



## БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ОНТО- ТА ФІЛОГЕНЕЗ ІНТРОДУКОВАНИХ РОСЛИН

УДК 635.9:582.4/9-18.582.6/9

Т.М. ЧЕРЕВЧЕНКО<sup>1</sup>, Н.П. СИТНЯНСЬКА<sup>1</sup>, Г.Г. МАРТИН<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України  
Україна, 01001 м. Київ, МСП-1, вул. Терещенківська, 2

### СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТКАНИН ЛИСТКА ПРИ ДОВГОТРИВАЛОМУ ВИРОЩУВАННІ ТРОПІЧНИХ І СУБТРОПІЧНИХ РОСЛИН У ГЕРМООБ'ЄМІ

*Виявлено структурні зміни у клітинах епідермальних та мезофільних тканин листків чотирьох видів тропічних та субтропічних рослин, які вирощувались упродовж 9 місяців у специфічних умовах гермооб'єму. Діапазон структурних перебудов клітинних органел варіює залежно від типу клітин і морфобіологічних особливостей експериментальних рослин. Епікутикулярний шар-каркас листків має важливе регуляторне значення у формуванні адаптаційних механізмів дослідженої групи рослин.*

Витримування рослин в умовах герметичних камер (гермооб'ємів) розглядають як важливий методичний підхід у дослідженні особливостей їх адаптації до зміни умов навколишнього середовища. Результати таких досліджень дають змогу визначити не лише адаптаційні можливості окремих видів, а й оптимізувати умови їх вирощування.

Метою нашої роботи було порівняльне вивчення структури листків таких видів: *Dieffenbachia 'Camilla'* (дифенбахія), *Syngonium 'Patent'* (сингоніум), *Nephrolepis exaltata* (нефролепіс), *Campuloneurum sphenodes* (поліподіум). Експеримент полягав у вирощуванні тропічних і субтропічних рослин упродовж

9 місяців (без будь-якого втручання) в умовах герметично закритої скляної камери на повноцінному ґрунті, насиченому мікроелементами, за достатньої вологи і тривалого освітлення. Морфологічні спостереження за рослинами не виявили істотних відхилень від норми онтогенетичного розвитку. Наприкінці експерименту, під час фіксації матеріалу для анатомічних досліджень, з'ясувалося, що листки мали достатній тургор, ґрунт був насичений вологою завдяки взаємоконденсаційним процесам.

Для оптичного та електронно-мікроскопічного дослідження середню частину листової пластинки фіксували у 5%-му глутаральдегіді, водному розчині осмієвої кислоти. Подальшу обробку експериментального матеріалу проводили

© Т.М. ЧЕРЕВЧЕНКО, Н.П. СИТНЯНСЬКА, Г.Г. МАРТИН, 2003

за загальноприйнятими методиками клітинної біології. Аналізували клітини епідермальної і мезофільної (палісадна і губчаста) тканин листка. Структурна характеристика отримана з використанням мікроскопів: оптичного NU-2, скануючого електронного мікроскопу РЕММА-102; кількісні виміри проведено за допомогою окуляр-мікрометра; статистична обробка – за методом Ашмаріна та ін. [1].

Результати анатомічного дослідження на тканинному і клітинному рівнях дали змогу виявити низку змін у дослідних варіантах. Так, в умовах гермооб'єму товщина листової пластинки значно зменшилась у дифенбахії та поліподіума, а у сингоніума відмічено незначне збільшення (див. таблицю).

Основні зміни були пов'язані з реорганізацією кутикулярного шару. Його

товщина варіює залежно від виду та від того, на якому боці листка він розташований (рис.1). В усіх дослідних варіантах спостерігається часткове або значне його зникнення (рис. 1; 2, 1–10, 12), а у поліподіума повністю редукується кутикулярний шар (рис. 2, 11). Під дією мікрогравітації відбувалося зменшення епікутикулярного шару в листках деяких тропічних рослин [7] і змінювалась щільність воскового нальоту на поверхні листків пшениці [4]. Оскільки відомо, що культиварний каркас листка перебуває у тісній структурно-функціональній взаємодії з цитоплазматичною мембраною епідермальних клітин, то видоспецифічні перебудови кутикулярного шару, на нашу думку, є одним з основних механізмів відповідних захисно-адаптаційних структурних змін епідермальних клітин у дослідних варіантах.

### Порівняльна характеристика анатомічних показників дослідних рослин у нормі (контроль) та в умовах гермооб'єму (дослід)

Види	Дифенбахія		Сингоніум		Поліподіум	
	Умови експерименту					
Показники	контроль	дослід	контроль	дослід	контроль	дослід
1	255,8 ± 2,1	198,4 ± 2,7	160,4 ± 2,6	197,8 ± 3,1	198,2 ± 1,8	159,0 ± 1,1
2	–	–	4,3 ± 0,1	3,7 ± 0,4	7,5 ± 0,3	2,5 ± 0,1
3	–	–	2,5 ± 0,9	2,5 ± 0,9	7,9 ± 0,3	2,2 ± 0,1
4	43,7 ± 2,3	33,8 ± 0,9	30,7 ± 1,0	40,9 ± 1,3	11,2 ± 0,6	24,1 ± 0,6
5	45,5 ± 1,3	41,5 ± 1,1	44,4 ± 1,5	38,1 ± 2,3	17,4 ± 0,7	23,1 ± 1,0
6	44,2 ± 2,3	37,8 ± 1,0	–	–	–	–
7	10,0 ± 0,8	6,0 ± 0,3	–	–	–	–
8	5,0 ± 0,5	5,0 ± 0,6	–	–	12,0 ± 0,2	6,0 ± 0,3
9	–	–	2,0 ± 0,3	5,0 ± 0,4	–	–
10	–	–	5,0 ± 0,5	4,0 ± 0,3	–	–

Позначення до таблиці: 1 – товщина листової пластинки, мкм; 2 – товщина кутикули верхньої епідерми, мкм; 3 – товщина кутикули нижньої епідерми, мкм; 4 – висота клітин верхньої епідерми, мкм; 5 – висота клітин нижньої епідерми, мкм; 6 – висота клітин палісадної паренхіми, мкм; 7 – кількість хлоропластів палісадної паренхіми; 8 – кількість хлоропластів губчастої паренхіми; 9 – кількість хлоропластів у верхньому шарі мезофілу; 10 – кількість хлоропластів у нижньому шарі мезофілу.

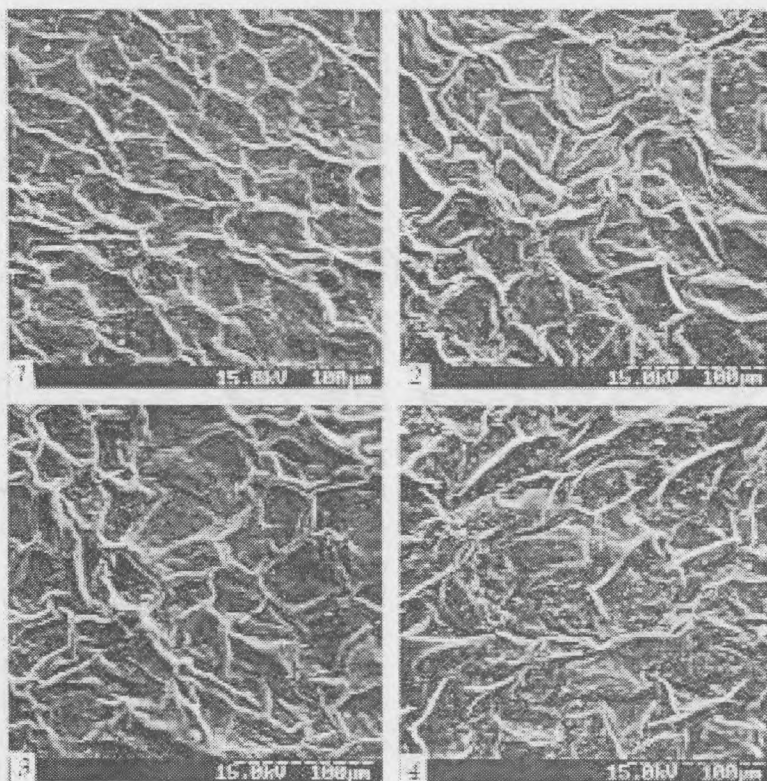


Рис. 1. Реорганізація (зменшення) кутикулярного шару з адаксіальної (1, 3) та абаксіальної (2, 4) поверхні листка *Syngonium 'Patent'*: 1, 2 — контроль; 3, 4 — дослід

Умови гермооб'єму, які для рослин є неадекватними порівняно з нормою, індукують перебудови білково-ліпідного шару цитоплазматичних мембран епідермальних клітин. Як зазначають деякі автори, мембранний комплекс через зміни ліпідного та жирнокислотного складу мембран має вирішальне значення для адаптації листків [2, 3]. Відомо, що мікров'язкість біліпідного шару клітинних мембран забезпечує адаптацію мембран до умов навколишнього середовища. Так, в умовах мікрогравітації в клітинних мембранах поступово збільшується кількість ненасичених жирних кислот (лінолевої, ліноленової) пропорційно силі і ступеню факторів мікрогравітації [5]. У контрольному варіанті в епікутикулярному шарі і в окремих клітинах мезофільної тканини листка

нефролепіса відмічено високу осміофільну реакцію (рис. 2, 6), у досліді подібне фарбування не виявляється (рис. 2, 10). Відсутність інтенсивної гістохімічної реакції клітин у досліді очевидно пояснюється порушенням функціонування поверхневих цитоплазматичних мембран епідермальних клітин і зникненням у гіалоплазмі вільних ліпідних компонентів, які специфічно фіксуються йонами осмієвого фіксатора. Отже, епідермальні клітини нефролепіса втрачають ліпопротеїновий компонент цитоплазми.

Про видові відмінності свідчать відповідні кількісні зміни висоти клітин верхнього і нижнього епідермісу та мезофілу. Так, у дифенбахії ці показники зменшуються, у сингоніума і поліподіума, навпаки, збільшуються (див. таблицю). Мезофільна тканина дифенбахії має низку



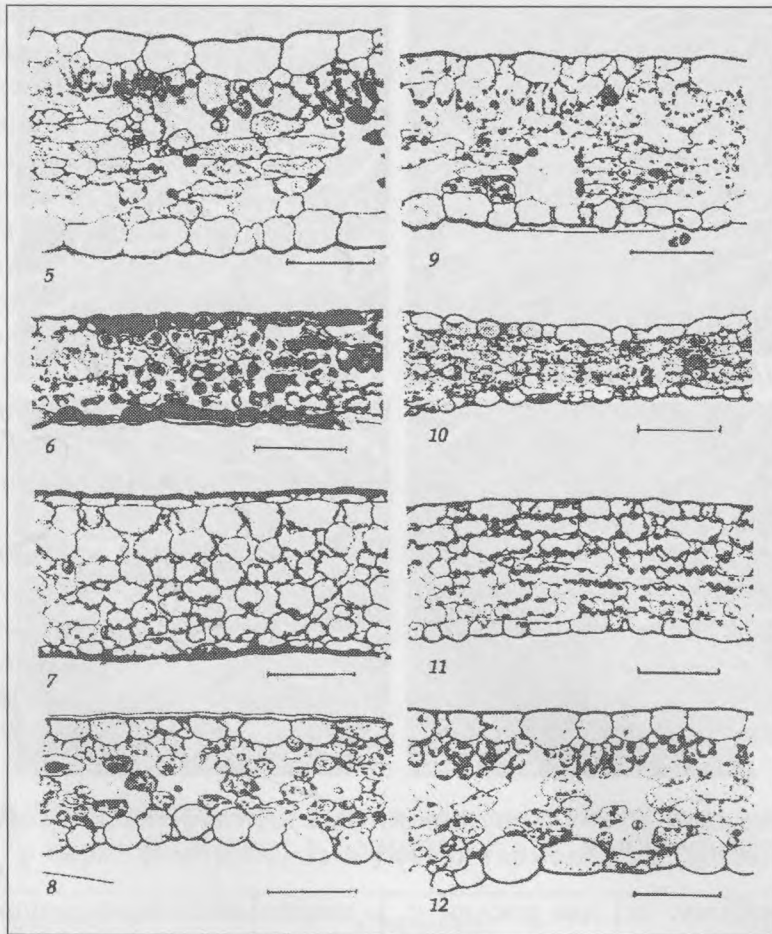


Рис. 2. Порівняльна характеристика структурних змін у тканинах листків тропічних і субтропічних рослин за умов довготривалого гермооб'єму: 5–8 – контроль; 9–12 – дослід; 5, 9 – *Dieffenbachia* 'Camilla'; 6, 10 – *Nephrolepis exaltata*; 7, 11 – *Campyloneurum sphenedes*; 8–12 – *Syngonium* 'Patent'. Масштабна лінія відповідає 100 мкм

специфічних особливостей: паралельно з епідермальним шаром у тісному контакті з ним кількома шарами біля цитоплазматичної мембрани розташовані видовжені конусної конфігурації клітини. Гострокінцевий їх полюс щільно насичений хлоропластами. Такі видовжені клітини, за формою подібні до клітин палісадної паренхіми, видовжуються у шар губчастої паренхіми і зависають над повітряними порожнинами. Протилежний полюс "палісадноподібних" клітин, вільний від хлоропластів, розташований по всьому периметру периклінальної стінки епідер-

мальних клітин (рис. 2, 5). Важливими структурно-функціональними змінами, що спостерігаються у дифенбахії (рис. 2, 9) є такі: зменшення висоти клітин (лише деякі з них залишаються злегка видовженими, решта збільшує діаметр майже вдвічі) та кількості хлоропластів палісадноподібних клітин, кількість же хлоропластів губчастої паренхіми залишається незмінною. Водночас кількість хлоропластів у верхньому шарі мезофілу сингоніума збільшується (рис. 2, 12) порівняно з контролем (рис. 2, 8). Для поліподіума властиві типові за формою вільно розта-



шовані з великими міжклітинниками мезофільні клітини, з локалізацією хлоропластів по всьому периметру клітини. Характерною ознакою для дослідного варіанта цього виду є збільшення розмірів хлоропластів (рис. 2, 7, 11).

Таким чином, у дифенбахії, поліподіума і сингоніума в процесі адаптації відбуваються зміни локалізації та чисельності хлоропластів у клітинах. У науковій літературі наводяться дані щодо відповідних (специфічних і неспецифічних) реакцій рослинних клітин та їхніх органел, у тому числі щодо кількісних змін хлоропластів, дезорганізації фотосинтетичних мембран під впливом різних екологічних факторів [6]. Спостереження щодо кількісних змін хлоропластного компартменту в мезофільних клітинах листків дослідних рослин показали, що ці зміни, на нашу думку, носять адаптивний характер, про що свідчить нормальний морфологічний обрис та вегетаційний розвиток рослин в умовах гермооб'єму.

За нашими даними, гермооб'єм впливає на структурні перебудови клітинних мембран, насамперед поверхневих цитоплазматичних мембран епідермальних клітин, які опосередковано впливають на формування на рівні клітинних органел відповідних метаболічних і структурних реакцій. Реакція на зовнішній вплив — це послідовний ланцюжок захисних реакцій (метаболічний шлях фізіолого-біохімічних реакцій) для реконструкції функціональноздатної поверхневої мембрани. Оскільки листки тропічних і субтропічних рослин вкриті, як правило, товстим захисним шаром кутикули, то в адаптаційних механізмах саме цієї групи рослин суцільний кутикулярний шар-каркас листків у поєднанні з цитоплазматичною мембраною епідермальних клітин відіграє значну

регуляторну роль. Поступове зменшення кутикулярного шару призводить до зниження захисного бар'єра епідермальних клітин, до змін газо- і водообміну, порушення продишової транспірації, і як наслідок таких первинних порушень у довготривалих умовах гермооб'єму відбувається суттєва перебудова структурної організації, діапазон якої варіює залежно від виду експериментальних рослин і типу клітин.

Таким чином, дослідження представників різних родин виявило відмінні адаптивні реакції. Так, папоротеподібним властиві істотні кількісні зміни кутикулярного шару (поліподіум) або перетворення ліпідного матеріалу епікутикулярного шару (нефролепіс). Саме кутикулярний шар, найтовщий у листках поліподіума і нефролепіса, відіграє первинну регуляторну роль у формуванні адаптаційних механізмів і сприяє найбільшій їх стійкості до дії умов гермооб'єму. В основі адаптації представників родини Ароїдних (дифенбахії і сингоніума) лежить перебудова структурно-функціональної організації фотосинтетичного апарату, що супроводжується змінами локалізації, розмірів та чисельності хлоропластів на одиницю асиміляційної тканини.

1. Ашмарин И.П., Васильев Н.Н., Амбросов В.А. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов: 2-е изд. перераб. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. — 78 с.

2. Ивков В.Г., Берестовский Г.Н. Липидный бислой биологических мембран. — М.: Наука, 1982. — 224 с.

3. Крекс Е.М. Липиды клеточных мембран. — Л.: Наука, 1981. — 339 с.

4. Недуха О.М., Кордюм Е.Л., Овруцька І.І., Ситник К.М. Зміни структури клітин продихів листків пшениці при дії мікрогравітації //

Доп. АН УРСР. Сер. Б. — 1994. — № 2. — С. 68–71.

5. *Популях Ю.А.* Фосфоліпіди та жирні кислоти плазматичних мембран клітин кореня в умовах кліноостатування // Доп. АН УССР. Сер. Б. — 1988. — № 8. — С. 69–72.

6. *Силаева А.М.* Структура хлоропластов и фактор среды. — К.: Наук. думка, 1979. — 204 с.

7. *Cherevchenko T., Zaimenko N., Sytnjanskaja N., Majko T.* The effect of microgravitation on structural and functional organization of assimilated tissues cells and growth, regulators activity in orchids of different age// Proc. COSPAR Sci. Assem. 31-th. 1997. — 306 p.

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ  
ОРГАНИЗАЦИЯ ТКАНЕЙ ЛИСТА ПРИ  
ДЛИТЕЛЬНОМ ВЫРАЩИВАНИИ ТРО-  
ПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ  
РАСТЕНИЙ В ГЕРМООБЪЕМЕ**

*Т.М. Черевченко<sup>1</sup>, Н.П. Ситнянская<sup>1</sup>,  
Г.И. Мартын<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Национальный ботанический сад  
им. Н.Н. Гришко НАН Украины,  
Украина, г. Киев

<sup>2</sup> Институт ботаники им. Н.Г. Холодного  
НАН Украины, Украина, г. Киев

Отражены структурные изменения в клетках эпидермальных и мезофильных тканей листьев четырех видов тропических и субтропических растений, которые выращивались

в течение 9 месяцев в специфических условиях гермообъема. Диапазон структурных изменений клеточных органелл варьирует в зависимости от типа клеток и морфобиологических особенностей экспериментальных растений. Эпикуткулярный слой листьев имеет важное регуляторное значение в формировании адаптационных механизмов исследуемой группы растений.

**STRUCTURAL-FUNCTIONAL  
ORGANISATION OF LEAF TISSUES  
UNDER LONG CULTIVATION OF TRO-  
PICAL AND SUBTROPICAL PLANTS IN  
HERMETICALLY SEALED CONTAINER**

*T.M. Cherevchenko<sup>1</sup>, N.P. Sytnyanskaya<sup>1</sup>,  
G.I. Martyn<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> M.M. Grishko National Botanical Gardens,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup> M.G. Kholodny Institute of Botany,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Kyiv

Structural changes in cells of epidermal and mesophilous tissues of leaves of four tropical and subtropical species cultivated during 9 months in special container are shown. Diapason of structural changes in cell organell varied depending on cell type and morpho-biological features of test plants. Epithecular loyer of leaves is important for formation of mechanism of adaptation in the group of test plants.