



АНАТОМІЧНА БУДОВА РАХІСІВ ПАПОРОТЕЙ РОДУ *POLYSTICHUM* ROTH

ГРИНА О. ПОЛІЩУК *, ОЛЕНА В. ВАШЕКА **, ОКСАНА В. ТИЩЕНКО ***

Анотація. У роботі наведено морфолого-анатомічну характеристику поперечних зрізів рахісів 5-ти видів роду *Polystichum* Roth. Виявлено основні та допоміжні анатомічні ознаки, за якими досліджувані види розрізняються.

Ключові слова: *Polystichum*, анатомія, морфологія, рахіс

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології», кафедра ботаніки, вул. Володимирська, 64, Київ, 01601, Україна; * irene_polyshchuk@mail.ru, ** vasheka_olena@mail.ru, *** oksana_t@ukr.net

Вступ

При вирішенні сучасних питань систематики рослин поряд з морфологічними, цитологічними, біохімічними та молекулярними даними використовуються й анатомічні. Найбільш успішно в якості анатомічних діагностичних ознак застосовуються особливості будови вегетативних органів: кореня, стебла і листка, зокрема, анатомічної будови черешка. Ознаки анатомічної організації черешка в якості систематичних почали використовувати ще у XIX столітті – на підставі дослідження 500 дводольних рослин було показано, що особливості анатомії черешка є досить надійними діагностичними критеріями (Ретт 1887 за Гуреева 1984). В подальшому, важливість анатомічної будови черешка для систематики квіткових рослин було доведено роботами ряду авторів, зокрема на прикладі родин Аріасеае (Матюшенко 1949; Пименов *и др.* 1982), Ламіасеае (Черпакова 1956) та Вітасеае (Зубкова 1965). Попри таксономічну вагомість, виявлення видоспецифічних анатомічних ознак має і практичне значення, зокрема в галузі фармакогнозії та декоративного садівництва, оскільки папороті знаходять застосування у народній та офіційній медицині та в якості декоративних рослин, як у кімнатній культурі та в оранжереях, так і в умовах відкритого ґрунту (Карпенко 2005).

Вивченню васкулярної системи кореневищ, черешків і вай папоротей присвячено чимало робіт (див. Зубкова 1965). Доведено, що анатомічна будова черешків досить стійка у межах роду, до того ж ця ознака не змінюється залежно від екологічних умов. Це допомагає уточнити положення дискусійних родів у межах тієї чи іншої родини.

Однією з груп Папоротеподібних, щодо систематики якої продовжуються дискусії, є рід *Polystichum* Roth, що належить до родини Dryopteridaceae Ching. Це один з найбільших родів папоротей, який за різними даними налічує від 180-230 (KRAMER & GREEN 1990) до 200-300 (BARRINGTON *et al.* 1989; KUNG *et al.* 2001) видів. Анатомічні ознаки для систематики роду *Polystichum* переважно не застосовувалися, відомо лише кілька публікацій, присвячених анатомії деяких видів роду (Гуреева 1984).

Зважаючи на недостатню вивченість анатомо-морфологічних особливостей, нами обрано для анатомічних досліджень п'ять видів роду *Polystichum*: *P. tripterum* (G. Kunze) C. Presl, *P. acrostichoides* (Mich.) Schott, *P. aculeatum* (L.) Roth, *P. setigerum* (C. Presl) C. Presl та *P. munitum* (Kaulf.) C. Presl.). За мету було поставлено виявити видоспецифічні ознаки анатомічної організації рахісу вай папоротей роду *Polystichum*, які можна було би ефективно застосовувати при визначенні конкретних таксонів.

Матеріали і методи досліджень

Матеріал було відібрано з рослин, що росли на колекційній ділянці вищих спорових рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. Для дослідів з рослин кожного виду відбирали по 5 вай однієї генерації. Для дослідження анатомічної структури серединних частин рахісу були виконані серії зрізів від руки за рекомендаціями Паушевої (Паушева 1988), які зафарбовували шляхом флороглюцинової реакції на предметному склі. Препарати досліджували за допомогою мікроскопа Carl Zeiss Primo Star при збільшенні $\times 40$, $\times 100$ та $\times 400$. Проміри параметрів здійснювали за допомогою окуляр-мікрометра на збільшенні $\times 40$. При збільшенні

Табл. 1. Морфометричні параметри рахів папоротей роду *Polystichum*.Table 1. Morphometrical parameters of *Polystichum* species rachises.

Вид	Переріз рахісу				Гіподермальна склеренхіма			
	Висота, мм	CV, %	Ширина, мм	CV, %	Товщина, мкм	CV, %	Кількість шарів	CV, %
<i>P. acrostichoides</i>	1,63 ± 0,06	17,61	1,87 ± 0,08	16,32	89,58 ± 4,15	16,04	7	90,88
<i>P. aculeatum</i>	2,72 ± 0,05	9,65	2,91 ± 0,06	11,35	236 ± 10,40	10,79	10	70,34
<i>P. setigerum</i>	2,46 ± 0,05	7,68	2,37 ± 0,05	70,64	164,71 ± 7,08	11,37	7-8	60,15
<i>P. munitum</i>	1,59 ± 0,02	5,36	2,15 ± 0,05	90,30	127,5 ± 4,39	10,88	8-9	11,13
<i>P. tripterum</i>	1,83 ± 0,05	11,04	1,86 ± 0,05	9,78	87,68 ± 4,79	28,92	5	15,38

×100 вимірювання проводили за допомогою програми ScopePhoto. Мікрофотографії були зроблені камерою Scope Tek E DCM 510 за допомогою програми ScopePhoto. Цифрова обробка фотографій проводилася за допомогою програм Paint.NET v. 3.35, Axiovision Rel. 4.8 та Autopano Giga v2.02. Статистична обробка результатів вимірювання проводилася у програмі Microsoft Exel за рекомендаціями Лакіна (Лакін 1990).

Результати досліджень

У роботі адаксіальними ми називаємо основні провідні пучки, які є більшими за розмірами і розміщуються ближче до адаксіальної сторони зрізу, та абаксіальними, відповідно, – менші провідні пучки з абаксіального боку. Також ми вважаємо, що субепідермальна обкладка з механічних тканин представлена склеренхімою, а не коленхімою, оскільки ця тканина складена з мертвих клітин (Вашека і Брайон 2000).

На підставі попередньо проведених нами досліджень встановлено, що анатомічна будова черешечка малоінформативна і непридатна для ідентифікації видів роду *Polystichum*, тоді як анатомічні ознаки будови черешка та рахісу можуть успішно використовуватися в якості діагностичних.

Морфометричні параметри поперечних зрізів рахів 5 видів роду *Polystichum* наведено у Таблиці 1.

Найбільший діаметр зрізів мають рахіси двох видів: *P. aculeatum* та *P. setigerum*, трохи меншими є рахіси *P. acrostichoides* та *P. munitum*. Найменшого діаметру є рахіси *P. tripterum* (Рис. 1).

Як видно з Рис. 1, рахіси рослин досліджених видів на поперечних зрізах мають еліпсоподібну або трапецієподібну форму, з більшою шириною

в адаксіальній частині, та можуть мати адаксіальний жолобок. На поперечному зрізі рахісу жолобок добре виражений у *P. tripterum* та *P. aculeatum*. У інших видів (*P. acrostichoides*, *P. munitum*) – жолобок неглибокий. *P. setigerum* на відміну від інших видів не має адаксіального жолобка.

Зовні рахіси вкриті одношаровою склерифікованою епідермою. Вона утворена дрібними прямокутними клітинами. Шар гіподермальної склеренхіми добре виражений, має товщину від 87,68 до 236 мкм, його формує до 10 рядів склерецитів, діаметр яких до центру збільшується. Паренхіма складається із округлих клітин, які містять хлоропласти.

Провідна система утворена трьома або чотирма провідними пучками, з них – два овальні (основні) адаксіальні і один або два менші за розміром абаксіальні. Усі провідні пучки концентричного типу – амфікрибральні: ксилема займає центральне положення, а навколо неї розміщується флоема. На поперечному перерізі видно, що клітини ксилеми згруповані у гачкоподібну структуру: крупніші клітини метаксилеми розміщені ближче до осі рахісу, у напрямку до адаксіальної поверхні розмір судин ксилеми зменшується (клітини дрібніші) – це протоксилема, яка утворює гачкоподібно загнутий в бік до іншого (протилежного, сусіднього) адаксіального провідного пучка тяж (Рис. 1).

Присутні один або два абаксіальні провідні пучки менших розмірів. Вони на зрізі мають округлу або яйцеподібну форму. При цьому тяж ксилеми витягнуто-еліптичної форми, розміщений у верхній частині провідного пучка (ближче до центру зрізу) і перпендикулярно до радіусу зрізу. Крупніші елементи ксилеми розміщені ближче до периферії зрізу.

Кількість адаксіальних провідних пучків у

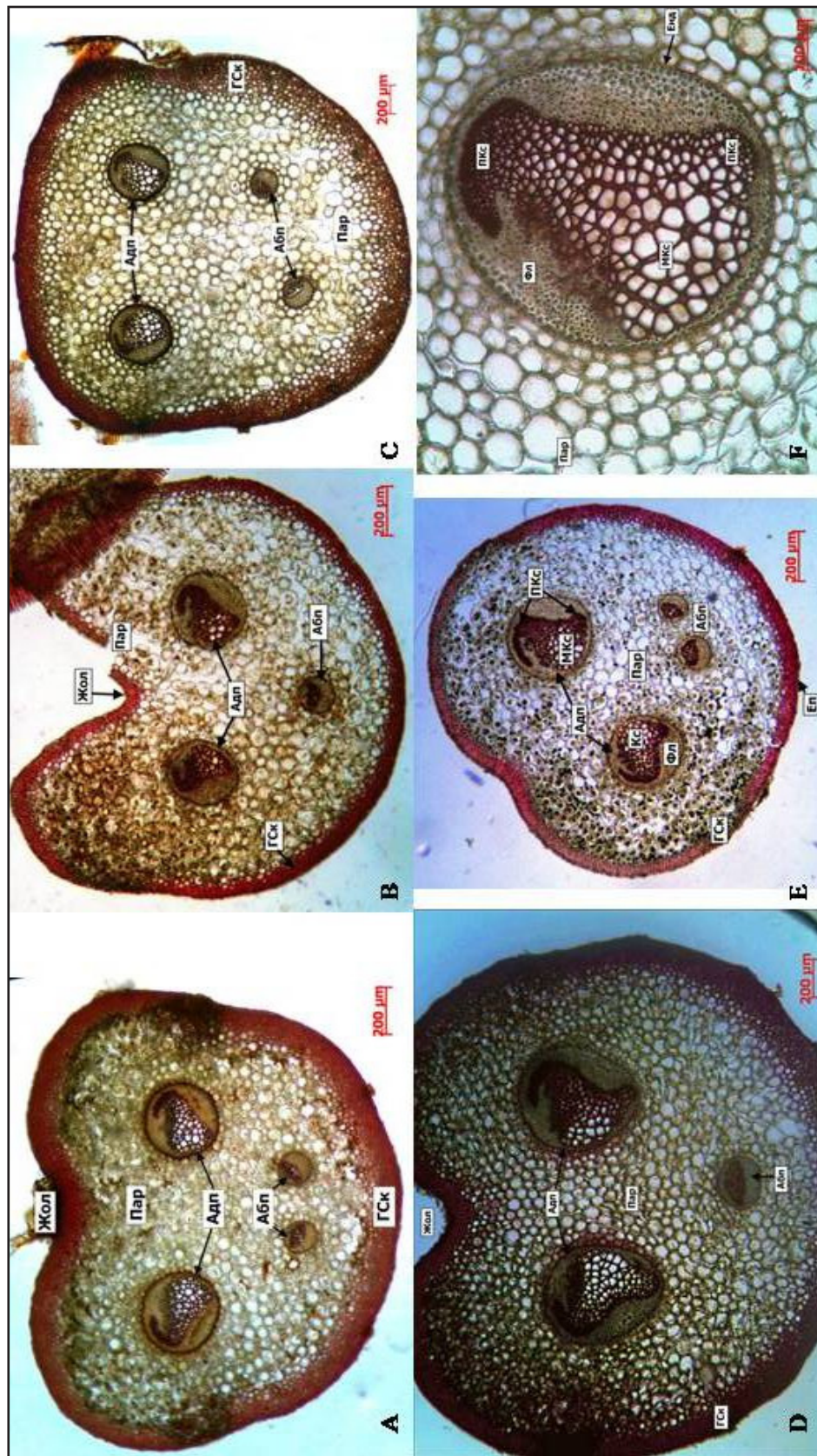


Рис. 1. Поперечні зрізи рахісів: А – *Polystichum tinitum*; В – *P. tripteris*; С – *P. seidelii*; D – *P. aculeatum*; E – *P. aculeatum*; F – адаксіальний провідний пучок на поперечному зрізі черешка *P. aculeatum*. Умовні позначення: Абп – абаксіальний провідний пучок, Адп – адаксіальний провідний пучок, ГСк – гіподермальна склеренхіма, Фл – флоєма, Кс – ксилема, МКС – метаксилема, ПКС – протоксилема, Жол – адаксіальний жолобок, Пар – паренхіма, Енд – ендодерма, Еп – епідерма.

Fig. 1. Rachis cross sections: A – *Polystichum tinitum*; B – *P. tripteris*; C – *P. seidelii*; D – *P. aculeatum*; E – *P. aculeatum*; F – adaxial vascular bundle in the petiole transverse section of *P. aculeatum*. Abb – abaxial vascular bundle, Адп – adaxial vascular bundle, ГСк – hydrodermal sclerenchyma, Фл – phloem, Кс – xylem, МКС – metaxylem (secondary xylem), ПКС – protoxylem (primary xylem), Жол – adaxial groove, Пар – parenchyma, Енд – endoderm, Еп – epidermis.

рахісі завжди стала – їх лише два, вони можуть бути вдвічі-втричі більшими за абаксіальні пучки. У деяких видів може відрізнятися форма ксилемних тяжів у адаксіальних провідних пучках. Зокрема, тяж ксилеми у трьох видів (*P. munitum*, *P. tripterum* та *P. setigerum*) на зрізі за формою нагадує літеру «Б» у правому та дзеркально обернену «Б» – у лівому провідному пучку. При цьому тут розрізняється дві ділянки: метаксилемне тіло та протоксилемний «хвостик» літери «Б». У двох інших видів (*P. aculeatum*, *P. acrostichoides*) є не одна, а дві ділянки протоксилеми, друга з яких розміщується у нижньому периферійному куті «літери Б».

Досліджені нами види роду *Polystichum* також відрізняються за формою ксилемного тяжа в абаксіальних провідних пучках. Так, у *P. aculeatum* та *P. acrostichoides* ксилемні тяжі мають чітко ковпачкоподібну форму. Для *P. munitum* та *P. setigerum* характерними є витягнуто-еліптичні, а для *P. tripterum* – півмісяцеві тяжі ксилеми.

Досліджені нами види добре диференціюються за кількістю абаксіальних провідних пучків. Так, у рахісі *P. aculeatum* та *P. tripterum* присутній лише один абаксіальний провідний пучок, а у *P. munitum*, *P. acrostichoides* та *P. setigerum* – їх по два.

Найбільші за розмірами провідні пучки характерні для *P. aculeatum* та *P. acrostichoides*.

Досліджувані нами види відрізняються також за товщиною та кількістю шарів субепідермальної склеренхіми. Так, найбільш розвинутий шар гіподермальної склеренхіми характерний для рахісів *P. aculeatum* та *P. setigerum*, дещо менш розвинутий – для *P. munitum*.

Висновки

Таким чином, нами показано, що анатомічні ознаки рахісу можуть бути успішно використані

для ідентифікації досліджених видів. А найбільш стійкими і надійними діагностичними ознаками виявилися наступні ознаки: форма поперечного зрізу, наявність або відсутність, а також ступінь вираженості адаксіального жолобка; кількість провідних пучків (найбільш інформативною ознакою є кількість абаксіальних провідних пучків в середній частині рахісу); форма провідних пучків і тяжів ксилеми. В якості допоміжних ознак можуть використовуватись такі параметри, як розміри поперечного перерізу рахісу та кількість шарів механічної тканини.

Використані джерела

- ВАШЕКА О.В. і БРАЙОН О.В. 2000. Особливості анатомічної будови черешків вічнозелених представників родини Dryopteridaceae Ching. *Інтродукція рослин* 1: 68–70.
- ГУРЕВА И.И. 1984. Папоротники во флоре Южной Сибири. Автореф. канд. биол. наук. Томск.
- ЗУБКОВА Н.Г. 1965. Анатомическое строение черешков в сем. Vitaceae, его таксономическое и эволюционное значение. *Ботан. журн.* 50 (11): 1556–1557.
- КАРПЕНКО Ю.О. (ред.). 2005. Виці спорів судинні рослини Чернігівщини. Чернігів.
- ЛАКИН Г.Ф. 1990. Биометрия. Высш. шк., Москва.
- МАТЮШЕНКО А.И. 1949. Значение строения черешка для систематики растений (на примере зонтичных). *Работы научн. студ. общества Воронеж. ун-та*: 42–46.
- ПАУШЕВА З.П. 1988. Практикум по цитологии растений. Агропромиздат, Москва.
- ПИМЕНОВ М.Г., ОСТРОУМОВА Т.А., ТОМКОВИЧ Л.Л. 1982. Структура черешков кавказских видов сем. Umbeliferae. *Бюлл. МОИП* 87 (3): 57–75.
- ЧЕРПАКОВА Н.В. 1956. О значении анатомии черешков губоцветных для систематики и сырьеведения. *Тр. Воронеж. ун-та*. 39: 88–90.
- BARRINGTON D.S., HAUFLE C.H., WERTH C.R. 1989. Hybridization, reticulation, and species concepts in the ferns. *Amer. Fern J.* 79: 55–64.
- KRAMER K.U., GREEN P.S. 1990. Pteridophytes and gymnosperms. In: KUBITZKI K. (ed.). *The families and GENERA OF VASCULAR PLANTS. VOL. I: 1–277.* SPRINGER, BERLIN.
- KUNG H., ZHANG L., CHU W., HE Z., HSIEN Y. 2001. Dryopteridaceae. 2. In: KUNG H. (ed.). *Flora Republicae Popularis Sinicae. Vol. 5 (2).* Science Press, Beijing.

ANATOMICAL STRUCTURE OF POLYSTICHUM ROTH FERNS RACHISES

IRYNA O. POLYSHCHUK *, OLENA V. VASHEKA **, OKSANA V. TYSHCHENKO ***

Abstract. The morpho-anatomical characteristics of rachis cross sections of five *Polystichum* species is presented. The main and auxiliary anatomical features which help to distinguish investigated species are revealed.

Key words: *Polystichum*, anatomy, morphology, rachis

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Educational and Scientific Centre «Institute of Biology», Department of Botany, Volodymyrs'ka Str., 64, Kyiv, 01601, Ukraine; * irene_polyshchuk@mail.ru, ** vasheka_olena@mail.ru, *** oksana_t@ukr.net