

9. Мякушко Т.Д. Семейство Crassulaceae // Определитель высших растений Украины. - Киев, 1987. - С. 151-153.
 10. Токарев П.И. Морфология и ультраструктура пыльцевых зерен. - М.: Изд. КМК, 2002.
 11. Флора Восточной Европы (отв. ред. и ред. тома Н. Цвелев). - СПб.: Мир и семья, 2001.
 12. Barthlott W. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. Nordic. J. Bot. - 1981. - 1 (3). - P. 345-355.
 13. Barthlott W., Neinhuis C., Cutler D. et al. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. Bot. J. Linn. Soc. - 1998. - 126 (3). - P. 237-260.

14. Hart H.'t. The evolution of the Sedum acre group (Crassulaceae). - Boccone. - 1995. - 5. - 119-128.
 15. Hegi G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. - Berlin; Hamburg: Parey, 1975. - Bd 4. - T. 2A. - S. 62-125.
 16. Mosyakin, S.L., Fedoronchuk, M.M. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. - Kiev, 1999.
 17. Stevens J.F., Hart H.'t., Hendriks H., and Malingré T.M. Alkaloids of the Sedum acre-group (Crassulaceae). Pl. Syst. Evol. - 1993. - 185. - P. 207-217.

Надійшла до редколегії 17.12.14

В. Баданина, канд. биол. наук, доц.
 кафедра ботаники УНЦ "Институт биологии"
 Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина
 О. Футорна, канд. биол. наук., ст. научн. сотр.
 Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии"
 Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина
 Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины
 В. Березкина, канд. биол. наук., ст. научн. сотр.,
 Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии"
 Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина
 Н. Яценко, студ., УНЦ "Институт биологии"
 Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *SEDUM BORISSOVAE* BALK. (CRASSULACEAE)

Исследовано анатомическое строение вегетативных органов *Sedum borissovae* Balk. (эндемик Приднепровской возвышенности) с помощью методов световой и сканирующей электронной микроскопии. Показано, что оно характеризуется пучковым типом строения проводящей системы без перicyкла, наличием вместилищ выделений в виде одноклеточных таннинсодержащих идиобластов в стебле и листьях, отсутствием механических тканей, слабым развитием проводящей системы листа. Также исследовано морфологическое строение семян *S. borissovae*. Выяснено, что рельеф семенной кожуры сетчатый, есть кутикула, клетки спермодермы имеют папиллы.

Ключевые слова: *Sedum borissovae*, листья, семя, эпидерма, устьица, спермодерма, ультраструктура, СЕМ.

V. Badanina, PhD, Docent
 Department of Botany, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"
 Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
 O. Futorna, PhD, senior staff scientist
 O.V. Fomin Botanical Garden,
 Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"
 Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
 and M.G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Sciences of Ukraine
 V. Berezkina, PhD, senior staff scientist,
 O.V. Fomin Botanical Garden,
 Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"
 Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
 M. Yatsenko, stud.,
 Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"
 Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

MICROMORPHOLOGY OF THE *SEDUM BORISSOVAE* BALK. (CRASSULACEAE)

The anatomical structure of vegetative organs of *Sedum borissovae* Balk. was researched the methods of light and scanning electron microscopy. It is an endemic of Pridneprovsky highland. It was shown to characterize by a line type structure of the conduction system without pericycle; the presence of secretion vaults as a single-celled thanion containing indoblasts in stem and leaves; the absence of mechanical tissues; low development of leaf conduction system. It was also researched the morphological structure of the seeds of *S. borissovae*. It was discovered that the relief of the seed skin is reticulate; cuticle is present and the spermoderm cells have papilli.

Key words: *Sedum borissovae*, leaves, seed, epidermis, stomata, spermoderma, ultrastructure, SEM.

УДК 582.711. 711 : 543. 544. 5. 068. 7

Н. Белемєць, біолог
 Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, ННЦ "Інститут біології"
 Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
 В. Грахов, канд. біол. наук, ст. наук. співр.
 Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, Київ
 З. Бонюк, канд. біол. наук, О. Бойко, пров. інж.
 Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, ННЦ "Інститут біології"
 Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ХЕМОТАКСОНОМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ ТАВОЛГ *SPIRAEA MEDIA* FRANZ SCHMIDT TA *S. POLONICA* BLOCKI

Проведено біохімічне дослідження близьких видів *Spiraea media* Franz Schmidt і *S. polonica* Blocki, в результаті якого виявлено, що склад вторинних метаболітів листків обох видів доволі подібний і не є свідченням приналежності до різних видів. В той же час порівняння складу флавонол-глікозидів є ознакою внутрішньовидової віддаленості цих таксонів.

Ключові слова: таволга, *Spiraea* L., *S. media* Franz Schmidt, *S. polonica* Blocki, вторинні метаболіти, ВЕРХ, хемотаксономія.

Таволга *Spiraea* L. родини *Rosaceae* Juss. – поліморфний рід і налічує близько 100 видів, що поширені в помірній та субтропічній зонах Північної півкулі, включаючи Північну Америку і Євразію. Більша частина ареалу зна-

ходиться в Азії, де зосереджена найбільша кількість видів [3]. Таволги – це листопадні світлолюбні красивоквітучі кущі з білими або рожевими квітками, що зібрані в суцвіття: зонтики, щитки, волоті. В основному за морфо-

© Белемєць Н., Грахов В., Бонюк З., Бойко О., 2015

біологічними ознаками суцвіть види роду розділено на кілька секцій. У флорі України відомо сім природних видів секції *Chamaedryon* Ser.: *S. crenata* L., *S. hypericifolia* L., *S. litwinowii* Dobroc., *S. media* Franz Schmidt, *S. pikoviensis* Besser, *S. polonica* Blocki, *S. ulmifolia* Scop. ex Cambess. [4], серед яких *S. pikoviensis* і *S. polonica* – рідкісні. Останній охороняється і занесений в списки Червоної книги України (2009) [8]. Таксономічне трактування *S. polonica*, як самостійної видової одиниці, ботаніками сприймається по-різному.

Вид *S. polonica* – таволга польська, описаний Б. Блоцьким у 1892 р. з Поділля, а саме, з околиць села Жежава (нині с. Зелений Гай Заліщицького району Тернопільської області), а також з берегів р. Серет в околицях с. Лісичники Тернопільської обл. (за протологом: "Auf büschigen Kalkabhangen des steilen Dnisterufers in Zezawa bei Zaleszczyki und Seretufers in Lesieczniki ..."). Як вузький ендемік *S. polonica* відома сьогодні із Середнього Придністров'я де зростає на крутих схилах Дністровського каньйону і до останнього часу вид достовірно був відомий лише для Тернопільської обл., звідки вперше був описаний [7]. В "Polska Czerwona księga roślin" (1993) відмічено, що інформация відносно *S. media* subsp. *polonica* на території Польщі відсутня, проте вид точно знаходиться в Україні [2]. Сучасно систематики визнають *S. polonica* в ранзі виду або підвиду. На думку Д.М. Доброчаєвої, *S. polonica* морфологічно цілком відмінна від близького виду *S. media*, але за характером опушення нагадує далекосхідний вид *S. sericea* Turcz. Досліджуючи флору Волино-Поділля, Б. Заверуха вказує на присутність значної дезюнкції між цими видами, що може свідчити про архаїчність і реліктовість *S. polonica* [5]. В. Гладкова [3] не рекомендує виділяти *S. polonica* у самостійний вид чи підвид, а пропонує віднести її до різновиду *S. media* var. *mollis* (C. Koch et Bouche) Schneid. В колекції ботанічного саду є зразки рослин *S. media* var. *mollis*, що були отримані у 1998 році із Сараєва [1]. Основні фази сезонного розвитку, за нашими спостереженнями, співпадають з фенологічними фазами виду *S. media*, але за морфологічними ознаками *S. media* var. *mollis* відрізняється від виду сизуватим забарвленням листків з обох сторін та повстистим опушенням.

Вид *S. media* – таволга середня, має широкий ареал: Зах. і Східн. Сибір., Сер. Азія, Дал. Схід, Сер. Євр., Середз., Монг., Яп.-Кит. (Китай і Півн. Корея). Європейська частина ареалу *S. media* на території України обмежена лише Карпатами та Волино-Подільською височиною. Зберігались під час четвертинного періоду зледеніння, як і багато інших видів в Карпатах, *S. media* розселилася із цього рефугіума лише в межах Волино-Подільської височини, доходючи до прип'ятських боліт на півночі, долини Дніпра на сході і лукових степів на півдні.

Виходячи із вище наведеного, *S. media* є, безумовно, достовірним видом, тоді як таксономічне положення *S. polonica* потребує додаткових досліджень. Метою нашої роботи була оцінка пулу вторинних метаболітів, що екстрагували із фізіологічно визрілих листків, таксономічно близьких видів *S. media* і *S. polonica* в аспекті їх розмежування. Не дивлячись на беззаперечне лідерство геносистематики, хемотаксономічні дослідження не втратили своєї актуальності і є прекрасними доповненнями фундаментального і прикладного характеру, оскільки вторинні метаболіти являються конкретною реалізацією роботи генома й відкривають перспективи використання біологічно активних компонентів у їх складі.

Матеріали та методи. У Ботанічному саду імені акад. О.В. Фоміна зібрана унікальна колекція роду *Spiraea*, яка налічує понад 120 таксонів [1], серед яких види флори України представлені декількома зразками

із природних популяцій. Для досліджень використовували зразки рослин *S. media* і *S. polonica* з експозицій дендрарію. *S. media* завезена живими рослинами із басейну р. Гнилоп'ять, с. Сингури Житомирської обл. у 2006 р.; рослини мають висоту 1,7 м, проекцію крони 1,5×1,6 м. Куц з прямими міцними гонами. Цвіте рясно 8.05-23.05. Плодоносить в третій декаді липня, насіння починає розсіюватися з 25.06. Вегетаційний період закінчується порівняно рано – у третій декаді серпня.

Зразки рослин *S. polonica* завезені у 2002 р. із Тернопільської області (с. Зелений Гай, Заліщицького р-ну). Висота куців 1,2 м, проекція крони 1,6×1,7 м. Цвіте у першій декаді травня впродовж 10 днів, квітки білі, насіння у невеликій кількості починає розсіюватися з третьої декади червня. Рясність цвітіння таволги польської залежить від місцезростання – у тіні і напівтіні рослини майже не цвітуть, а на освітлених місцях спостерігаємо рясне цвітіння, однак насіння зав'язується у незначній кількості, на відміну від таволги середньої.

Біохімічні дослідження проводили в Центрі колективного використання приладів "ВЕРХ" Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України в липні-серпні 2013 р. Подрібнені свіжозібрані листки того ж дня екстрагували метанолом при кімнатній температурі протягом доби в захищеному від світла місці в пропорції 1 г на 10 мл, відповідно. Надалі екстракти зберігали до двох тижнів при –15°C, а перед аналізом фільтрували через тефлоновий шприцевий фільтр (0,2 μm). Фракціонування та гідроліз екстрактів не проводили, щоб уникнути появи артефактів, зокрема деградації проантоціанідину.

Профілювання вторинних метаболітів листків таволги проводили методом обернено-фазової ВЕРХ з диодноматричним детектуванням. Розділення зразків проводили на хроматографічній системі Agilent 1100. Використовували 2-елюентну схему (елюент А = 0,05 М водний розчин H₃PO₄; В = метанол) на колонці Thermo Scientific Hypersil™ BDS C₁₈, 3 μm, 2.1×100 mm. Об'єм зразку 5 μl, температура колонки 20°C, швидкість елюенту 0,2 мл/хв, час аналізу до 80 хв, профіль елюювання – широкосмуговий лінійний градієнт від 10 % В в А до 100 % В за 30 хв, далі ізократа В з прискоренням потоку до 0,5 мл/хв і підвищенням температури колонки до 40°C. Детектування – на довжинах хвиль: 206, 254, 300, 350 і 450 nm для визначення більшості органічних сполук (в т. ч. терпеноїдів), більшості речовин ароматичної природи, фенілпропанолів (оксикоричні кислоти і лігнани), флавоноїдів (флаволи і флавоноли), каротиноїдів і хлорофілів, відповідно. У піків реєстрували спектри в діапазоні 200-800 nm з метою з'ясування природи вторинних метаболітів і віднесення до певних груп речовин. Це не є точною хімічною ідентифікацією, але припущенням, яке базується на хроматографічній поведінці й спектрах розділених компонентів. Так, флавоноли характеризуються двома вираженими максимумами при 260 і 350 nm, а оксикоричні кислоти великим максимумом (часто з плечем) при 300-320 nm. Сама корична, оксибензойні кислоти і лігнани мають максимум поглинання близько 280-300 nm [12]. Відтворюваність роботи та режиму хроматографування контролювали, застосовуючи реперну суміш дев'яти алкілфенонів (Sigma-Aldrich) від ацетофенону до міристофенону. При цьому похибка введення зразка не перевищувала 2 %, а відхилення часу утримування в основному діапазоні – 5 %. Для серії зразків, щоб досягти максимального розділення компонентів, проводили оптимізацію хроматографічного режиму. В оптимізованому режимі аналіз корисних зразків повторювали через кілька днів. Оскільки при короткохвильовому УФ детектуванні (206 nm) неможливо повністю виключити дрейф базової лінії при

підвищенні частки метанолу в елюенті і артефакти, від хроматограм зразків віднімалася "холоста" хроматограма (subtraction blank run). У такому вигляді хроматограми представлені графічно. Опрацювання і візуаліза-

цію хроматограм і спектрів поглинання проводили за допомогою програмного забезпечення Agilent ChemStation® і CorelDraw®.

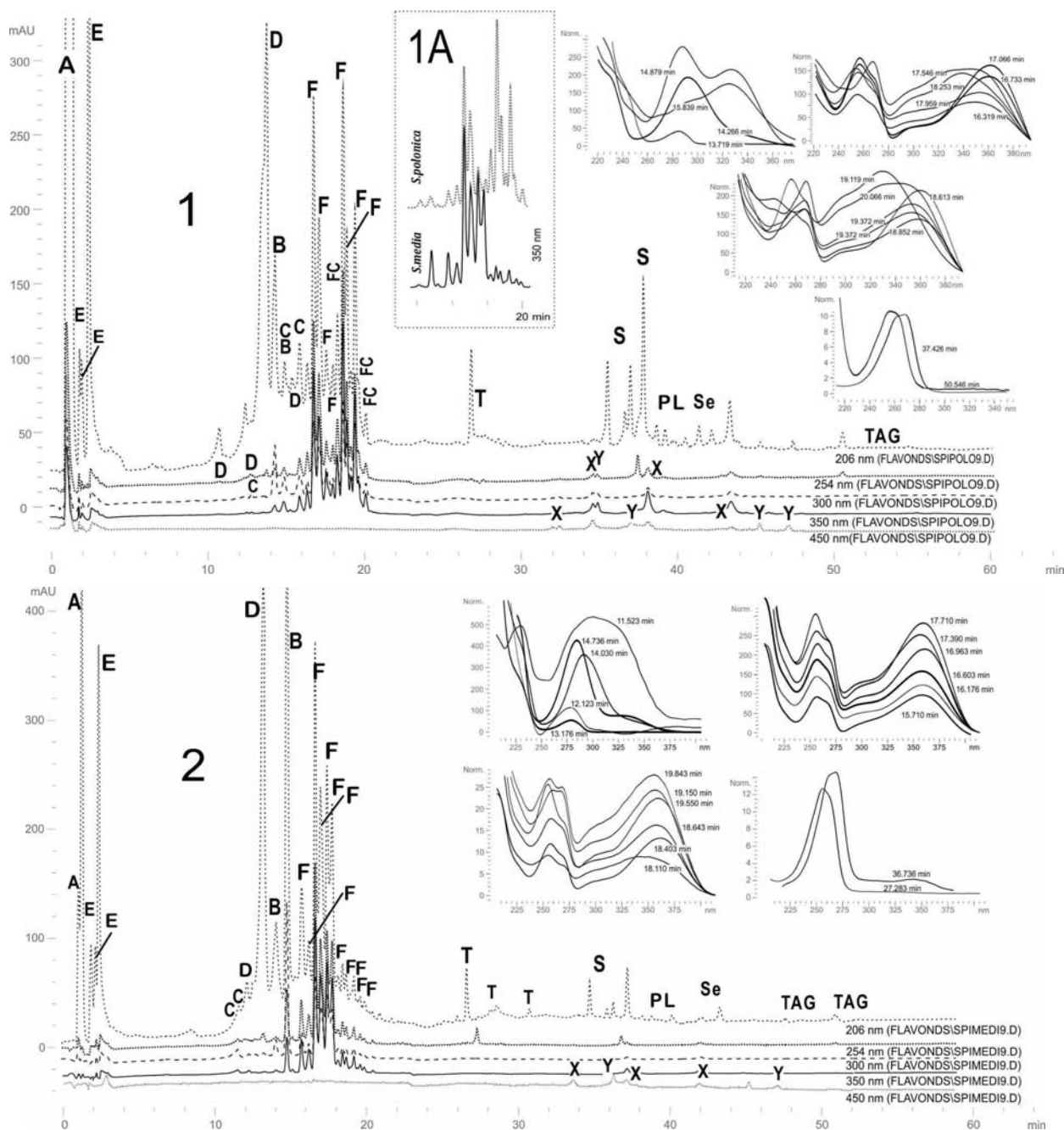


Рис.1. Хроматографічні профілі вторинних метаболітів листків *Spiraea polonica* Blocki (1) і *S. media* Franz Schmidt (2)

Результати та їх обговорення. Вторинні метаболіти *Spiraea* представлені фенольними і терпеноїдними компонентами, серед яких прості бензальдегіди і бензойні кислоти (саліциловий альдегід і кислота, інші оксibenзойні кислоти) і прості фенілпропаноїди (глікозиди коричної кислоти і похідні оксикоричних кислот /хлорогенова і ін.), неолігнани (спіраформіни A, B, C, D), флавиани (катехіни і проантоціанідини) і глікозиди флавонолів кверцетину й кемпферолу (спіраєїн т. п.), гемі- і монотерпеноїди, їх глікозиди й кон'югати з коричною кислотою (спіраєїн), атизанові дитерпеноїди (неглікозидовані ацетати і лактони), цембранові дитерпенові алкалоїди, стероїдні алкалоїди (спіраєїн) та інші речовини [12].

Фенольні компоненти, що представляють значну, якщо не більшу частину вторинних метаболітів таволг, вивчаються досить тривалий час. Номенклатурний тип *S. salicifolia* L. характеризується кон'югатами (в т. ч. і глікозидами) коричної та оксикоричних кислот, а також двома (моно- і ди-) глікозидами кверцетину [9]. Інший, добре досліджений об'єкт – *S. thunbergii* Sieb. ex Blume містить глікозиди коричної кислоти і гемітерпеноїди, наприклад, спіраєїн, котрі відомі своєю фітотоксичністю і алопатичною активністю [11]. Подібний спектр фенілпропаноїдів спостерігається і для *S. prunifolia* Siebold & Zucc. [13]. Фенілпропаноїди таволг також можуть мати важливе хемотаксономічне значення.

Вище вже зазначено, що таволги цікаві й як продуценти флавоноїдів – глікозидів кверцетину і кемпферолу. Висока мінливість в якісному і кількісному складі агліконів флавоноїдів, а також оксибензойних і оксикоричних кислот виявлена для багатьох видів таволг, які одночасно дуже відрізняються вмістом похідних коричної кислоти. В даний час варіабельність фенольного пулу *Spiraea* достатньо вивчена і, безсумнівно, має важливе хемотаксономічне значення [6].

У нашому дослідженні в порівнянні охарактеризовано склад вторинних метаболітів листків таволги середньої і таволги польської. Негідролізований метанольний екстракт містить типові водорозчинні первинні метаболіти – органічні та амінокислоти, які практично не утримуються в даних умовах ВЕРХ, з одного боку, і типові для листків неполярні компоненти – хлорофіли, каротиноїди, стерини, фосфоліпіди та тригліцериди, з іншого. Разом з тим, листки накопичують рясний пул вторинних метаболітів середньої полярності, серед яких незначна кількість терпеноїдів з часом утримання 26-31 хв, а в основному це фенольні сполуки (рис. 1).

На рис.1 – відмітки речовин: А - неутримуваний пул гідрофільних речовин (вільні органічні кислоти, амінокислоти та ін.) + розчинник; В - прості феноли (оксибензойні кислоти і т.д.), кон'югати коричної кислоти і неолігнани (глікозидні та алкільні похідні тощо); С - похідні оксикоричних (кавової, п кумарової) кислот; D - флавані (катехіни і проантоціанідини); F - флавоноли (глікозиди кверцетину й кемпферолу; спіреозид т.п.); FC - кон'югати флавоноїдів і оксикоричних кислот; Т - терпеноїди; X - хлорофіли й їх катаболіти (хлорофіліди, феофітини, феофорбіди т.п.); Y - каротиноїди (ксантофіли і каротини); S - стерини та їх ефіри / Se / і т. п.; PL - фосфоліпіди; TAG - три(ацил)гліцериди. Абсциса - час утримання, хв, ордината - сигнал детектора, mAU /milli-absorbance unit/. Позначено довжини хвилі детектування п'яти каналів, нм. Наведено УФ-спектри основних компонентів. На спектрах: абсциса - довжина хвилі, нм, ордината - нормований сигнал детектора, norm.mAU. 1А - оверлей каналів 350 нм двох хроматограм з компонентами глікозидів кверцетину і кемпферолу.

Основними фенольними компонентами листків *S. media* і *S. polonica* є флавоноли – глікозиди кверцетину і кемпферолу з часом утримання 15-20 хв. Їх вміст можна оцінити як 1/2 загальної кількості вторинних метаболітів. Кількість зареєстрованих компонентів – до 12, з них мажорних (домінуючих) речовин – 5. Слід констатувати ще й істотний вміст флаванових компонентів (глікозидовані катехін / епікатехін і конденсовані таніни) в межах 12-13 хв, а до того ж і простих фенолів і кислот, фенілпропаноїдів і неолігнанів з часом утримання 11 і 14 хв.

Істотне зауваження слушно зробити щодо похідних гемі- і монотерпеноїдів. В листках таволги середньої і таволги польської їх вміст достатньо високий і, ймовірно, в глікозидованому стані і / або у вигляді кон'югатів з коричної кислотою. Ці гідрофільні сполуки елюються близько 2 хв, а кон'юговані – з більшим часом утриман-

ня. Глікозиди гемітерпеноїдів зараз вельми активно досліджуються як біоактивні компоненти [10].

В цілому хроматографічні профілі ("відбитки пальців", HPLC fingerprints) і склад компонентів листків двох видів таволг доволі подібні, і це свідчить на користь внутрішньовидової таксономічної близькості. Однак порівняння складу флавонолів (рис.1, 1А) як значущих хемотаксономічних маркерів [6] все ж говорить про достатню систематичну віддаленість на рівні підвиду, бо за хроматографічними даними таволга середня містить головним чином глікозиди кверцетину (мають менший час утримання 16-18 хв), а польська – здебільшого глікозиди кемпферолу (з більшим часом утримання 18-20 хв).

Висновки. Проведене біохімічне дослідження вторинних метаболітів листків близьких видів *S. media* і *S. polonica* свідчить, що характерними біохімічними особливостями цих видів є великий вміст і різноманіття флавоноїдів – більше 10 глікозидів кверцетину і кемпферолу, істотна кількість флаванових сполук (катехіни і проантоціанідини) і фенілпропаноїдів (неолігнани, похідні коричної кислоти). Останньою, проте не менш значущою, виявленою групою вторинних метаболітів є полярні гемі-й монотерпеноїди, імовірно у формі глікозидів, що також характерні для деяких видів таволг. Виходячи з наших даних, зразки близьких видів *S. media* і *S. polonica* за профілями вторинних метаболітів доцільно розглядати в межах внутрішньовидового таксону – *S. media*.

Список використаних джерел

1. Бонюк З. Г. Таволги (*Spiraea* L.): монографія / З.Г. Бонюк. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 248 с.
2. Волиця О.Д. *Spiraea polonica* Blocki (*Rosaceae*) у Чернівецькій області // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Мат. міжнар. конф. молодих учених (11–15 серпня 2009 р., м. Кременець. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. – С. 61–62.
3. Гладкова В.Н. Род Спирея, таволга – *Spiraea* L. // Флора Восточной Европы / Отв. ред. Н.Н. Цвелев. – СПб.: Мир и Семья; Изд-во СПХФА, 2001. – Т.10. – С. 319–326.
4. Доброчаєва Д.М. Рід Таволга – *Spiraea* L. // Флора УРСР. Т.6. – К.: Вид-во АН Української РСР, 1954. – С. 9–23.
5. Заверуха Б.В. Флора Вольно-Подоли и ее генезис. – Киев.: Наук. думка, 1985. – 192 с.
6. Карпова Е.А., Лаптева Н.П. Фенольные соединения в систематике рода *Spiraea* L. // Turczaninowia, 2014. – 17 (1). – С. 42–56.
7. Федорончук М.М., Белемець Н.М. Волиця О.Д. Рідкісні види роду *Spiraea* L. (*Rosaceae*) флори України та стан їхньої охорони // Український Ботанічний журнал. Том 70, №2, 2013. – С. 164-167.
8. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
9. Byung Tae Ahn, Kap Jin Oh, Si Kyung Park et al. Phenolic compounds from leaves of *Spiraea salicifolia* // Kor.J.Pharmacogn., 1996.– 27(3).– 178-183.
10. Choudhary M.L., Naheed N., Abbaskhan A., Ali S., Atta-ur-Rahman. Hemiterpene glucosides and other constituents from *Spiraea canescens* // Phytochemistry, 2009. 70 (11–12), pp. 1467–1473.
11. Comprehensive Natural Products II: Chemistry and Biology, 1st Edition. Eds: Mander L.N. & Liu H.-W. – Oxford : Elsevier Science, 2010. Volume 4. Chemical Ecology. P. 543-544.
12. Dictionary of Natural Products, ver. 22.2 Copyright © 2014 Taylor & Francis Group. – URL: <http://dnpc.chemnetbase.com> (2014).
13. Morita S., Hiradate S., Fujii Y., Harada J. cis-Cinnamoyl glucoside as a major plant growth inhibitor contained in *Spiraea prunifolia* // Plant Growth Regulation, 2005.– 46.– 125–131.

адійшла до редколегії 14.10.14

Н. Белемець, біолог,
Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии"
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина
В. Грахов, канд. биол. наук, ст. научн. сотр.
Национальный ботанический сад им. Н.Н.Гришко НАН Украины, Киев, Украина
З. Бонюк, канд. биол. наук, Е. Бойко, вед. инж.
Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии"
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ ТАВОЛГ *SPIRAEA MEDIA* FRANZ SCHMIDT И *S. POLONICA* BLOCKI

Проведено біохімічне дослідження близьких видів *Spiraea media* Franz Schmidt і *S. polonica* Blocki, в результаті якого виявлено, що состав вторинних метаболитов листьев обоих видов довольно близок и не является свидетельством принадлежности к разным видам. В то же время сравнение состава флавонол-гликозидов является признаком внутривидовой удаленности этих таксонов.

Ключевые слова: таволга, *Spiraea* L., *S. media* Franz Schmidt, *S. polonica* Blocki, вторичные метаболиты, ВЭЖХ, хемотаксономия.

N. Belemets, Biologist

O.V.Fomin Botanical Garden, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

V. Grakhov, PhD, Senior Researcher

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

Z. Bonyuk, PhD, O. Boiko, Leading engineer

O.V.Fomin Botanical Garden, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

CHEMOTAXONOMIC STUDY OF INTRODUCED SPECIES OF MEADOWSWEET *SPIRAEA MEDIA* FRANZ SCHMIDT AND *S. POLONICA* BLOCKI

Conducted biochemical study of closely related species *Spiraea media* Franz Schmidt and *S. polonica* Blocki resulted in that the composition of the secondary metabolites of leaves of both species are quite similar, and is not an evidence of belonging to different species. At the same time, comparison of flavonol glycosides is an indication of intraspecific distance between these taxa.

Keywords: meadowsweet, *Spiraea* L., *S. media* Franz Schmidt, *S. polonica* Blocki, secondary metabolites, HPLC, chemotaxonomy.

УДК 582.394:581.522.4.056

А. Голубенко, канд. біол. наук, наук співр.
Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, ННЦ "Інститут біології"
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
Ю. Кліщ, студ., О. Вашека, канд. біол. наук, асист.
ННЦ "Інститут біології"
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ВВЕДЕННЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* РІДКІСНОГО ВИДУ ФЛОРИ УКРАЇНИ *ASPLENIUM ADIANTUM-NIGRUM* L. (ASPLENIACEAE)

Введено в культуру *in vitro* рідкісний вид *Asplenium adiantum-nigrum* L. Підбрано умови для проростання спор цього виду *in vitro*, отримання гаметофітів і спорофітів. Встановлено особливості вегетативного розмноження гаметофітів *A. adiantum-nigrum in vitro*.

Ключові слова: *A. adiantum-nigrum*, папороть, рідкісні рослини, розмноження, гаметофіт, спорофіт, *in vitro*.

Збереження рослинного різноманіття – одне із пріоритетних завдань, що покладене на Ботанічні сади та закріплене, зокрема і міжнародними документами, такими як Глобальна стратегія збереження рослин [4] та Європейська стратегія збереження рослин на 2008–2014 роки [8].

Костянець адіант чорний (*Asplenium adiantum-nigrum* L.) – субсередземноморський вид, що в Україні знаходиться на північній межі свого ареалу та зустрічається в ізольованих локалітетах у Карпатах, західному Лісостепу та Криму [1]. Він занесений до обох видань Червоної книги України [7] та має природоохоронний статус "рідкісний". *A. adiantum-nigrum* охороняється і за межами нашої країни [6].

У Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна *A. adiantum-nigrum* вирощують в умовах колекції вищих спорових рослин відкритого ґрунту впродовж останнього десятиліття [3]. Інтродукційні роботи показали необхідність проведення постійного поновлення фонду живих рослин, оскільки вони є досить вибагливими до умов мікрорельєфу та зимівлі [2]. Вирішенням даної проблеми може бути створення банку рослинного матеріалу *in vitro*, чому й присвячені наші дослідження.

Метою роботи було введення в асептичну культуру рідкісного виду флори України *A. adiantum-nigrum*, включення його в колекцію рідкісних і зникаючих рослин *in vitro*, підбір живильних середовищ для вирощування гаметофітів, отримання та культивування спорофітів в асептичних умовах.

Матеріали та методи. Первинним культивативним матеріалом були спори *A. adiantum-nigrum*, зібрані впродовж червня – серпня 2013 року з рослин, які вирощувались в умовах експозиційної ділянки вищих спорових рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна (рис. 1).

При введенні в асептичну культуру, для уникнення пошкодження спор стерилізуючими речовинами, використовували ваї з нерозкритими сорусами, які поетапно стерилізували за нашою модифікацією стандартної методики: 30 с – в етиловому спирті, 9-10 хв. – у хлориді ртуті (HgCl₂); після чого тричі промивали стерильною дистильованою водою [5]. Простерилізовані відрізки ваї

підсушували в стерильних банках без живильного середовища протягом 10-15 днів, до розтріскування сорусів.



Рис. 1. Інтродукована рослина *A. adiantum-nigrum* L. на ділянці вищих спорових рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна – джерело первинного культивативного матеріалу для асептичної культури

Спори, які висипались із сорусів, висівали на поверхню агаризованого живильного середовища, що містило розведені удвічі мінеральні солі за Мурасіге-Скугом (½ MS) [9], вітаміни (0,5 мг/л В₁ і В₆ та 1 мг/л РР), 100 мг/л мезоінозиту та 20 г/л сахарози. рН середовища становив 5,5-5,8.

Отримані *in vitro* гаметофіти, для їх вегетативного розмноження, культивували на агаризованих живильних середовищах ½ MS з додаванням вітамінів (0,5 мг/л В₁ і В₆ та 1 мг/л РР), 4 мг/л аденіну, регуляторів росту в невисоких концентраціях (0,1 мг/л індолилцетової кислоти (ІОК), 0,2-1 мг/л кінетину, 100 мг/л мезоінозиту і 20 г/л сахарози та на безгормональному середовищі ½ MS в якості контролю. З метою ініціації утворення спорофітів у культивативні банки з гаметофітами додавали 1-2 мл стерильної дистильованої води і продовжували культивування на тих же живильних середовищах.

Результати та їх обговорення. Проростання спор *A. adiantum-nigrum* починалось через 35-40 днів після висіву їх на поверхню живильного середовища. Завдяки