. pileata</i> 'Variegata'	298,08 ± 7,90	36,46 ± 1,08	102,96 ± 4,23	148,75 ± 4,73	19,25 ± 0,85	40,90

Таблица 2. Биометрические показатели анатомической структуры эпидермиса листовых пластинок некоторых видов рода *Lonicera L.*,  $M \pm m$

Вид	Размер клеток, мкм				Устьица	
	Верхний эпидермис		Нижний эпидермис		Длина устьичной щели, мкм	Количество устьиц на 1 мм <sup>2</sup> поверхности листа, шт.
	Высота	Ширина	Высота	Ширина		
Листопадные виды						
<i>L. tatarica</i>	27,13 ± 4,16	23,63 ± 6,32	32,55 ± 3,38	18,90 ± 4,87	13,97 ± 0,84	69,27 ± 6,67
<i>L. maackii</i>	35,25 ± 2,97	18,00 ± 1,56	34,13 ± 3,15	17,06 ± 3,19	15,02 ± 1,82	43,39 ± 6,50
<i>L. caprifolium</i>	33,60 ± 5,65	25,20 ± 3,06	27,83 ± 1,12	25,20 ± 1,71	16,80 ± 0,59	137,34 ± 9,11
<i>L. etrusca</i>	34,65 ± 2,68	24,15 ± 1,29	28,35 ± 5,99	16,80 ± 4,39	17,98 ± 0,61	81,61 ± 13,29
Зимнезеленые виды						
<i>L. fragrantissima</i>	34,65 ± 6,76	27,30 ± 5,35	22,05 ± 3,48	15,75 ± 1,66	12,16 ± 0,67	252,79 ± 23,80
<i>L. henryi</i>	46,30 ± 5,92	37,70 ± 3,80	26,25 ± 0,99	23,63 ± 2,63	11,73 ± 0,48	183,72 ± 11,40
Вечнозеленые виды						
<i>L. japonica</i>	44,10 ± 4,96	37,28 ± 3,08	27,83 ± 1,37	23,63 ± 2,11	13,44 ± 0,89	248,01 ± 21,56
<i>L. nitida</i>	28,35 ± 2,68	16,80 ± 1,96	29,40 ± 3,93	11,55 ± 1,05	13,44 ± 0,50	112,66 ± 19,50
<i>L. nitida</i> 'Elegant'	47,86 ± 2,54	47,83 ± 2,83	30,63 ± 5,32	29,75 ± 3,23	12,96 ± 0,71	156,65 ± 8,00
<i>L. pileata</i>	45,75 ± 5,46	33,00 ± 2,49	24,15 ± 3,93	22,05 ± 1,96	13,57 ± 0,53	132,17 ± 14,26
<i>L. pileata</i> 'Variegata'	53,03 ± 5,22	41,48 ± 3,36	27,13 ± 2,85	30,63 ± 4,16	14,86 ± 0,76	192,68 ± 7,12

низкий — 35,72 и 35,07 % соответственно. Однако именно у представителей данной группы зафиксировано наибольшее количество устьиц

на 1 мм<sup>2</sup> поверхности листа, что вместе с развитым кутикулярным покровом обоих представителей зимнезеленых жимолостей можно

рассматривать как приспособление к засушливым условиям.

Для вечнозеленых видов жимолости характерны толстые листовые пластинки, 2–3-слойная палисадная и 4–6-рядная рыхлая губчатая паренхима. Коэффициент палисадности — низкий. Как верхний, так и нижний эпидермис покрыт кутикулой. *L. japonica* имеет опушение на нижней стороне листовой пластинки. Наибольшие значения коэффициента палисадности отмечены у *L. pileata* 'Variegata' и *L. nitida* 'Elegant'. У этих форм установлено максимальное значение толщины листовых пластин. Среди видов данной группы наибольшее количество устьиц на единицу поверхности зафиксировано у *L. japonica*.

У пестролистной формы *L. pileata* 'Variegata' выявлены особенности анатомического строения листовой пластинки. Анализ поперечных срезов как зеленых, так и светлых участков листа, выявил следующее: количество клеток нижнего и верхнего эпидермиса, а также устьиц на хлорофилльных участках листа значительно меньше, чем на бесхлорофилльных; толщина хлорофилльного участка листа превышает таковую бесхлорофилльного. На бесхлорофилльных участках дифференциация мезофилла на палисадную и губчатую паренхиму выражена слабее. Наличие утолщения наружной стенки клеток эпидермиса и кутикулярного слоя на бесхлорофилльных участках листа указывает на развитие покровной ткани с ксероморфными признаками.

Расположение тканей в листе, степень их развития и структурные особенности их клеток сильно варьируют, что обусловлено как наследственными факторами, так и условиями среды обитания растений [2]. Анатомическая структура листа чрезвычайно пластична и реагирует на изменение условий внешней среды, особенно на световой и водный режим. К структурным элементам, определяющим экологические особенности видов растений, относятся наличие трихом, толщина внешней мембраны нижней и верхней клеток эпидермиса, распределение устьиц в эпидермисе, степень развития механической и проводя-

щей тканей, количество и размер моторных клеток [5, 8]. Как известно, признаками ксерофитизма являются наличие на листьях толстой кутикулы, волосков, относительно мелкие размеры клеток и устьиц, большое количество устьиц на единицу площади листа [2, 11]. Анализ структурных особенностей видов рода *Lonicera* позволил выделить в каждой группе представителей с более ксероморфной структурой: *L. tatarica* и *L. etrusca* — среди листопадных, *L. fragrantissima* — среди зимнезеленых, *L. japonica* и *L. nitida* 'Elegant' — среди вечнозеленых жимолостей.

По своему происхождению представители изучаемого рода — мезофиты [9], однако в условиях интродукции, на основании анатомических данных некоторые из них можно охарактеризовать как ксеромезофиты. Природные условия зоны интродукции (Южный берег Крыма) характеризуются четко выраженной сезонностью климата и высокой вероятностью почвенной и атмосферной засухи в весенне-летний период, что требует высокой адаптационной способности растений. Это достигается увеличением толщины палисадной паренхимы и эпидермы, наличием кутикулы и опушения, большим количеством кристаллических включений, наличием многочисленных мелких устьиц.

### Выводы

На основании полученных данных об анатомическом строении листовых пластинок видов рода *Lonicera*, интродуцированных на Южный берег Крыма, можно отметить ряд общих структурных особенностей: однослойный эпидермис, бифациальный мезофилл, устьица паразитного типа, расположенные на абаксиальной стороне листа, наличие друз оксалата кальция в губчатом мезофилле. Однако по биометрическим показателям анатомических структур выявлены различия, которые позволяют связать данные особенности строения с определенным экотипом. Так, по наличию кутикулы и опушенности, большего количества рядов, большей толщины палисадной паренхимы и эпидермы, большему ко-



личеству устьиц виды *L. tatarica*, *L. etrusca*, *L. fragrantissima*, *L. japonica* и *L. nitida* 'Elegant' можно охарактеризовать как ксеромезофиты. Это позволяет рекомендовать их для выращивания в условиях ограниченного полива. У *L. taackii*, *L. caprifolium*, *L. henryi*, *L. pileata*, *L. nitida* и *L. pileata* 'Variegata' преобладают черты мезоморфности.

1. Василевская В.К. Формирование листа засухоустойчивых растений. — Ашхабат: Изд-во АН ТССР, 1954. — 184 с.
2. Васильев Б.Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон / Под ред. В.М. Шмидта. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. — С. 21–49.
3. Глухов А.З., Костырко Д.Р., Осавлюк С.Н. Виды рода жимолость на юго-востоке Украины. — Донецк: Донбасс, 2002. — 120 с.
4. Горлачева З.С. Анатомо-морфологическое строение листа разных образцов *Monarda × hybrid* Hort. // Промышленная ботаника. — 2010. — Вып. 10. — С. 148–151.
5. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия: Учеб. пособие. — Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. — 104 с.
6. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. — М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 528 с.
7. Николаевский Б.Г. Сравнительное исследование ксероморфных и мезоморфных признаков в строении листа злаков // Укр. ботан. журн. — 1970. — 55, № 10. — С. 1442–1449.
8. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. — М.: Высш. шк., 1960. — 206 с.
9. Рябова Н.В. Жимолость. Итоги интродукции в Москве. — М.: Наука, 1980. — 160 с.
10. Шкарлет О.Д., Улейская А.И., Васильева Е.А. Жимолостные в декоративном садоводстве Крыма. — Ялта, 1999. — 33 с.
11. Wei-Dong Li, Dilip K. Biswas, Hong Xu et al. Photosynthetic responses to chromosome doubling in relation to leaf anatomy in *Lonicera japonica* subjected to water stress // Functional Plant Biology. — 2009. — 36. — P. 1–10.

Поступила в редакцию 12.03.2014 г.

Рекомендовала к печати С.В. Клименко

В.А. Браїлко

Нікітський ботанічний сад — Національний науковий центр НААН України, Україна, АР Крим, м. Ялта, смт Нікіта

#### АНАТОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТКА ДЕЯКИХ ВИДІВ РОДУ *LONICERA L.*, ЯКІ КУЛЬТИВУЮТЬСЯ НА ПІВДЕННОМУ БЕРЕЗІ КРИМУ

Описано анатомічну будову листкових пластинок 9 видів та 2 садових форм жимолості, які вирощують в умовах Південного берега Криму. Вивчено структурні особливості у зв'язку з їх екологічною пристосованістю. Виділено види — *Lonicera tatarica*, *L. etrusca*, *L. fragrantissima*, *L. japonica* і *L. nitida* 'Elegant', які відрізняються наявністю комплексу ксеноморфних ознак і певною мірою можуть бути пристосовані до посушливих умов та вирощуватися в умовах обмеженого поливу.

**Ключові слова:** *Lonicera*, анатомія, листкова пластинка, епідерміс, паренхіма, ксероморфність, адаптація.

V.A. Brailko

Nikitsky Botanical Garden — National Scientific Centre, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine, Crimea, Yalta, Nikita

#### CHARACTERISTICS OF LEAF ANATOMY IN SOME SPECIES OF GENUS *LONICERA L.*, CULTIVATED IN THE SOUTHERN COAST OF CRIMEA

The anatomical structure of the leaf plates of 9 species and 2 garden forms of honeysuckle growing in the conditions of the Southern coast of Crimea has been described. Their structural features in relation to environmental adaptability have been studied. Species *Lonicera tatarica*, *L. etrusca*, *L. fragrantissima*, *L. japonica* and *L. nitida* 'Elegant', have been identified as those are differ with the presence of xeromorphic signs complex and to a certain extent can be adapted to arid conditions and grown in a limited irrigation.

**Key words:** *Lonicera*, anatomy, leaf plate, epidermis, parenchyma, xeromorphic, adaptation.

УДК 582.632.2:712.253(477-25)

Ю.О. КЛИМЕНКО<sup>1,3</sup>, В.В. МОРОЗ<sup>2,3</sup>, М.М. ДРУЖИНА<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Інститут агроєкології і природокористування НААН України  
Україна, 03143 м. Київ, вул. Метрологічна, 12

<sup>3</sup> Інститут еволюційної екології НАН України  
Україна, 03143 м. Київ, вул. Академіка Лебедева, 37

## СТАН ЗВИЧАЙНОДУБОВОЇ ДІБРОВИ (*QUERCETA ROBORIS*) СЕРЕДЬНОГО ВІКУ ПАРКУ «ФЕОФАНІЯ», м. КИЇВ (на прикладі 5-го та 6-го кварталів)

Наведено результати суцільного переліку дерев у виділах, які зайняті звичайнодубовою дібровою (*Querceta roboris*) середнього віку, у кварталах 5 та 6 парку «Феофанія» (м. Київ). Усі насадження *Quercus robur* L. середнього віку є штучними — це посадки, здійснені на місці вирубаних ділянок вікової *Querceta roboris*. Показано, що в одному виділі кількість стовбурів *Quercus robur* становить лише 21,3 % від загальної кількості, переважає (за кількістю стовбурів) у виділі *Acer platanoides* L. (48 %). Це свідчить про необхідність проведення рубок, які регулюють видовий склад виділу, та здійснення відновлюваних посадок *Quercus robur* для збереження *Querceta roboris*. В усіх виділах насадження загущені, що спричинено відсутністю рубок догляду, оскільки рубка живих дерев на територіях природно-заповідного фонду та зелених зон міст заборонена. Пропонується на таких об'єктах повернутися до лісничих норм проведення догляду, що потребує внесення змін у законодавство про природно-заповідний фонд та зелені зони міст.

**Ключові слова:** парк, *Querceta roboris* середнього віку, стан, рубки, законодавство про зелені зони міст та природно-заповідний фонд.

Парк-пам'ятку садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія» (м. Київ) було створено на основі природного лісу *Carpineto (betuli)–Querceta (roboris)*, тому у його лісовому типі садово-паркового ландшафту основними є виділи вікової *Querceta roboris*. План парку, відомості про підпорядкування його території, результати дослідження стану вікової *Querceta roboris* наведено у попередній публікації (Клименко та ін., 2014). Значно меншу площу, ніж вікова *Querceta roboris*, у «Феофанії» займають насадження *Quercus robur* L. середнього віку. Вони мають штучне походження (створені методом лісових культур на ділянках, де вікову *Querceta roboris* було вирубано).

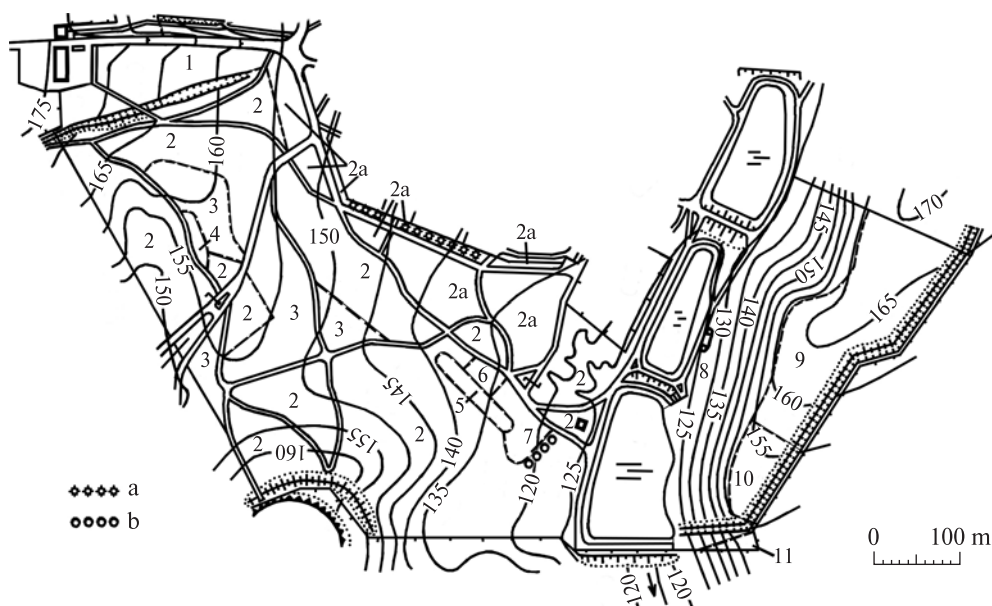
На нашу думку, дослідження стану *Querceta roboris* середнього віку становить загальний інтерес з таких причин: 1) парк «Феофанія» є уні-

кальним природним та садово-парковим об'єктом, тому необхідно закласти основу для проведення у майбутньому моніторингу стану всіх його насаджень; 2) оцінка загального стану насаджень *Quercus robur* середнього віку дасть змогу розробити заходи з їх оптимізації, що є актуальним не лише для «Феофанії», а й для інших парків з подібними лісовими масивами; 3) у міру відмирання вікової *Querceta roboris* саме ці виділи стануть основними у парку.

Мета роботи — оцінити стан *Querceta roboris* середнього віку парку «Феофанія» та запропонувати заходи з оптимізації цих насаджень.

### Матеріал та методи

Територію 5-го та 6-го кварталів лісового масиву парку «Феофанія» було розділено на виділи відповідно до вимог, які застосовують при 2-му розряді лісовпорядкування. Площі виділів визначено з використанням комп'ютерної програми ArcView GIS за планами у



**Рис. 1.** Розподіл на виділи кв. 5: виділи 1, 7, 11 — галявини; виділи 2, 8, 9 — стиглі та перестійні насадження *Quercus robur*; виділи 3, 10 — насадження *Quercus robur* середнього віку; виділ 4 — стиглі та перестійні насадження *Robinia pseudoacacia*; виділ 5 — молоді насадження *Picea abies*; виділ 6 — виділ, у якому жоден із видів не переважає; а — ряд із хвойних дерев, б — ряд із листяних дерев

**Figure 1.** Sections distribution of quarter 5: sections 1, 7, 11 — meadows; sections 2, 8, 9 — ripe and overmature plantations of *Quercus robur*; sections 3, 10 — middle-aged plantations of *Quercus robur*; section 4 — ripe and overmature plantations of *Robinia pseudoacacia*; section 5 — young plantations of *Picea abies*; section 6 — a section where no species prevails; a — a row of coniferous trees, b — a row of foliate trees

масштабі 1: 2000. У кожному виділі окремо було виконано суцільний перелік дерев. Вимірювали діаметри стовбурів усіх дерев, починаючи зі ступеня товщини 12 см (ступені товщини брали через 4 см). У багатостовбурних дерев вимірювали всі стовбури. Результати досліджень представлено з розподілом кількості стовбурів за умовною градацією на чотири групи: до першої ввійшли всі дерева з діаметром стовбура від 12 до 24 см, до другої — від 28 до 48 см, до третьої — від 52 до 72 см, до четвертої — 76 см та більше.

### Результати та обговорення

На рис. 1 наведено план розподілу кв. 5 на виділи.

*Querceta roboris* середнього віку представляють виділи 3 та 10. Видовий склад та кількість стовбурів (за групами ступенів товщини) у виділі 3 наведено у табл. 1, у виділі 10 — у табл. 2.

У виділі 3 кв. 5 *Quercus robur* за кількістю стовбурів посідає перше місце (42,2 %), друге, третє та четверте місце — *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Ulmus scabra* Mill. (сумарно — 45,5 %, тобто більше, ніж *Quercus robur*). Це вже свідчить про необхідність проведення рубок, які регулюють видовий склад насаджень. Вид другого ярусу — *Carpinus betulus* L. — на п'ятому місці (4,7 % від загальної кількості стовбурів). У складі насаджень вже з'явилися інтродуценти, які натуралізувалися: на частку *Robinia pseudoacacia* L. припадає 3,0 % від загальної кількості стовбурів, на частку *Acer negundo* L. — 0,2 %. Цифри поки що незначні, але за кількістю рослин цих видів необхідно спостерігати, і у разі, якщо вона почне зростати, вживати заходів для її зменшення.

У виділі 10 кв. 5 *Quercus robur* за кількістю стовбурів посідає друге місце (лише 21,3 %),

перше — *Acer platanoides* (48,0 %), третє — *Acer campestre* L. У цьому виділі необхідність проведення рубок формування видового складу є очевидною. Після проведення таких рубок необхідно на розчищених ділянках здійснити відновні посадки *Quercus robur*.

На рис. 2 наведено план розподілу кв. 6 на виділі.

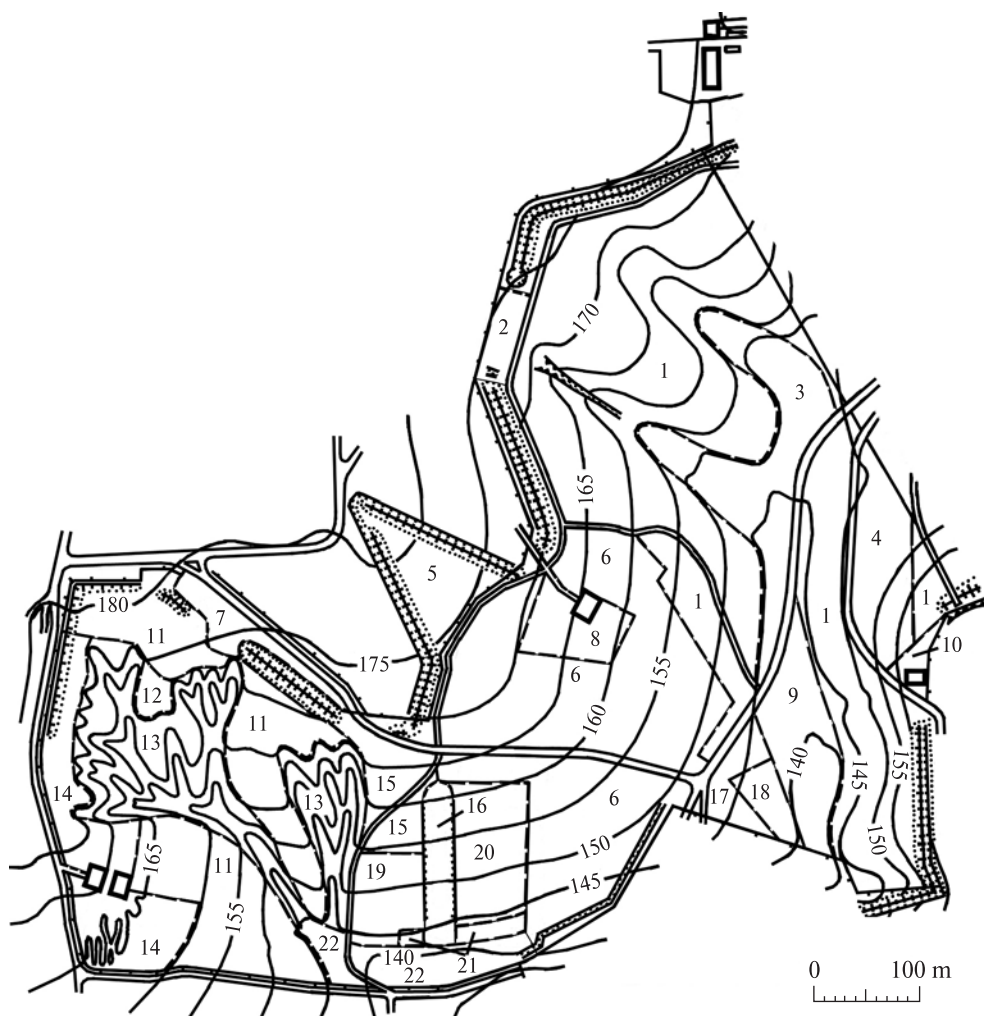
*Querceta roboris* середнього віку представляють виділи 4, 5, 6 та 11. Розподіл стовбурів за видами та групами ступенів товщини для виділу 4 наведено у табл. 3, для виділу 5 — у

Таблиця 1. Видовий склад та кількість дерев (за групами ступенів товщини) у виділі 3 (площа — 1,7 га) кварталу 5  
Table 1. Species composition and the amount of trees (by diameter groups) in section 3 (S = 1,7 ha) of quarter 5

Вид	Кількість стовбурів за групами ступенів товщини								Усього	
	12–24 см		28–48 см		52–74 см		76 см та більше		екз.	%
	екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%		
<i>Quercus robur</i> L.	77	13,5	155	27,2	9	1,5	0	0	241	42,2
<i>Tilia cordata</i> Mill.	113	19,8	17	3,0	0	0	0	0	130	22,8
<i>Acer platanoides</i> L.	72	12,6	11	1,9	0	0	0	0	83	14,5
<i>Ulmus scabra</i> Mill.	41	7,2	6	1,0	0	0	0	0	47	8,2
<i>Carpinus betulus</i> L.	24	4,2	3	0,5	0	0	0	0	27	4,7
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	14	2,5	3	0,5	0	0	0	0	17	3,0
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	8	1,4	4	0,7	0	0	0	0	12	2,1
<i>Corylus avellana</i> L.	5	0,9	0	0	0	0	0	0	5	0,9
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	2	0,4	0	0	0	0	0	0	2	0,4
<i>Acer negundo</i> L.	1	0,2	0	0	0	0	0	0	1	0,2
<i>Acer campestre</i> L.	1	0,2	0	0	0	0	0	0	1	0,2
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	1	0,2	0	0	0	0	0	0	1	0,2
<i>Larix decidua</i> Mill.	1	0,2	0	0	0	0	0	0	1	0,2
<i>Malus sylvestris</i> Mill.	1	0,2	0	0	0	0	0	0	1	0,2
<i>Pyrus communis</i> L.	1	0,2	0	0	0	0	0	0	1	0,2
Разом	362	63,7	199	34,8	9	1,5	0	0	570	100

Таблиця 2. Видовий склад та кількість дерев (за групами ступенів товщини) у виділі 10 (площа — 0,6 га) кварталу 5  
Table 2. Species composition and the amount of trees (by diameter groups) in section 10 (S = 0,6 ha) of quarter 5

Вид	Кількість стовбурів за групами ступенів товщини								Усього	
	12–24 см		28–48 см		52–74 см		76 см та більше		екз.	%
	екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%		
<i>Acer platanoides</i>	112	40,4	21	7,6	0	0	0	0	133	48,0
<i>Quercus robur</i>	26	9,4	31	11,2	2	0,7	0	0	59	21,3
<i>Acer campestre</i>	33	11,9	1	0,4	0	0	0	0	34	12,3
<i>Carpinus betulus</i>	29	10,5	2	0,7	0	0	0	0	31	11,2
<i>Ulmus scabra</i>	8	2,9	0	0	0	0	0	0	8	2,9
<i>Pyrus communis</i>	4	1,4	1	0,4	0	0	0	0	5	1,8
<i>Tilia cordata</i>	4	1,4	0	0	0	0	0	0	4	1,4
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	3	1,1	0	0	0	0	0	0	3	1,1
Разом	219	79,1	56	20,2	2	0,7	0	0	277	100



**Рис. 2.** Розподіл на виділи кв. 6: виділи 1, 13, 14, 15, 17 — стиглі та перестійні насадження *Quercus robur*; виділи 2, 7, 10, 16, 22 — галявини; виділи 4, 5, 6, 11 — насадження *Quercus robur* середнього віку; виділи 3, 8, 9, 18 — виділи, у яких жоден із видів не переважає; виділи 12, 19, 20 — молоді насадження *Carpinus betulus*; виділ 22 — стиглі та перестійні насадження *Gleditsia triacanthos*

**Figure 2.** Sections distribution of quarter 6: sections 1, 13, 14, 15, 17 — ripe and overmature plantations of *Quercus robur*; sections 2, 7, 10, 16, 22 — meadows; sections 4, 5, 6, 11 — middle-aged plantations of *Quercus robur*; sections 3, 8, 9, 18 — sections where no species prevails; sections 12, 19, 20 — young plantations of *Carpinus betulus*; section 22 — ripe and overmature plantations of *Gleditsia triacanthos*

табл. 4, для виділу 6 — у табл. 5, для виділу 11 — у табл. 6.

За кількісним співвідношенням стовбурів між різними видами насадження зазначених виділів мають добрий стан. *Quercus robur* значно переважає за чисельністю інші види і лише в

одному виділі його частка трохи менша за 50 % (48,2 %), тоді як у решті виділів — від 54,5 до 68,1 %. Особливо важливо підкреслити добрий стан насаджень виділу 5, оскільки цей виділ розташований із зовнішнього боку огорожі парку «Феофанія» і зазіхання на його територію

Таблиця 3. Видовий склад та кількість дерев (за групами ступенів товщини) у виділі 4 (площа — 0,7 га) кварталу 6  
Table 3. Species composition and the amount of trees (by diameter groups) in section 4 (S = 0,7 ha) of quarter 6

Вид	Кількість стовбурів за групами ступенів товщини								Усього	
	12–24 см		28–48 см		52–74 см		76 см та більше		екз.	%
	екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%		
<i>Quercus robur</i>	71	31,3	59	26,0	0	0	1	0,4	131	57,7
<i>Carpinus betulus</i>	27	11,9	2	0,9	0	0	0	0	29	12,8
<i>Ulmus scabra</i>	28	12,4	0	0	0	0	0	0	28	12,4
<i>Tilia cordata</i>	24	10,5	3	1,4	0	0	0	0	27	11,9
<i>Acer platanoides</i>	8	3,6	1	0,4	0	0	0	0	9	4,0
<i>Pyrus communis</i>	0	0	1	0,4	0	0	0	0	1	0,4
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0	0	1	0,4	0	0	0	0	1	0,4
<i>Ulmus minor</i> Mill.	1	0,4	0	0	0	0	0	0	1	0,4
Разом	159	70,1	67	29,5	0	0	1	0,4	227	100

Таблиця 4. Видовий склад та кількість дерев (за групами ступенів товщини) у виділі 5 (площа — 0,9 га) кварталу 6  
Table 4. Species composition and the amount of trees (by diameter groups) in section 5 (S = 0,9 ha) of quarter 6

Вид	Кількість стовбурів за групами ступенів товщини								Усього	
	12–24 см		28–48 см		52–74 см		76 см та більше		екз.	%
	екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%		
<i>Quercus robur</i>	106	24,1	187	42,6	6	1,4	0	0	299	68,1
<i>Acer platanoides</i>	44	10,1	2	0,4	0	0	0	0	46	10,5
<i>Cerasus avium</i>	35	8,0	0	0	0	0	0	0	35	8,0
<i>Pyrus communis</i>	15	3,5	8	1,8	1	0,2	0	0	24	5,5
<i>Tilia cordata</i>	8	1,8	3	0,7	0	0	0	0	11	2,5
<i>Crataegus monogyna</i>	10	2,3	0	0	0	0	0	0	10	2,3
<i>Ulmus scabra</i>	5	1,2	1	0,2	1	0,2	0	0	7	1,6
<i>Acer campestre</i>	3	0,7	0	0	0	0	0	0	3	0,7
<i>Carpinus betulus</i>	2	0,4	0	0	0	0	0	0	2	0,4
<i>Acer negundo</i>	1	0,2	0	0	0	0	0	0	1	0,2
<i>Euonymus europaea</i> L.	1	0,2	0	0	0	0	0	0	1	0,2
Разом	230	52,5	201	45,7	8	1,8	0	0	439	100

є найвірогіднішими. Публікація цих показників має сприяти його збереженню, оскільки унеможливує фабрикування даних про його стан (про кількість рослин *Quercus robur*, діаметр їх стовбура, видовий склад та кількісне співвідношення між рослинами різних видів).

У таблицях 1–6 наведено відомості про загальну кількість стовбурів у виділах. Виконано перерахунок кількості стовбурів *Quercus robur* на 1 га (табл. 7).

Вік насаджень у різних обстежених виділах — 60 та 70 років, бонітет — I, Ia. За таблицями ходу росту повних штучних деревостанів в Україні (Нормативно-справочные материалы для таксації лесов України и Молдавии, 1987) віком 60 років на 1 га у насадженнях I бонітету має бути 736 стовбурів *Quercus robur*, у насадженнях Ia бонітету — 692, віком 70 років у насадженнях I бонітету — 619, у насадженнях Ia бонітету — 573 стовбури. Фактична кількість

стовбурів — у рази менша. У виділі 10 кв. 5 це пов'язано зі значною участю у першому ярусі *Acer platanoides*, в інших виділах насадження не справляють враження зріджених, навпаки, вони здаються надто густими. В багатьох виділах *Querceta roboris* середнього віку парку «Феофанія» викликає занепокоєння наявність відсталих у рості, ослаблених, але ще живих дерев, які за лісівничими нормами необхідно було давно вирубати при рубках догляду. Це свідчить про необхідність детальніших досліджень особливостей росту паркових дібров.

### Висновки

1. В окремих виділах для збереження домінування у насадженнях *Quercus robur* необхідно провести рубки формування складу та здій-

снити на розчищених місцях посадки саджанців *Quercus robur*.

2. За зовнішніми ознаками середньовікові насадження *Quercus robur* є загущеними. Це наслідок відсутності рубок догляду у парку «Феофанія» в останні десятиліття.

3. У виділах із середньовіковими насадженнями *Quercus robur* необхідно дотримуватися лісівничих норм проведення догляду (видалення всохлих, відсталих у рості, уражених хворобами рослин через певні проміжки часу). Без цього дерева *Quercus robur* зазнають жорсткої конкуренції за ґрунтовий простір та світло, рослини витягнулися у висоту, але відстали за діаметром стовбура, що робить дерева нестійкими до вітровалу, вітролому, сніговалу та сніголому, їх життєздатність знизилася.

Таблиця 5. Видовий склад та кількість дерев (за групами ступенів товщини) у виділі 6 (площа — 4,7 га) кварталу 6  
Table 5. Species composition and the amount of trees (by diameter groups) in section 6 (S = 4,7 ha) of quarter 6

Вид	Кількість стовбурів за групами ступенів товщини								Усього	
	12–24 см		28–48 см		52–74 см		76 см та більше		екз.	%
	екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%		
<i>Quercus robur</i>	479	21,1	716	31,6	32	1,5	7	0,3	1234	54,5
<i>Acer platanoides</i>	519	22,9	60	2,7	1	0 <sup>1</sup>	0	0	580	25,6
<i>Cerasus avium</i>	109	4,9	6	0,2	0	0	0	0	115	5,1
<i>Tilia cordata</i>	94	4,2	5	0,2	0	0	0	0	99	4,4
<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	71	3,2	1	0 <sup>1</sup>	0	0	0	0	72	3,2
<i>Carpinus betulus</i>	44	2,0	1	0 <sup>1</sup>	0	0	0	0	45	2,0
<i>Robinia pseudoacacia</i>	18	0,8	19	0,9	6	0,2	0	0	43	1,9
<i>Ulmus scabra</i>	12	0,6	3	0,1	0	0	0	0	15	0,7
<i>Pyrus communis</i>	12	0,6	2	0 <sup>1</sup>	0	0	0	0	14	0,6
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	9	0,4	1	0 <sup>1</sup>	0	0	0	0	10	0,4
<i>Betula pubescens</i>	0	0	5	0,2	1	0 <sup>1</sup>	0	0	6	0,2
<i>Acer tataricum</i> L.	4	0,2	0	0	0	0	0	0	4	0,2
<i>Corylus avellana</i>	4	0,2	0	0	0	0	0	0	4	0,2
<i>Malus sylvestris</i>	4	0,2	0	0	0	0	0	0	4	0,2
<i>Padus avium</i> Mill.	4	0,2	0	0	0	0	0	0	4	0,2
<i>Acer negundo</i>	3	0,1	0	0	0	0	0	0	3	0,1
<i>Juglans ailantifolia</i> Carr.	3	0,1	0	0	0	0	0	0	3	0,1
<i>Juglans nigra</i> L.	3	0,1	0	0	0	0	0	0	3	0,1
<i>Ulmus laevis</i>	3	0,1	0	0	0	0	0	0	3	0,1
Інші види <sup>2</sup>	5	0,2	0	0	0	0	0	0	5	0,2
Р а з о м	1400	62,1	819	35,9	40	1,7	7	0,3	2266	100

П р и м і т к и: <sup>1</sup> — величинами менше ніж 0,1 нехтуємо; <sup>2</sup> — інші види (*Aesculus hippocastanum* L., *Fraxinus excelsior* L., *Juglans cinerea* L., *Morus alba* L., *Populus tremula* L.) представлені лише однією рослиною кожен.

Таблиця 6. Видовий склад та кількість дерев (за групами ступенів товщини) у виділі 11 (площа — 2,8 га) кварталу 6  
Table 6. Species composition and the amount of trees (by diameter groups) in section 11 (S = 2,8 ha) of quarter 6

Вид	Кількість стовбурів за групами ступенів товщини								Усього	
	12–24 см		28–48 см		52–74 см		76 см та більше		екз.	%
	екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%		
<i>Quercus robur</i>	168	16,4	283	27,6	18	1,8	25	2,4	494	48,2
<i>Acer platanoides</i>	131	12,8	67	6,5	0	0	0	0	198	19,3
<i>Carpinus betulus</i>	113	11,0	8	0,8	0	0	0	0	121	11,8
<i>Ulmus scabra</i>	97	9,5	21	2,1	0	0	0	0	118	11,6
<i>Tilia cordata</i>	35	3,4	13	1,3	0	0	0	0	48	4,7
<i>Cerasus avium</i>	25	2,4	0	0	0	0	0	0	25	2,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	4	0,4	2	0,2	0	0	0	0	6	0,6
<i>Pyrus communis</i>	2	0,2	2	0,2	0	0	0	0	4	0,4
<i>Acer negundo</i>	1	0,1	2	0,2	0	0	0	0	3	0,3
<i>Acer campestre</i>	2	0,2	1	0,1	0	0	0	0	3	0,3
<i>Corylus avellana</i>	1	0,1	0	0	0	0	0	0	1	0,1
<i>Malus sylvestris</i>	1	0,1	0	0	0	0	0	0	1	0,1
<i>Populus × canescens</i> (Ait.) Smith	0	0	0	0	1	0,1	0	0	1	0,1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0	0	0	0	1	0,1	0	0	1	0,1
Р а з о м	580	56,6	399	39,0	20	2,0	25	2,4	1024	100

Таблиця 7. Кількість *Quercus robur* (екз./га) у виділах *Querceta roboris* середнього віку парку «Феофанія»  
Table 7. The amount of *Quercus robur* (units per hectare) in middle-age *Querceta roboris* sections of Feofaniya park

№ кварталу	№ виділу	Площа виділу, га	Кількість <i>Quercus robur</i> , екз.	Кількість <i>Quercus robur</i> , екз./га
5	3	1,7	241	142
	10	0,6	59	98
6	4	0,7	131	187
	5	0,9	299	332
	6	4,7	1234	262
	11	2,8	494	176

4. Проведення рубок догляду потребує отримання дозволу на вирубку живих дерев, але без цього стан середньовікових насаджень *Quercus robur* погіршуватиметься.

5. Рубка живих дерев на об'єктах природно-заповідного фонду заборонена. Результати досліджень свідчать про необхідність внесен-

ня змін у законодавство про зелені зони міст та природно-заповідний фонд України.

Клименко Ю.О., Мороз В.В., Дружина М.М. Стан вікової звичайнодубової діброви (*Querceta roboris*) парку «Феофанія», м. Київ (на прикладі 3, 5 та 6-го кварталів) // Інтродукція рослин. — 2014. — № 2. — С. 32–42.

Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. — Киев: Урожай, 1987. — 560 с.

#### REFERENCES

Klimenko Y.O., Moroz V.V., Drujina M.M. (2014) Stan vikovoi zvyčajnodubovoi dibrovy (*Querceta roboris*) parku „Feofanija” m. Kyiv (na prykladi 3, 5 ta 6-go kvartaliv) [Date of the age-old *Querceta roboris* plantation in “Feofania” park, Kyiv city (on the example of the 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> quarters)]. Introdukciya roslyn [Plants introduction], № 2, p. 32–42.

Normativno-spravochnye materialy dlja taksacii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory-referential materials for Ukrainian and Moldavian woods taxation] (1987) Kyiv, Urozhaj, 560 p.

Надійшла до редакції 07.04.2014 р.  
Рекомендував до друку С.І. Кузнецов



Ю.А. Клименко<sup>1,3</sup>, В.В. Мороз<sup>2,3</sup>, Н.Н. Дружина<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Институт агроэкологии и природопользования НААН України, Украина, г. Киев

<sup>3</sup> Институт эволюционной экологии НАН Украины, Украина, г. Киев

СОСТОЯНИЕ ДУБРАВЫ ИЗ ДУБА  
ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCETA ROBORIS*)  
СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА ПАРКА «ФЕОФАНИЯ»,  
г. КИЕВ (на примере 5-го и 6-го кварталов)

Приведены результаты сплошного перече́та деревьев в выделах, занятых дубравой из дуба черешчатого (*Querceta roboris*) среднего возраста, в кварталах 5 и 6 парка «Феофанія» (г. Киев). Все насаждения *Quercus robur* среднего возраста имеют искусственное происхождение — это посадки, осуществленные на месте вырубленных участков вековой *Querceta roboris*. Показано, что в одном выделе количество стволов *Quercus robur* составляет только 21,3 % от общего количества, преобладает (по количеству стволов) в выделе *Acer platanoides* (48,0 %). Это свидетельствует о необходимости проведения рубок, регулирующих видовой состав выдела, и восстановительных посадок *Quercus robur* для сохранения *Querceta roboris*. Во всех выделах насаждения загущены, что вызвано отсутствием рубок ухода, поскольку рубка живых деревьев на территориях природно-заповедного фонда и зеленых зон городов запрещена. Предлагается на таких объектах вернуться к лесоводственным нормам проведения ухода, что требует внесения изменений в законодательство про природно-заповедный фонд и зеленые зоны городов.

**Ключевые слова:** парк, *Querceta roboris* среднего возраста, состояние, рубки, законодательство про зеленые зоны городов и природно-заповедный фонд.

Yu.O. Klimenko<sup>1,3</sup>, V.V. Moroz<sup>2,3</sup>, M.M. Druzhyna<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Institute of Agroecology and Environmental Sciences, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

<sup>3</sup> Institute for Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

CONDITION OF THE MIDDLE-AGED *QUERCETA ROBORIS* PLANTATION IN *FEOFANIA* PARK, KYIV CITY (on the example of the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> quarters)

Results of overall enumeration of trees in areas occupied by middle-aged *Querceta roboris* in quarters 5 and 6 of *Feofania* park (Kyiv city) are presented. All middle-aged *Querceta roboris* plantations are man-made; they were planted on places previously occupied by century-old *Querceta roboris* plantation that in their turn got cut down. It has been shown that in one area the number of stems of *Quercus robur* constitutes only 21.3 % of overall amount, *Acer platanoides* prevails in stem number (48.0 %). That testifies about the need of species variety regulative wood-cutting and of renovative planting of *Quercus robur* in order to save *Querceta roboris*. In all areas plantings are too dense as a result of no maintenance cutting execution, because wood-cutting of live trees is forbidden on territories of nature reserve fund and in city green zones. On such areas it is recommended to go back to forestry norms of maintenance, which demands changing the laws about city green zones and nature reserve fund.

**Key words:** park, middle-aged *Querceta roboris*, condition, wood-cutting, laws about city green zones and nature reserve fund.

## **ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ РАСТЕНИЙ *PLATANUS* × *ACERIFOLIA* (AITON) WILLD. В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ**

*Изучены особенности пылеулавливающей способности растений *Platanus* × *acerifolia* (Aiton) Willd. по сравнению с распространенными в городском озеленении видами древесных растений. Определена зависимость массы осаждаемых пылевых частиц от дендрометрических параметров дерева.*

**Ключевые слова:** пыль, лист, площадь поверхности кроны, диаметр ствола.

*Platanus* × *acerifolia* (Aiton) Willd. (платан кленолистный, или лондонский) — листопадное дерево высотой 21–30 м, значительно разрастающееся с возрастом. Впервые был получен приблизительно в 1670 г. в ботаническом саду г. Оксфорд как естественный гибрид между *P. orientalis* L. (платан восточный, или чинар) и *P. occidentalis* L. (платан западный, или американский сикомор). Дерево может расти как на хорошо освещенных участках, так и при частичном затенении [14]. Предпочитает плодородные, хорошо увлажняемые и дренируемые почвы, но растет на почвах большинства типов и может выдерживать широкий диапазон рН почвы. Деревья используют для озеленения крупных европейских и североамериканских городов. Они выдерживают частую обрезку и формовку кроны [3, 10]. Декоративность платана кленолистного сохраняется на протяжении всех сезонов года. С последней декады апреля до первой декады ноября дерево пребывает в облиственном состоянии, а оставшуюся часть года платан выделяется среди других древесных пород своеобразной текстурой коры ствола и ветвей, которая периодически отслаивается и создает декоративный эффект, а также шаровидными соплодиями, которые сохраняются на дереве до весны.

Как и другие виды древесных растений, *P. × acerifolia* выполняет ряд важных функций в городской среде, в частности, он обладает пылеулав-

ливающей способностью (ПС), позволяющей растениям выводить из воздушного бассейна аэрополлютанты твердой фракции [4].

Для большинства современных городов характерно относительно высокое содержание пылевых частиц в воздухе. В Донецке средняя концентрация пылевых частиц составляет 0,3 мг/м<sup>3</sup>. Поэтому актуальной является проблема их выведения из круговорота веществ в городской среде, в частности, посредством осаждения пыли на листовой поверхности растений.

Цель работы — изучить особенности пылеулавливающей способности *P. × acerifolia* по сравнению с другими широко распространенными в городском озеленении видами древесных растений.

### **Материал и методы**

Изучена ПС *P. × acerifolia* и семи видов древесных растений, используемых в озеленении г. Донецка: *Acer negundo* L., *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L. 'Purpureum', *Juglans regia* L., *Populus nigra* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Tilia europaea* L.

Исследование проводили на заключительном этапе вегетационного периода до опадения листьев. Отбирали по 20 неповрежденных листьев с деревьев, произрастающих в насаждении, прилегающем к проезжей части бульвара Тараса Шевченко (модельное насаждение, М<sub>1</sub>), где суммарная интенсивность движения составляет 35–40 ед. транспорта в минуту [6]. Фактическое количество пыли,

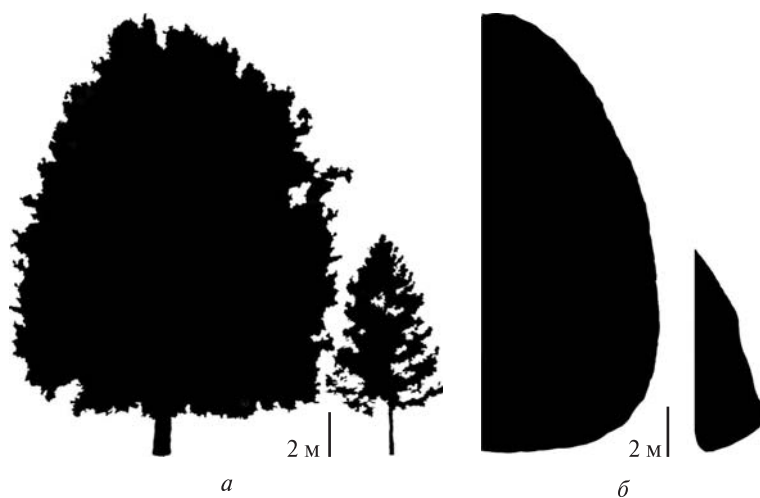


Рис. 1. Примеры абрисов кроны *Platanus × acerifolia*: а — исходные; б — усредненные модели, используемые для расчета площади поверхности кроны дерева

адсорбированное листьями в конкретных условиях, или относительную ПС вида (ОПС), определяли как разницу массы листьев с пылью и чистых листьев в пересчете на единицу площади ( $\text{г}/\text{м}^2$ ) и единицу массы листа ( $\text{г}/\text{кг}$ ). ОПС варьирует в зависимости от концентрации пылевых частиц в воздухе и не является постоянной для вида.

Сбор листьев *P. × acerifolia* проводили в пяти пунктах: г. Донецк (дендрарий Донецкого ботанического сада НАН Украины и модельное насаждение  $M_1$ ), г. Днепропетровск (ул. Ленина, набережная), г. Ялта (территория автовокзала) и г. Бердянск (ул. Горького, набережная).

Для того чтобы определить массу пылевых частиц, которые оседают во внешней части кроны деревьев *P. × acerifolia*, рассчитывали площадь поверхности кроны ( $S_{\text{пк}}$ ) деревьев с разным радиусом кроны ( $R$ ) и диаметром ствола на высоте 1,3 м от корневой шейки ( $d$ ). Такого плана работ в отношении платана проведено мало [11]. Существует много методов определения параметров кроны и их соотношений [9, 13], однако они не позволяют определить необходимые параметры доступными нам средствами. Необходимо было разработать методику определения и расчета упомянутых параметров для *P. × acerifolia*.

Все первичные измерения параметров кроны выполняли по цифровым фотоснимкам с помощью программного обеспечения AxioVision 4.7. Площадь проекции кроны ( $S_{\text{прк}}$ ) определяли путем вычисления площади фотоснимка абриса кроны дерева (рис. 1) при известном масштабе. Для дальнейших расчетов использовали половину  $S_{\text{прк}}$  как фигуру, которая при вращении вокруг оси, представленной стволом дерева, образует полную крону дерева.

Площадь поверхности кроны рассчитывали как сумму боковых поверхностей усеченных конусов ( $S_{\text{ук}}$ ), на которые условно разбивали крону дерева (уравнение 1).

$$S_{\text{пк}} = (S_{\text{ук1}} + S_{\text{ук2}} + \dots + S_{\text{укn}}) / 2. \quad (1)$$

Поверхность кроны не является непрерывной и гладкой. В данной работе под поверхностью кроны мы понимали идеализированный слой толщиной в один лист дерева, который ограничивает модельную поверхность кроны дерева радиусом  $R$  и высотой  $h$ . Учитывали неравномерность распределения воздушного потока относительно разных экспозиций кроны. Предполагали, что пылевые частицы поступают с воздушным потоком преимущественно с одной стороны кроны, поскольку при произрастании дерева на территории, прилегающей

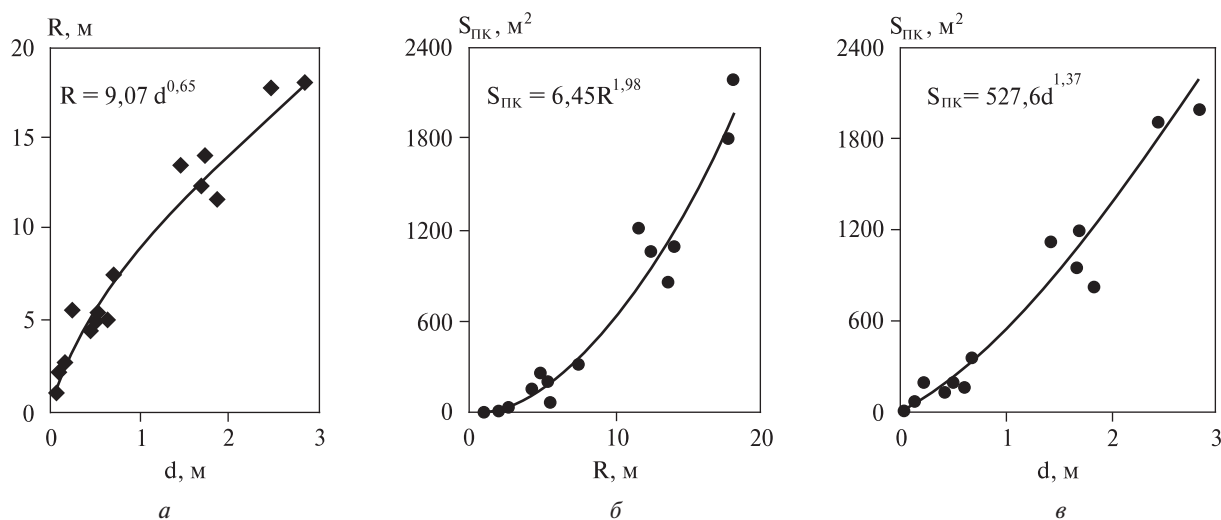


Рис. 2. Соотношение дендрометрических параметров *Platanus × acerifolia*: а — зависимость радиуса кроны от диаметра ствола; зависимость площади поверхности кроны от радиуса (б) и диаметра (в)

к автомобильной дороге, только одна половина поверхности кроны обращена к автодороге, откуда поступает основная масса пылевых частиц, поэтому площадь поверхности кроны, обращенной в противоположную от дороги сторону, не учитывали.

Таким образом, получили площадь упрощенной поверхности кроны семи модельных деревьев разного диаметра ствола (5–245 см), радиуса (1,0–17,7 м) и высоты кроны (2,4–31,6 м). Из полученных дендрометрических зависимостей (рис. 2) определили эмпирическое выражение площади кроны  $S_{пк}$  и массы осаждаемой пыли ( $m_n$ ) через диаметр ствола (d):

$$S_{пк} = 527,6 \cdot d^{1,37}; \quad (2)$$

$$m_n = (ОПС \cdot 527,6 \cdot d^{1,37}) / 1000, \quad (3)$$

где  $m_n$  — масса пыли (кг), адсорбируемая одним деревом; 1000 — коэффициент для пересчета массы в килограммы.

Проводили расчет теоретической массы пылевых частиц, осажденных на внешней поверхности кроны отдельно стоящих деревьев.

В качестве модельных были выбраны деревья *P. × acerifolia*, произрастающие в г. Донецке (с диаметром ствола от 3,0 до 71,0 см), и 12 старовозрастных деревьев, произрастающих в семи географических пунктах (1,0–2,8 м;

использованы дендрометрические данные и фотоснимки растений) [3, 5, 12]. Статистическую обработку полученных результатов проводили по общепринятым методикам.

### Результаты

Для того чтобы определить, насколько выражено межвидовое варьирование ПС видов древесных растений, которые используются в озеленении города Донецка, по разработанным рабочим шкалам проводили сравнительный анализ ПС восьми видов растений в одинаковых условиях произрастания (насаждение  $M_1$ ). Градации показателя ПС листьев в массовом выражении (1 мг пыли на 1 г фитомассы листа): <30 мг/г — низкая ПС, 31–60 мг/г — умеренная, 61–90 мг/г — высокая, >90 мг/г — очень высокая.

В группу видов со слабой ПС вошли *R. pseudo-acacia* (29,5 г/кг), *A. pseudoplatanus* 'Purpureum' (29,6 г/кг) и *P. × acerifolia* (15,1 г/кг). Умеренное накопление пыли листовой поверхностью отмечено у *A. platanoides* (55,9 г/кг), *A. negundo* (44,5 г/кг), *J. regia* (35,7 г/кг) и *T. europaea* (35,5 г/кг). Максимальной ПС обладает *P. nigra* (104,3 г/кг), что в 7 раз больше, чем ПС *P. × acerifolia*.

По другой шкале проводили оценку ПС, выраженной в граммах пыли на единицу пло-

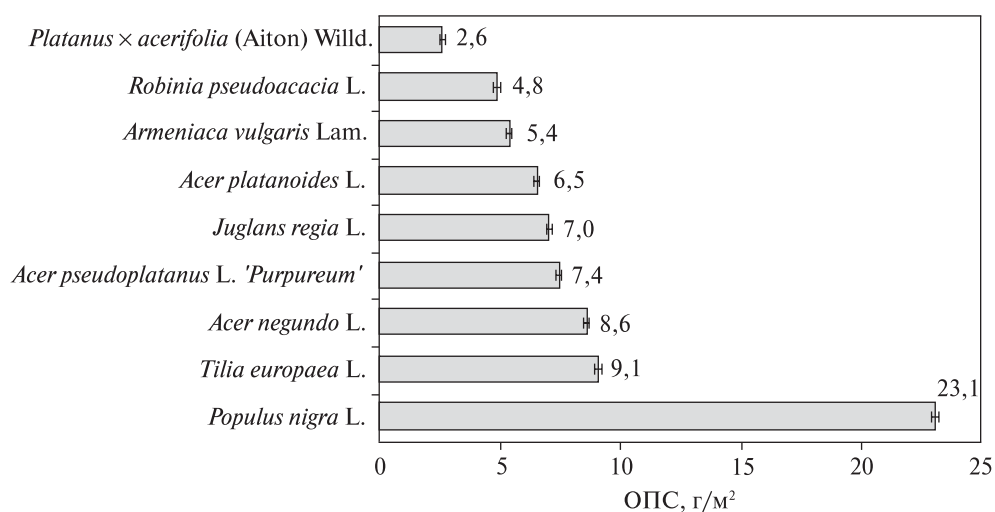


Рис. 3. Относительная пылеулавливающая способность древесных пород

щади листа (г/м²): <5 — низкая ПС, 6–15 — умеренная, 16–20 — высокая, >20 — очень высокая.

В группу с низкой ПС вошли *R. pseudoacacia* и *P. × acerifolia* (рис. 3). Как вид с максимальной ПС также определен *P. nigra*. Остальные виды адсорбировали пыль в умеренном количестве (7–9 г/м²).

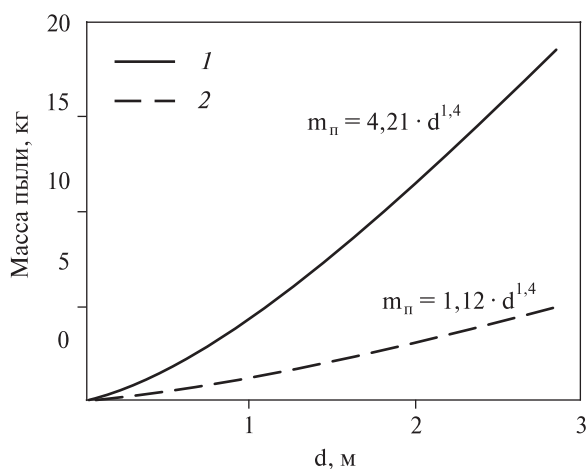
При расчете общей массы пыли, накопленной листом растения, возможна погрешность, поскольку определенная доля частиц поглощается и прочно закрепляется анатомическими структурами листа и не может быть удалена механическим способом [2]. Для каждого вида растения такой показатель индивидуален, часто он зависит от толщины кутикулы, наличия эпидермальных волосков, характера поверхности эпидермиса, наличия

или отсутствия клейких железистых выделений и т. п. [1, 7, 8]. Кроме того, на количество пылевых частиц, адсорбируемых одним и тем же видом в разных условиях, оказывает влияние ряд факторов: количество и интенсивность атмосферных осадков, расположение растений в насаждении, а также месторасположение самого насаждения в той или иной зоне города.

Проявляя фильтрационные способности, древесные растения подвергаются отрицательному воздействию веществ, которые входят в состав пылевых частиц, и взаимодействуют с фотосинтезирующей поверхностью листа. Таким образом, пылеулавливающая способность растений имеет двойное значение и в определенной степени зависит от их газоустойчивости и жизнеспособности в целом.

#### Относительная пылеулавливающая способность *Platanus × acerifolia* в насаждениях модельных пунктов

Модельный пункт	ОПС (масса пылевых частиц)		
	г/м²	г/кг	% от массы листа
г. Днепропетровск (ул. Ленина)	7,50 ± 0,08	34,20 ± 4,76	3,42 ± 0,16
г. Ялта (территория автовокзала)	3,70 ± 0,05	19,20 ± 0,68	1,92 ± 0,02
г. Донецк (насаждение М <sub>1</sub> )	2,60 ± 0,02	15,10 ± 0,64	1,52 ± 0,20
г. Бердянск (ул. Горького)	2,40 ± 0,04	12,30 ± 2,06	1,23 ± 0,21
г. Донецк (Ботанический сад)	2,00 ± 0,02	15,80 ± 0,72	1,65 ± 0,02



**Рис. 4.** Масса пыли ( $m_n$ ), осаждаемая деревом *Platanus* × *acerifolia*, в зависимости от диаметра ствола ( $d$ ): 1 — минимальная (ОПС = 2,0 г/м<sup>2</sup>); 2 — теоретически максимальная (ОПС = 7,5 г/м<sup>2</sup>)

Более подробно изучали ПС *P. × acerifolia* в пяти пунктах. Величина ОПС значительно варьировала в зависимости от пункта сбора. Максимальные значения получены для растений из г. Днепропетровска (7,5 г/м<sup>2</sup>, 34,2 г/кг), минимальные — для деревьев из Донецкого ботанического сада (2,0 г/м<sup>2</sup>, 15,8 г/кг) (таблица).

Морфологические особенности листовой поверхности *P. × acerifolia* изменяются в течение вегетационного периода. Так, максимально плотной опушенностью обладают листья, находящиеся на ранней стадии развития [3] (в условиях г. Донецка — от начала этапа облиствения в последней декаде апреля до первой декады июня). Затем эпидермальные трихомы в большинстве своем отмирают и сохраняются частично лишь на нижней поверхности листа и вдоль жилок. Поэтому в период проведения эксперимента листья исследуемого вида имели минимальное опушение и не могли задерживать большее количество пыли, чем возможно для вида.

Одним из показателей фильтрационной способности древесных растений в городских насаждениях является масса пылевых частиц, осаждаемая одним деревом. Зная ее, можно определить пылезадерживающую спо-

собность насаждения в целом. При помощи уравнения 4 определили, что отдельное дерево в насаждении М<sub>1</sub> может адсорбировать из атмосферного воздуха от 11,7 до 58,2 г пылевых частиц (ОПС = 2,6 г/м<sup>2</sup>). Таким образом, деревья *P. × acerifolia* в этом насаждении могут осаждавать в среднем (12,0 ± 0,39) кг пылевых частиц.

Проанализировали также ОПС для деревьев разных возрастных категорий с целью прогнозирования динамики изменения ОПС растений *P. × acerifolia* с возрастом. Выведенные уравнения расчета массы пыли, адсорбируемой одним деревом *P. × acerifolia* (рис. 4), учитывают минимально и максимально возможную для вида ОПС (2,0 и 7,5 г/м<sup>2</sup> соответственно).

Таким образом, при диаметре ствола 2,8 м теоретически деревья могут выводить из воздушного бассейна от 3,6 до 13,5 кг пылевых частиц за вегетационный сезон (в зависимости от условий произрастания).

Полученные данные отображают минимально возможное количество адсорбируемой пыли, поскольку в данной работе не учтено проникновение пылевых частиц вместе с воздушными потоками внутрь кроны дерева.

В сомкнутом насаждении концентрация пылевых частиц убывает по градиенту продвижения воздушного потока вглубь насаждения. В данной работе не учитывали также распределение пылевых частиц по высотному градиенту.

Полученные результаты позволяют прогнозировать и анализировать изменение количества пыли, осаждаемой из воздушного бассейна растениями *P. × acerifolia*, при разных значениях ПС, которые зависят от условий произрастания деревьев.

### Выводы

1. *P. × acerifolia* обладает относительно низкой ПС (2,0–7,5 г/м<sup>2</sup>, 12,3–34,2 г/кг) по сравнению с ПС широко распространенных в городском озеленении видов древесных растений.

2. Выведено уравнение для определения массы пылевых частиц ( $m_n$ ), осаждаемых деревом

*P. × acerifolia*, в зависимости от его размеров (диаметра ствола  $d$ ):  $m_n = (\text{ОПС} \cdot 527,6 \cdot d^{1,37}) / 1000$ .

3. Пылеулавливающая способность насаждения, состоящего из 448 деревьев возрастной категории 15–20 лет, составляет в среднем  $(12,0 \pm 0,39)$  кг пылевых частиц.

4. По достижении деревьями величины диаметра ствола 2,8 м, теоретически они могут выводить из воздушного бассейна от 3,6 до 13,5 кг пылевых частиц за вегетационный сезон.

1. Бабич Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов / Н.А. Бабич, О.С. Зальвская, Г.И. Травникова. — Архангельск: Архангел. гос. техн. ун-т, 2008. — 144 с.
2. Бухарина И.Л. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях / И.Л. Бухарина, А.А. Двоглазова. — Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 2010. — 184 с.
3. Грабовий В.М. Платан *Platanus* L. у Правобережному Лісостепу України / В.М. Грабовий. — Умань: УВПП, 2007. — 218 с.
4. Илькун Г.М. Взаимодействие атмосферной пыли с растениями / Г.М. Илькун, А.С. Миронова // Газоустойчивость растений. — Пермь, 1969. — С. 49–57.
5. Мемориальные деревья арборетума Никитского ботанического сада / Л.И. Улейская, Е.С. Крайнюк, В.Н. Герасимчук, А.Л. Харченко // Вісті біосферного заповідника «Асканія-Нова». — 2012. — Т. 14. — С. 274–277.
6. Нецветов М. Передача вібрацій від автомобільного транспорту на дерева придорожніх смуг / М. Нецветов, О. Сулова // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. — 2008. — Вип. 48. — С. 75–82.
7. Промышленная ботаника / [Е.Н. Кондратюк, В.П. Тарабрин, В.И. Бакланов и др.]. — К.: Наук. думка, 1980. — 260 с.
8. Чернышенко О.В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города: Автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра биол. наук / О.В. Чернышенко. — М.: МГУЛ, 2001. — 20 с.
9. Capturing tree crown formation through implicit surface reconstruction using airborne lidar data / A. Kato, L.M. Moskal, P. Schiess [et al.] // Remote Sensing of Environment. — 2009. — N 113. — P. 1148–1162.
10. Dineva S.B. Comparative studies of the leaf morphology and structure of white ash *Fraxinus americana* L. and London plane Willd., growing in polluted area /

S.B. Dineva // Dendrobiology. — 2004. — Vol. 52. — P. 3–8.

11. Dobbs C. Above ground biomass and leaf area models based on a non destructive method for urban trees of two communes in Central Chile / C. Dobbs, J. Hernández, F. Escobedo // BOSQUE. — 2011. — N 32 (3). — P. 287–296.
12. Monumental trees [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.monumentaltrees.com/en/trees/londonplane/>
13. Peper P. Equations for predicting diameter, height, crown width, and leaf area of san joaquin valley street trees / P.J. Peper, E.G. McPherson, S.M. Mori // Journal of Arboriculture. — 2001. — N 27 (6). — P. 306–317.
14. The history of the London plane // Journal of the New York Botanical Garden. — 1919. — Vol. 20, N 239. — P. 216–220.

Надійшла до редакції 16.12.2013 р.  
Рекомендував до друку П.А. Мороз

Д.В. Задорожна

Донецький ботанічний сад НАН України,  
Україна, м. Донецьк

#### ПИЛОВЛОВЛЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ *PLATANUS* × *ACERIFOLIA* (AITON) WILLD. У МІСЬКИХ НАСАДЖЕННЯХ

Вивчено особливості пиловловлювальної здатності *Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd. порівняно з поширеними в міському озелененні видами деревних рослин. Визначено залежність маси пилових часток, які осаджуються, від дендрометричних параметрів дерева.

**Ключові слова:** пил, лист, площа поверхні крони, діаметр стовбура.

D.V. Zadorozhnaya

Donetsk Botanical Garden,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Donetsk

#### *PLATANUS* × *ACERIFOLIA* (AITON) WILLD. DUST-CATCHING CAPACITY IN URBAN CONDITIONS

*Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd. dust-catching capacity in comparison with woody species which are widespread in urban conditions is investigated. The dependence between the mass of adsorbed dust particles and dendrometric parameters of a tree has been established.

**Key words:** dust, leaf, crown surface area, trunk diameter.

УДК 634.017:502.7. 632.1:632. 6/7

О.П. ГРОМОВА, О.М. ГОРЄЛОВ

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

## ДЕКОРАТИВНІ ВЕРБИ КОЛЕКЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОГО БОТАНІЧНОГО САДУ ім. М.М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ, ЇХ ШКІДНИКИ ТА ЗАХОДИ ІЗ ЗАХИСТУ

Наведено біологічні та екологічні характеристики деяких декоративних верб з колекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, видовий склад шкідників, які їх заселяли. Описано біологію цих шкідників та заходи захисту від них.

**Ключові слова:** декоративні верби, кліщі, попелиця, щитівка, личинки, заходи боротьби.

Найчисленнішим з родини Вербові (*Salicaceae*) є рід Верба (*Salix*). За різними оцінками, цей рід нараховує 350–400 видів [6]. Система роду є дуже складною, оскільки верби здатні утворювати гібриди та мають велику кількість форм. Висока екологічна пластичність цих рослин, можливість утворювати велику кількість насіння та легке вегетативне розмноження (характерне для більшості видів), здатність швидко займати вільні території, невибагливість до родючості ґрунтів сприяли їх широкому розповсюдженню, особливо в умовах помірного клімату та достатнього зволоження. Життєві форми верб дуже різноманітні — від сланких, притиснутих до поверхні ґрунту кущиків до дерев висотою 20 м і більше [1]. Велике поширення та цінні якості зумовили давнє різноманітне застосування верб. Традиційно їх використовують в озелененні, фітомеліорації (закріплення крутосхилів, берегів водойм і пісків), медицині (як лікарську сировину), народних промислах (лозоплетіння, джерело дубильних речовин та природний фарбник), бджолярстві (ранні медоноси). Останнім часом верби завдяки швидкому росту є одними з найперспективніших джерел сировини для відновлюваної енергетики, целюлозної та хімічної промисловості. Колекція рослин

цього роду Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (НБС) нараховує 54 таксони, зокрема значну кількість гібридів, і є найчисленнішою в Україні.

Одним з важливих факторів, які впливають на довговічність і декоративність верб, є стійкість до шкідників і хвороб. У 2011–2013 рр. проведено обстеження колекції цих рослин у НБС на предмет заселення її шкідниками та ураження хворобами. Виявлено, що рослини деяких видів, форм та гібридів не є достатньо стійкими до шкідників. До таких ми віднесли вербу алатавську (*Salix alata* var. *alata* Rar. et Stschegl.), в. тонколисту (*S. tenuifolia* Turz.), в. ламку 'Кулясту' (*S. fragilis* L. 'Bullata') та штучний гібрид в. Матсуди 'Звивистої' × в. вавилонської (*S. matsudana* Koidz. 'Tortuosa' × *S. babylonica* L.).

**Верба алатавська** — низький чи середньої висоти (до 2,5 м) кущ. Пагони короткі, жовтаві, злегка опушені. Гілки сірі, голі. Листки видовжено-овальні чи ланцетні, загострені при верхівці, з невеликими зубчиками по краю, шириною до 3 см та довжиною до 5 см, зверху тьмяно-зелені, блискучі, знизу світліші. Зацвітає у травні після розгортання листків. В умовах Києва зимостійка. Помірно вологолюбна, невибаглива до родючості ґрунтів, добре переносить часткове затінення. Добре розмножується здерев'янілими живцями. Природно поширена у Південно-Західному Ал-

© О.П. ГРОМОВА, О.М. ГОРЄЛОВ, 2014



таї, Західній Монголії, Саянах, на Тянь-Шані. В НБС культивується з 1990 р.

Декоративного вигляду рослинам цього виду надає цвітіння чоловічих екземплярів (великі жовтуваті суцвіття) рано навесні (рис. 1), а також упродовж усього вегетативного періоду листки, які мають темно-зелений колір, глянцеві зверху та світло-зелені знизу, фактурна крона — у зимовий період. Кущі верби алатавської добре виглядають поодинокі або невеликими нещільними групами на газонах.

**Верба ламка** — дерево до 15 м заввишки з невисоким штамбом та майже правильною кулястою кроною (рис. 2). Пагони та молоді гілки бурувато-жовті, легко ламаються при основі. Листки яйцеподібно-ланцетні, довжиною до 15 см та шириною до 3 см, по краю зазубрені, зверху темно-зелені, знизу світлі. Вологолюбна, світловибаглива рослина, віддає перевагу легким добре зволуженим ґрунтам. Добре розмножується здерев'янілими живцями. Природно поширена в Європі (крім крайніх південних та північних районів). У колекції НБС зростає з 1977 р.

Декоративного вигляду надає куляста крона, яка формується природно і не потребує обрізання. Добре виглядає в алеях, поодинокі або невеликими групами на тлі водойм або газонів.

**Верба Матсуді 'Звивиста' × в. вавілонська** — дерево до 18 м заввишки з плакучою ажурною кроною. Пагони оливково- або коричнево-жовтуваті, хвилясто скручені, пониклі, довгі (рис. 3). Листки видовжені, хвилясто зігнуті, світло-зелені, по краю мають невеликі зубчики. Світло- та вологолюбна, добре зростає на легких родючих ґрунтах з помірним зволоженням. Помірно зимостійка (часто підмерзають кінчики пагонів), але добре відновлюється. Для тривалого збереження декоративності краще висаджувати у місцях, захищених від північних зимових вітрів. Розмножується здерев'янілими живцями. Культивується в умовах помірного зволоження і теплого клімату. В колекції НБС зростає з 1977 р.

Декоративний вигляд має через оригінальну звивистість пониклих довгих пагонів. За-



Рис. 1. Цвітіння верби алатавської



Рис. 2. Щільна група з дерев верби ламкої 'Кулястої' [2]

вдяки характерній фактурі крони гарно виглядає при вирощуванні поодинокі при оформленні водойм або на газоні.

**Верба тонколиста** — невисокий (до 2 м) кущ з ажурною кроною. Пагони темно-коричневі з червонуватим відтінком, гілки сірі. Листки лінійно-ланцетні, дрібні (довжиною 3–6 см та шириною до 1 см), з невеликими рідкими зубчиками, світлі із сизуватим відливом. Світлолюбна, помірно посухостійка, зимостійка. До ґрунтів невибаглива. Добре розмножується здерев'янілими живцями. Природно поширена у Східному та Південному Сибіру, на Далекому Сході, у Монголії, Північно-Східному Китаї. В колекції НБС зростає з 1990 р.



Рис. 3. Пагони верби Матсуди 'Звивистої' × в. вавилонської



Рис. 4. Верба тонколиста влітку

Декоративна завдяки напівсферичній кроні, сивуватому забарвленню листків і темним тонким пагонам (рис. 4).

Добре формується. Можливе використання в нещільних алейних посадках, поодинокі

або невеликими групами, при оформленні водойм в поєднанні з камінням.

Ці таксони верб привернули нашу увагу як об'єкти, які були найбільш заселені шкідниками. Пошкоджуючи рослини, фітофаги знижують їх естетичну привабливість, негативно впливають на ріст і розвиток, а також скорочують їх довговічність. Так, верби алатавська, гібрид в. Матсуди 'Звивиста' × в. вавилонська і в. тонколиста були заселені звичайним павутинним кліщем (*Tetranychus urticae* Koch), верби тонколиста та алатавська потерпали від вербової пагонової попелиці (*Clayigerus salicis* L.), а верба ламка 'Куляста' була заселена щитівкою вербовою (*Chionaspis salicis* L.), гібрид в. Матсуди 'Звивиста' × в. вавилонська заселяли звичайний павутинний кліщ і вербова галиця різнодомна (*Rhabdephaga heterodia* Lw.).

**Звичайний павутинний кліщ** — дуже дрібна комаха (самка — 0,43 мм довжиною, самець — 0,25). Пошкоджує плодове, лісове, декоративно-квіткове рослини. Дорослі особини та їх личинки живуть на нижньому боці листків під густою павутиною і живляться клітинним соком рослин. У місцях проколів клітина відмирає, в результаті цього листок знебарвлюється, стає мармуровим, а при сильному заселенні листків шкідником вони підсихають і опадають, молоді пагони не дають приросту (рис. 5, А). Зимують самки на деревах у тріщинах кори, під рослинними рештками. Навесні за температури 10–12 °С вони виходять з місць зимівлі і починають житися, заселяючи набряклі бруньки, а з появою листків переселяються на них. Одна самка здатна відкласти до 300 яєць [4].

За сприятливих погодних умов кліщ розвивається у 10–12 поколіннях за вегетацію. Погодні умови 2011 р. (тепло і помірна вологість) сприяли інтенсивному розмноженню звичайного павутинного кліща. Чисельність шкідника була значною — до 15 дорослих особин та їх личинок на один листок.

Нами проведено обприскування кущів верби у другій половині літа під час масового розмноження шкідника 0,03 % розчином препарату «Конфідор», 20 % к.е., який має акари-



Рис. 5. Пошкодження, спричинені звичайним павутинним кліщем і вербовою галицею різномодною (А — всихання пагонів верби алатавської; Б — гали на пагонах верби Матсуди)

цидну дію і забезпечив загибель шкідника у середньому на 93,8 % (таблиця).

**Вербова пагонова попелиця.** Зимує шкідник у стадії яйця на пагонах верби біля бруньок. Навесні у період бубнявіння бруньок з яєць виходять личинки і зразу починають живитися соком рослини. Через 10–15 днів личинки перетворюються на партеногенетичних самок, які народжують живих личинок до 100 шт. кожна, утворюючи великі колонії шкідника. Внаслідок масового розмноження попелиць вони значно ослаблюють рослини, пригнічують їх ріст. При живленні комахи виділяють солодкі екскременти, на яких поселяються сажкові гриби, що перешкоджає фотосинтезу.



Рис. 6. Скупчення щитівки вербової на гілці верби ламкої

**Ефективність препарату «Конфідор», 20 % к.е. щодо звичайного павутинного кліща на вербі алатавській**

Повторюваність	Кількість шкідника на 50 листках, шт.		Біологічна ефективність препарату (загинуло після обприскування), %
	до обприскування	після обприскування	
1	376	19	95,0
2	453	29	93,6
3	322	23	92,9
M ± m	383,7 ± 38,0	23,7 ± 2,9	93,8 ± 0,6

Вербова попелиця у своєму розвитку не має проміжного господаря, тобто весь цикл розвитку від яйця до крилатої стадії відбувається на вербі [5]. Крилата стадія у попелиць настає влітку, щоб заселяючи нові рослини восени, відкласти яйця, які зимуватимуть.

При появі шкідника на кущах було проведено дворазове обприскування їх розчином препарату «Актофіт» (80 мл/10 л води), що забезпечило повну загибель шкідника.

**Щитівка вербова.** Дуже поширений шкідник. Зимує на корі штамбів, скелетних гілок у стадії яйця під щитком (рис. 6). У травні наступного року з яєць з'являються личинки і розповзаються на нові молоді гілки. З личинних шкірок личинок утворюються щитки, під якими живуть личинки до дорослої стадії. У кінці липня — на початку серпня самки закінчують свій розвиток і у вересні відкладають яйця під щитком. Одна самка відкладає 40–120 яєць [4]. Заселення шкідником пагонів та молодих гілок пригнічує їх ріст, кора на штамбах і гілках розтріскується, всихають окремі гілки, а при значному заселенні — цілі дерева та кущі.

Облік чисельності шкідника проводили до початку вегетації. Для захисту верби ламкою від щитівки проведено ранньовесняну обробку кущів верби по сплячих бруньках 5 % розчином препарату 30В, повторно — відразу після появи личинок (спостереження за появою личинок проводили з квітня до травня) 0,02 % розчином препарату «Актара», 25 % в.р.г., що забезпечило 100 % загибель шкідника. У 2013 р. заселеність верби шкідником не спостерігали.

**Вербова галиця різнодомна** — дрібна комаха (до 5 мм завдовжки), має вигляд комара. З'являються імаго під час цвітіння верби. Веретеноподібні личинки живуть у тканинах суцвіть, спричиняючи їх деформацію (див. рис. 5, Б).

Вирізання і спалювання гал до цвітіння верби є ефективним заходом захисту рослин від заселення цим шкідником.

Таким чином, проведені дослідження свідчать, що декоративність і довговічність досліджуваних верб значною мірою визначаються їх стійкістю до шкідників. Постійні спостереження за появою шкідників, а в разі появи їх

на рослинах — вчасно вжиті заходи з їх ліквідації сприяють поліпшенню загального стану рослин, їх декоративності та довговічності.

1. *Дендрофлора України*. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Частина I. Довідник / М.А. Кохно, Л.І. Пархоменко, А.У. Зарубенко та ін.: За ред. М.А. Кохна. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — 448 с.
2. *Каталог садовых растений*. Режим доступу <http://sazhaemsad.ru/catalog/iva.html>.
3. *Мигулин А.А.* Сельскохозяйственная энтомология / А.А. Мигулин, Г.Е. Осмоловский и др. — М.: Колос, 1983. — 414 с.
4. *Савковский П.П.* Атлас вредителей плодовых и ягодных культур / П.П. Савковский. — К.: Урожай, 1969. — С. 216.
5. *Синадский Ю.В.* Защита растений от вредителей и болезней / Ю.В. Синадский. — М.: Наука, 1985. — С. 592.
6. *Скворцов А.К.* Ивы СССР / А.К. Скворцов. — М.: Наука, 1968. — 264 с.

Надійшла до редакції 25.02.2014 р.

Рекомендував до друку О.В. Чернишев

О.П. Громова, А.М. Горелов

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

#### ДЕКОРАТИВНЫЕ ИВЫ КОЛЛЕКЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.Н. ГРИШКО НАН УКРАИНЫ, ИХ ВРЕДИТЕЛИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ

Приведены биологические и экологические характеристики некоторых декоративных ив из коллекции Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины, видовой состав заселяющих их вредителей. Описаны биология этих вредителей и мероприятия по защите от них.

**Ключевые слова:** декоративные ивы, клещи, тля, щитовка, личинки, мероприятия по борьбе.

O. P. Gromova, O. M. Gorelov

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

#### THE DECORATIVE WILLOWS OF M. M. GRYSHKO NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF THE NAS OF UKRAINE, THEIR PESTS AND MEASURES OF PROTECTION

The biological and ecological characteristics of some ornamental willows collection of M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine are given. The composition of pests, their biology and protection measures are described.

**Key words:** decorative willows, *Tetranychus urticae*, *Clayigerus salicis*, *Chionaspis salicis*, larvae, protection measures.

## АРОМАТ СОПЛОДИЙ ИНЖИРА (*FICUS CARICA* L.)

Установлено, что среди идентифицированных 46 компонентов летучих соединений из соплодий сортов инжира транс-2-гексеналь и  $\alpha$ -пинен формируют освежающий аромат зеленых листьев и хвои, нонаналь,  $\beta$ -дамаскенон, изо- $\beta$ -дамаскенон и  $\beta$ -кариофиллен — фруктовые нотки аромата. Образец с темно-фиолетовыми соплодиями содержал несколько большее количество ароматобразующих соединений по сравнению с образцами светло-желтых плодов.

**Ключевые слова:** инжир (*Ficus carica* L.), сорта, соплодия, летучие соединения.

Растения *Ficus carica* L. (Moraceae Link) одними из первых были введены человеком в культуру в ряде средиземноморских стран, в которых они в настоящее время играют важную роль в экономике сельского хозяйства. Считается, что при посадке 5–6 каприфиг на 100 растений фиг инжир плодоносит в течение 100 лет [4, 14]. Соплодия (сиконии) инжира богаты аминокислотами, содержат мало жиров и холестерина. Наличие полифенолов, флавоноидов и антоцианов обуславливает их высокую антиоксидантную способность [5]. Соплодия *F. carica* являются хорошим источником минеральных веществ, витаминов и пищевых волокон.

Аромат — один из ценных параметров качества сиконий. Он обусловлен летучими соединениями, которые являются производными аминокислот, жирных кислот, углеводов и могут быть представлены смесью таких веществ, как альдегиды, спирты, кетоны, эфиры, терпены и др. Содержание ароматических соединений соплодий варьирует в зависимости от особенностей сорта, степени их зрелости, технологических параметров переработки, условий хранения и климата региона произрастания [6, 14]. При изучении аромата соплодий у 20 видов рода *Ficus* L. установлено наличие от 2 (*F. uncinata* Весс.)

до 47 (*F. deltoidea* Jack.) компонентов. Среди 35 соединений, выявленных у *F. carica*, преобладали бензиловый спирт (7,8 %), цис-фураноид линалоол-оксид (17,0 %), транс-фураноид линалоол-оксид (10,8 %), линалоол (36,7 %), хо-триенол (7,3 %),  $\beta$ -бурбонен (4,3 %),  $\beta$ -кариофиллен (3,5 %) [9], в мякоти плодов ряда сортов инжира — 3-метил-бутанол, гексанол, (Е)-2-гексанал, бензилальдегид, нонаналь, гермакрен-Д,  $\beta$ -циклоцитраль, эвгенол [14]. При экстракции летучих соединений этилацетатом среди компонентов аромата сиконий идентифицировано 108 соединений с преобладанием фурфурола (10,5 %), 5-метил-2-фуральдегида (10,1 %), бензенметанола (2,4 %), бензенацетальдегида (6,6 %), пальмитиновой кислоты (15,7 %) и этилпальмитата (8,8 %). В листьях инжира выявлен 121 компонент с преобладанием 2-фуранкарбоксияльдегида (3,8 %), бензальдегида (4,0 %), m-tert-бутилфенола (4,3 %),  $\beta$ -дамаскенона (10,0 %), бензилового спирта (4,6 %), бегеновой кислоты (4,8 %) и псоралена (10,1 %) [5]. Высокое содержание альдегидов и спиртов в соплодиях *F. carica* считают одним из наиболее важных показателей их качества. Так, у сорта Garmsag суммарное содержание альдегидов составило 1,25 % с преобладанием нонанала (0,57 %), а в сумме спиртов 4,24 % доминировали деканол (1,98 %) и карвакрол (1,22 %). При экстракции летучих соединений

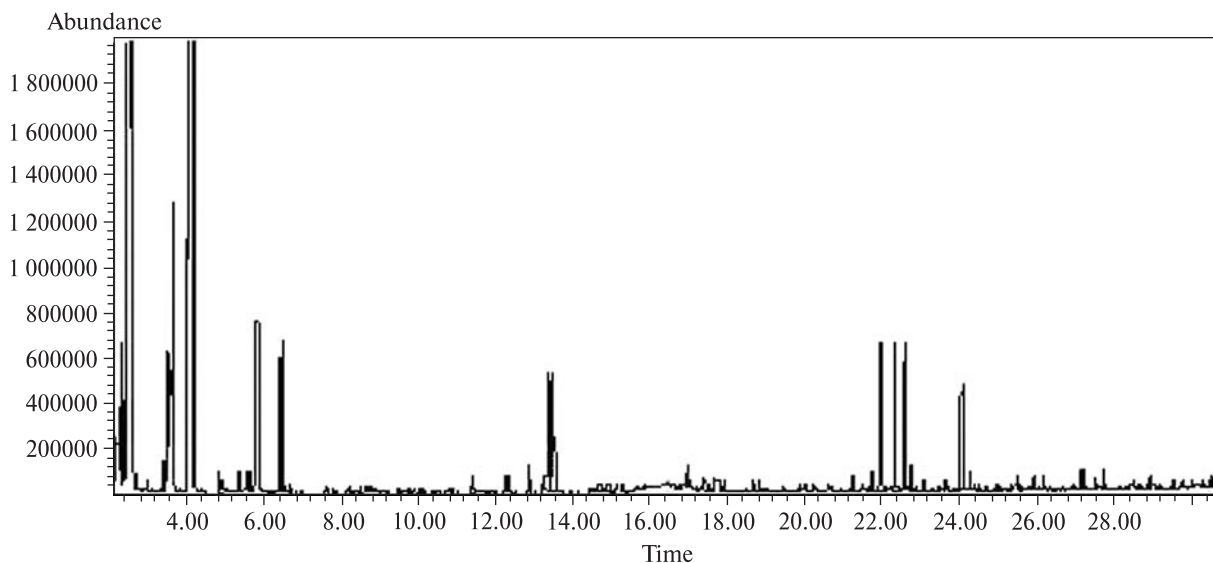


Рис. 1. Состав летучих веществ в соплодиях инжира сорта Белый из Искии

Figure 1. The composition of volatile substances in seedhead of fig variety White from Ischia

смесью пентан : диэтиловый эфир (1:2) среди 53 компонентов преобладали деканол (1,9–1,2 %), карвакрол (1,2–0,9 %), р-цимен (1,2–1,3 %), трикозан (3,1–3,7 %), тетракозан (1,9–2,2 %), пентакозан (3,1–3,4 %), гептакозан (8,9–7,9 %), октакозан (8,4–8,42 %) и нонакозан (8,6–8,9 %) [7]. Особенности химического состава плодов разных сортов инжира освещены нами в предыдущих публикациях [2].

Во время селекции сортов инжира предусмотрено выведение образцов с сикониями привлекательного внешнего вида, с устойчивостью к растрескиванию, хорошим ароматом и высоким содержанием биологически активных соединений.

Цель работы — изучить компонентный состав аромата соплодий некоторых сортов инжира, интродуцированных на Южный берег Крыма и созданных в Никитском ботаническом саду.

#### Материал и методы

Исследовали четыре сорта инжира *F. carica* — Белый из Искии, Кадота, Консервный Никитский, Финиковый Неаполитанский, которые произрастают в коллекционных на-

саждениях Никитского ботанического сада на Южном берегу Крыма.

Летучие соединения выделяли методом гидродистилляции. Гомогенат соплодий объемом 1 л смешивали с дистиллированной водой в соотношении (1,0:1,3), гидродистиллят пропускали через 5–8 мл пентана и собирали в делительную воронку объемом 250 мл. Затем проводили трехкратную экстракцию пентаном с последующим его концентрированием в токе гелия. Полученный концентрат (0,5 мл) запаивали в стеклянные ампулы и хранили при температуре  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Пентановый экстракт летучих соединений соплодий (объемом 1,0 мкл) анализировали с помощью Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973 для компьютерной идентификации и количественной оценки. Колонка НР-1 длиной 30 м, внутренний диаметр — 0,25 мм. Температуру термостата программировали от 50 до 250  $^{\circ}\text{C}$  со скоростью 4  $^{\circ}/\text{мин}$ . Температура инжектора — 250  $^{\circ}\text{C}$ . Газ-носитель — гелий, скорость потока — 1 мл/мин. Перенос от газового хроматографа (ГХ) к масс-спектрометру (МС) прогревали до 230  $^{\circ}\text{C}$ . Температуру источника поддерживали на уровне 200  $^{\circ}\text{C}$ . Электронную ионизацию проводи-

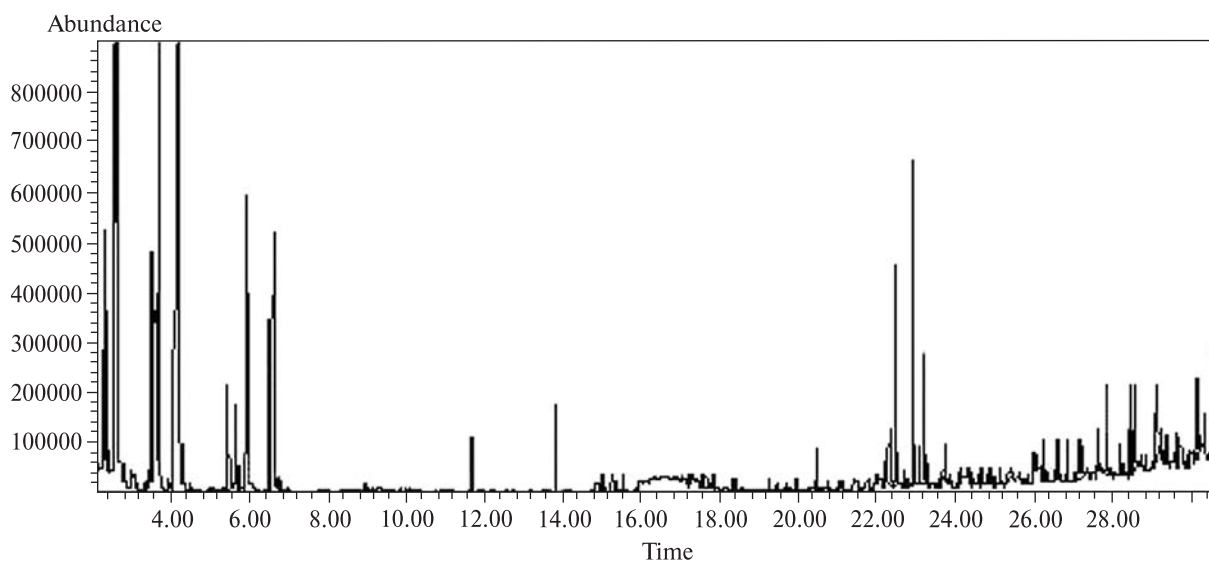


Рис. 2. Состав летучих веществ в соплодиях инжира сорта Консервный Никитский

Figure 2. The composition of volatile substances in seedhead of fig variety Konservny Nikitsky

ли при 70 eV в ранжировке масс  $m/z$  29 до 250. Идентификацию выполняли путем сравнения полученных масс-спектров с данными библиотеки NIST05-WILEY 2007 (около 500 тыс. масс-спектров) [3].

### Результаты и обсуждение

На протяжении 115 лет (с 1812 по 1927 г.) в Никитский ботанический сад было интродуцировано 47 сортов инжира, но наиболее активно эта работа проводилась в период с 1926 по 1970 г., в результате коллекция сортов данной культуры расширилась до 367 образцов. Растения поступали главным образом из Абхазии, Австрии, Азербайджана, Албании, Болгарии, Германии, Грузии, Италии, США, Турции и Франции.

При рассмотрении товарных качеств сиконий обращали внимание на привлекательный внешний вид в свежем, консервированном и сушеном виде. Для сушки важны светлая окраска кожицы и мякоти и отсутствие привкуса млечного сока. Соплодия с синей и фиолетовой кожицей и темной мякотью успешно применяют для производства компотов [1].

**Белый из Искки (White Ischia).** Сорт ввезен в 1929 г. из Калифорнии. В Крыму дает два уро-

жая в год. Деревья с очень густой сильно раскидистой плоско-округлой кроной. Соплодия второй генерации размером в среднем  $3,5 \times 3,6$  см, массой 20–30 г, округло-сферические, с короткими шейками, ребристые. Плодоножки толстые и короткие (0,4–0,6 см). Кожица желтовато-зеленая со светлыми буровато-фиолетовыми полосами, желтым опушением, слабым восковым налетом и белыми пятнышками. Плодоложе кремовое. Мякоть темно-розовая, очень сладкая, приятная на вкус, с небольшой кислинкой.

**Кадота (Kadota).** Сорт интродуцирован из Франции в 1901 г., в 1929 г. получен из США. В Крыму дает два урожая в год. Первый — слабый, не имеющий практического значения, второй — высокий. Деревья средней величины, раскидистые, с кроной широкой полушаровидной формы. Соплодия второй генерации размером  $6 \times 5$  см, массой 50–60 г. Кожица плотная, темно-зеленая, голубоватая, мелкокоробристая, с редкими белыми пятнышками. Плодоложе тонкое, белое. Сиконии без семян, светло-желтые или матовые, с нежной кожицей, толстым подкожным слоем, тонкой светло-розовой мякотью и небольшой полостью.

**Консервный Никитский.** Сорт выделен в 1948 г. в Крыму из сеянцев от свободного опыления. Деревья среднерослые, пониклые, с округлой кроной. Соплодия размером 5×4 см, массой 40–50 г, округлые, с узкими длинными шейками на коротких (0,5–1,0 см) ножках, среднеребристые. Кожица тонкая, плотная, темно-синяя, с сильным восковым налетом, почти без опушения. Плодоложе белое. Мякоть темная, карминово-красная, сладкая, нежная, приятная на вкус, с небольшой кислоткой и приятным ароматом. Компоты из плодов этого сорта имеют высокие вкусовые качества и красивый внешний вид. Сушеные соплодия, несмотря на темную окраску, часто получали высокую дегустационную оценку.

**Финиковый Неаполитанский (Datte de Naples).** Растения этого сорта были получены из Франции (г. Орлеан) в 1901 г. и из Тбилисского ботанического сада в 1918 г. Дает один урожай соплодий. Самоплодный. Деревья сильнорослые, с высокой и широкой округлой кроной. Сиконии среднего размера (5,0×4,5 см), массой 40–50 г, овально-грушевидные, с толстыми длинными шейками, на коротких ножках (0,4–0,5 см). Кожица нежная, но плотная, желтовато-зеленая, с красно-фиолетовым размытым румянцем, более интенсивным с солнечной стороны. Плодоложе зеленовато-кремовое. Мякоть темно-малиновая, маслянистая. Соплодия сладкие, с приятной кислоткой и незначительным привкусом млечного сока, очень вкусные в свежем и сушеном виде [1].

В результате изучения аромата сиконий инжира методом гидродистилляции с последующей ГЖХ-МС показано, что преобладающими соединениями являются транс-2-гексеналь (3,54–6,07 %), α-пинен (1,03–2,03 %), бензил-ацетальдегид (2,06–4,90 %), транс-линалоол-оксид (1,32–4,10 %), линалоол (1,07–12,41 %), тридекан (1,05–2,15 %), β-дамаскенон (9,30–11,87 %), тетрадекан (8,88–15,54 %), изо-β-дамаскенон (6,31–14,90 %), гексадекан (2,67–3,38 %), тетрадеканаль (1,10–3,09 %), пентадеканаль (1,65–6,51 %), гексадеканаль (1,06–3,32 %). Сочетание этих соединений обуславливает сортовые особенности аромата свежих

соплодий. Образец с темно-фиолетовыми соплодиями ('Консервный Никитский') содержал несколько большее количество ароматобразующих соединений (транс-2-гексеналь, бензил-ацетальдегид, линалоол, транс-линалоол-оксид, тридекан, тетрадекан, гексадекан, тетра-, пента- и гексадеканаль) по сравнению со светло-желтыми плодами (таблица, рис. 1 и 2).

Для видов рода *Ficus* характерны определенные насекомые-опылители. Например, в опылении цветков *F. semicordata* J.E. Smith (subgenus *Sycomorus*, section *Hemicardia*) участвует *Caratosolen graveleyi* Grandi (*Agaonidae*). Среди летучих соединений, привлекающих его, преобладал 4-метиланизол (93,6–98,4 %), в смеси терпеноидов — α-пинен, сабинен, 1,8-цинеол, (E) В-оцимен, среди сесквитерпеноидов — α-копаен и β-кариофиллен [12]. Опылителем вида *F. montana* Burm. является *Liporrhopalum tentacularis* Grandi. [13], а *F. carica* — *Blastofaga psenes* Cavolini [8].

Цветущие растения разных видов одновременно посещаются разными опылителями, выделяющими качественно отличающиеся химические сигналы. Большинство соединений, обуславливающих аромат цветков растений, являются успокаивающими составляющими [10].

Показано, что смесь монотерпеновых соединений (линалоол, бензиловый спирт, цис- и транс-линалоол-оксид) в определенной пропорции необходима для привлечения *Blastofaga psenes*, специализированного опылителя *F. carica* [12].

Проведено тестирование ряда соединений, играющих важную роль в химическом посредничестве облигатного и специфического взаимодействия между соплодиями инжира и осами-блостофагами [10]. Среди летучих органических веществ сиконий инжира выявлены электрофизиологически активные соединения (цис-линалоол-оксид, транс-линалоол-оксид, линалоол, β-кариофиллен, гермакрен D и α-копаен). В мужских соплодиях весной и летом, а в женских — летом содержание цис-линалоол-оксида достигало соответственно 2,4; 2,8 и 3,7%, линалоола — 86,1; 41,9 и 35,9%,



Химический состав летучих соединений, формирующих аромат сиконий инжира  
 Chemical composition of volatile compounds formed fragrance of figs seedheads

№ п/п	Соединение	Т, мин	Сорт			
			Белый из Искии	Финиковый Неаполитанский	Кадота	Консервный Никитский
1	Фурфурол	4,94	2,24	0,88	0,05	0,07
2	Транс-2-гексеналь	5,39	3,54	3,73	4,54	6,07
3	Гептаналь	6,67	0,88	0,86	1,76	0,78
4	$\alpha$ -Пинен	7,66	1,55	2,03	1,03	1,61
5	Октанол-3	7,81	0,00	0,36	0,07	0,27
6	6-Метилгептанон-2	8,24	0,63	0,90	1,23	2,21
7	Бензальдегид	8,64	1,41	0,61	0,49	0,46
8	Гептанол	8,79	1,14	1,32	1,07	1,64
9	Гербоцид 1	9,47	1,60	0,98	0,32	0,00
10	Декан	9,76	0,82	1,06	0,77	1,11
11	Октаналь	9,91	0,05	0,04	0,47	0,52
12	Гербоцид 2	9,98	1,32	0,97	0,11	0,00
13	$\Delta^3$ -карен	10,12	0,30	0,33	0,29	0,34
14	Лимонен	10,84	0,06	0,04	0,30	0,31
15	Фенилацетальдегид	11,40	2,06	3,88	2,75	4,90
16	Транс-линалоол-оксид	12,31	4,10	3,21	3,76	1,32
17	Цис-линалоол-оксид	12,88	2,49	1,77	2,02	0,21
18	Метилбензоат	13,20	0,00	0,97	0,69	1,20
19	Ундекан	13,30	0,04	1,19	0,03	0,56
20	Линалоол	13,33	12,41	1,29	4,48	1,07
21	Нонаналь	13,50	0,08	4,43	5,74	6,44
22	Не идентифицирован	14,64	1,52	1,93	1,71	2,18
23	6-Метилоктанол	14,90	1,22	2,21	1,86	2,25
24	3,7-Диметилоктанол	16,80	0,05	0,63	0,00	0,70
25	Додекан	16,90	0,00	1,94	1,04	2,15
26	$\alpha$ -Терпинеол	16,98	1,71	0,18	0,93	0,00
27	1,1,6-Триметил-1,2,3,4-тетрагидро-нафталин	17,39	3,50	0,89	1,65	1,81
28	$\alpha$ -4-Диметил-3-циклогексен-1-ацетальдегид	17,65	2,74	2,05	1,26	0,13
29	$\beta$ -Циклоцитраль	17,71	2,36	2,19	1,17	0,00
30	2-Метилоктанол	17,92	1,59	1,51	1,77	2,28
31	Гераниол	18,66	1,21	0,11	0,41	0,13
32	1,6,8-Триметил-1,2,3,4-тетрагидронафталин (1)	18,78	1,21	0,64	0,55	0,71
33	Тридекан	19,98	1,05	1,54	1,43	2,15
34	Триметил-тетрагидронафталин (1)	20,54	1,04	0,57	0,00	0,00
35	Триметил-тетрагидронафталин (2)	21,21	1,30	0,90	0,53	0,00
36	$\beta$ -Дамаскенон	21,92	9,30	10,88	11,87	10,61
37	Тетрадекан	22,30	8,88	12,82	11,91	15,54
38	Изо- $\beta$ -дамаскенон	22,57	11,63	6,31	14,90	8,78
39	$\beta$ -Кариофиллен	22,85	0,07	6,25	0,13	0,10
40	Гермакрен D	24,04	5,95	3,35	0,05	1,67
41	Пентадекан	24,22	0,10	2,08	1,13	1,79
42	Додеканаль	24,45	0,00	0,59	0,88	1,41
43	Гексадекан	25,91	2,76	3,12	2,67	3,38
44	Тетрадеканаль	26,15	1,10	1,31	1,45	3,09
45	Пентадеканаль	27,13	1,94	1,65	6,51	4,74
46	Гептадекан	27,44	0,00	0,92	0,83	0,00
47	Гексадеканаль	27,70	1,06	2,58	1,39	3,32
	С у м м а		100	100	100	100

$\beta$ -кариофиллена — 1,9; 37,7 и 24,6 %, гермакрен Д — 0,5; 8,4 и 4,1 %. При проведении тестирования эти 4 соединения вызывали ответную физиологическую реакцию у *Blastofaga psenes*. Подтверждено, что каждое тестируемое мужское растение выделяет определенные запахи в разные фазы вегетации [8]. Мужские и женские сиконии выделяют одни и те же соединения, но в разном количестве и пропорциях. В выделениях мужских соплодий преобладали линалоол, цис- и транс-линалоол-оксид, а в женских — оцимен, бензиловый спирт, лимонен и смесь сесквитерпеноидов. Выделение соплодиями композиций этих смесей по срокам совпадало у растений одного пола и было синхронизировано с наличием бластофага. Время максимальной эмиссии всех соединений, привлекающих опылителей, соответствовало цветению мужских и женских растений [11]. По мере увеличения биомассы сиконий инжира, содержание электрофизиологически активных соединений снижается, в зрелых плодах установлено разное их количество (см. таблицу).

Транс-2-гексеналь и  $\alpha$ -пинен, вероятно, придают соплодиям освежающий аромат зеленых листьев и хвои, цис-, транс-линалоол-оксид и линалоол — запах цветков ленкоранской акации и ландыша, нонаналь — аромат плодов апельсина,  $\beta$ -дамаскенон, изо- $\beta$ -дамаскенон, ундекан и  $\beta$ -кариофиллен — разных фруктов [6], лимонен — плодов цитрусовых, в частности, апельсина, а бензальдегид — семян горького миндаля [3].

Таким образом, особенности аромата соплодий сортов инжира обусловлены наличием транс-2-гексенала, нонанала,  $\beta$ -дамаскенона, тетрадекана и изо- $\beta$ -дамаскенона, придающими им специфический фруктовый аромат. Варьирование содержания этих компонентов в соплодиях изученных сортов инжира, вероятно, обуславливает индивидуальные особенности аромата отдельных образцов, которые учитывают при дегустации сортов.

1. Арент Н.К. Сорта инжира / Н.К. Арент // Тр. Никит. ботан. сада. — 1972. — Т. 56. — С. 5–235.

2. Рихтер А.А. Совершенствование качества плодов южных культур / А.А. Рихтер. — Симферополь: Таврия, 2001. — 426 с.
3. Рихтер А.А. Аромат плодов сортов абрикоса / А.А. Рихтер, В.М. Горина, Б.А. Виноградов // Вісн. аграрної науки південного регіону. С/г. та біол. науки. — Одеса: СМІЛ, 2012. — Вип. 12–13. — С. 95–101.
4. Субтропические плодовые и орехоплодные культуры. / А.Н. Казас, Т.В. Литвинова, Л.Ф. Мязина и др. — Симферополь ИТ: Ариал, 2012. — 304 с.
5. Analysis on volatile constituents in leaves and fruits of *Ficus carica* by GC-MS / J. Li, Y-Z. Tian, B.Y. Sun [et al.] // Chinese Herbal Medicines. — 2011. — Vol. 4, N 1. — P. 63–69.
6. Analysis of *Ficus carica* L. — volatile components and mineral content / E. Ficsor, K. Szentmihalyi, E. Lemberkovic et al. // Eur. Chem. Bull. — 2013. — Vol. 2, N 3. — P. 126–129.
7. Darjazi B.B. The effects of climatic conditions and geographical locations on the volatile flavor compounds of fig (*Ficus carica* L.) fruit from Iran / B.B. Darjazi, K. Larijani // Afr. J. Biotechnol. — 2012. — Vol. 11, N 38. — P. 9196–9204.
8. Evidence for intersexual chemical mimicry in a dioecious plant / C. Soler, M. Proffit, J.-M. Bessiere [et al.] // Ecology Letters. — 2012. — Vol. 15. — P. 978–985.
9. Fig volatile compounds — a first comparative study // Phytochemistry / L. Grison-Pige, M. Hossaert-McKey, J.M. Greeff [et al.]. — 2002. — Vol. 61, N 1. — P. 61–71.
10. Floral scents: their roles in nursery pollination mutualisms / M. Hossaert-McKey, C. Soler, B. Schatz [et al.] // Chemoecology. — 2010. — Vol. 20, N 2. — P. 75–88.
11. Limited intersex mimicry of floral odour in *Ficus carica* / L. Grison-Pige, J.-M. Bessiere, T.C.J. Turlings et al. // Functional Ecology. — 2001. — Vol. 15, N 4. — P. 551–558.
12. Private channel: a single unusual compound assures specific pollinator attraction in *Ficus semicordata* / C. Chen, Q. Song, M. Proffit et al. // Functional Ecology. — 2009. — Vol. 23, N 5. — P. 941–950.
13. Sexual differences in the attractiveness of figs to pollinators: females stay attractive for longer / N. Suleman, S. Raja, Y. Zhang [et al.] // Ecological Entomology. — 2011. — Vol. 36. — P. 417–424.
14. Volatile profiling of *Ficus carica* varieties by HS-SPME and GC-IT-MS / A.P. Oliveira, L.R. Silva, P. Guedes de Pinho [et al.] // Food Chemistry. — 2010. — Vol. 123. — P. 548–557.

Поступила в редакцию 27.12.2013 г.

Рекомендовала к печати С.В. Клименко

О.О. Рихтер<sup>1</sup>, Б.О. Виноградов<sup>2</sup>,  
Н.Ю. Марчук<sup>1</sup>, О.Л. Шишкіна<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Нікітський ботанічний сад —  
Національний науковий центр НААН України,  
Україна, АР Крим, м. Ялта, смт Нікіта

<sup>2</sup> Національний інститут  
винограду і вина «Магарач» НААН України,  
Україна, АР Крим, м. Ялта

#### АРОМАТ СУПЛІДЬ ІНЖИРУ (*FICUS CARICA* L.)

Установлено, що серед ідентифікованих 46 компонентів летючих сполук суплідь сортів інжиру (*Ficus carica* L.) транс-2-гексенал і  $\alpha$ -пінен формують освіжаючий аромат зеленого листя і хвої, нональ,  $\beta$ -дамаскенон, ізо- $\beta$ -дамаскенон і  $\beta$ -каріофілен — фруктові нотки аромату. Зразок з темно-фіолетовими супліддями містив дещо більшу кількість ароматуючих сполук порівняно зі зразками світло-жовтих плодів.

**Ключові слова:** інжир (*Ficus carica* L.), сорти, супліддя, летючі сполуки.

A.A. Richter<sup>1</sup>, B.A. Vinogradov<sup>2</sup>,  
N. Yu. Marchuk<sup>1</sup>, E. L. Shishkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nikitsky Botanical Garden — National Scientific  
Center, National Academy of Agrarian Sciences  
of Ukraine, Ukraine, Crimea, Yalta, Nikita

<sup>2</sup> National Institute for Vine and Wine “Magarach”,  
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Crimea, Yalta

#### THE FRAGRANCE OF FIGS (*FICUS CARICA* L.) FRUITS

It is shown, that among identified there are 46 components of volatile compounds in figs varieties (*Ficus carica* L.) trans-2-hexenal and  $\alpha$ -pinene formed refreshing fragrance of green leaves and needles, nonanal,  $\beta$ -damascenone, iso- $\beta$ -damascenone,  $\beta$ -cariofillen — fruit flavor characteristics. A sample with dark purple fruit contained a little more aroma compounds compared samples with light yellow fruit.

**Key words:** *Ficus carica* L., varieties, figs, volatile compounds.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПОЧВА–РАСТЕНИЕ В УСЛОВИЯХ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ**

*Изучено влияние органического вещества новых культур в виде сидератов на физиологические и биохимические свойства системы почва–растение при аллелопатическом последствии сирени (*Syringa vulgaris* L.). Сеянцы сирени выращивали в течение 17 мес в условиях вегетационного опыта в сосудах с серой лесной почвой после длительной культуры сирени. Сидераты в виде биомассы *Raphanus sativus* var. *oliefera* L., *Sinapis alba* L., *Sida hermaphrodita* Rusby., *Rumex patientia* L. × *R. tianschanicus* A. Los. вносили из расчета 5 % массы почвы. Контролем служила почва без внесения сидератов. Наблюдали снижение концентрации свободных фенольных веществ и одновременное увеличение величины окислительно-восстановительного потенциала, содержания гумуса и свободных аминокислот в почве при разложении биомассы новых культур. Применение сидератов уменьшало фитотоксичность почвы, что стимулировало ростовые процессы сеянцев сирени. Продукты деструкции органических остатков новых культур способствовали аккумуляции в листьях фотосинтетических пигментов — хлорофиллов (преимущественно хлорофилла b) и каротиноидов, что повышало адаптационную способность сеянцев к аллелопатическому последствию сирени. Эффективность использования в качестве сидератов *Raphanus sativus* var. *oliefera* и *Sinapis alba* была выше по сравнению с *Rumex patientia* × *R. tianschanicus* и, особенно, *Sida hermaphrodita*.*

**Ключевые слова:** аллелопатическое последствие сирени, новые культуры, аминокислоты, фенольные вещества, фотосинтетические пигменты.

При трансформации окружающей среды под влиянием антропогенного фактора важным заданием является сохранение стабильности системы почва–растение, что предполагает согласованное взаимодействие всех почвенных процессов (физико-химических и биологических) и определяет оптимальные условия для роста и развития растений (Заіменко, 2008).

К основным показателям плодородия почвы относят ее аллелопатические свойства, проявляющиеся в виде взаимодействия или последствия в системе почва–растение (Rice, 1984; Гродзинский, 1991; Мороз, 1995; Рахметов, 2000). Аллелопатическое последствие приобретает особое значение при монокультуре, оказывая средообразующее влияние органических продуктов жизнедеятельности предшественников, аккумулярованных почвой, на последующие растения (Мороз, 1995). Коллекция сирени Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины пред-

ставляет ценность как генофонд высокодекоративных интродуцированных видов, сортов и форм, однако выращивание ее в условиях длительной культуры привело к почвоутомлению вследствие накопления аллелопатически активных веществ растительных остатков (Pavluchenko, Gorobets, 2004).

Известно, что негумифицированное органическое вещество сидератов регулирует почвенно-микробиологические процессы, улучшает агрохимические, водно- и агрофизические показатели, что в целом повышает продуктивность растений (Гребенников, 2011). Наряду с традиционно используемыми для сидерации бобовыми растениями (люпин, клевер, люцерна и др.), успешно применяют новые кормово-сидеральные культуры семейства *Brassicaceae*, в частности сурепицу, виды горчицы, редьку масличную (Рахметов и др., 2006; Сидеральні культури..., 2011). Они имеют важное фитосанитарное значение, обладают огромным потенциалом для оздоровления почвы, в том числе ценными фиторемедиаци-

онными свойствами, что позволяет восстановить плодородие загрязненных и утомленных почв, уменьшить использование минеральных удобрений и гербицидов (Гродзинский, 1990; Будкевич, Заболотный, 2006). Новые многолетние кормовые культуры, такие как сида и шавнат, характеризуются ценным химическим составом зеленой массы (протеины, витамины, минеральные элементы), обогащают почву питательными веществами, что открывает большие перспективы для их использования (Рахметов и др., 2006; Кошман и др., 2013). Шавнат, например, рекомендуется применять как растение-фиторемедиатор (Ващук та ін., 2013).

Цель работы — провести комплексный физиолого-биохимический анализ системы почва—растение в условиях аллелопатического последствия для оптимизации ее функционирования путем использования негумифицированного органического вещества новых культур.

#### Объекты и методы

Свежую измельченную массу редьки масличной (*Raphanus sativus* var. *oliefera* L.), горчицы белой (*Sinapis alba* L.), сиды (*Sida hermaphrodita* Rusby.), шавната (*Rumex patientia* L. × *R. tian-shanicus* A. Los.) вносили из расчета 5 % массы в серую лесную почву после длительной культуры сирени (*Syringa vulgaris* L.) с участка си-

рингария Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины. Контроль — почва с участка сирингария без внесения сидератов. В сосуды с подготовленной почвой высаживали двухлетние сеянцы сирени и выращивали в условиях вегетационного опыта (Казак, 2000). Аллелопатический анализ почвы проводили методом прямого биотестирования (Гродзинский и др., 1990). В почве определяли содержание гумуса, свободных аминокислот и фенольных соединений, измеряли окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) (Гродзинский и др., 1988).

Опыт проводили в течение двух вегетаций. Образцы растений и почвы отбирали трижды за сезон (в 1-й год — через 1, 3 и 6 мес после внесения сидератов, во 2-й год — через 12, 14 и 17 мес).

Содержание основных фотосинтетических пигментов в листьях определяли спектрофотометрически (Мусієнко та ін., 2001). В конце каждой вегетации учитывали прирост сеянцев.

Статистическая обработка данных проведена при помощи пакета программ Microsoft Excel 2007.

#### Результаты и обсуждение

Анализ аллелопатической активности почвы показал, что добавление биомассы редьки масличной и горчицы белой снижало ее фитотоксичность в течение двух вегетаций (табл. 1).

Таблица 1. Аллелопатическая активность почвы после длительной культуры сирени при использовании сидератов (биотест — прирост корней *Lepidium sativum*, % к контролю)

Table 1. Allelopathic activity of soil collected after long-term lilac cultivation under use of green-manure (bioassay — radicle growth of *Lepidium sativum*, % to control)

Срок отбора проб, мес	Вариант опыта			
	Почва + горчица белая	Почва + редька масличная	Почва + сида	Почва + шавнат
1	117,9 ± 3,54	112,6 ± 3,38	102,0 ± 3,06	88,1 ± 2,64
3	113,2 ± 3,40	103,4 ± 3,10	64,4 ± 1,93	101,1 ± 3,03
6	84,3 ± 2,53	89,9 ± 2,70	74,8 ± 2,24	87,4 ± 2,62
12	115,1 ± 3,45	134,9 ± 4,05	86,8 ± 2,60	104,7 ± 3,14
14	116,1 ± 3,48	154,4 ± 4,63	112,7 ± 3,38	127,5 ± 3,82
17	137,9 ± 4,14	147,7 ± 4,43	81,8 ± 2,45	131,8 ± 3,95

В процессе деструкции зеленой массы сиды стимулировать ростовых процессов биотеста отмечено через 14 мес, шавната — через 14 и 17 мес.

Биологическую активность почвы оценивали по качественному и количественному содержанию свободных аминокислот. Последние, являясь составной частью гумусовых веществ почвы, оказывают непосредственное влияние на жизнедеятельность растений и микроорганизмов, поступают в почву в основном в составе корневых выделений и растительных остатков, а также в результате синтеза микроорганизмами, проявляя рост-ингибирующее или рост-стимулирующее аллело-

патическое влияние в зависимости от концентрации и условий среды (Стефанский, 1992; Atilio, Causin, 1996; Fujii, 1999; Barazani, Friedman, 2000). Применение сидератов повышало количество свободных аминокислот в почве на 18–78 % относительно контроля (табл. 2).

Качественный состав аминокислот был наиболее разнообразным при внесении сидератов по сравнению с контролем и отличался в зависимости от видовых особенностей используемого растительного материала, а также в процессе его разложения. Через 17 мес деструкции органических остатков сиды отмечено накопление глутамин, через 17 мес деструкции остатков шавната — серина. Ко-

Таблица 2. Содержание свободных аминокислот в почве после длительной культуры сирени при использовании сидератов, мг/кг

Table 2. Content of free amino acids in soil collected after long-term lilac cultivation under use of green-manure, mg/kg

Кислота	Вариант опыта				
	Контроль (почва без добавок)	Почва + горчица белая	Почва + редька масличная	Почва + сида	Почва + шавнат
Через 6 мес после внесения негумифицированного органического вещества					
Лизин	—	1,0 ± 0,03	—	0,8 ± 0,03	—
Гистидин	3,6 ± 0,11	4,5 ± 0,13	5,9 ± 0,18	5,1 ± 0,15	5,1 ± 0,15
Аспарагиновая	14,7 ± 0,44	16,8 ± 0,50	18,8 ± 0,56	17,9 ± 0,54	17,6 ± 0,53
Глицин	4,4 ± 0,13	4,3 ± 0,13	5,6 ± 0,17	3,9 ± 0,12	4,3 ± 0,13
Аспарагин	7,0 ± 0,21	7,5 ± 0,22	9,5 ± 0,28	8,3 ± 0,25	11,1 ± 0,33
Глутаминовая	1,7 ± 0,05	3,5 ± 0,10	4,8 ± 0,14	3,0 ± 0,09	2,0 ± 0,06
Валин	1,5 ± 0,04	1,3 ± 0,04	2,9 ± 0,09	0,9 ± 0,03	2,2 ± 0,07
Фенилаланин	0,8 ± 0,02	1,5 ± 0,04	1,3 ± 0,04	1,8 ± 0,05	0,7 ± 0,02
Изолейцин	1,8 ± 0,05	1,0 ± 0,03	2,6 ± 0,08	0,8 ± 0,02	1,5 ± 0,04
Лейцин	1,3 ± 0,04	2,0 ± 0,05	2,2 ± 0,07	2,2 ± 0,07	1,9 ± 0,06
Сумма	36,8 ± 1,1	43,4 ± 1,3	53,6 ± 1,6	44,7 ± 1,3	46,4 ± 1,4
Через 17 мес после внесения негумифицированного органического вещества					
Лизин	3,3 ± 0,10	3,1 ± 0,09	6,5 ± 0,19	4,5 ± 0,13	3,3 ± 0,10
Гистидин	2,4 ± 0,07	3,7 ± 0,11	4,3 ± 0,13	3,4 ± 0,10	3,4 ± 0,11
Глицин	2,7 ± 0,08	3,4 ± 0,10	4,1 ± 0,12	3,2 ± 0,10	2,6 ± 0,08
Серин	—	—	—	—	2,5 ± 0,07
Аспарагин	7,9 ± 0,24	11,3 ± 0,34	10,5 ± 0,31	6,9 ± 0,21	5,9 ± 0,18
Глутамин	—	—	—	1,7 ± 0,05	—
Валин	0,3 ± 0,01	1,2 ± 0,04	2,2 ± 0,07	1,4 ± 0,04	1,2 ± 0,04
Тирозин	0,8 ± 0,02	1,7 ± 0,05	2,8 ± 0,08	1,7 ± 0,05	1,7 ± 0,05
Фенилаланин	2,4 ± 0,07	3,2 ± 0,10	3,6 ± 0,11	2,6 ± 0,08	3,0 ± 0,09
Изолейцин	0,6 ± 0,02	1,6 ± 0,05	2,5 ± 0,07	1,6 ± 0,05	1,6 ± 0,05
Лейцин	2,1 ± 0,06	2,9 ± 0,09	3,5 ± 0,10	2,4 ± 0,07	2,5 ± 0,07
Сумма	22,5 ± 0,67	32,1 ± 1,00	40,0 ± 1,2	29,4 ± 0,88	27,7 ± 0,83

личественное содержание аминокислот при сидерации в течение 6 мес увеличивалось в основном за счет гистидина (в 1,2–1,6 раза выше контроля), аспарагина (в 1,1–1,6 раза), глутаминовой кислоты (в 1,2–2,8 раза), фенилаланина (в 1,6–2,2 раза), лейцина (в 1,5–1,7 раза). Через 17 мес концентрация аминокислот уменьшилась во всех вариантах опыта, но была выше в почве с сидеральными добавками, особенно содержание гистидина (в 1,4–1,8 раза выше контроля), тирозина (в 2,1–3,5 раза), валина (в 4,0–7,3 раза), изолейцина (в 2,7–4,5 раза).

Биохимическое состояние почвы оценивали по протеканию окислительно-восстановительных процессов, тесно связанных с превращениями органического вещества. Вели-

чина ОВП отражает их суммарный эффект в почве и направленность в данный момент (Кауричев, Орлов, 1982).

Через 1 мес после внесения растительных остатков новых культур в почву наблюдали снижение значения ОВП в среднем на 15–35 мВ относительно контроля, что объясняется поступлением лабильных форм органических веществ при их деструкции (табл. 3). Затем происходило повышение величины ОВП на 13–101 мВ по сравнению с контролем, что способствовало созданию наиболее благоприятных условий для гумификации при сидерации. Такая тенденция сохранялась на протяжении 17 мес трансформации биомассы новых культур.

Фенольные вещества почвы представляют интерес в качестве предшественников гумусо-

Таблица 3. Влияние органического вещества новых культур в виде сидератов на динамику биохимических показателей почвы после длительной культуры сирени

Table 3. Effect of organic matter of new crops as green-manure on dynamics of biochemical characteristics of soil collected after long-term lilac cultivation

Срок отбора проб, мес	Вариант опыта				
	Контроль (почва без добавок)	Почва + горчица белая	Почва + редька масличная	Почва + сида	Почва + шавнат
Окислительно-восстановительный потенциал, мВ					
1	235 ± 7,0	200 ± 6,0	205 ± 6,1	220 ± 6,6	210 ± 6,3
3	230 ± 6,9	258 ± 7,7	260 ± 7,8	290 ± 8,7	270 ± 8,1
6	242 ± 7,3	272 ± 8,2	285 ± 8,5	300 ± 9,0	290 ± 8,6
12	240 ± 7,2	260 ± 7,8	270 ± 8,1	310 ± 9,3	292 ± 8,8
14	215 ± 6,4	265 ± 7,9	256 ± 7,7	274 ± 8,2	251 ± 7,5
17	198 ± 5,9	296 ± 8,9	299 ± 9,0	247 ± 7,4	211 ± 6,3
Содержание свободных фенольных веществ, мг/кг					
1	110,2 ± 3,3	115,0 ± 3,4	120,2 ± 3,6	130,1 ± 3,9	145,1 ± 4,3
3	115,2 ± 3,5	100,2 ± 3,0	114,0 ± 3,4	136,1 ± 4,1	120,1 ± 3,6
6	108,0 ± 3,2	90,1 ± 2,7	82,1 ± 2,5	103,0 ± 3,1	97,3 ± 2,9
12	100,3 ± 3,0	81,5 ± 2,4	70,0 ± 2,1	97,1 ± 2,9	90,0 ± 2,7
14	95,4 ± 2,9	70,2 ± 2,1	45,0 ± 1,3	80,1 ± 2,4	61,2 ± 1,8
17	90,0 ± 2,7	61,3 ± 1,8	50,1 ± 1,5	84,1 ± 2,5	72,1 ± 2,2
Содержание гумуса, %					
1	1,70 ± 0,03	1,71 ± 0,03	1,75 ± 0,04	1,50 ± 0,03	1,60 ± 0,04
3	1,70 ± 0,03	2,10 ± 0,04	2,20 ± 0,06	1,84 ± 0,05	1,90 ± 0,04
6	1,80 ± 0,05	2,24 ± 0,07	2,53 ± 0,06	1,95 ± 0,05	2,00 ± 0,06
12	1,74 ± 0,03	2,07 ± 0,06	2,34 ± 0,07	1,93 ± 0,04	2,16 ± 0,06
14	1,80 ± 0,03	2,20 ± 0,07	2,50 ± 0,08	2,07 ± 0,06	2,12 ± 0,05
17	1,58 ± 0,04	1,90 ± 0,03	1,91 ± 0,05	1,83 ± 0,04	1,97 ± 0,05

Таблица 4. Содержание основных фотосинтетических пигментов в листьях сеянцев сирени, мг/100 г сырого вещества

Table 4. Content of main photosynthetic pigments in leaves of lilac seedlings, mg/100 g of fresh matter

Пигмент	Вариант опыта				
	Контроль (почва без добавок)	Почва + горчица белая	Почва + редька масличная	Почва + сида	Почва + щавнат
Через 1 мес после внесения негумифицированного органического вещества					
Хлорофиллы <i>a</i> + <i>b</i>	242,0 ± 7,3	261,4 ± 7,8	280,9 ± 8,4	272,0 ± 8,1	238,5 ± 7,1
Каротиноиды	44,8 ± 1,3	52,0 ± 1,6	55,2 ± 1,7	56,0 ± 1,7	51,0 ± 1,5
Хлорофилл <i>a</i> / <i>b</i>	1,91 ± 0,05	1,54 ± 0,03	1,60 ± 0,03	1,52 ± 0,04	1,49 ± 0,03
Хлорофилл / Каротиноиды	5,40 ± 0,10	5,03 ± 0,10	5,09 ± 0,10	4,86 ± 0,09	4,68 ± 0,09
Через 6 мес после внесения негумифицированного органического вещества					
Хлорофиллы <i>a</i> + <i>b</i>	248,0 ± 7,4	280,1 ± 8,4	310,5 ± 9,3	275,0 ± 8,2	261,0 ± 7,9
Каротиноиды	43,1 ± 1,3	51,8 ± 1,6	59,0 ± 1,8	57,0 ± 1,7	53,0 ± 1,6
Хлорофилл <i>a</i> / <i>b</i>	1,88 ± 0,04	1,57 ± 0,03	1,62 ± 0,03	1,53 ± 0,04	1,51 ± 0,05
Хлорофилл / Каротиноиды	5,75 ± 0,11	5,41 ± 0,10	5,26 ± 0,11	4,82 ± 0,09	4,92 ± 0,10
Через 17 мес после внесения негумифицированного органического вещества					
Хлорофиллы <i>a</i> + <i>b</i>	239,7 ± 7,2	325,3 ± 9,8	326,8 ± 9,8	300,0 ± 9,0	312,0 ± 9,4
Каротиноиды	42,2 ± 1,3	55,4 ± 1,7	61,7 ± 1,8	52,0 ± 1,6	57,0 ± 1,7
Хлорофилл <i>a</i> / <i>b</i>	1,85 ± 0,04	1,87 ± 0,03	1,89 ± 0,04	1,83 ± 0,03	1,81 ± 0,04
Хлорофилл / Каротиноиды	5,68 ± 0,11	5,87 ± 0,12	5,30 ± 0,10	5,77 ± 0,12	5,47 ± 0,11

вых соединений, однако, находясь в подвижном состоянии, могут выполнять аллелопатическую функцию (Rice, 1984; Blum, 2004).

Через 1 мес после внесения биомассы сидератов содержание фенольных веществ в почве увеличивалось в 1,1–1,3 раза по сравнению с контролем либо оставалось на его уровне (для горчицы белой). В дальнейшем наблюдали постепенное снижение их концентрации в 1,1–2,1 раза относительно контроля, что указывает на активное их вовлечение в процессы гумификации (см. табл. 3). Подтверждением этого служат результаты определения содержания гумуса (см. табл. 3). Внесение в почву зеленой массы исследуемых культур повышало его количество по сравнению с контролем для горчицы белой на 19–24 %, для редьки масличной — на 21–40 %, для сиды — на 8–16 %, для щавната — на 10–25 %.

Положительное влияние исследуемых сидератов на аллелопатические и биохимиче-

ские свойства почвы с участка сирингария отразилось на физиологическом состоянии сеянцев сирени.

Установлено увеличение содержания хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов при использовании органических остатков новых культур (табл. 4). Продукты их деструкции оказывали влияние также на компонентный состав пигментов, снижая величину соотношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* (в течение 6 мес) и хлорофиллов *a* + *b* к каротиноидам, что указывает на возрастание доли хлорофилла *b* и каротиноидов по отношению к хлорофиллу. Аккумуляцию преимущественно хлорофилла *b* и каротиноидов связывают со стабилизацией структуры светособирающих комплексов в неблагоприятных условиях среды (Светлова, 2001). В данном случае сидераты повышали адаптационную способность сеянцев при аллелопатическом последствии сирени.



Наблюдали стимулирование ростовых процессов. Так, прирост семян в течение двух вегетационных периодов при внесении сидератов был выше на 8–37 % по сравнению с контролем. Наибольший прирост отмечен при использовании биомассы редьки масличной, наименьший — при использовании биомассы сиды.

### Выводы

Система почва—растение как динамичная структура формируется вследствие взаимодействия множества факторов, обуславливающих функционирование всех ее компонентов. Применение негумифицированного органического вещества новых культур в виде сидератов для оптимизации системы почва—растение в условиях аллелопатического последствия сирени снижало фитотоксичность почвы, уменьшало содержание подвижных органических веществ, в том числе фенольных, способствовало накоплению свободных аминокислот и интенсификации процессов гумификации, повышало адаптационную способность растений, что в целом улучшало их физиологическое состояние. Эффективность внесения зеленой массы редьки масличной и горчицы белой была более высокой по сравнению с шавнатом и, особенно, сидой.

*Автор выражает искреннюю благодарность доктору сельскохозяйственных наук Д.Б. Рахметову и кандидату биологических наук В.К. Горбу за предоставленный растительный материал для исследований.*

*Будкевич Т.А.* Фиторемедиационная роль крестоцветных растений как предшественников кормовых культур на почвах, загрязненных тяжелыми металлами / Т.А. Будкевич, А.И. Заболотный // Аллелопатия та сучасна біологія: міжн. наук. конф., 17–19 жовт. 2006 р.: Матеріали. — К., 2006. — С. 41–46.

*Ващук С.П.* Вплив гібереліну на проростання насіння і накопичення важких металів у проростках гірчиці білої та шавнату за росту на витяжках субстратів породного відвалу / С.П. Ващук, В.І. Баранов, Д.Б. Рахметов // Біологічні студії. — 2013. — Т. 7, № 1. — С. 97–104.

*Гребенников А.М.* Методические положения по выбору наиболее эффективных сидеральных агроценозов для воспроизводства плодородия типичных чер-

ноземов Центрально-черноземной зоны: Метод. рекомендации / А.М. Гребенников. — М.: ГНУ Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2011. — 53 с.

*Гродзинский А.М.* Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте / А.М. Гродзинский // Аллелопатия и продуктивность растений: Сб. науч. тр. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 3–14.

*Гродзинский А.М.* Аллелопатия растений и почвоутомление: Избр. тр. / А.М. Гродзинский. — К.: Наук. думка, 1991. — 432 с.

*Гродзинский А.М.* Руководство по применению биохимических методов в аллелопатических исследованиях почв / А.М. Гродзинский, С.А. Горобец, Л.И. Крупа. — К.: ЦРБС АН УССР, 1988. — 18 с.

*Заїменко Н.В.* Наукові принципи структурно-функціонального конструювання штучних біогеоценозів у системі ґрунт—рослина—ґрунт / Н.В. Заїменко. — К.: Наук. думка, 2008. — 304 с.

*Казаков Є.О.* Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / Є.О. Казаков. — К.: Фітосоціоцентр, 2000. — 272 с.

*Кауричев И.С.* Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв / И.С. Кауричев, Д.С. Орлов. — М.: Колос, 1982. — 247 с.

*Мороз П.А.* Екологічні аспекти аллелопатичної післядії едифікаторів садових фітоценозів: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / П.А. Мороз. — Дніпропетровськ, 1995. — 51 с.

*Мусяєнко М.М.* Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М.М. Мусяєнко, Т.В. Паршикова, П.С. Славний. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 200 с.

*Прямые* методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов / А.М. Гродзинский, Е.Ю. Кострома, Т.С. Шроль, И.Г. Хохлова // Аллелопатия и продуктивность растений: Сб. науч. тр. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 121–124.

*Рахметов Д.Б.* Кормовые мальвы в агрофитоценозах Лесостепи Украины: интродукция, биология, сорта, возделывание / Д.Б. Рахметов. — К.: Фитосоцицентр, 2000. — 288 с.

*Рахметов Д.Б.* Аллелопатическая роль новых культур в многолетних агрофитоценозах / Д.Б. Рахметов, С.А. Горобец, С.А. Рахметова // Аллелопатия та сучасна біологія: Міжн. наук. конф., 17–19 жовт. 2006 р.: матеріали. — К., 2006. — С. 111–119.

*Светлова Н.Б.* Липід-пігментний комплекс та екзогенні біорегулятори у формуванні адаптивних реакцій пшениці до посухи: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» / Н.Б. Светлова. — К., 2001. — 20 с.

*Сидеральні культури: практичні рекомендації* / С.С. Антоненко, А.С. Антоненко, В.М. Писаренко [та ін.]; за ред. В.М. Писаренка. — Полтава: Сімон, 2011. — 52 с.

Стефанский К.С. Определение аллелопатической активности аминокислот / К.С. Стефанский // Круговорот аллелопатически активных веществ в биогеоценозах: Сб. науч. тр. — К.: Наук. думка, 1992. — С. 147–154.

Химический состав и кормовые достоинства новых кормовых растений в условиях Республики Молдова / С.И. Кошман, В.Г. Цыцей, А.С. Телеуцэ, В.Д. Кошман // Non-Traditional, New and Forgotten Plant Species: Scientific and Practical Aspects of Cultivation: the 1<sup>st</sup> Internat. Conf., 10-12 Sept. 2013: Proceedings. — Kyiv, 2013. — P. 402–405.

Atilio B. The central role of amino acids on nitrogen utilization and plant growth / B. Atilio, H.F. Causin // J. Plant Physiol. — 1996. — Vol. 149, N 3-4. — P. 358–362.

Barazani Oz. Effect of exogenously applied L-tryptophan on allelochemical activity of plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) / Oz. Barazani, J. Friedman // J. Chem. Ecol. — 2000. — Vol. 26, N 2. — P. 343–349.

Blum U. Fate of phenolic allelochemicals in soils — the role of soil and rhizosphere microorganisms / U. Blum // Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals. — CRC Press, 2004. — P. 57–76.

Fujii Y. Allelopathy of hairy vetch and mucuna; their application for sustainable agriculture / Y. Fujii // Biodiversity and Allelopathy: From Organisms To Ecosystems In The Pacific. — Taipei: Academia Sinica, 1999. — P. 291–300.

Pavluchenko N.A. Duration of allelopathic effect of lilac (*Syringa vulgaris* L.) residues / N.A. Pavluchenko, S.A. Gorobets // Allelopathy — from understanding to application: Second European Allelopathy Symposium, 3–5 June 2004: Proceedings. — Pulawy, Poland, 2004. — P. 107.

Rice E.L. Allelopathy / E.L. Rice. — New York: Academic Press, 1984. — 422 p.

Поступила в редакцию 30.04.2014 г.

Рекомендовал к печати П.А. Мороз

Н.А. Павлюченко

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

#### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ГРУНТ–РОСЛИНА ЗА УМОВ АЛЕЛОПАТИЧНОЇ ПІСЛЯДІЇ

Вивчено вплив органічної речовини нових культур у вигляді сидератів на фізіологічні та біохімічні властивості системи ґрунт–рослина при аллелопатичній післядії бузку (*Syringa vulgaris* L.). Сіяння бузку вирощували протягом 17 міс за умов вегетаційного дослідження в посудинах із сірим лісовим ґрунтом після тривалої культури бузку. Сидерати у вигляді біомаси *Raphanus sativus* var. *oliefera* L., *Sinapis alba* L., *Sida hermaphrodita* Rusby., *Rumex patientia* L. × *R. tianschanicus* A. Los. вно-

сили з розрахунку 5 % маси ґрунту. Контролем слугував ґрунт без внесення сидератів. Спостерігали зниження концентрації вільних фенольних речовин та одночасне збільшення величини окисно-відновного потенціалу, вмісту гумусу і вільних амінокислот у ґрунті при розкладі біомаси нових культур. Застосування сидератів зменшувало фітотоксичність ґрунту, що стимулювало ростові процеси сіянців бузку. Продукти деструкції органічних решток нових культур сприяли акумуляції у листках фотосинтетичних пігментів — хлорофілів (переважно хлорофілу *b*) та каротиноїдів, що підвищувало адаптаційну здатність сіянців до аллелопатичної післядії бузку. Ефективність використання як сидератів *Raphanus sativus* var. *oliefera* L. та *Sinapis alba* L. була вищою порівняно з *Rumex patientia* L. × *R. tianschanicus* і, особливо, *Sida hermaphrodita*.

**Ключові слова:** аллелопатична післядія бузку, нові культури, амінокислоти, фенольні речовини, фотосинтетичні пігменти.

N.A. Pavliuchenko

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

#### ESTIMATION OF EFFICACY OF USE OF NEW CROPS FOR STABILIZATION OF SOIL–PLANT SYSTEM UNDER ALLELOPATHIC POST-ACTION CONDITIONS

Effect of organic matter of new crops as green-manure on physiological and biochemical properties of soil-plant system under lilac (*Syringa vulgaris* L.) allelopathic post-action was studied. Lilac seedlings were grown for 17 months under greenhouse conditions in pots with grey forest soil collected after long-term lilac cultivation. Green-manure as biomass of *Raphanus sativus* var. *oliefera* L., *Sinapis alba* L., *Sida hermaphrodita* Rusby., *Rumex patientia* L. × *R. tianschanicus* A. Los. was applied at 5 % to soil weight. The soil without green-manure was used as control. Decrease in free phenolic substances concentration and simultaneous increase in oxidation-reduction potential, humus and free amino acids contents in soil during decay of the new crops biomass were observed. Application of the green-manure reduced soil phytotoxicity, which led to increase in the lilac seedlings growth. Decay products of organic residues of the new crops promoted accumulation of photosynthetic pigments — chlorophylls (chlorophyll *b* mainly) and carotenoids in leaves, which raised adaptability of the seedlings to lilac allelopathic post-action. Efficacy of use as the green-manure of *Raphanus sativus* var. *oliefera* and *Sinapis alba* was higher as compared with *Rumex patientia* × *R. tianschanicus* and, especially, *Sida hermaphrodita*.

**Key words:** lilac allelopathic post-action, new crops, amino acids, phenolic substances, photosynthetic pigments.

**В.І. МЕЛЬНИК**

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

**ВАЦЛАВ БОРЕЙКО.**

**До 250-річчя від дня народження**

*Висвітлено життєвий шлях і творчий доробок видатного ландшафтнього архітектора Вацлава Борейка (1764–1854), який заклав в Україні ботанічний сад та чотири пейзажні парки. Описано сучасний стан цих парків.*

**Ключові слова:** Вацлав Борейко, ландшафтний архітектор, англійські парки, ботанічний сад, Волинь, Київщина.

У період розквіту садово-паркового мистецтва на Волині у XVII–XIX ст. найвидатнішими ландшафтними архітекторами були Діонісій Міклер (Деніс Мак-Клер), Кайзер та Вацлав Борейко. В своїй праці, присвяченій історії садівництва в Польщі, Е. Янковський (Janowski, 1923) відносить Борейка до видатних особистостей Волині.

Вацлав Борейко народився 16 квітня 1764 р. у с. Самостріли Луцького повіту Волинського воєводства (нині Корецький р-н Рівненської обл.) у заможній сім'ї житомирського чашника (придворний, який завідував винними погребами й підносив напої до королівського столу) Яна-Павла Борейка.

Вацлав навчався в школі при монастирі піарів у містечку Межиричі (нині с. Великі Межиричі Корецького р-ну Рівненської обл.), по закінченні якої вивчав право в Житомирі. В цьому місті він почав свою трудову діяльність помічником адвоката. Після цього деякий час працював у трибуналі м. Люблін. Вацлав Борейко був обраний делегатом від Волинського воєводства до польського сейму і регулярно виїздив на його засідання до Варшави.

У 1799 р. Вацлав Борейко успадкував батьківський маєток у с. Самостріли, у 1805 р. купив с. Висоцьк (нині Дубровицький р-н Рівненської обл.) (Hognowska, 1936; Kowalska, 1987).

У 1807 р. за поданням міністра освіти Росії В. Борейка було обрано членом-комісаром едукативної комісії, створеної за ініціативою

відомого педагога та громадського діяча Тадеуша Чацького для впорядкування навчально-виховних фондів на Волині, Поділлі та Київщині. Кілька років Борейко очолював цю комісію. В 1832 р. він після 40-річної служби склав свої повноваження, залишившись почесним попечителем Рівненського повіту. Завдяки діяльності Борейка було відкрито низку парафіяльних шкіл. Він приділяв багато уваги розвитку школи при монастирі піарів у с. Межиричі, мріяв про її перетворення на гімназію, виділяв кошти на її утримання. В своєму маєтку в с. Самостріли він побудував капличку Межирицького монастиря (Pamiętniki domowe, 1845).

22 червня 1854 р. Вацлав Борейко помер у с. Дідівщина (нині Фастівський р-н Київської обл.), де й був похований (Hognowska, 1936; Kowalska, 1987).

Вацлав Борейко — автор педагогічної праці “O wychowaniu dzieci” (1853), історико-географічного нарису “Pamiętnik o Wołyniu”, який залишився не опублікованим, а рукопис загубився, та оригінальної публікації “Pamiętnik Wacława Borejki o obyczajach i zwyczajach” (Pamiętniki domowe, 1845), яка становить значний науковий інтерес для істориків, етнографів та спеціалістів з етики.

Одним з найважливіших аспектів багатогранної діяльності В. Борейка було ландшафтне садівництво. Він підтримував тісні контакти з ботанічними садами Відня, Парижа, Кременця, Пулав, передавав ботанічним садам і любителям рослини та насіння рідкісних видів. Так, до Кременецького ботанічного саду



**Рис. 1.** Пейзажний парк у Мотовилівці на Київщині. Рисунок Наполеона Орди  
**Figure 1.** Landscape garden in Motovylivka in Kyiv region. Illustration of Napoleon Orda



**Рис. 2.** Пейзажний парк у Мотовилівці. Сучасний вигляд

**Figure 2.** Landscape garden in Motovylivka. Modern state

надходило стільки заявок на придбання насіння азалії понтійської (рододендрона жовтого — *Rhododendron luteum* Sweet.), що сад був не в змозі їх забезпечити. Директор ботанічного саду Віллібальд Бессер звернувся до Вацлава Борейка з проханням допомоги в цій справі. Борейко передав Кременецькому ботанічному саду велику кількість насіння азалії, зібраного в природі: таким чином він зробив значний внесок у розповсюдження цієї рослини в Європі (Мельник, 2008; Besser, 1810; Jankowski, 1923). Віллібальд Бессер високо цінував Вацлава Борейка як ботаніка та ландшафтного архітектора і назвав на його честь один із видів шипшин — *Rosa borejkiana*.

Вацлав Борейко заклав англійські сади в містечку Висоцьк на Волині, у Володарці, Мотовилівці (нині Фастівський р-н) та в Солтанівці (нині Васильківський р-н) на Київщині, а в родовому маєтку в с. Самостріли — перший на Волині приватний ботанічний сад.

У літературі дуже мало відомостей про сади В. Борейка. Наявна інформація дає підставу

вважати, що вони відзначалися значною різноманітністю рослин. Так, у Володарському парку влітку на відкритому повітрі зростали величні пальми, алое, апельсини та лимони, які взимку повертали до оранжерей. В оранжереях вирощували також орхідеї (Aftanazy, 1993). Багато екзотичних рослин зростало в приватному ботанічному саду В. Борейка в с. Самостріли, зокрема платани і тюльпанові дерева у відкритому ґрунті та лаври в теплицях. У 1805 р. цей сад відвідала княгиня Ізабела Чарторийська, яка була великим знавцем і пропагандистом англійських садів у Польщі. Вона була задоволена побаченням і зазначила «Widziałam rzecz osobliwą: botanikę w kontuszu» (бачила річ особливу — ботаніку в кунтушу\*) (Jankowski, 1923). Після смерті Борейка його ботанічний сад відійшов до нових господарів і проіснував до 1880 р. Окремі платани дожили до 1950 р.

При ботанічному саду функціонувала школа садівників, яка впродовж 30 років готувала висококваліфікованих спеціалістів (Jankowski, 1923). Два закладені В. Борейком парки збереглися до наших днів у Мотовилівці та Висоцьку.

Присадибний парк у Мотовилівці було закладено на високому березі р. Стугна, де збереглися залишки давніх оборонних валів (Aftanazy, 1993). Парк створено на основі природної діброви. Окрім величних дубів черешчатих, збереглися поодинокі старі дерева липи серцелистої, густо покриті омелою, груші та одне дерево сосни. Коли на цій території розташовувалася Київська дослідна станція Інституту овочівництва та баштанства УААН, проводився догляд за парком, були сформовані ялинові та туєві алеї. Після розформування дослідної станції територія парку покрилася густими непрохідними заростями акації, берези бородавчастої, клена гостролистого, бруслини бородавчастої, бирючини, свидни, бузини трав'янистої. Цей чудовий пейзажний парк Вацлава Борейка потребує реконструкції та збереження.

\* Кунтуш — старовинний польський чоловічий одяг.

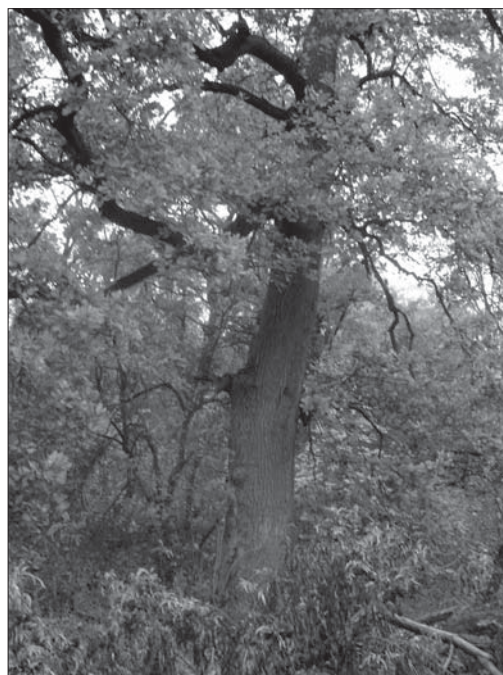


Рис. 3. Борейків парк у Висоцьку (Рівненська обл.)

Figure 3. Boreyko's landscape garden in Vysotsk (Rivne region)

До наших днів у хорошому стані зберігся англійський сад, закладений Вацлавом Борейком на місці давнього городища у Висоцьку (Aftanazy, 1993), який місцеві жителі називають «Борейковим парком». На округлому підвищенні мальовничого берега р. Горинь на площі 2,5 га зростають величні 200-річні дерева місцевої флори: граб, клен гостролистий, липа серцелиста, ясен високий та інтродукована модрина європейська. Цей парк є гідним пам'ятником видатному ландшафтному архітектору і заслуговує охорони на правах парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення.

Цікаво, що на малій батьківщині В. Борейка — в с. Самостріли народився і провів перші десять років видатний український ботанік академік В.І. Липський. У дитинстві він не міг не бачити величних платанів, тюльпанових дерев та лаврів, які зростали в саду Борейка. Дитячі враження від екзотичних рослин могли вплинути на становлення В.І. Липського як ботаніка та географа.

*Melnik V.I.* Сад Волинських Афін. Ботанічна наука та освіта у Волинській гімназії — Кременецькому ліцеї (1806–1832) / *V.I. Melnik*. — К: Фітосоціоцентр, 2008. — 28 с.

*Aftanazy R.* Materiały do dziejów rezydencji. Dawne wojewódstwa Brzesko-Litewskie, Nówogródzkie / *R. Aftanazy*. — Warszawa, 1986. — T. 2. — 580 s.

*Aftanazy R.* Materiały do dziejów rezydencji. Crwężć II Ziemie Ruskie korony. Dawne wojewódstwo Kijowskie / *R. Aftanazy*. — Warszawa, 1993. — T. XI A. — 719 s., T. XI B. — 288 s.

*Besser V.* Catalogue de plantes du jardin botanique de Krzemieniec en Volhynie / *V. Besser*. — Krzemieniec, 1810. — 88 p.

*Hornowska M.* Boreyko Waclaw / *M. Hornowska* // Polski Słownik Biograficzny. — Kraków: Nakładem Polskiej Akademii Umiejętności, 1936. — T. II/1. — S. 325–326.

*Jankowski E.* Dzieje ogrodnictwa w Polsce. W zarysie / *E. Jankowski*. — Warszawa: Nakład Banku dla Handlu i Przemysłu, 1923. — 212 s.

*Kowalska K.* Boreyko Waclaw / *K. Kowalska* // Słownik biologów polskich. — Warszawa: PWN, 1987. — S. 83–84.

*Pamiętniki domowe.* Zebrane i wydane przez *M. Grabowkiego*. — Warszawa, 1845. — 249 s.

## REFERENCES

*Melnik V.I.* (2008) Sad Volynskikh Afin. Botanichna nauka ta osvita u Volynski gimnasii — Kremenet'skomu litsei (1806–1832) [The Garden of Volhynian Athens. Botanical sciences and education in Volhynian Gymnasium. — Krzemieniec Lyceum (1806–1832)]. Kyiv, Phitosotsiotsentr, 28 p.

*Aftanazy R.* (1986) Materiały do dziejów rezydencji. Dawne wojewódstwa Brzesko-Litewskie, Nówogródzkie, Warszawa, T. 2, 580 s.

*Aftanazy R.* (1993) Materiały do dziejów rezydencji. Crwężć II Ziemie Ruskie korony. Dawne wojewódstwo Kijowskie, Warszawa, T. XI A, 719 S., T. XI B, 288 s.

*Besser V.* (1810) Catalogue de plantes du jardin botanique de Krzemieniec en Volhynie. Krzemieniec, 88 p.

*Hornowska M.* (1936) Boreyko Waclaw. Polski Słownik Biograficzny, Kraków, Nakładem Polskiej Akademii Umiejętności, T. II/1. S. 325–326.

*Jankowski E.* (1923) Dzieje ogrodnictwa w Polsce. W zarysie. Warszawa: Nakład Banku dla Handlu i Przemysłu, 212 s.

*Kowalska K.* (1987) Boreyko Waclaw. Słownik biologów polskich, Warszawa, PWN, S. 83–84.

*Pamiętniki domowe.* Zebrane i wydane przez *M. Grabowkiego* (1845) Warszawa, 249 s.

Надійшла до редакції 12.03.2014 р.

Рекомендував до друку П.Є. Булах

*V.I. Melnik*

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

WACLAW BOREYKO.

K 250-letiu so dnia rozenia

Освещены жизненный путь и творческое наследие выдающегося ландшафтного архитектора Вацлава Борейко (1764–1854), который заложил в Украине ботанический сад и четыре пейзажных парка. Описано современное состояние этих парков.

**Ключевые слова:** Вацлав Борейко, ландшафтный архитектор, английские парки, ботанический сад, Вольтынь, Киевщина.

*V.I. Melnik*

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

WACLAW BOREYKO.

The 250<sup>th</sup> Anniversary of the birth

The paper is devoted to life and creative achievement of eminent landscape architect Waclaw Boreyko, who laid botanical garden and four landscape gardens in Ukraine. Modern state of Boreyko's landscape gardens are described.

**Key words:** Waclaw Boreyko, landscape architect, english garden, botanical garden, Volhynia, Kyiv region.