

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ФІТОГОРМОНІВ У ОРГАНАХ *PERSICARIA AMPHIBIA* (L.) DELARBRE (*POLYGONACEAE*) В ПЕРІОД ЦВІТІННЯ

Ключові слова: фітогормони, ріст, адаптація, *Persicaria amphibia*

Ріст і розвиток рослин визначаються їх постійними пристосуваннями до змінних умов середовища, що виявляється у фізіологічних і морфо-анатомічних змінах. Вивчення адаптивних особливостей рослин, попри численні дослідження, є одним із актуальних напрямків біології рослин. Дедалі більшу увагу продовжують привертати фітогормони, які, з одного боку, сприймають сигнали з навколишнього середовища, а з іншого — забезпечують координацію фізіологічних процесів у рослинному організмі за різних умов існування [2, 4, 5–9, 11, 13, 14]. Участь фітогормонів у реалізації морфогенетичних програм та реакціях рослинного організму на умови довкілля здебільшого оцінюється за вмістом одного гормону без урахування внеску інших, що, на нашу думку, є некоректним, оскільки фітогормони тісно взаємодіють і регуляція фізіологічних процесів відбувається за участю складових їхнього комплексу.

За змінних умов довкілля насамперед проявляється взаємодія так званих стресових гормонів — абсцизової кислоти (АБК) й етилену з іншими компонентами фітогормональної системи [13, 18, 19]. АБК, кількість якої під впливом різних стресорів переважно зростає, за одночасного зменшення вмісту цитокинінів забезпечує закриття продихів і, таким чином, збереження води рослиною [15, 16, 21]. Спільна дія гібереліну (ГБ), АБК й етилену обумовлює швидке видовження міжвузлів у занурених чи затоплених рослин. При цьому ріст міжвузлів індукується етиленом, який збільшує чутливість клітин до ГБ шляхом зменшення вмісту його потенційного антагоніста — АБК [17, 20, 25]. З іншого боку, існують дані, що етилен сприяє зростанню кількості АБК, що, своєю чергою, за принципом зворотного зв'язку спричиняє інгібування його синтезу [24, 27].

Наведені відомості про можливі взаємодії фітогормонів потребують подальших досліджень. Оскільки

процеси адаптації до різних умов довкілля вивчено здебільшого в культурних рослин, актуальним є дослідження представників природної флори, особливо тих, які мають високий адаптивний потенціал і здатні існувати в різних формах. Відомо, що одним із критичних періодів для рослин є цвітіння, тому адаптивні реакції на цьому етапі визначають подальший ріст і розвиток організму за несприятливих умов. Отож метою нашої роботи було вивчення особливостей розподілу фітогормонів у органах *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre у період цвітіння.

### Об'єкт і методи дослідження

Об'єктом досліджень були рослини *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre (*Polygonum amphibium* L.), водної — var. *natans* Leyss. і суходільної — var. *terrestre* Leyss. форм (родина *Polygonaceae*). *P. amphibia* — типовий амфібійний вид, який є зручною моделлю для вивчення пристосувальних особливостей рослин за різного водного режиму в природних умовах, оскільки характеризується високою пластичністю, адаптований до існування в гідрофазі, прибережній, болотній і наземній екофазах [22]. Водна форма характеризується плаваючими, гнучкими, галузистими, здатними вкорінюватися у вузлах стеблами завдовжки 100—300 см із блискучими довгочерешковими листками, голими, з округлою чи серцеподібною основою і затупленою чи гострою верхівкою. У суходільних форм стебла прямостоячі, галузисті, 15—60 см завдовжки, із продовгувато-ланцетними, опушеними короткочерешковими листками. Квітки обох форм зібрані в безлистові циліндричні колоси на відокремлених квіткових пагонах. Цвітуть у червні—вересні. У суходільної форми цвітіння настає пізніше, ніж у водної [22].

Рослинний матеріал зібрано в період цвітіння в с. Гоголів Київської обл. під час польових експедицій. Існування обох форм гірчака в різних умовах зволоження, але на незначній відстані один від одного, визначило основним чинником середовища водний режим, не враховуючи дію інших факторів.

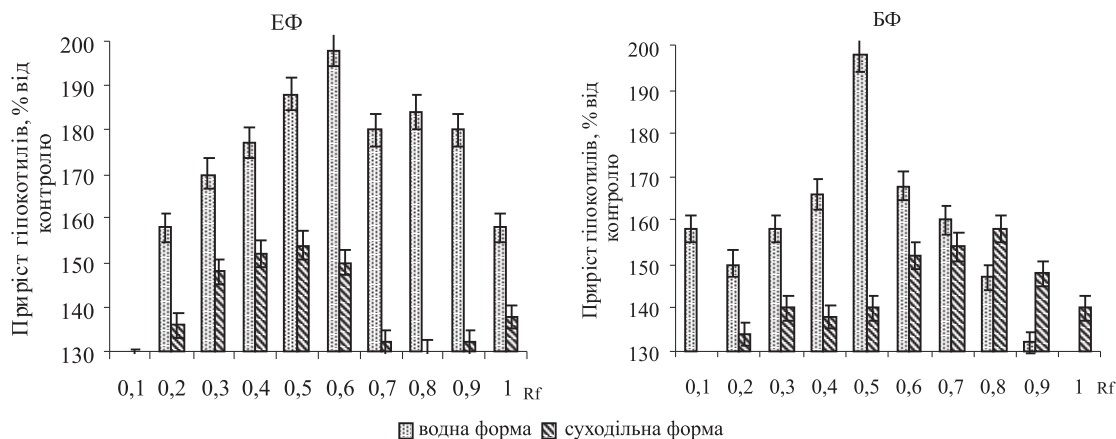


Рис. 1. Біологічна активність ГПР у нижніх міжвузлях *Persicaria amphibia* в період цвітіння (ЕФ — етилацетатна фракція, БФ — бутанольна фракція)

Fig. 1. Biological activity of Gibberelin similar substance in the lower internodes of *Persicaria amphibia* during the flowering period (FE — fraction of ethylacetate, FB — fraction of butanol)

Ендогенні фітогормони (індоліл-3-оцтова кислота (ІОК), зеатин (З), зеатинрибозид (ЗР), абсцизова кислота (АБК), гібереліноподібні речовини (ГПР), етилен) досліджено методами тонкошарової, іонообмінної, високоефективної рідинної, газової хроматографії та біотестовими методами згідно з [12].

Фітогормони визначали у трьох біологічних і трьох аналітичних повторах. Результати оброблено статистично.

## Результати досліджень та їх обговорення

### Особливості розподілу фітогормонів у органах водної форми *P. amphibia*

Результати дослідження показали, що в період цвітіння міжвузля верхньої частини пагонів водної фор-

ми гірчака земноводного відрізнялися, порівняно з нижніми, більшим вмістом вільної ІОК, ЗР та етилену. Нижні міжвузля відзначалися більшою кількістю АБК й активністю ГПР (табл. 1, рис. 1). Якщо ж порівнювати розподіл фітогормонів між генеративними та вегетативними органами, слід зазначити, що суцвіття характеризувалися більшим вмістом вільної ІОК, зеатину й етилену (табл. 1, рис. 1).

Як зазначалося вище, ріст нижніх міжвузлів занурених рослин характеризується спільною дією гібереліну, абсцизової кислоти й етилену. Однак виявлений нами вміст фітогормонів у нижніх міжвузлях *P. amphibia*, за існуючими даними [10, 17, 25], не сприятиме видовженню нижньої частини пагона. З іншого боку, можливо, клітини відзначаються

Таблиця 1. Вміст фітогормонів у органах водної форми *Persicaria amphibia*, нг/г маси сухої речовини (\* — нл/г маси сирової речовини)

Фітогормони		Листки		Міжвузля		Суцвіття
		верхні	нижні	верхні	нижні	
ІОК	Вільна форма	85 ± 1,6	—	113 ± 2,4	43 ± 1,7	189 ± 1,2
	Зв'язана форма	603 ± 2,3	—	155 ± 2,6	156 ± 3,9	459 ± 2,2
АБК	Вільна форма	—	—	25 ± 1,1	52 ± 1,2	65 ± 1,3
	Зв'язана форма	63 ± 1,2	—	15 ± 1,5	28 ± 0,08	46 ± 1,1
Зеатин		111 ± 2,6	—	45 ± 1,7	72 ± 1,3	148 ± 2,8
Зеатинрибозид		75 ± 1,5	—	75 ± 2,1	0	0
*Етилен		117,8 ± 2,5	—	74,8 ± 1,5	35,6 ± 1,5	295,51 ± 2,3

високою чутливістю до ГПР і низькою — до АБК, а незначна кількість ІОК саме за такого співвідношення та висока активність ГПР забезпечують оптимальний ріст пагона, оскільки їхня дія є максимальною [23, 26].

За розрахунками коефіцієнта балансу фітогормонів ( $Vp$ ) ( $Vp = \frac{IOK + 3 + 3P}{ABK}$ ) [3] у досліджуваних органах водної форми *P. amphibia* виявлено, що верхня частина пагона характеризується більшим значенням  $Vp$ , ніж нижня. Ймовірно, більша кількість так званих гормонів-стимуляторів у верхніх органах пагона, а отже, й більша інтенсивність синтетичних процесів, пов'язана з необхідністю забезпечення репродукції у цей період.

### Особливості розподілу фітогормонів в органах суходільної форми *P. amphibia*

У суходільної форми в генеративну фазу онтогенезу верхні органи, порівняно з нижніми, відрізнялися більшим вмістом ІОК, ЦТК і вищою активністю ГПР (табл. 2, рис. 2). У нижній частині обох пагонів фіксували більшу кількість зв'язаної форми АБК та етилену. Суцвіття, порівняно з іншими органами, містили високу кількість цитокинінів і незначну — ІОК. Розподіл  $Vp$  за вмістом фітогормонів у органах суходільної форми *P. amphibia* був таким: верхні листки > верхні міжвузля > нижні листки > нижні міжвузля > суцвіття. Тобто, як і стосовно водної форми, найбільша кількість гормонів стимулювальної дії зосереджена у верхній частині пагона.

Порівняння коефіцієнта балансу фітогормонів різних форм *P. amphibia* показало, що верхні орга-

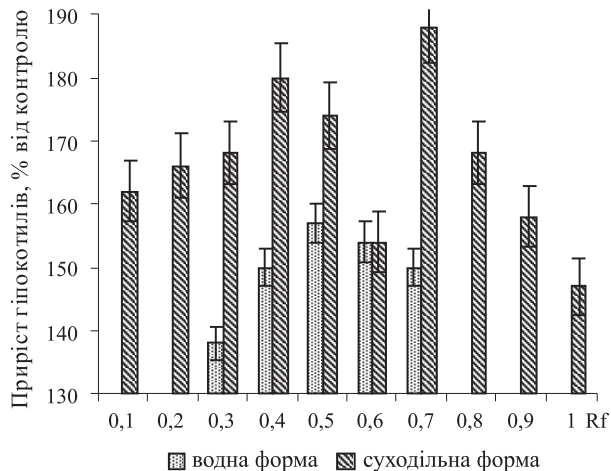


Рис. 2. Біологічна активність етилацетатної фракції ГПР у верхніх міжвузлях *Persicaria amphibia* в період цвітіння

Fig. 2. Biological activity of the fraction of ethylacetate of Gibberellin similar substance in the upper internodes of *Persicaria amphibia* during the flowering period

ни суходільної форми відзначалися більшим показником  $Vp$ , тоді як нижні та суцвіття — меншим. До того ж, розрахунок співвідношення АБК/ЦТК у суцвіттях обох форм підтвердив, що в пагонах суходільної форми цей показник був меншим від одиниці та меншим від такого у водної форми. Отже, у водних форм суцвіття містили більше АБК, тимчасом як у суходільних — ЦТК.

За даними Р.А. Борзенкової [1], більша концентрація цитокинінів, аніж АБК, характерна для генеративних органів рослин стрес-толерантів. Цитокиніни, як відомо, здатні стимулювати цвітіння, однак їхні високі концентрації в насінні, що форму-

Таблиця 2. Вміст фітогормонів у органах суходільної форми *Persicaria amphibia*, нг/г маси сухої речовини (\* — нл/г маси сирої речовини)

Фітогормони		Листки		Міжвузля		Суцвіття
		верхні	нижні	верхні	нижні	
ІОК	Вільна форма	152 ± 3,5	47 ± 1,4	146 ± 2,4	43 ± 1,5	34 ± 1,3
	Зв'язана форма	903 ± 4,1	604 ± 3,5	1040 ± 8,4	420 ± 5,8	75 ± 2,9
АБК	Вільна форма	41 ± 1,2	22 ± 1,1	55 ± 1,3	54 ± 1,3	120 ± 3,8
	Зв'язана форма	42 ± 1,6	115 ± 4,6	67 ± 1,2	205 ± 1,2	181 ± 4,1
Зеатин		116 ± 2,4	71 ± 1,2	121 ± 4,5	63 ± 1,3	126 ± 2,5
Зеатинрибозид		61 ± 2,1	0	0	149 ± 0,5	346 ± 3,1
*Етилен		6,7 ± 0,1	8,6 ± 0,2	6,3 ± 0,1	10,1 ± 0,8	9,89 ± 0,3

ється, можуть призвести до раннього проростання незрілих зародків та їхньої загибелі. Можливо, з такою дією цитокинінів і пов'язана менша насіннева продуктивність стрес-толерантів [1]. У свою чергу, можемо припустити, що в умовах суходолу *P. amphibia* набуває властивостей стрес-толерантів, основною адаптивною стратегією яких є підтримка вегетативного росту.

## Висновки

Таким чином, розподіл фітогормонів у органах *P. amphibia* визначається їхньою взаємодією. Як у водної, так і в суходільної форм виду встановлені нами співвідношення фітогормонів забезпечують активні ростові процеси у верхніх частинах пагонів, що, ймовірно, у var. *natans* пов'язано з процесами репродукції, а у var. *terrestre* — підтримкою вегетативного росту.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борзенкова Р.А., Яшков М.Ю., Пьянков В.И. Содержание абсцизовой кислоты и цитокининов у дикорастущих видов с разными типами экологических «стратегий» // Физиол. растений. — 2001. — 48, № 2. — С. 229—237.
2. Веселов А.П., Лобов В.П., Олюнина Л.Н. Изменение в содержании фитогормонов в ответной реакции растений при тепловом шоке и в период его последствия // Физиол. растений. — 1998. — 45, № 5. — С. 709—715.
3. Гуляев Б.И., Савинский С.В., Мануильский В.Д. Показатель фитогормонального статуса растений // Мат-лы II Всесоюз. конф. по регуляторам роста и развития растений (г. Киев, 25—27 мая 1988 г.). — Киев: Наук. думка, 1989. — С. 210.
4. Григорюк І.П., Ткачов В.І. Гетерогенність реакцій фітогормональної системи сортів озимої пшениці різних екотипів на водний стрес та полімерну форму бензиламінопурину // Физиол. і біохім. культ. росл. — 2003. — 35, № 2. — С. 109—123.
5. Дерфлинг К. Гормоны растений. — М.: Мир, 1985. — 303 с.
6. Жук О.І. Формування адаптивної відповіді рослин на дефіцит води // Физиол. і біохім. культ. росл. — 2011. — 43, № 1. — С. 26—37.
7. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин (молекулярно-клітинний рівень). — Харків: Харк. держ. аграр. ун-т, 2001. — 173 с.
8. Колупаєв Ю.Є., Косаківська І.В. Роль сигнальних систем і фітогормонів у реалізації стресових реакцій рослин // Укр. ботан. журн. — 2008. — 65, № 3. — С. 418—430.
9. Кудоярова Г.Р., Веселов С.Ю., Усманов И.Ю. Гормональная регуляция соотношения биомассы побег/корень при стрессе // Журн. общей биол. — 1999. — 60, № 6. — С. 633—641.
10. Кулаева О.Н. Этилен в жизни растений // Соросовский образоват. журн. — 1998. — № 11. — С. 78—84.
11. Кулаева О.Н., Прокопцева О.С. Новейшие достижения в изучении механизма действия фитогормонов (обзор) // Биохимия. — 2004. — 69, вып. 3. — С. 293—310.
12. Методические рекомендации по определению фитогормонов. — Киев, 1988. — 78 с.
13. Новиков Г.В., Степанченко Н.С., Носов А.В., Мошков И.Е. В начале пути: восприятие АБК и передача ее сигнала у растений // Физиол. раст. — 2009. — 56, № 6. — С. 806—823.
14. Романов Г.А. Как цитокинины действуют на клетку // Физиол. раст. — 2009. — 56, № 2. — С. 295—319.
15. Fussedier A., Wartinger A., Hartung W., Schulze E.-D., Heilmeyer H. Cytokinin in the sap of desert grown almond (*Prunus dulcis*) trees: daily courses and their possible interactions with abscisic acid and leaf conductance // New Phytol. — 1992. — 122. — P. 45—52.
16. Hirose N., Takei K., Kuroha T. et al. Regulation of cytokinin biosynthesis, compartmentalization and translocation // J. Exp. Bot. — 2008. — 59(1). — P. 75—83.
17. Hoffmann-Benning S., Kende H. On the role of abscisic acid and gibberellin in the regulation of growth in rice // Plant Physiol. — 1992. — 99. — P. 1156—1161.
18. Jeks V.A., Hasegawa P.M. Plant abiotic stress. — Springer: Blackwell Publ., 2005. — 350 p.
19. Johri M.M., Mirta D. Action of plant hormones // Current Science. — 2001. — 80(2). — P. 199—205.
20. Kende H., Knaap E., Cho H.-T. Deepwater Rice: a model plant to study stem elongation // Plant Physiol. — 1998. — 118. — P. 1105—1110.
21. Nordstrom A., Tarkowski P., Tarkowska D., Norbaek R., Astot C., Dolezal K., Sandberg G. Auxin regulation of cytokinin biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*: a factor of potential importance for auxin-cytokinin-regulated development // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. — 2004. — 101. — P. 8039—8044.
22. Partidge J.W. *Persicaria amphibia* (L.) Gray (*Polygonum amphibian* L.) // J. Ecol. — 2001. — 89(3). — P. 487—501.
23. Prayitno J., Rolfe B.G., Mathesius U. The ethylene-insensitive sickle mutant of *Medicago truncatula* shows altered auxin transport regulation during nodulation // Plant Physiol. — 2006. — 142. — P. 168—180.
24. Sharp R.E., LeNoble M.E. ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress // J. Exp. Botany. — 2002. — 53(366). — P. 33—37.
25. Voesenek L.A.C.J., Rijnders J.H.G.M., Peeters A.J.M., Vande Steed H.M., Kroon H. Plant hormones regulate fast shoot elongation under water: from genes to communities // Ecology. — 2003. — 85(1). — P. 16—27.
26. Woodward A.W., Bartel B. Auxin: regulation, action and interaction // Ann. Bot. — 2005. — 95. — P. 707—735.
27. Yang J., Zhang J., Liu K., Wang Z., Liu L. Abscisic acid and ethylene interact in wheat grains in response to soil drying during grain filling // New Phytol. — 2006. — 171. — P. 293—303.

Рекомендує до друку  
О.К. Золотарьова

Надійшла 02.07.2012 р.

*И.Д. Григорчук*

Каменец-Подольский национальный университет  
имени Ивана Огиенко

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИТОГОРМОНОВ  
В ОРГАНАХ *PERSICARIA AMPHIBIA* (L.) DELARBRE  
(*POLYGONACEAE*) В ПЕРИОД ЦВЕТЕНИЯ**

Исследована особенность распределения фитогормонов у *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre — вида естественной флоры, способного произрастать при различных условиях водного обеспечения. Показано, что распределение фитогормонов в органах горца земноводного определяется их взаимодействием. Соотношение фитогормонов обеспечивает процессы роста и адаптации растений.

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* фитогормоны, рост, адаптация, *Persicaria amphibia*.

*I.D. Grygorchuk*

Ivan Ogiyenko Kamyanskyi National University,  
Kamyanskyi

**THE PATTERNS OF PHYTOHORMONE DISTRIBUTION  
IN ORGANS OF *PERSICARIA AMPHIBIA* (L.) DELARBRE  
(*POLYGONACEAE*) DURING OF FLOWERING PERIOD**

Distribution of phytohormones in *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre under different conditions of water supply was studied. It is shown that distribution of phytohormones in the organs of *P. amphibia* is determined by their interaction. A conclusion is made that processes of plant growth and adaptation are provided by correlation of phytohormones.

*Key words:* phytohormones, growth, adaptation, *Persicaria amphibia*.

---

**НОВІ ВИДАННЯ**

Лукаш А.В., Андриенко Т.Л. **Редкие и охраняемые растения Полесья (Польша, Беларусь, Украина, Россия).** — Киев: Фитосоцицентр, 2011. — 168 с.

В предлагаемой монографии рассказывается о редких и охраняемых сосудистых растениях Полесья — видах международной охраны и охраняемых в Польше, Республике Беларусь, Украине и России. Особое внимание уделено их распространению на Полесье, состоянию популяций, эколого-ценотическим особенностям и созологическим аспектам.

*Книга предназначена для научных сотрудников, преподавателей, студентов, работников природоохранных учреждений и всех, кто интересуется природой Полесья.*