

І.П. ХАРИТОНОВА

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
Україна, 01014 м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1

ФІЗИОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ ІНТЕР'ЄРІВ РІЗНОГО ТИПУ

Наведено результати вивчення біохімічних особливостей рослин різного екоморфотипу з метою пошуку механізмів біологічного регулювання розвитку вищих рослин у приміщеннях різного функціонального призначення.

Ключові слова: інтер'єри, життєва форма, зовнішнє середовище, трансформація, зворотний зв'язок, біогенні елементи, ферменти, фотосинтез.

Для повнішого розкриття здатності рослин до самопідтримки і цілеспрямованого пристосування необхідні не лише знання щодо процесів перетворення хімічних сполук та енергії, а й аналіз механізмів сприйняття, накопичення і переробки інформації в рослинному організмі. Характерна для життя оптимальна і найбільш прийнятна регуляція не можлива без ієрархії зворотних зв'язків, які слугують для інформаційного обміну між живою системою і зовнішнім середовищем. У відкритих системах, зокрема в рослинах, утворюються прості зворотні зв'язки за рахунок швидкості хімічних реакцій, наприклад, біогенних елементів, усередині системи і констант обміну субстратів та продуктів синтезу з навколишнім середовищем. Однак такі зв'язки не мають інформаційного характеру. Між тим, явища автоматичного контролю та управління, які загалом властиві для життя, являють собою інформаційні процеси, тобто процеси, в яких зворотні зв'язки визначаються шляхом сприйняття сигналів. Відмінність між цими типами зворотного зв'язку є досить суттєвою. Перший формується за рахунок енергії та речовини (зворотні зв'язки, які утворюються в межах дії закону діючих мас і зміни умов реакції, наприклад, при поглинанні макроелементів). При цьому зв'язки, що виника-

ють, мають термодинамічні або структурно-хімічні обмеження. Навпаки, управління ростом і розвитком рослин на основі інформації відрізняється тим, що процеси дуже значущі щодо кількості речовин або енергій, які трансформувалися при синтезі, можуть контролюватися вибірково за допомогою малих мас, наприклад, мікроелементів або енергій (тобто слабких сигналів), причому сприйняття таких сигналів потребує незначних витрат енергії.

Мета роботи — з'ясування актуальних теоретичних і практичних питань, що стосуються дослідження біологічних особливостей тропічних та субтропічних рослин різного екотипу в умовах інтер'єрів, і дослідження порогу їх чутливості на вплив факторів зовнішнього середовища.

Матеріал та методи

Для більш глибокого вивчення питання щодо існування міжвидових відмінностей у рослин виникла необхідність у проведенні комплексного порівняльного біохімічного дослідження рослин різного екоморфотипу. Нами вперше систематизовано експериментальні дані, отримані на різних рівнях порівняльного аналізу епіфітних і наземних видів, а також ліан, які необхідні для розвитку рослин в інтер'єрах. Вибір об'єктів досліджень зумовлений насамперед їх належ-

ністю до різних екотипів. Серед представників родини *Araceae* Juss, які вивчали, були епіфіт *Anthurium bakeri* Hook., наземна рослина *Aglaonema nitidum* (Jacq.) Kunth, ліана *Philodendron bipinnatifidum* Schott ex Engl. Крім того, відібрані для експерименту види мали різний механізм засвоєння CO₂: у *Anthurium bakeri*. фіксація вуглекислоти відбувається за рахунок САМ-метаболізму, у *Aglaonema nitidum*, *Philodendron bipinnatifidum* і сортів *Camelia japonica* L. з різним забарвленням квіток — C₃-шляхом.

Фізико-хімічні властивості субстратів визначали традиційними для ґрунтознавства методами фізичного аналізу [6, 8, 11]. Вміст біогенних елементів у рослинах і субстратах досліджували колориметричним способом за методикою Г.Я. Рінкіса [9] та за допомогою атомно-абсорбційного газоаналізатора «Selmi». Для витяжки макро- та мікроелементів використовували 1н розчин HCl. Рослинний матеріал аналізували після мокрого озолення.

Вміст фотосинтетичних пігментів (хлорофілів і каротиноїдів) та активність окисно-відновних ферментів у листках (аскорбіноксидаза, пероксидаза, поліфенолоксидаза, цитохромоксидаза) визначали спектрофотометрично [1], каталази — за Х.М. Починком [7], вміст і склад амінокислот — за допомогою амінокислотного аналізатора фірми Hitachi [5]. Порівняльний аналіз вмісту нуклеїнових кислот у різних тканинах рослин проводили методом Шмідта-Таннгаузера [2].

Результати та обговорення

Кількісний вміст РНК у листках і коренях ароїдних вивчали двома незалежними методами, що дало змогу встановити деякі особливості епіфітних і наземних видів. Порівняльний аналіз вмісту нуклеїнових кислот дав можливість отримати чітке уявлення про їх концентрацію в листках і коренях представників ароїдних, які належать до різних екотипів, і про міжвидовий розподіл РНК та ДНК.

Дані, наведені в табл. 1, свідчать про те, що концентрація ДНК у листках епіфіта була

у 2,0–2,5, а в коренях — в 1,2–1,3 рази нижчою, ніж у представників інших життєвих форм. Отримані результати дають підставу припустити, що такі варіації у кількості ДНК в органах ароїдних різних видів можуть бути пов'язані з різною плоідністю клітин дослідних рослин, хоча глибша інтерпретація цих даних потребує додаткових відомостей [3]. Крім того, не можна виключити той факт, що концентрація ДНК може залежати і від природи досліджуваних органів — коливання у співвідношенні ядерної і неядерної речовини у таких тканинах можуть виявитися розбіжностями у загальній кількості нуклеїнових кислот.

На тлі очевидного переважання РНК у клітинах листків та коренів дослідних рослин особливий інтерес становлять результати аналізу співвідношення кількості РНК і ДНК (див. табл. 1). Дані літератури свідчать про видові, вікові, статеві, органі, клітинні та органоїдні розбіжності у кількості нуклеїнових кислот [10]. З'ясовано, що показник РНК/ДНК, який відображує інтенсивність синтетичних процесів у клітинах досліджуваних тканин і корелює з морфо-фізіологічними перетвореннями в організмі, може змінюватися протягом онтогенезу тварин та рослин [4]. При порівнянні значень співвідношення РНК/ДНК у листках і коренях окремої рослини в період активного росту нами вперше було встановлено таку закономірність: для наземного виду ці значення становлять відповідно листок/корінь — 2,7/4,5. Для епіфіта виявлено протилежну тенденцію — листок/

Таблиця 1. Вміст нуклеїнових кислот в органах видів *Araceae* Juss. (мг фосфату на 1 г сирової речовини)

Вид	Орган	ДНК	РНК	РНК/ДНК
<i>Anthurium bakeri</i>	Листок	0,15±0,02	0,21±0,18	8,0
	Корінь	0,20±0,02	1,28±0,21	6,4
<i>Aglaonema nitidum</i>	Листок	0,38±0,07	1,02±0,16	2,7
	Корінь	0,32±0,05	1,40±0,30	4,5
<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	Листок	0,30±0,05	1,38±0,27	4,6
	Корінь	0,26±0,03	1,19±0,15	4,5

корінь — 8,0/6,4, а для ліани значення практично однакові — 4,6/4,5. Аналогічні результати отримано для представників родини Orchidaceae Juss. Це свідчить про можливість використання зазначеного показника як одного з критеріїв при відборі рослин різних екотипів і опрацюванні технологічного регламенту для їх вирощування в умовах інтегр'єрів різного функціонального призначення.

Суттєві відмінності виявлено також при дослідженні окисно-відновних процесів у листках рослин різного морфоекотипу. Зокрема рослинні тканини наземного виду характеризувалися значно вищою ферментативною активністю порівняно з іншими видами (табл. 2). Так, показник активності цитохромоксидази в листках *Aglaonema nitidum* в 1,7–2,5 разів перевищував показники решти видів. Аналогічну закономірність виявлено також щодо аскорбіноксидази.

Ці особливості можуть бути зумовлені високим вмістом заліза в тканинах рослин.

Активність пероксидази в листках ліани *Philodendron bipinnatifidum* у 8,5–13,8 разу перевищувала показники інших дослідних видів. Це свідчить про високу стійкість цього виду до несприятливих факторів зовнішнього середовища, насамперед, — до коливань освітлення і водного забезпечення. Активність поліфенолоксидази — ферменту, який містить мідь, — у всіх видів була дуже низькою. Найвищим рівнем активності цього ферменту характеризувалися рослинні тканини епіфіту.

У наших дослідженнях виявлено пряму залежність між активністю каталази і кількістю хлорофілів у тканинах, а саме: вид з вищою активністю каталази, зокрема *Philodendron bipinnatifidum*, відзначався більшою кількістю хлорофілу (табл. 3). При аналізі отриманих даних зафіксували пев-

Таблиця 2. Активність окисно-відновних ферментів у листках дослідних видів *Araceae* Juss.

Фермент	<i>Anthurium bakeri</i>	<i>Aglaonema nitidum</i>	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>
Цитохромоксидаза, зміна оптичної щільності за 30 с на 1 г сирої речовини	4,2±0,21	7,3±0,69	2,9±0,07
Пероксидаза, зміна оптичної щільності за 1 с на 1 г сирої речовини	2,9±0,14	1,8±0,89	24,8±2,03
Поліфенолоксидаза, зміна оптичної щільності за 60 с на 1 г сирої речовини	2,1±0,05	1,5±0,04	1,2±0,01
Аскорбіноксидаза, зміна оптичної щільності за 60 с на 1 г сирої речовини	15,3±1,51	46,3±3,85	28,4±1,97
Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ на 1 г сирої речовини	182,7±20,34	554,7±38,82	625,3±55,61

Таблиця 3. Фотосинтетична характеристика листків видів *Araceae* Juss.

Вид	Фотосинтез, мг CO ₂ (дм ² ·год)	Фотосинтетичні пігменти, мг/100 г сирої речовини			Приріст, см/міс
		Хлорофіл		Каротиноїди	
		a	b		
<i>Anthurium bakeri</i>	5,0	51,8±4,72	25,4±2,24	20,7±1,83	7,9±0,83
<i>Aglaonema nitidum</i>	8,2	96,3±8,35	45,9±4,23	33,8±2,96	19,6±1,70
<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	22,4	237,7±39,6	52,6±4,75	78,3±8,11	41,4±5,78

Таблиця 4. Вміст біогенних елементів у листках видів Agaceae Juss. (макроелементи, %; мікроелементи, мг/кг золи)

Елементи	Вид		
	Anthurium bakeri	Aglaonema nitidum	Philodendron bipinnatifidum
Азот	3,3±0,29	4,7±0,81	4,4±0,76
Фосфор	0,37±0,02	0,49±0,17	0,46±0,06
Калій	2,1±0,19	3,4±0,51	3,9±0,65
Кальцій	1,3 ±0,15	2,2±0,26	2,7±0,42
Магній	0,42±0,05	0,68±0,07	0,60±0,06
Залізо	172,3±15,21	284,6±22,5	221,5±19,73
Мідь	28,6±2,53	20,4±1,82	17,7±1,69
Цинк	69,4±7,22	62,1±6,08	56,9±4,87
Марганець	1,8±1,34	2,6±2,15	2,2±1,69

ну закономірність: ліана характеризується вищим вмістом у листках хлорофілів і активним синтезом каталази. Так, кількість хлорофілів у рослинних тканинах *Philodendron bipinnatifidum* у 2,0–3,7 разу перевищувала їх вміст у листках наземного виду *Aglaonema nitidum* та епіфіта *Anthurium bakeri*. Щодо каталази різниця становить відповідно 1,1 і 3,4 разу.

Виявлена нами залежність спостерігається також при аналізі результатів вивчення фотосинтетичної активності дослідних видів. Інтенсивність ростових процесів прямо пропорційно залежить від концентрації хлорофілів у листках ліани.

Установлені особливості у функціонуванні оксидаз та інтенсивності фотосинтетичних процесів експериментальних видів корелюють із відмінностями у концентрації хімічних елементів у рослинах. Це пов'язано з тим, що представники родів *Anthurium*, *Aglaonema*, *Philodendron* у процесі еволюції змушені були займати різні екологічні ніші. Відповідно до формування у рослин певної життєвої форми (епіфітна, наземна або будь-яка інша) відбувалася суттєва трансформація їх морфології і біохімічного складу. Нами вперше було виявлено залежність у аroidних розподілу біогенних елементів від еко типу. Показано,

Таблиця 5. Амінокислотний склад листків видів Agaceae Juss., мкг/100 мг сирової речовини

Амінокислота	Вид		
	Anthurium bakeri	Aglaonema nitidum	Philodendron bipinnatifidum
Аспарагінова	5,92	13,24	10,51
Треонін	2,15	5,18	4,76
Серін	18,56	26,39	29,53
Глутамінова	14,27	33,51	36,27
Пролін	2,11	8,26	11,74
Валін	0,33	0,95	2,13
Метіонін	0,20	0,59	0,78
Ізолейцин	1,24	0,44	0,82
Лейцин	0,29	0,67	0,93
Тирозин	0,51	2,06	1,14
Фенілаланін	0,54	0,36	0,89
Гістидин	21,73	101,38	75,15
Лізін	1,65	2,16	4,21
Аргінін	2,26	9,30	8,76
Сумарна кількість	73,72	204,49	187,62

Таблиця 6. Вміст нуклеїнових кислот у листках *Camellia japonica* з різним забарвленням квіток, мг фосфату на 1 г сирової речовини

Колір квітки	ДНК	РНК	РНК/ДНК
Червоний	0,39±0,06	3,28±0,63	8,4
Білий	0,35±0,05	1,99±0,48	5,7
Рожевий	0,32±0,04	1,51±0,36	4,7

що рослинні тканини наземного виду більшою мірою порівняно з епіфітом і ліаною забезпечені макроелементами. Рослини *Aglaonema nitidum* відзначаються значно вищим вмістом азоту, фосфору, магнію, заліза і марганцю. Для епіфіта *Anthurium bakeri* характерним є високий рівень міді і цинку, а для ліани *Philodendron bipinnatifidum* — калію і кальцію (табл. 4).

Значні розбіжності спостерігали і в амінокислотному складі рослин (табл. 5). При аналізі кількісного та якісного складу амінокислот установлено, що їх вміст у листках наземного виду в 1,1–2,8 разу вище, ніж у листках епіфіта і ліани.

Найбільшу різницю спостерігали у кількості гістидину. Ймовірно, рівень вільного гістидину в листках ароїдних, так само, як вміст нуклеїнових кислот, може слугувати діагностичним критерієм при визначенні екотипу рослин.

Значні розбіжності спостерігали також у кількості проліну. У тканинах сортів *Camellia japonica* із забарвленням квіток червоного кольору рівень проліну становив 62,7–69,8 мг/г, білого і рожевого кольору — відповідно 84,2–86,9 та 42,6–44,0 мг/г сухої речовини. Отримані результати свідчать про різне пристосування рослин до зовнішнього середовища, насамперед, до водного режиму, оскільки накопичення проліну пов'язане з інтенсивним зв'язуванням вільного аміаку, який утворюється у великій кількості за умов недостатнього водного забезпечення.

Цікаві результати отримано при порівняльному біохімічному аналізі листків різних

сортів *Camellia japonica*. Тканини рослин із забарвленням квіток червоного кольору характеризуються значно більшою кількістю нуклеїнових кислот порівняно з іншими сортами (табл. 6). При цьому відсутня суттєва різниця у вмісті ДНК у листках дослідних рослин. На рівні синтезу РНК виявлено значні розбіжності. Так, тканини листків сортів з квітками червоного забарвлення відрізнялись значно вищим рівнем РНК, що свідчить про інтенсивніший ріст рослин.

Певні відмінності встановлено також у розподілі асимілятів, зокрема, біогенних елементів (табл. 7).

Дані, наведені у табл. 7, свідчать про те, що вміст фосфору в рослинах з білими квітками втричі вищий порівняно з іншими сортами. Для тканин камелії з квітками рожевого забарвлення притаманний вищий рівень марганцю, з квітками червоного кольору — заліза.

Суттєву різницю виявлено при аналізі вмісту лабільних вуглеводів у листках. Так, найбільшою кількістю глюкози відрізнялися рослини з квітками білого забарвлення (4,9 мг %), а сахарози — з квітками червоного кольору (3,8 мг %).

Таблиця 7. Вміст макро- і мікроелементів у листках *Camellia japonica* з різним забарвленням квіток (макроелементи, %; мікроелементи, мг/кг золи)

Колір квітки	Елемент						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
Білий	2,5	0,82	9,2	0,66	0,11	600	150
Рожевий	2,0	0,27	6,3	0,50	0,23	640	400
Червоний	2,0	0,27	6,7	0,52	0,46	750	200

Таблиця 8. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках *Camellia japonica* з різним забарвленням квіток, мг/100 г сирової рослинної маси

Колір квітки	Хлорофіл		Каротиноїди	Сума хлорофілів та співвідношення		Сума хлорофілів та каротиноїдів
	a	b		a + b	a/b	
Білий	161,52 ± 5,13	28,22 ± 1,72	33,62 ± 1,41	189,74	5,72	5,64
Червоний	93,37 ± 3,72	39,59 ± 1,63	41,46 ± 1,61	132,96	2,37	3,21
Рожевий	65,69 ± 2,91	17,37 ± 1,25	32,37 ± 1,52	83,06	3,78	2,57

Тканини листків сортів *Camellia japonica* характеризувалися різним вмістом фотосинтетичних пігментів (табл. 8). Так, високий вміст хлорофілу а виявлено в тканинах камелії з білими квітками, а каротиноїдів і хлорофілу b — з червоними квітками.

Збільшення вмісту хлорофілу b у листках рослин з квітками червоного кольору свідчить про інтенсивне накопичення органічної маси та активізацію ростових процесів. Зокрема, щомісячний приріст камелії з білими квітками в середньому становить 5,8 см, з рожевими і червоними квітками — відповідно 5,1 і 6,5 см.

Висновки

Проведені дослідження виявили наявність значних відмінностей у біохімічному складі тканин рослин видів різного екоморфотипу. Отримані результати свідчать про необхідність удосконалення технологічного регламенту з вирощування тропічних і субтропічних рослин в умовах інтер'єрів за рахунок оптимізації складу ґрунтових субстратів або їх заміників та розробки збалансованої системи мінерального живлення. Виявлена особливість у розподілі ДНК і РНК у листках і коренях дає змогу визначити екотип рослин.

Результати досліджень доводять перспективність подальшого вивчення біохімічних особливостей рослин різного екоморфотипу для пошуку механізмів біологічного регулювання розвитку вищих рослин у приміщеннях різного функціонального призначення.

1. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. — М.: Высш. шк., 1975. — 392 с.

2. Дэвисон Дж. Биохимия нуклеиновых кислот. — М.: Мир, 1976. — 371 с.

3. Заименко Н.В., Харитонова И.П. Физиолого-биохимические особенности эпифитных и наземных видов орхидных с различным типом углеродного метаболизма // Интродукція рослин. — 1999. — № 2. — С. 93–96.

4. Кок И.Б. Нуклеиновые кислоты насекомых и вирусом. — К.: Наук. думка, 1973. — 227 с.

5. Новые методы анализа аминокислот, пептидов и белков / Под ред. В.П. Овчинникова. — М.: Мир, 1974. — 272 с.

6. Почвоведение / Под ред. И.С. Кауричева. — М.: Колос, 1975. — 496 с.

7. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. — К.: Наук. думка, 1976. — 336 с.

8. Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева. — М.: Колос, 1980. — 272 с.

9. Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. — Рига: Зинатне, 1982. — 202 с.

10. Физико-химические методы исследования почв / Под ред. Н.Г. Зырина, Д.С. Орлова. — М.: Изд-во МГУ, 1980. — 382 с.

11. Физиолого-биохимические основы роста растений / Под ред. К.М. Сытника. — К.: Наук. думка, 1966. — 229 с.

Рекомендувала до друку Н.В. Заименко

И.П. Харитонова

Национальный ботанический сад
им. Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТЕРЬЕРОВ РАЗНОГО ТИПА

Приведены результаты изучения биохимических особенностей растений разного екоморфотипа с целью поиска механизмов биологического регулирования развития высших растений в помещениях разного функционального назначения.

Ключевые слова: интерьеры, жизненная форма, внешняя среда, трансформация, обратная связь, биогенные элементы, ферменты, фотосинтез.

I.P. Kharytonova

M.M. Gryshko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

PHYSIOLOGICAL AND CHEMICAL PARTICULARITIES OF ORNAMENTAL PLANTS IN DIFFERENT INTERIORS

It was shown the biochemical particularities of ornamental plants with different ecomorphotypes for searching biological mechanisms in regulations of high plants indoors with different functional purpose.

Key words: interiors, live form, environment, transformation, feedback, biogenic elements, photosynthesis, enzymes.