



УДК 581.1:63:54

## ВПЛИВ ТОКСИЧНИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК НА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА АНАТОМІЧНУ БУДОВУ ЛИСТКІВ ВИДІВ РОДУ ХЛОРОФІТУМ

І.П. ХАРИТОНОВА, Ж.М. ЯРОСЛАВСЬКА

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

Вивчали вплив бензолу, гексану, циклогексану, толуолу на фізіолого-біохімічні показники та анатомічну будову листків видів роду *Chlorophytum* Ker-Gawl. Найбільшою здатністю поглинати ксенобіотики характеризуються рослини *Chlorophytum comosum* 'Vittatum'. Показано, що в листках малостійких до фітотоксикантів видів накопичується менша кількість вільних амінокислот, ніж в листках стійких до їх дії рослин.

Останнім часом все чіткіше вимальовується дуже важлива функція рослин — очищення навколишнього середовища від забруднювачів, кількість яких з кожним роком неухильно зростає. Подібно фільтру, рослини здатні очищати повітря від шкідливих домішок [1]. У рослинних організмах відбувається детоксикація деяких поглинутих речовин. Нетоксичні продукти, що утворюються при цьому, можуть частково виділятися у зовнішнє середовище. Таким чином, порушення екологічного стану побутових, службових та виробничих приміщень є передумовою для створення принципово нових біологічних систем. Першочергове значення при цьому мають рослини, і найближчим часом замінити їх технічними засобами буде практично неможливо.

Відомо, що гетеротрофи здатні засвоювати дуже різноманітні хімічні сполуки: білки, жири, вуглеводи, спирти, карбонові кислоти, вуглеводні [2, 3]. Мабуть, не існує такої органічної речовини, яка б не могла бути використана яким-небудь гетеротрофним ор-

ганізмом. Автотрофні організми не здатні поглинати органічні сполуки, оскільки їх потреба в енергії покривається за рахунок окиснення неорганічних речовин [4]. Вищі рослини належать до автотрофів, однак всі вони для нормального розвитку потребують наявності в поживному середовищі окрім мінеральних компонентів і певних органічних сполук. Поглинання та використання вищими рослинами органічних речовин є не що інше, як схильність до гетеротрофізму. Якщо чисті автотрофи дуже чутливі до сторонніх органічних речовин, а гетеротрофи досить стійкі до них, то вищі рослини в силу подвійного характеру трофізму повинні займати проміжне положення.

Аналіз літературних даних щодо дії ксенобіотиків на рослинні організми свідчить про практично повну відсутність комплексних досліджень по вивченню впливу токсичних сполук на фізіолого-біохімічні процеси у тропічних і субтропічних рослин. Зокрема, не з'ясовані питання взаємозв'язку між поглинанням, метаболізмом і біологічною дією ксенобіотиків, не визначені фізіолого-біохімічні основи стійкості рослин до токсичних



речовин і не встановлені види, здатні поглинати та утилізувати такі сполуки, не створені моделі для вивчення процесів детоксикації в різних екосистемах, відсутні дослідження з розробки механізмів регуляції активності репараційних ферментних систем і детоксикаційних процесів у рослин.

При вивченні поглинальної здатності рослин як модельні об'єкти використані п'ять видів хлорофітума: *Chlorophytum comosum* (Thunb.) Baker, *Chlorophytum comosum* 'Variegatum', *Chlorophytum comosum* 'Vittatum', *Chlorophytum sparsiflorum* Baker, *Chlorophytum capense* (L.). Види були розташовані в герметичних скляних посудинах об'ємом 10 л протягом 9 діб. В експеримент відбирали рослини, які пройшли акліматизацію протягом 4 тижнів в умовах, наближених за температурним режимом та освітленістю до екологічних параметрів гермооб'ємів. Це дозволило суттєво скоротити стресові ситуації, які виникають при переміщенні рослин з теплиць. Температуру повітря в досліді підтримували в межах 20–22 °С, освітленість — 2,0 клк при 12-годинному фотоперіоді, для аналізу проб на хроматографі був використаний мікродозатор об'ємом 100 мкл. Концентрація ксенобіотиків у камері складала для бензолу (В) — 0,44, гексану (НХ) — 0,33, циклогексану (СНХ) — 0,38, толуолу (Т) — 0,44 г/м<sup>3</sup>.

Рослини здійснюють детоксикацію шкідливих речовин різноманітними шляхами. Деякі ксенобіотики зв'язуються цитоплазмою рослинних клітин і завдяки цьому втрачають активність. Інші зазнають перетворень на біохімічному рівні, внаслідок чого утворю-

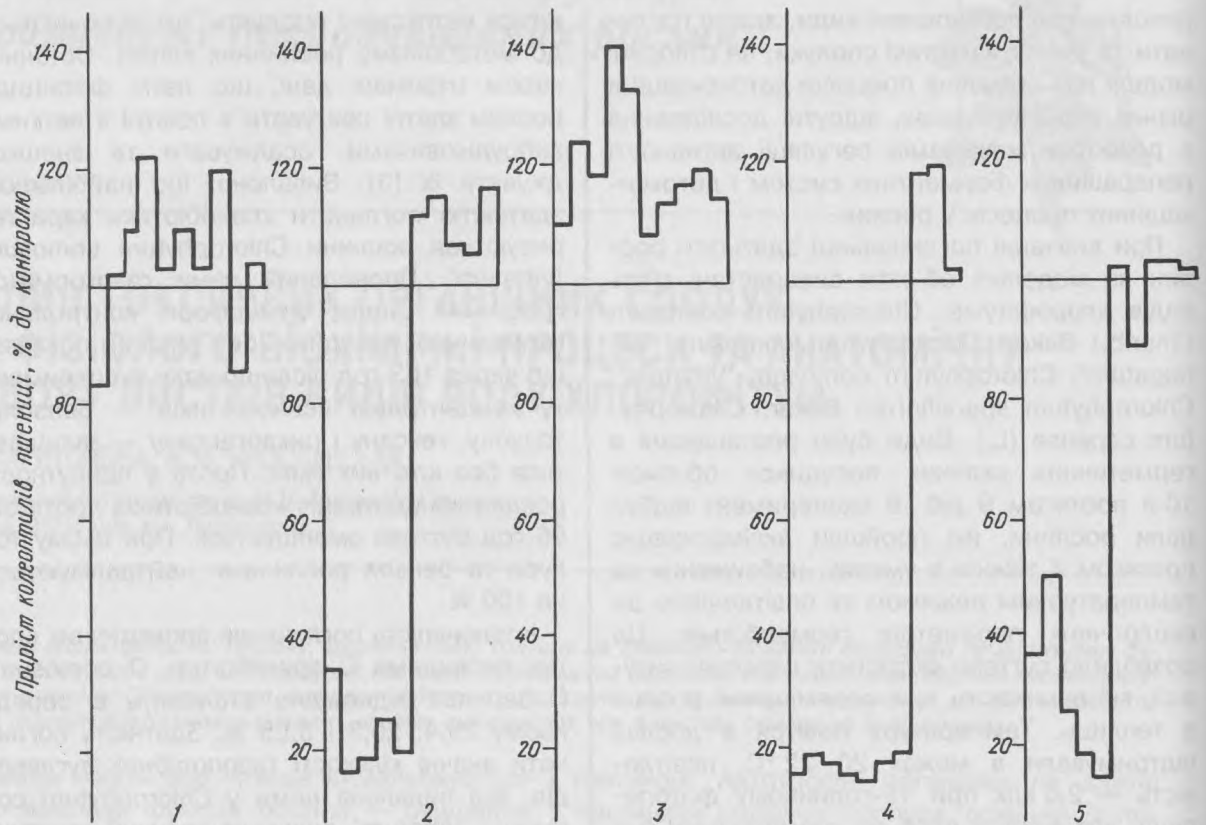
ються нетоксичні продукти, які включаються до метаболізму рослинних клітин. Останнім часом отримані дані, що леткі фітонциди рослин здатні реагувати в повітрі з леткими забруднювачами, осаджувати та знешкоджувати їх [3]. Виявлено, що найбільшою здатністю поглинати ксенобіотики характеризуються рослини *Chlorophytum comosum* 'Vittatum'. Проведений нами газохроматографічний аналіз атмосфери контрольної герметичної посудини (без рослин) показав, що через 163 год після початку експерименту концентрація ксенобіотиків — бензолу, толуолу, гексану і циклогексану — залишається без істотних змін. Проте у присутності рослин концентрація ксенобіотиків протягом 96 год суттєво зменшується. При цьому толуол та бензол рослинами нейтралізуються на 100 %.

Інтенсивність поглинання ароматичних сполук рослинами *C. sparsiflorum*, *C. comosum*, *C. capense* відповідно становить в середньому 29,4; 20,3 і 8,25 %. Здатність поглинати значні кількості газоподібних вуглеводів, яка виявлена нами у *Chlorophytum comosum* 'Vittatum', викликає великий практичний інтерес для створення надійних систем життєзабезпечення та при розробці біоінженерних конструкцій фітофільтрів у закритому просторі.

Фотосинтез — найчутливіший процес до дії сторонніх речовин. Вважається, що вплив фітотоксикантів зумовлений пошкодженням хлорофіл-білокліпідних комплексів, які знаходяться в центрі фотосистем I і II. Зокрема, під дією аміаку спостерігається зменшення вмісту хлорофілу, каротину, ксантофілу в

ТАБЛИЦЯ 1. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках різних видів хлорофітума, мг/100 г маси сирової речовини

Вид	Хлорофіл		Каротиноїди	Хлорофіл		Хлорофіли a + b Каротиноїди
	a	b		a + b	a/b	
<i>Chlorophytum comosum</i> 'Variegatum'	19,27	6,00	11,54	25,27	3,21	2,19
<i>C. comosum</i> 'Vittatum'	14,78	4,73	10,61	19,56	3,09	1,84
<i>C. comosum</i> (Thunb.) Baker	23,16	11,05	12,53	34,21	2,09	2,73
<i>C. sparsiflorum</i>	41,47	18,95	16,32	60,42	2,19	3,70
<i>C. capense</i>	62,42	22,21	26,63	84,63	2,81	3,18
HCP <sub>0,95</sub>	2,74	1,13	1,62			



Активність ауксинів у листках деяких видів хлорофітума:

1 — *Chlorophytum comosum* 'Vittatum', 2 — *C. comosum* 'Variegatum', 3 — *C. sparsiflorum*, 4 — *C. capense*, 5 — *C. comosum* (Thunb.) Baker

листках чутливих до дії ксенобіотиків рослин і відбувається відповідне збільшення кількості феофітину. В листках стійких видів цих реакцій не спостерігається.

Відомо, що мінливість фотосинтетичних реакцій пов'язана із систематичним положенням рослин, а в межах таксона — з умовами навколишнього середовища. Оскільки фотосинтетичний апарат у різних видів історично формувався під впливом певного комплексу зовнішніх факторів, то і міжвидові генетично обумовлені відмінності в його будові і активності великою мірою визначаються параметрами навколишнього середовища. Проведеними дослідженнями встановлена суттєва різниця в біосинтезі фотосинтетичних пігментів у дослідних видів (табл. 1). Виявлено, що найбільшим вмістом пігментів характеризуються рослини *Chlorophytum*

*capense* — кількість хлорофілів досягала 84,63, каротиноїдів — 27,63 мг/100 г маси сирової речовини. Вміст пігментів у листках *Chlorophytum comosum* 'Vittatum' найменший — хлорофіли становлять лише 19,56, каротиноїди — 10,61 мг/100 г маси сирової речовини. Отримане нами зменшення співвідношення вмісту хлорофілів і каротиноїдів має велике значення в пристосуванні того чи іншого виду до стрес-факторів, оскільки відомо, що каротиноїди здатні захищати молекули хлорофілу від деструктивного фотоокиснення і тим самим підвищувати адаптаційну здатність рослин.

Вивчення гормонального статусу дослідних рослин свідчить про наявність високого рівня речовин, що гальмують ростові процеси, та майже відсутність ауксинової активності у *C. comosum* 'Variegatum', *C. capense*,

ТАБЛИЦЯ 2. Кількісно-анатомічна характеристика листової пластинки видів роду *Chlorophytum* Ker-Gawl

Вид	Епідерма								Мезофіл			
	Верхня				Нижня				Кількість хлоропластів у клітині	Кількість шарів мезофілу		
	Кількість продохів у 1 мм <sup>2</sup>	Розміри клітини, мкм				Кількість продохів у 1 мм <sup>2</sup>	Розміри клітини, мкм					
		замикаючої		епідермальної			замикаючої				епідермальної	
	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>d</i>				
<i>C. comosum</i>												
'Vittatum'	0	0	0	5,68	1,68	12	0,88	0,30	4,00	1,13	14	6
<i>C. sparsiflorum</i>	2	1,08	0,35	4,69	1,04	9	1,04	0,29	6,34	1,06	12	7
<i>C. comosum</i>												
'Variegatum'	0	0	0	5,42	1,18	16	1,01	0,31	4,77	1,16	19	8
<i>C. capense</i>	0	0	0	6,63	2,16	7	1,11	0,36	5,64	1,35	48	5
<i>C. comosum</i> (Thunb.) Baker	0	0	0	6,97	2,64	6	1,15	0,39	7,55	1,74	54	4

Примітка. *h* — висота, *d* — діаметр клітини.

ТАБЛИЦЯ 3. Вміст вільних амінокислот у листках різних видів, мкг/500 мг маси сирої речовини

Амінокислота	Chlorophytum			
	<i>C. comosum</i> Baker	<i>C. capense</i>	<i>C. comosum</i> 'Vittatum'	<i>C. sparsiflorum</i>
Аспарагінова	—	—	4,15	—
Треонін	—	—	4,00	—
Серін	—	—	7,68	—
Глутамінова	1,73	1,21	8,73	3,41
Гліцин	—	—	1,46	—
Аланін	—	—	3,32	—
Валін	—	—	0,76	—
Гістидін	0,91	0,82	1,12	2,14
Аргінін	—	—	2,41	—
Сума	3,57	3,11	35,33	8,42

*C. comosum* (рисунок). Отримані результати дозволяють зробити припущення, що інтенсивність перетворення ксенобіотиків у клітинах залежить від швидкості їх надходження і місця локалізації, а також від активності ферментативних систем, типу реакції і хімічної природи ксенобіотика.

Стійкість рослин до ксенобіотиків зумовлена також особливостями анатомо-морфологічної будови рослин, і в першу чергу метаболізмом токсичних сполук у рослинних клітинах. Відомо, що стійкі види рослин спроможні інактивувати ксенобіотики значно швидше, ніж чутливі. Порівняльне вивчення кількісно-анатомічних параметрів асиміляційного апарата листків дослідних рослин

видів *Chlorophytum* показало видоспецифічні відмінності в кількості хлоропластів у мезофільних клітинах і кількості продохів на одиницю площі епідермальної поверхні листка. Найбільшу кількість продохів (19) на листовій пластинці має *C. comosum* 'Variegatum', найменшу (9) — *C. comosum* (Thunb.) Baker. При цьому розміри замикаючих клітин значно відрізняються за довжиною (табл. 2): у *C. comosum* Baker вони найбільші (0,39), у *C. sparsiflorum* — найменші (0,29). Продихи у 4 видів рослин (*C. comosum* 'Vittatum', *C. comosum* 'Variegatum', *C. capense*, *C. comosum*) розміщені з нижньої сторони листка (гіпостоматичний тип), і тільки у *C. sparsiflorum* листовая пластинка значно ширша, ніж у інших видів, і має продихи, розміщені з обох сторін листка (амфістоматичний тип).

Особливого значення у процесах метаболізму рослин набувають амінокислоти, оскільки в реакціях синтезу вільних амінокислот концентруються вуглеводний, азотний та енергетичний обміни. Притаманність кожної амінокислоти відповідним енергетичним умовам свідчить, що саме із вмістом тієї чи іншої амінокислоти пов'язані зміни в будові тканин або функціонуванні всього рослинного організму в певних умовах зовнішнього середовища. Проведені дослідження виявили значні відмінності в кількісному та якіс-



ному складі вільних амінокислот у видів, що вивчаються (табл. 3). Встановлено дуже низький рівень амінокислот у листках дослідних рослин, за виключенням *S. comosum* 'Vittatum'. Виходячи з цього, можна припустити, що в листках малостійких до фітотоксикантів видів буде накопичуватись менша кількість вільних амінокислот, ніж в листках стійких до їх дії рослин.

Таким чином, отримані результати свідчать про доцільність дослідження фізіолого-біохімічної стійкості рослин до дії органічних сполук. Показано, що вміст фотосинтетичних пігментів, кількісний і якісний склад вільних амінокислот та активність ауксинів у листках рослин можуть служити діагностичними критеріями при визначенні здатності того чи іншого виду до знешкодження летких токсичних сполук.

1. Дмитриев И.С. Как очистить воздух в квартире // Наука и жизнь. — 1990. — № 4. — С. 110—111.
2. Дурмишидзе С.В. Метаболизм растениями некоторых органических соединений, загрязняющих атмосферу // Прикл. биохимия и микробиология. — 1977. — 13, № 6. — С. 838—846.
3. Дурмишидзе С.В. Биохимия растений и охрана окружающей среды // Там же. — 1982. — 18, № 6. — С. 741—750.
4. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. — Киев: Наук. думка, 1978. — 246 с.

Надійшла 10.03.2000

ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТЬЕВ ВИДОВ РОДА ХЛОРОФИТУМ

И.П. Харитонова, Ж.Н. Ярославская  
Национальный ботанический сад  
им. Н.Н. Гришко НАН Украины, Киев

Изучали влияние бензола, гексана, циклогексана, толуола на физиолого-биохимические показатели и анатомическое строение листьев видов рода *Chlorophytum* Ker-Gawl. Наибольшей способностью поглощать ксенобиотики характеризуются растения *Chlorophytum comosum* 'Vittatum'. Показано, что в листьях малоустойчивых к действию фитотоксикантов видов накапливается меньшее количество свободных аминокислот, чем в листьях стойких к их действию растений.

EFFECT OF ORGANIC TOXIC SUBSTANCES TO PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROCESSES AND ANATOMICAL STRUCTURE OF LEAVES OF CHLOROPHYTUM KER-GAWL GENUS

I.P. Kharitonova, Zh.N. Yaroslavskaya  
M.M. Grishko National Botanical Gardens,  
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Effect of benzene, hexane, cyclohexane, toluene on physiological and biochemical characters and comparative anatomical structure of leaves of *Chlorophytum* Ker-Gawl genus was studied. The highest capability to absorb xenobiotics is characteristic of *Chlorophytum comosum* 'Vittatum'. It is shown the less quantity of free amino acids is accumulated in the leaves being low-resistant to the effect of phytotoxic matters.