

---

doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2017.12.112>

УДК 57.017.2:57.032:582.35:631.547.477

**Л.В. Войтенко, І.В. Косаківська**

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ

E-mail: lesya\_voytenko@ukr.net

## **Особливості акумуляції та розподілу індоліл-3-оцтової та абсцизової кислот в органах спорофіта дикорослої папороті України *Polystichum aculeatum* (L.) Roth на різних фенологічних фозах розвитку**

*Представлено членом-кореспондентом НАН України С.Я. Коцем*

*Уперше методом високоефективної рідинної хроматографії—мас-спектрометрії (ВЕРХ-МС) досліджено характер акумуляції та розподіл індоліл-3-оцтової (ІОК) та абсцизової (АБК) кислот в органах спорофіта дикорослої папороті *Polystichum aculeatum* (L.) Roth в онтогенезі. Максимальний вміст ендогенної ІОК із домінуванням вільної форми зафіксовано у ваях та кореневищі у фазу інтенсивного росту, тоді як інтенсивне накопичення ендогенної АБК відмічено в кореневищі під час формування сорусів. У період осінньої вегетації у ваях домінувала кон'югована форма АБК. Водночас вміст ІОК у кореневищі зменшувався.*

**Ключові слова:** *Polystichum aculeatum, абсцизова кислота, індоліл-3-оцтова кислота, спорофіт.*

Індоліл-3-оцтова (ІОК) та абсцизова (АБК) кислоти — ключові компоненти фітогормональної системи, які задіяні в регуляції росту й розвитку рослин. ІОК синтезується в примордіях листків, хлоропластах молодих листків, а також у плодах, контролює ембріо-, органо- та морфогенез, апікальне домінування, судинну диференціацію, полярність органів, розвиток кореневої системи, утворення й формування насіння і плодів [1]. Клітинний пул ІОК складається з вільної форми (активна сигнальна молекула) та неактивних попередників або кон'югованих форм. Співвідношення вільних та кон'югованих форм гормону регулюється шляхом його біосинтезу, деградації й транспорту [2].

АБК синтезується в хлоропластах листків, коренях, стеблі, плодах, контролює процеси дозрівання й проростання насіння, спокою насіння, бруньок, коренеплодів і цибулин дворічних та багаторічних рослин, ріст бічних коренів і задіяна у формуванні захисних механізмів, спрямованих на сповільнення метаболізму й адаптацію до впливу негативних абіотичних і біотичних чинників [3]. У рослинних тканинах АБК знаходиться у вільній (активній) і кон'югованій (неактивній) формах. Домінуючою у вищих рослин є активний ізомер *цис*-АБК. Основний кон'югат АБК — глюкозний ефір АБК — малоактивна транспортна форма гормону, акумулюється у вакуолях і є джерелом вільних форм гормону [3].

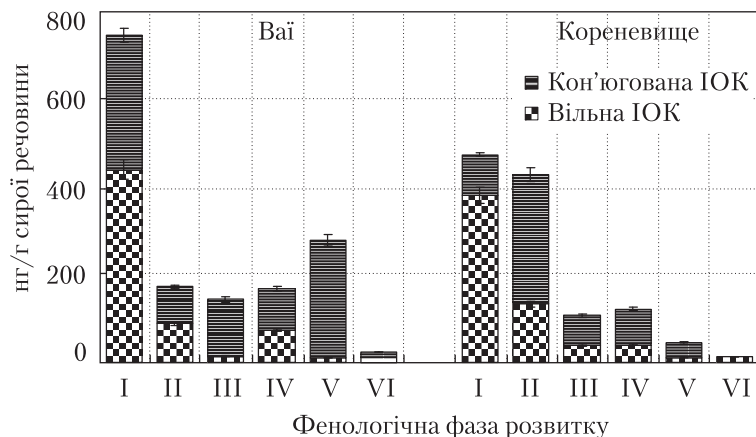
© Л.В. Войтенко, І.В. Косаківська, 2017

Папоротеподібні (*Polypodiophyta*) за кількістю видів посідають перше місце серед сучасних вищих судинних спорових рослин. Вони зберігають фотосинтетичну активність за умов низької освітленості, стійкі до інтенсивного зволоження, толерантні до бідного на мінеральні речовини субстрату [4]. Фітогормональна система папоротей малодосліджена, переважна більшість робіт присвячена вивченню впливу екзогенних фітогормонів на ріст папоротей у культурі та розвиток гаметофіта й спор [5]. У попередніх дослідженнях ми проаналізували особливості накопичення та розподілу ІОК, АБК та гіберелінів у органах спорофіта однорічної водної папороті *Salvinia natans* L. Показано, що домінуючими були вільні форми гормонів, а динамічні зміни в співвідношенні між кон'югованими та активними формами засвідчили участь цих гормонів у регуляції процесів переходу від вегетативної до репродуктивної фаз розвитку спорофіта [6].

У нашій роботі ми виходили із припущення, що ефективність дії фітогормонів у вищих судинних спорових, як і у вищих насінневих рослин, залежить від балансу між вільними та кон'югованими формами. Водночас ми враховували, що біорізноманіття морфологічних і фізіологічних ознак регулюється серед інших чинників гормональним статусом виду [7]. Тому за мету дослідження ставилося вивчити особливості акумуляції й розподілу ІОК та АБК у вегетативну і репродуктивну фази розвитку спорофіта дикорослої папороті флори України *Polystichum aculeatum* (L.) Roth, а також визначити зв'язок між інтенсивністю ростових процесів і фітогормональним балансом.

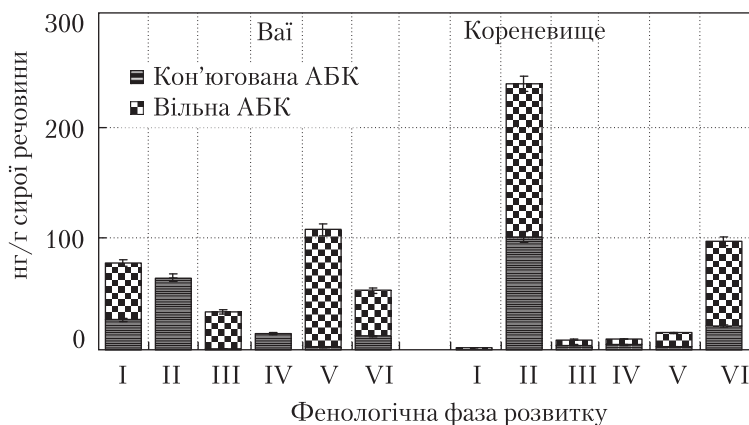
**Матеріали і методи.** Досліджувалися ваї та кореневища рівноспорової папороті *Polystichum aculeatum* (L.) Roth (багаторядник шипуватий) з родини *Dryopteridaceae*, яка зростає на експозиційній ділянці вищих спорових рослин Ботанічного саду ім. О.В. Фоміна в Києві. Рослинний матеріал відбирали протягом 2014–2015 рр. на шести фенологічних фазах розвитку спорофіта, які визначали за методичними рекомендаціями [8]. Перша фаза інтенсивного росту (30 квітня) починалася з розходження верхівок вай, черешок набував зеленого забарвлення, відбувалося роз'єднання плівок із подальшим розгортанням вай. Друга фаза формування сорусів (29 травня) характеризувалася закінченням росту вай, випрямленням верхівок та набуттям ваями типового вигляду. Повністю розгорнена перша пара вай містила соруси, що були сформовані ще в зачаткових ваях. У третю фазу спороношення (17 червня) спорангії набували бурого забарвлення, їхні оболонки розривалися, і спори починали масово висипатися. У четверту фазу літньої вегетації (10 липня) випадання спор завершувалося, а спорангії висихали та відмидали. У п'яту фазу осінньої вегетації (21 жовтня) та шосту зимової вегетації (23 лютого) сформовані ваї зберігали життєдіяльність. Повне руйнування вай старої генерації відбувалося після закінчення росту нової. Тривалість життя окремої генерації вай становила від 430 до 460 діб [9].

Фракцію ІОК та АБК екстрагували охолодженим 80 % етанолом із додаванням 1–2 крапель розчину антиоксиданту (0,02 % діетилдитіокарбамату натрію). Спиртові екстракти випарювали до водного залишку й проморожували. Аліквоту розмороженого водного залишку розчином 2 н НСІ доводили до рН 3,0 і центрифугували при 10000 об/хв протягом 20 хв на центрифугі К-24 фірми "Janetski" (Німеччина). Використана методика виділення й очищення вільної і кон'югованої форм фітогормонів описана раніше [6]. Остаточний аналіз якісного складу й кількісного вмісту ІОК та АБК проводили на рідинному хроматографі Agilent 1200 LC із діодно-матричним детектором G 1315 В (США), колонка



**Рис. 1.** Вміст вільної та кон'югованої форм ІОК у органах спорофіта *Polystichum aculeatum* (L.) Roth на різних фенологічних фазах розвитку: I – початок інтенсивного росту; II – формування сорусів; III – спороношення; IV – літня вегетація; V – осіння вегетація, VI – зимова вегетація (нг/г сирої речовини)

**Рис. 2.** Вміст вільної та кон'югованої форм АБК у вагах та кореневищі спорофіта *Polystichum aculeatum* (L.) Roth на різних фенологічних фазах розвитку: I – початок інтенсивного росту; II – формування сорусів; III – спороношення; IV – літня вегетація; V – осіння вегетація, VI – зимова вегетація



Eclipse XDB-C 18 4,6 × 250 мм, розмір частинок 5 мкм, і з використанням мас-селективного детектора з комбінованим джерелом іонізації (ММ-ES+APCI) моделі 6120. Хроматографічне розділення ІОК та АБК виконували в УФ-області поглинання за аналітичної довжини хвилі детектування 280 та 254 нм відповідно зі швидкістю рухомої фази 0,5 мл/хв у системі розчинників метанол : ультрачиста вода : оцтова кислота (40 : 59,9 : 0,1). Детекцію гормонів на мас-селективному детекторі здійснювали в режимах SIM (маса 264) і Scan (у діапазоні мас 100–300) в Negative Polarity із напругою на фрагменторі 70 В. Для ідентифікації використовували немічені ІОК (“Sigma”, США), ( $\pm$ ) *цис*-, *транс*-АБК (“Sigma”, США). Хроматограми обробляли і аналізували за допомогою програмного забезпечення Chem Station версія B.03.01 у режимі *off line*. Досліди проводили в триразовому біологічному та аналітичному повторах. Результати обробляли статистично ( $P \leq 0,05$ ) з використанням програм Microsoft Excel 2007 та Origin 6.0.

**Результати і їх обговорення.** Перший максимум у вмісті ендогенної ІОК спостерігався в органах спорофіта *P. aculeatum* у фазу інтенсивного росту. Впродовж фази формування сорусів вміст ІОК у вагах зменшився в чотири рази, тоді як у кореневищі кількість гормону залишалася в межах рівня попередньої фази. Істотне зменшення (у чотири рази) кількості ІОК у кореневищі спостерігалось у фазу спороношення. Вміст ендогенної ІОК у вагах досяг

другого максимуму у фазу осінньої вегетації. У кореневищах вміст ендогенної ІОК після незначного підвищення у фазу літньої вегетації почав зменшуватися й у фази осінньої й зимової вегетації сягав мінімальних величин. Пул ендогенної ІОК у ваях також зменшився до мінімуму у фазу зимової вегетації (табл. 1).

Вільна форма ІОК домінувала в органах спорофіта у фазу інтенсивного росту. Надалі протягом репродуктивного розвитку під час формування та дозрівання спорангіїв із сорусами та спор, після висипання спор і в період переходу до осінньо-зимової вегетації переважала кон'югована форма гормону. У ваях вміст кон'югованої форми ІОК сягав другого максимуму у фазу осінньої вегетації. У кореневищі найбільший вміст кон'югованої форми ІОК зафіксовано у фазу формування сорусів. Після висипання спор кількість гормону в кореневищі зменшилася в 4,3 раза й досягла мінімуму у фазу зимової вегетації. У зимуючих ваях на протигагу кореневищу відбувалося певне накопичення кон'югованої форми гормону (рис. 1).

Отже, перший максимум в акумуляції вільної форми ІОК відповідав періоду інтенсивного росту, що засвідчило участь ІОК у регуляції процесів органо- та морфогенезу спорофіта *P. aculeatum*. Відомо, що ріст і розвиток реалізується через зміни в концентрації фітогормонів у органах рослини й визначається співвідношенням метаболічних стратегій — біосинтез/катаболізм та кон'югація/гідроліз [2]. Ауксини, синтезовані в апікальній меристемі стебла й молодих листках, за допомогою активного та пасивного транспорту базипетальним шляхом транспортуються до клітин кореня за участю білків-транспортерів AUX1 та PIN1, PIN2/AGR/EIR1 [10]. У регуляцію ауксинового гомеостазу залучені також інгібітори транспорту гормону, які зв'язують білки, що взаємодіють з експортером ауксину [11]. Зважаючи на виявлені нами особливості в характері накопичення кон'югованої форми ІОК під час переходу від інтенсивного росту вай до формування та дозрівання сорусів, спор і до осінньо-зимової вегетації, можна припустити, що підтримка ауксинового гомеостазу в органах спорофіта *P. aculeatum* забезпечується завдяки реакціям кон'югації.

Під час інтенсивного росту та формування сорусів пул ендогенної АБК у ваях був однаково високим. Дозрівання та повне висипання спор відбувалося на тлі поступового зменшення вмісту АБК, а у фазу осінньої вегетації зафіксовано максимальний рівень гормону. У зимуючих ваях вміст ендогенної АБК зменшився вдвічі. На початку інтенсивного росту

Таблиця 1. Вміст ендогенної ІОК в органах спорофіта *Polystichum aculeatum* (L.) Roth на різних фенологічних фазах розвитку, нг/г сирової речовини,  $X \pm SD$ ,  $n = 9$

Фенологічна фаза розвитку спорофіта	Ваї	Кореневище
Інтенсивний ріст	<b>750,0 ± 37,5</b>	<b>476,2 ± 23,8</b>
Формування сорусів	173,8 ± 8,7	<b>430,3 ± 21,5</b>
Спороношення	144,4 ± 7,2	107,0 ± 5,4
Літня вегетація	169,4 ± 8,5	121,6 ± 6,1
Осіння вегетація	<b>279,9 ± 14,0</b>	45,7 ± 2,3
Зимова вегетація	23,7 ± 1,2	12,7 ± 0,6

Таблиця 2. Вміст ендогенної АБК у органах спорофіта *Polystichum aculeatum* (L.) Roth на різних фенологічних фазах розвитку, нг/г сирової речовини,  $X \pm SD$ ,  $n = 9$

Фенологічна фаза розвитку спорофіта	Ваї	Кореневище
Інтенсивний ріст	78,0 ± 3,9	2,1 ± 0,1
Формування сорусів	64,5 ± 3,3	<b>238,6 ± 11,9</b>
Спороношення	34,2 ± 1,7	9,1 ± 0,5
Літня вегетація	14,6 ± 0,7	9,7 ± 0,6
Осіння вегетація	<b>107,7 ± 5,4</b>	15,4 ± 0,8
Зимова вегетація	53,1 ± 2,7	<b>77,4 ± 3,9</b>

вміст ендогенної АБК у кореневищі спорофіта знаходився на межі чутливості методу. У подальшому були виявлені максимуми, які припадали на фазу формування сорусів та зимову вегетацію. З переходом до літньо-осінньої вегетації вміст ендогенної АБК у кореневищі істотно зменшився (табл. 2). У роботах інших дослідників повідомлялося про причетність АБК до експресії генів, задіяних у формуванні стійкості рослин до низької температури [12]. На підставі цього можна припустити, що виявлене зростання вмісту ендогенної АБК у зимуючому кореневищі та осінніх ваях свідчить про залучення фітогормону до формування захисних реакцій на вплив низької температури. Зафіксований нами в кореневищі максимум в акумуляції ендогенної АБК у фазу формування сорусів відповідає інгібуючій дії фітогормону на розвиток сплячих бруньок. Значне ж зростання вмісту АБК у період галуження бічних додаткових корінців свідчить про участь гормону в ініціації процесу коренеутворення.

У ваях спорофіта на всіх фазах, окрім формування сорусів та літньої вегетації, домінувала кон'югована форма АБК. Найвищий її вміст зафіксовано у фазу осінньої вегетації. Максимум вільної АБК припадав на фазу формування сорусів. У кореневищі також переважала кон'югована форма гормону, максимума якої зафіксовані у фазу формування сорусів та під час зимової вегетації (рис. 2).

У роботах інших дослідників відзначалося, що в період старіння рослин кон'югати АБК накопичуються в клітинній стінці та вакуолях [13]. Із цитозолу клітин кореня за участю АБК-транспортів кон'югати переміщуються до паренхімних клітин ксилеми й вивільняються в її судинах [14]. Завдяки гідрофільним властивостям кон'югати рухаються акропетально по ксилемі стебла. В апопласті листка кон'югати розщеплюються з утворенням вільних форм, які транспортуються до мезофілу [15]. На нашу думку акумульовані в осінньо-зимову фази розвитку кон'юговані форми АБК утворюють депо для вільних форм гормону у ваях, які надалі залучатимуться до формування захисних механізмів.

Таким чином, у фазу інтенсивного росту в органах спорофіта *P. aculeatum* відбувалася акумуляція активної форми ІОК, тоді як у фазу формування сорусів накопичувалася АБК, активна форма якої домінувала у ваях. У фази осінньої та зимової вегетації вміст ІОК у кореневищі зменшувався, натомість зростала кількість кон'югованої АБК. Збільшення вмісту АБК у ваях до максимальних значень після перших осінніх приморозків, а також у зимуючому кореневищі свідчить про залучення фітогормону до активації захисних процесів. Характер накопичення кон'югованої форми ІОК під час переходу від інтенсивного росту вай до формування та дозрівання сорусів, спор і до осінньо-зимової вегетації дає підставу припустити, що у підтримці ауксинового гомеостазу в органах спорофіта задіяні реакції кон'югації.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Enders T.A., Strader L.C. Auxin activity: past, present, and future. *Amer. J. Botany*. 2015. **102**, № 2. P. 180–196.
2. Spiess G.M., Hausman A., Yu P., Cohen J.D., Rampey R.A., Zolman B.K. Auxin Input Pathway Disruptions Are Mitigated by Changes in Auxin Biosynthetic Gene Expression in Arabidopsis. *Plant Physiol*. 2014. **165**. P. 1092–1104.
3. Войтенко Л.В., Косаківська І.В. Поліфункціональний фітогормон абсцизова кислота. *Вісник Харків. нац. агр. ун-ту*. Сер. Біол. 2016. Вип. 1. С. 27–41.



4. Page C. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2002. **119**. P. 1–33.
5. Kosakivska I.V., Babenko L.M., Shcherbatiuk M.M., Vedenicheva N.P., Voytenko L.V., Vasyuk V.A. Phytohormones during growth and development of Polypodiophyta. *Advances in Biology & Earth Sciences.* 2016. **1**. P. 26–44.
6. Войтенко Л.В., Ліхньовський Р.В., Косаківська І.В. Особливості акумуляції й локалізації індоліл-3-оцтової кислоти в органах спорофіту *Salvinia natans* (L.) All. на різних фенологічних фазах розвитку. *Біол. студії.* 2016. **10**, № 3–4. С. 91–106.
7. Ситник К.М., Мусатенко Л.І., Васюк В.А., Веденичова Н.П., Генералова В.М., Нестерова А.Н. Гормональний комплекс рослин і грибів. Київ: Академперіодика. 2003. 186 с.
8. Котухов Ю.А. Методика фенонаблюдений за папоротниками семейства Polypodiaceae. *Бюл. Гл. бот. сада.* 1974. **94**. С. 10–18.
9. Дідух Я.П., Плюта П.Г., Протопопова В.В., Єрмоленко В.М., Коротченко І.А., Каркуцієв Г.М., Бурда Р.І. Екофлора України. Т. 1. Дідух Я.П. (ред.). Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 284 с.
10. Simm S., Scharf K.-D., Jegadeesan S., Chiusano M.L., Firon N., Schleiff E. Survey of genes involved in biosynthesis, transport, and signaling of phytohormones with focus on *Solanum lycopersicum*. *Bioinform. Biol. Insights.* 2016. **10**. P. 185–207.
11. Muday G.K., DeLong A. Polar auxin transport: controlling where and how much. *Trends Plant Sci.* 2001. **6**. P. 535–542.
12. Gusta L., Trischuk R., Weiser C.J. Plant cold acclimation: the role of abscisic acid. *J. Plant Growth Regul.* 2005. **24**. P. 308–318.
13. Verslues P.E., Zhu J.-K. Before and beyond ABA: upstream sensing and internal signals that determine ABA accumulation and response under abiotic stress. *Biochem. Soc. Trans.* 2005. **33**. P. 375–379.
14. López-Carbonell M., Gabasa M., Jáuregui O. Enhanced determination of abscisic acid (ABA) and abscisic acid glucose ester (ABA-GE) in *Cistus albidus* plants by liquid chromatography–mass spectrometry in tandem mode. *Plant Physiol. Biochem.* 2009. **47**. P. 256–261.
15. Osakabe Y., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K., Tran L.S. ABA control of plant macroelement membrane transport systems in response to water deficit and high salinity. *New Phytol.* 2014. **202**. P. 35–49.

Надійшло до редакції 01.08.2017

## REFERENCES

1. Enders, T. A. & Strader, L. C. (2015). Auxin activity: past, present, and future. *Amer. J. Botany*, 102, No. 2, pp.180-196.
2. Spiess, G. M., Hausman, A., Yu, P., Cohen, J. D., Rampey, R. A. & Zolman, B. K. (2014). Auxin Input Pathway Disruptions Are Mitigated by Changes in Auxin Biosynthetic Gene Expression in Arabidopsis. *Plant Physiol.*, 165, pp. 1092-1104.
3. Voytenko, L. V. & Kosakivska, I. V. (2016). Polyfunctional phytohormone abscisic acid. *Visnyk Kharkiv. nats. ahr. univ. Ser. Biology, Iss. 1*, pp. 27-41 (in Ukrainian).
4. Page, C. (2002). Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 119, pp. 1-33.
5. Kosakivska, I. V., Babenko, L. M., Shcherbatiuk, M. M., Vedenicheva, N. P. Voytenko, L. V. & Vasyuk, V. A. (2016). Phytohormones during growth and development of Polypodiophyta. *Advances in Biology & Earth Sciences*, 1, pp. 26-44.
6. Voytenko, L. V., Likhnyovskiy, R. V. & Kosakivska, I. V. (2016). Peculiarities of accumulation and localization of indole-3-acetic acid in organs of *Salvinia natans* (L.) All. sporophyte at the different phenological phases of development. *Studia Biologica*, 10, No. 3-4, pp. 91-106 (in Ukainian).
7. Sytnik, K. M., Musatenko, L. I., Vasyuk, V. A., Vedenicheva, N. P., Generalova, B. M. & Nesterova, A. N. (2003). Hormonal complex of plants and fungi. Kiev: Akademperiodyka (in Ukainian).
8. Kotuhov, Yu. A. (1974). Metodika fenomenablyudenyi za paporotnikami semeystva Polypodiaceae. *Byull. Gl. bot. sada*, 94, pp.10-18 (in Russian).
9. Didukh, Ya., Plyuta, P., Protopopova, V., Ermolenko, V., Korotchenko, I., Karkutsiev, G. & Burda, R. (2000). In Didukh, Ya. P. (Ed.). *Ecoflora of Ukraine. Vol. 1*. Kiev: Phytosotsiotsentr (in Ukainian).

10. Simm, S., Scharf, K.-D., Jegadeesan, S., Chiusano, M. L., Firon, N. & Schleiff, E. (2016). Survey of genes involved in biosynthesis, transport, and signaling of phytohormones with focus on *Solanum lycopersicum*. *Bioinform. Biol. Insights*, 10, pp.185-207.
11. Muday, G. K. & DeLong, A. (2001). Polar auxin transport: controlling where and how much. *Trends Plant Sci.*, 6, pp. 535-542.
12. Gusta, L., Trischuk, R. & Weiser, C. J. (2005). Plant cold acclimation: the role of abscisic acid. *J. Plant Growth Regul.*, 24, pp. 308-318.
13. Verslues, P. E. & Zhu, J.-K. (2005). Before and beyond ABA: upstream sensing and internal signals that determine ABA accumulation and response under abiotic stress. *Biochem. Soc. Trans.*, 33, pp. 375-379.
14. López-Carbonell, M., Gabasa, M. & Jáuregui, O. (2009). Enhanced determination of abscisic acid (ABA) and abscisic acid glucose ester (ABA-GE) in *Cistus albidus* plants by liquid chromatography-mass spectrometry in tandem mode. *Plant Physiol. Biochem.*, 47, pp. 256-261.
15. Osakabe, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. & Tran, L. S. (2014). ABA control of plant macroelement membrane transport systems in response to water deficit and high salinity. *New Phytol.*, 202, pp. 35-49.

Received 01.08.2017

Л.В. Войтенко, І.В. Косаковская

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, Киев

E-mail: lesya\_voytenko@ukr.net

ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ИНДОЛИЛ-3-УКСУСНОЙ И АБСЦИЗОВОЙ КИСЛОТ В ОРГАНАХ СПОРОФИТА  
ДИКОРАСТУЩЕГО ПАПОРОТНИКА УКРАИНЫ *POLYSTICHUM ACULEATUM*  
(L.) ROTH НА РАЗНЫХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФАЗАХ РАЗВИТИЯ

Впервые методом высокоэффективной жидкостной хроматографии–масс-спектрометрии (ВЭЖХ-МС) исследован характер аккумуляции и распределение индолил-3-уксусной (ИУК) и абсцизовой (АБК) кислот в органах спорофита дикорастущего папоротника *Polystichum aculeatum* (L.) Roth. Максимальное содержание эндогенной ИУК с доминированием свободной формы зафиксировано в вайях и корневище в фазу интенсивного роста, тогда как активное накопление эндогенной АБК отмечено в корневище во время формирования соросов. В период осенней вегетации в вайях доминировала конъюгированная форма АБК. В то же время содержание ИУК в корневище уменьшалось.

**Ключевые слова:** *Polystichum aculeatum*, абсцизовая кислота, индолил-3-уксусная кислота, спорофит.

L. V. Voytenko, I. V. Kosakivska

M.G. Kholodny Institute of Botany of the NAS of Ukraine, Kiev

E-mail: lesya\_voytenko@ukr.net

PECULIARITIES OF THE ACCUMULATION AND DISTRIBUTION  
OF INDOLYL-3-ACETIC AND ABSCISIC ACIDS IN THE ORGANS  
OF SPOROPHYTE OF WILD FERN *POLYSTICHUM ACULEATUM*  
(L.) ROTH AT DIFFERENT PHENOLOGICAL PHASES OF DEVELOPMENT

By high-performance liquid chromatography-mass spectrometry, the accumulation and the distribution of indolyl-3-acetic (IAA) and abscisic (ABA) acids in the organs of sporophyte of wild fern *Polystichum aculeatum* (L.) Roth are first studied. The maximum content of endogenous IAA with domination of the free form recorded in fronds and rhizome of ferns in the phase of intensive growth, while the active accumulation of endogenous ABA in rhizome happened during the formation of sori. During the autumn vegetation, the conjugated form of ABA was dominated in fronds, whereas the content of IAA in rhizome was decreased.

**Keywords:** *Polystichum aculeatum*, abscisic acid, indolyl-3-acetic acid, sporophyte.