



УДК 577.175.1: 582.665.11.

ВМІСТ ФІТОГОРМОНІВ У ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНАХ *PERSICARIA AMPHIBIA* (L.) DELARBRE ЗА РІЗНИХ УМОВ ЗРОСТАННЯ

І. Д. Григорчук

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
вул. Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський 32300, Україна
e-mail: physioplants@mail.ru

Досліджено вміст фітогормонів у генеративних органах *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre – виду природної флори, який має здатність рости за різних умов місцезростань. При порівнянні водної та суходільної форм *P. amphibia* показано, що суцвіття водної форми характеризувалися високим вмістом індоліл-3-оцтової кислоти (ІОК) та етилену, а суходільної – більшою кількістю цитокинінів (ЦТК), абсцизової кислоти (АБК) і активністю вільних гібереліноподібних речовин (ГПР). Оскільки *P. amphibia* в умовах суходолу зацвітає рідко або утворює недорозвинуті генеративні органи, вважаємо, що виявлений у них вміст фітогормонів не пов'язаний із процесами цвітіння. Про це може свідчити визначений раніше (Гуменюк І.Д., 2008) коефіцієнт балансу фітогормонів (*Бф*) та значення маси сухої речовини, які були найнижчими серед досліджуваних органів пагона, що, насамперед, вказує на низький рівень синтетичних процесів. Розрахунок співвідношення АБК/ЦТК у суцвіттях обох форм показав, що у суходільної форми цей показник був меншим від одиниці та меншим, ніж у водної форми. На основі цього припускаємо, що *P. amphibia* в умовах суходолу набуває властивостей стрес-толерантів, основною адаптивною стратегією яких є підтримка вегетативного росту. Отже, вміст фітогормонів у генеративних органах *P. amphibia* забезпечує, в першу чергу, процеси росту й адаптації рослин до змінних умов зростання.

Ключові слова: генеративні органи, фітогормони, ріст, адаптація, *Persicaria amphibia*.

ВСТУП

Вміст і співвідношення складових фітогормонального комплексу зумовлюють ростові, формотворчі та метаболічні процеси, що забезпечують існування організму за різних умов. Роль фітогормонів у формуванні адаптивних реакцій рослинного організму у відповідь на зміни умов зростання, безперечно, важлива [8]. Більшість літературних даних свідчить, що під впливом несприятливих факторів зменшується вміст ауксинів, цитокинінів, гіберелінів і збільшується рівень етилену й абсцизової кислоти [3, 4, 7, 13, 17, 19, 20]. Однак це досить умовна картина змін гормональної

системи під впливом несприятливих факторів. Залежно від напруженості стресора, тривалості його дії, ступеня стійкості рослини, фази адаптації, фізіологічного стану організму характер змін фітогормонального комплексу є різним [9–11, 15, 24, 25]. Тому вивчення саме фітогормонів, незважаючи на численні дослідження, продовжує бути актуальним, особливо у рослин, що характеризуються високим адаптивним потенціалом. Відомо, що існування рослинного організму у змінних умовах середовища забезпечується швидкістю росту, морфологічним індексом (показником, що характеризує розмір рослин), регуляцією переходу до цвітіння, тобто так званою стратегією виду [1, 16]. Відповідно, вивчення одного з таких показників, зокрема процесів, що забезпечують цвітіння за змінених умов середовища, може дати можливість віднести рослину до певного типу стратегії, а отже, і з'ясувати регуляторні механізми, що сприяють пристосуванню до умов довкілля. Одним із перспективних напрямків при тому є дослідження природних регуляторів – фітогормонів. Значний інтерес для таких досліджень становлять рослини, що зростають у природних, а не керованих у лабораторії умовах, і характеризуються високим адаптивним потенціалом.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень були рослини гірчака земноводного (*Persicaria amphibia* (L.) Delarbre) водної – *var. natans* Leyss. та суходільної – *var. terrestre* Leyss. форм (родина *Polygonaceae*). *P. amphibia* – типовий амфібійний вид, який є зручною моделлю для вивчення пристосувальних особливостей рослин до різних умов водного режиму в природних умовах, оскільки характеризується високою пластичністю, пристосований до існування в гідрофазі, прибережній, болотній і наземній екофазах [23]. Водна форма характеризується плаваючими, гнучкими, галузистими, здатними укорінюватися у вузлах, стеблами довжиною 100–300 см з блискучими, голими, з округлою чи серцеподібною основою і затупленою чи гострою верхівкою довгочерешковими листками. У суходільних форм стебла є прямостоячими, галузистими, 15–60 см завдовжки із довгасто-ланцетними, опушеними, короткочерешковими листками. Квітки обох форм – зібрані в безлисті циліндричні колоси на відокремлених квіткових пагонах. Цвітуть у червні – вересні. У суходільної форми цвітіння настає пізніше, ніж у водної [23].

Збір рослинного матеріалу проводили у період цвітіння в с. Гоголів Київської області під час польових експедицій. Зростання обох форм гірчака в різних умовах зволоження, але на незначній відстані одна від одної, визначило основним діючим фактором середовища водний режим.

Дослідження ендогенних фітогормонів (індоліл-3-оцтової кислоти (ІОК), зеатину (З), зеатинрибозиду (ЗР), абсцизової кислоти (АБК), гібереліноподібних речовин (ГПР), етилену) здійснювали методами тонкошарової, іонообмінної, високоефективної рідинної, газової хроматографії та біотестовими згідно з [14].

Визначення фітогормонів проводили у трьох біологічних і трьох аналітичних повторях. Результати обробляли статистично.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХНЕ ОБГОВОРЕННЯ

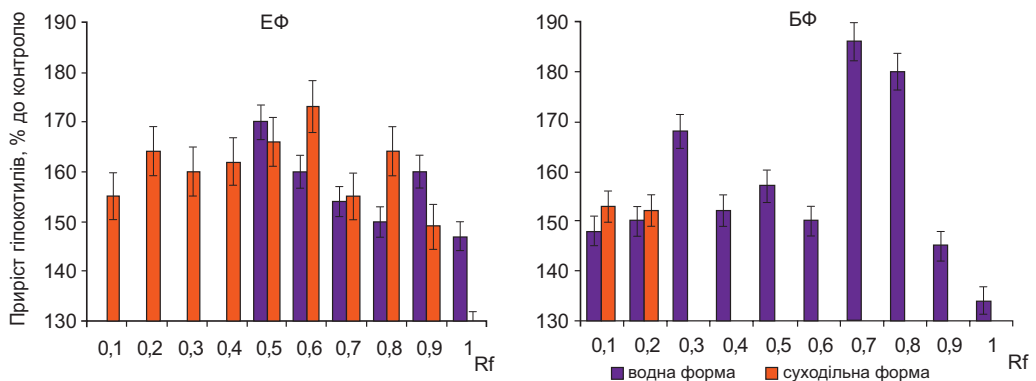
На основі результатів дослідження фітогормонального комплексу гірчака земноводного показано, що суцвіття водної форми характеризувалися високим вмістом ІОК та етилену (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст фітогормонів у суцвіттях *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre, нг/г маси сухої речовини (¹ – нл/г маси сирої речовини) (M±m)Table 1. The content of phytohormones in the generative organs of *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre, ng/g dry matter weight (¹ – nl/g of wet weight of substance) (M±m)

Фітогормони		Водна форма	Суходільна форма
ІОК	вільна форма	189±12,1	34±1,3
	зв'язана форма	459±22,4	75±2,9
АБК	вільна форма	65±3,3	120±7,8
	зв'язана форма	46±2,1	181±8,1
Зеатин		148±7,8	126±6,5
Зеатинрибозид		0	346±21,1
¹ Етилен		295,5±19,3	9,9±0,3

Відомо, що індоліл-3-оцтова кислота є індуктором аміноциклопропанкарбосинтази – ферменту, що відповідає за синтез аміноциклопропанкарбонової кислоти – попередника етилену [12, 21]. Саме тому утворення етилену різними органами рослин в основному корелює з рівнем концентрації вільного ауксину.

Суцвіття суходільної форми, на відміну від водної, містили меншу кількість ІОК, етилену, проте більшу – ЦТК, АБК (табл. 1) й активність вільних (етилацетатна фракція) ГПР (рис. 1), що, ймовірно, забезпечує процеси цвітіння. Так, АБК та ГПР, як відомо, є стимуляторами цвітіння, ІОК – інгібітором. ЦТК можуть як стимулювати цвітіння, так і призводити до раннього проростання незрілих зародків та їх загибелі. Відомо, що насіння, яке розвивається, має високий вміст цитокінінів. Вважається, що вони забезпечують атрагуючу функцію, притягуючи асиміляти, необхідні для синтетичних процесів [2, 22]. Гірчак земноводний розмножується переважно вегетативно, а статеве розмноження не відіграє істотної ролі у поширенні виду [23]. Можливо, саме тому у водній формі суцвіття характеризувалися незначним вмістом цитокінінів, а рослини суходільної як один із способів адаптивного

Рис. 1. Біологічна активність ГПР у суцвіттях *Persicaria amphibia* (ЕФ – етилацетатна фракція, БФ – бутанольна фракція)Fig. 1. The biological activity of GB in the generative organs of *Persicaria amphibia* (FE – fraction of ethylacetate, FB – fraction of butanol)

збереження виду накопичували цитокиніни у генеративних органах. З іншого боку, високий вміст ЦТК у дозріваючому насінні може призводити до раннього проростання незрілих зародків і їх загибелі [1], з чим, можливо, пов'язана менша насіннева продуктивність суходільних форм.

Оскільки гірчак земноводний в умовах суходолу зацвітає рідко або утворює недорозвинуті генеративні органи, ймовірно, виявлений у них вміст фітогормонів не пов'язаний із процесами цвітіння. Про це може свідчити найнижче значення маси сухої речовини у суцвіттях, порівняно з іншими частинами пагона [6], та найнижчий серед досліджуваних органів і порівняно з водними формами показник коефіцієнта балансу фітогормонів ($B\phi$) $\left(B\phi = \frac{IOK+3+3P}{ABK} \right)$ [5, 7], що вказує на низький рівень синтетичних процесів [6].

Розрахунок співвідношення АБК/ЦТК у суцвіттях обох форм показав, що у суходільної форми цей показник був меншим одиниці та меншим, ніж у водної форми. Отже, у водних форм суцвіття містили більше АБК, тоді як у суходільних – ЦТК. За даними [1], унаслідок порівняння співвідношення АБК/ЦТК у генеративних органах стрес-толерантів і рудералів, було показано, що у перших концентрація цитокинінів перевищувала концентрацію АБК (співвідношення АБК/ЦТК було нижче одиниці). Тому можемо припустити, що в умовах суходолу *P. amphibia* набуває властивостей стрес-толерантів, іншими словами – патіентності, основною адаптивною стратегією яких є підтримка вегетативного росту.

Отже, вміст фітогормонів у генеративних органах *P. amphibia* забезпечує, в першу чергу, процеси росту й адаптації рослин до змінних умов зростання.

1. Борзенкова Р.А., Яшков М.Ю., Пьянков В.И. Содержание абсцизовой кислоты и цитокининов у дикорастущих видов с разными типами экологических „стратегий”. **Физиология растений**, 2001; 48(2): 229–237.
2. Веденічева Н.П., Мусатенко Л.І. Цитокиніни в насіннях при дозріванні і проростанні. **Фізіологія і біохімія культ. рослин**, 1991; 22(4): 327–335.
3. Веденічева Н.П., Васюк В.А., Генералова В.М., Мусатенко Л.І. Гормональний комплекс *Sium latifolium* L. в різних екологічних умовах зростання. **Укр. ботан. журнал**, 2004; 61(3): 94–99.
4. Воронин П.Ю., Иванова Л.А., Ронжина Д.А. и др. Структурно-функциональные изменения листьев растений степных сообществ при аридизации климата Евразии. **Физиология растений**, 2003; 50(5): 680–687.
5. Гуляев Б.И., Савинский С.В., Мануильский В.Д. Показатель фитогормонального статуса растений: материалы II Всесоюз. конф. по регуляторам роста и развития растений (г. Киев, 25–27 мая 1988 г.). Киев: Наук. думка, 1989. 210 с.
6. Гуменюк І.Д. **Морфофізіологічні особливості гірчака земноводного (*Persicaria amphibia* (L.) Delarbre) за різних умов водозабезпечення**: автореф. дис... канд. біол. наук: Київ, 2008. 19 с.
7. Григорюк І.П., Ткачов В.І. Гетерогенність реакцій фітогормональної системи сортів озимої пшениці різних екотипів на водний стрес та полімерну форму бензиламінопурину. **Фізіологія і біохімія культ. рослин**, 2003; 35(2): 109–123.
8. Дерфлинг К. **Гормоны растений**. Москва: Мир, 1985. 303 с.
9. Колупаев Ю.Є., Косаківська І.В. Роль сигнальних систем і фітогормонів у реалізації стресових реакцій рослин. **Укр. ботан. журнал**, 2008; 65(3): 418–430.
10. Кордюм Е.Л., Сытник К.М., Бараненко В.В. и др. **Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях**. Київ: Наук. думка, 2003. 283 с.

11. Косаківська І.В. **Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів**. Київ: Сталь, 2003. 192 с.
12. Кулаєва О.Н. Етилен в жизни растений. **Соросовский образоват. журнал**, 1998; 11: 78–84.
13. Кулаєва О.Н., Прокопцева О.С. Новейшие достижения в изучении механизма действия фитогормонов (Обзор). **Биохимия**, 2004; 69(3): 293–310.
14. **Методические рекомендации по определению фитогормонов**. Киев, 1988. 78 с.
15. Пустовойтова Т.Н., Жданова Н.Е., Жолкевич В.Н. Последовательность изменений содержания ИУК и АБК в листьях огурца при прогрессирующей почвенной засухе. **Физиология растений**, 2004; 51(4): 569–574.
16. Пьянков В.И., Иванов Л.А. Структура биомассы растений бореальной зоны с разными типами экологических стратегий. **Экология**, 2000; 1: 3–10.
17. Романов Г.А. Как цитокинины действуют на клетку. **Физиология растений**, 2009; 56(2): 295–319.
18. Шматько И.Г., Григорюк И.А. Реакция растений на водный и высокотемпературный стрессы. **Физиология растений**, 2003; 50(4): 499–504.
19. Jeks V.A., Hasegawa P.M. **Plant Abiotic Stress**. Springer: Blackwell Publ., 2005: 350 p.
20. Johri M.M., Mirta D. Action of plant hormones. **Current Science**, 2001; 80(2): 199–205.
21. Kende H., Knaap E., Cho H.-T. Deepwater Rice: a model plant to study stem elongation. **Plant Physiology**, 1998; 118: 1105–1110.
22. Nordstrom A., Tarkowski P., Tarkowska D. et al. Auxin regulation of cytokinin biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*: a factor of potential importance for auxin-cytokinin-regulated development. **Proceedings of the National Academy of Science of the USA**, 2004; 101: 8039–8044.
23. Partidge J.W. *Persicaria amphibia* (L.) Gray (*Polygonum amphibian* L.). **Journal of Ecology**, 2001; 89(3): 487–501.
24. Sharp R.E., LeNoble M.E. ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. **Journal of Experimental Botany**, 2002; 53(366): 33–37.
25. Woodward A.W., Bartel B. Auxin: regulation, action and interaction. **Annals of Botany**, 2005; 95: 707–735.

CONTENT OF PHYTOHORMONES IN GENERATIVE ORGANS OF *PERSICARIA AMPHIBIA* (L.) DELARBRE FOR VARIOUS GROWTH CONDITIONS

I. D. Grygorchuk

Ivan Ogienko Kamyanets-Podilsky National University
61, Ogienko St., Kamyanets-Podilsky 32300, Ukraine
e-mail: physioplants@mail.ru

The content of phytohormones in the generative organs of *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre in different conditions of growth was studied. It was shown that the generative organs of water forms of *P. amphibia* were characterized by high indolil-3-acetic acid (IAA) and ethylene, and dry valley form – by more cytokinins (CK), abscisic acid (ABA) and gibberellins (GB). *P. amphibia* in land blossoms rare or underdeveloped forms a generative organs and we believe that revealed the contents of phytohormones is not associated with the processes of flowering. This may indicate previously determined by us (Gumenyuk I.D., 2008) coefficient of the balance of phytohormones (*Bp*) and the weight of dry matter, which were the lowest among the organs of the *P. amphibia*, which, in turn, indicates a low level of synthetic processes. Calculation of the value ABA / CK in the generative organs of both forms showed that in the dry valley form forms, this rate

was less than unity, and there was less water in such form. Thus, we assume that *P. amphibia* in land acquires of stress tolerance properties, a major adaptive strategy which is to support vegetative growth. The content of phytohormones in the generative organs of *P. amphibia* provides, first of all, the processes of growth and adaptation of plants to changing growth conditions.

Keywords: generative organs, phytohormones, growth, adaptation, *Persicaria amphibia*.

СОДЕРЖАНИЕ ФИТОГОРМОНОВ В ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНАХ *PERSICARIA AMPHIBIA* (L.) DELARBRE РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ

І. Д. Григорчук

Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко
ул. Огиенко, 61, Каменец-Подольский 32300, Украина
e-mail: physioplants@mail.ru

Исследовано содержание фитогормонов в генеративных органах *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre – вида природной флоры, который обладает способностью расти при различных условиях произрастания. При сравнении водной и суходольной форм *P. amphibia* показано, что соцветия водной формы характеризовались высоким содержанием индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) и этилена, а суходольной – большим количеством цитокининов (ЦТК), абсцизовой кислоты (АБК) и активностью свободных гибберелиноподобных веществ (ГПВ). Поскольку *P. amphibia* в условиях суши зацветает редко или образует недоразвитые генеративные органы, считаем, что обнаруженное в них содержание фитогормонов не связано с процессами цветения. Об этом могут свидетельствовать определенный ранее (Гуменюк И.Д., 2008) коэффициент баланса фитогормонов (Вр) и значение массы сухого вещества, которые были наиболее низкими среди исследуемых органов побега, что, в первую очередь, указывает на низкий уровень синтетических процессов. Расчет соотношения АБК/ЦТК в соцветиях обеих форм показал, что у суходольной формы этот показатель был меньше единицы и меньше, чем у водной формы. На основе этого предполагаем, что *P. amphibia* в условиях суши приобретает свойства стресс-толерантности, основной адаптивной стратегией которой является поддержка вегетативного роста. Итак, содержание фитогормонов в генеративных органах *P. amphibia* обеспечивает, в первую очередь, процессы роста и адаптации растений к изменяющимся условиям произрастания.

Ключевые слова: генеративные органы, фитогормоны, рост, адаптация, *Persicaria amphibia*.

Одержано: 02.07.2012