

ОСОБЛИВОСТІ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ ЛИСТКОВОЇ ПЛАСТИНКИ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *PITTOSPORUM BANKS ET SOLAND. EX GAERTN. В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО ІНТЕР'ЄРУ*

*Вивчено анатомічні особливості листкової пластинки 7 видів роду *Pittosporum Banks et Soland. ex Gaertn.* Визначено зміни анатомічних показників та пігментної системи в асиміляційному апараті за різних умов вирощування.*

Для використання нових видів тропічних та субтропічних рослин в інтер'єрах різного функціонального призначення та підвищення їхньої стійкості необхідно дослідити механізми адаптації рослин.

Залежність вищих рослин від умов середовища підтверджена результатами досліджень фізіологічних процесів та анатомо-морфологічних особливостей рослин при зміні екологічних параметрів середовища [12, 20]. Вивчення механізму адаптації рослин до нових умов середовища має важливе значення в інтродукції та акліматизації [9, 15, 16, 19, 26].

Анатомічна будова листка — одна з діагностичних ознак, за допомогою якої можна робити висновки щодо реакції рослин на зміни умов вирощування. Перші дослідження морфоструктури листка у рослин, що зростають в умовах техногенного середовища, провів Н.П. Красинський [17]. Він зазначав, що в умовах промислового забруднення толерантність рослин забезпечується особливостями будови покривних та внутрішніх тканин листка, які перешкоджають проникненню та поширенню в них газів. Залежність структури листка від умов зростання відзначена також іншими дослідниками [3, 5, 13, 21]. Так, В.Р. Зеленський [11] встановив відміну у структурі листків, що виростили в тіні та у світлій ділянці крони дерева. І.А. Шульгін [30] вка-

зував на те, що листки мезофітів характеризуються мінімальним поглинанням енергії, а листки ксероморфів — максимальним. К. Езау [32] відмітив, що листки, що розвиваються в умовах прямого сонячного світла, дрібніші, але товщі і мають потужнішу палісадну паренхіму, ніж ті, що розвиваються в тіні. За даними досліджень [6], у забрудненій атмосфері цехів промислових підприємств збільшується кількість продихів у листках та зменшуються їхні розміри, листки набувають ксероморфної структури, тривалість життя листка при цьому скорочується.

Кількісно-анатомічні ознаки листка — розміри клітин верхнього та нижнього епідермісу, товщина їх зовнішньої оболонки, розміри продихів та їхня кількість на одиницю поверхні листка, ступінь розвинення палісадної та губчастої тканин тощо — мають істотне значення для екологічної характеристики рослин. Вивчення мінливості анатомічних ознак листків рослин, що культивуються за різної напруженості основних екологічних параметрів, необхідне для глибшого розуміння змін, що відбуваються в рослинах. Слід враховувати, що адаптивні ознаки можуть бути спадковими (виникли впродовж екологічної еволюції виду) та фенотипічними (виникли під час онтогенезу рослин під впливом умов навколишнього середовища). Такі показники, як товщина листкової пластинки та кількість продихів, варіюють у межах виду. Більш

постійними ознаками є кількість шарів мезофілу, зімкненість його клітин, характер розташування проростків та кількість клітин-супутників [32].

Численні дослідження проведені переважно у деревно-чагарникових рослин, що зростають в умовах промислового забруднення. Питання механізмів адаптації тропічних та субтропічних рослин в умовах інтер'єрів різного функціонального призначення висвітлені недостатньо. Особливо актуальним є дослідження стану рослин в умовах промислового інтер'єру. Низкою дослідників розглядалися питання асортименту рослин та шляхи їхньої адаптації в умовах промислового інтер'єру [6, 7, 10, 26, 27, 31].

В умовах виробничих приміщень промислових підприємств лімітуючими факторами для рослин є не лише висока сухість повітря, недостатня освітленість, різкі коливання температури, а й наявність у повітрі шкідливих випарувань та пилу. В зв'язку з цим необхідно підібрати та випробувати досить широкий асортимент, щоб відібрати найстійкіші види тропічних та субтропічних рослин для тривалого утримання їх за таких умов.

Мета дослідження — вивчення та порівняння показників анатомічної будови листків видів роду *Pittosporum* Banks et Soland. ex Gaertn., інтродукованих в умовах оранжереї Криворізького ботанічного саду (КБС), та рослин, що вирощуються у промислових інтер'єрах міста.

Матеріали та методи

Об'єктом наших досліджень були види роду *Pittosporum*. Вибір об'єктів дослідження зумовлений успішністю їх використання для озеленення різноманітних інтер'єрів, що безпосередньо пов'язане з адаптацією рослин до екстремальних умов навколишнього середовища. Види цього роду виявилися найбільш пластичними та перспективними серед чагарникових рослин для цілей фітодизайну [2, 8]. В зв'язку з цим ми вважали за необхідне провести дослідження деяких функціональних та

структурних особливостей представників роду *Pittosporum*, зокрема фенологічні спостереження та морфолого-анатомічні дослідження.

Для анатомічного аналізу відбирали листки із середнього ярусу крони рослин, що вирощуються в оранжереї КБС, та у рослин, які протягом тривалого часу (понад рік) зростали у промисловому інтер'єрі (інструментальний цех Криворізького заводу гірничого обладнання). Препарати готували за загальноприйнятими методиками [1]. Для цього була використана середня частина листка. На поперечному зрізі листків визначали товщину листка, адаксіальної та абаксіальної епідерми, палісадної і губчастої паренхіми, а також розміри клітин палісадної паренхіми. Кількісне визначення пігментів проводили спектрофотометричним методом. Концентрацію пігментів у 100%-ному ацетоні розраховували за формулами Ветштейна [4].

Отримані результати обробляли за допомогою загальноприйнятих методів математичної статистики [20].

Результати та їхнє обговорення

Анатомічні дослідження листкової пластинки рослин видів роду *Pittosporum* засвідчили, що листок у всіх досліджуваних видів має дорзо-вентральний тип. Епідерма, як відомо, регулює газообмін та захищає рослину від несприятливих факторів довкілля. Адаксіальна та абаксіальна епідерма у всіх досліджуваних видів роду (як в умовах оранжереї, так і промислового інтер'єру) є одношаровою. Епідермальні клітини майже правильної прямокутної форми щільно притиснуті одна до одної. Характерним є значно більші розміри клітин адаксіальної епідерми порівняно з клітинами абаксіальної. Анатомічні дослідження свідчать, що умови промислового інтер'єру впливають на адаксіальну та абаксіальну епідерму по-різному. Найбільші зміни відзначено у товщині адаксіальної епідерми. В умовах промислового цеху в усіх досліджуваних видів спостерігали

нок зменшення товщини мезофілу. Мезофіл у всіх досліджуваних видів добре розвинений та чітко диференційований на стовпчастий і губчастий. Стовпчастий мезофіл розміщений безпосередньо під епідермою. Клітини стовпчастого мезофілу щільно притиснуті одна до одної, видовжені, розміщені перпендикулярно до поверхні листка, багаті на хлоропласти, довжина клітин вдвічі більша за ширину. Кількість шарів стовпчастого мезофілу — 3–5. Зазвичай клітини поверхневих шарів палисадної паренхіми мають дещо більшу довжину. Губчастий мезофіл утворений клітинами неправильної форми з розвиненими міжклітинниками. Анатомічні дослідження свідчать, що характерним для листка видів роду *Pittosporum* є велика товщина губчастого мезофілу у товстолистих видів. У видів, що мають тоншу листкову пластинку, різниця у товщині шарів мезофілу значно менша (*P. eugenioides*, *P. tenuifolium*). У всіх видів, за винятком *P. eugenioides*, *P. undulatum*, зменшення товщини листкової пластини відбувалося переважно за рахунок стовпчастого мезофілу, а у *P. eugenioides*, *P. undulatum* — зменшувалася товщина губчастої паренхіми (див. табл. 1). Зменшення товщини палисадної паренхіми в умовах промислового інтер'єру відбувалося внаслідок зменшення як кількості шарів паренхіми, так і розмірів клітин. При цьому довжина клітин зменшувалася порівняно з контролем на 16,8–21,9%, а ширина — на 11,3–18,1%. У *P. tobira* var. *variegatum* та *P. tenuifolium* відзначено зменшення ширини клітин стовпчастого мезофілу (відповідно на 23,1 та 19,4%) (табл. 2).

Одним із значущих показників активності фотосинтетичного процесу є вміст основного (хлорофіл *a*) і допоміжних (хлорофіл *b* і каротиноїди) пігментів. Ми дослідили різні параметри пігментної системи видів.

Установлено, що умови промислового інтер'єру негативно впливають на рівень та фотосинтетичну активність пігментів. Це виявляється зміною кількісних показників вмісту хлорофілів і каротиноїдів у листках

Таблиця 2. Товщина та розміри клітин стовпчастого мезофілу асиміляційного апарату видів роду *Pittosporum* в різних умовах зростання

Тип інтер'єру	Товщина стовпчастого мезофілу, мкм	Довжина клітин стовпчастого мезофілу, мкм	Ширина клітин стовпчастого мезофілу, мкм
<i>P. crassifolium</i>			
Оранжерея	176,2 ± 1,54	37,4 ± 0,88	12,9 ± 0,64
Промисловий	163,7 ± 1,67	30,5 ± 0,59	10,8 ± 0,51
<i>P. eugenioides</i>			
Оранжерея	72,2 ± 1,56	30,9 ± 1,15	15,5 ± 0,59
Промисловий	64,7 ± 1,25	24,9 ± 0,84	12,7 ± 0,67
<i>P. tobira</i>			
Оранжерея	124 ± 1,19	32,2 ± 1,11	12,9 ± 0,62
Промисловий	108,4 ± 1,29	26,7 ± 0,87	10,9 ± 0,51
<i>P. undulatum</i>			
Оранжерея	46,8 ± 0,87	28,8 ± 1,02	13,4 ± 0,55
Промисловий	40,4 ± 1,02	22,5 ± 0,62	11,2 ± 0,57
<i>P. tobira</i> var. <i>variegatum</i>			
Оранжерея	113,0 ± 0,69	27,7 ± 0,62	13,4 ± 0,43
Промисловий	105,1 ± 1,01	22,5 ± 0,64	10,3 ± 0,46
<i>P. tenuifolium</i>			
Оранжерея	57,7 ± 0,77	27,4 ± 0,98	12,6 ± 0,46
Промисловий	50,4 ± 0,64	22,8 ± 0,56	10,2 ± 0,47
<i>P. heterophyllum</i>			
Оранжерея	110,5 ± 1,46	26,2 ± 0,73	12,4 ± 0,52
Промисловий	100,7 ± 1,24	21,4 ± 0,67	11,0 ± 0,55

одного й того ж виду за різних умов вирощування. Руйнація пігментного комплексу призводить до пригнічення інтенсивності фотосинтетичних процесів [14, 24], що негативно позначається на процесах росту та розвитку рослин.

Результати аналізів свідчать, що вміст хлорофілу *a* у всіх досліджуваних рослин, що зростали в умовах промислового інтер'єру, зменшувався (табл. 3) і становив у різних видів 39–95% від контролю. Найсуттєвіше зменшувалася кількість хлорофілу *a* у *P. crassifolium*, *P. heterophyllum*. Виявлено зменшення рівня хлорофілу *b* (29,8–64,7% від контролю) у рослин *P. crassifolium*, *P. undulatum*, *P. tobira* var. *variegatum*, *P. heterophyllum*. У таких видів, як *P. eugenioides*, *P. tobira*, *P. tenuifolium*, навпаки,

спостерігали збільшення кількості хлорофілу *v* (110–188% від контролю). Про синтез стійкішого хлорофілу *v* в умовах недостатнього освітлення вказували [22, 23, 29].

Чіткої тенденції до збільшення чи зменшення величини відношення основного хлорофілу до допоміжного нами не виявлено. В деяких випадках (*P. crassifolium*, *P. undulatum*, *P. tobira* var. *variegatum*) спостерігали її збільшення. Для рослин *P. eugenioides*, *P. tobira*, *P. tenuifolium*, *P. heterophyllum* характерним було зниження величини. Для більшості досліджених видів характерним було зменшення вмісту каротиноїдів в умовах промислового інтер'єру. Винятком були лише види *P. undulatum*, *P. tobira* var. *variegatum*, у яких значно збільшувався рівень каротиноїдів в умовах промислового інтер'єру. Очевидно, цим видам потрібне інтенсивніше освітлення, ніж іншим видам роду. Дані щодо адап-

тації до умов низької освітленості шляхом підвищення вмісту каротиноїдів у більш світлолюбних видів збігаються з результатами дослідження структури листка видів роду *Peperomia* [26].

Таким чином, отримані дані щодо анатомічних показників листків, пігментної системи та особливостей їхніх змін дають змогу більше дізнатися про адаптаційну здатність видів роду *Pittosporum* до умов промислового інтер'єру.

Таблиця 3. Вміст фотосинтетичних пігментів в асиміляційному апараті видів роду *Pittosporum* в різних умовах зростання

Вид, сорт	Тип інтер'єру	Вміст фотосинтетичних пігментів, мг/100 г сирової рослинної речовини				каротиноїди
		хлорофіл				
		<i>a</i>	<i>v</i>	<i>a + v</i>		
<i>P. crassifolium</i>	Оранжерея	5,02	3,86	8,88	0,93	
	Промисловий	1,96	1,15	3,11	0,57	
<i>P. eugenioides</i>	Оранжерея	10,21	4,28	14,48	2,14	
	Промисловий	7,20	6,11	13,31	1,16	
<i>P. tobira</i>	Оранжерея	6,55	2,42	8,96	1,39	
	Промисловий	6,23	4,56	10,79	0,96	
<i>P. undulatum</i>	Оранжерея	11,53	11,63	23,15	0,86	
	Промисловий	8,22	3,51	11,73	1,66	
<i>P. tobira</i> var. <i>variegatum</i>	Оранжерея	7,16	6,95	14,11	0,78	
	Промисловий	5,36	3,15	8,51	1,16	
<i>P. tenuifolium</i>	Оранжерея	9,06	6,24	15,30	1,60	
	Промисловий	7,35	6,85	14,20	1,28	
<i>P. heterophyllum</i>	Оранжерея	8,81	3,63	12,44	1,91	
	Промисловий	4,12	2,35	6,47	1,11	

1. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г. Основы микротехнических исследований в ботанике. — М.: Изд-во каф. высших растений биол. ф-та Моск. гос. ун-та, 2000. — 128 с.

2. Бойко Л.І. З досвіду озеленення промислових підприємств Кривбасу // Бюл. держ. Нікіт. ботан. саду. — Ялта, 2004. — Вип. 89. — С. 10–11.

3. Василевская В.К. Формирование листа засухоустойчивых растений. — Ашхабад: Б. и, 1954. — 183 с.

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

5. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. — М.: Наука, 1982. — 278 с.

6. Гордеева П.В. Ароидные в озеленении цехов промышленных предприятий // Богатства флоры — народному хозяйству: Материалы конф. "Проблемы изучения и использования в народном хозяйстве растений природной флоры". — М.: ГБС АН СССР, 1979. — С. 323–325.

7. Горницкая И.П. Эколого-физиологические формы растений для промышленного интерьера // Эстетическая организация на промышленных предприятиях: Материалы всесоюз. науч. конф. — Вильнюс, 1985. — С. 103–107.

8. Горницкая И.П., Бойко Л.И., Ткачук Л.П. Интродукция видов рода *Pittosporum* Banks et Soland. ex Gaertn. в защищенный грунт Донецкого и Криворожского ботанических садов НАН Украины // Промышленная ботаника. — Донецк, 2006. — С. 66–78.

9. Гродзинский А.М. Некоторые вопросы повышения стойкости интродуцированных растений. — Новосибирск: Наука, 1969. — С. 58–64.

10. Гродзинский А.М., Кривенко В.В., Макаручук Н.М. и др. Загрязнение среды и проблемы фитодизайна // Проблемы фитогигиены и охрана окружающей среды: Сб. науч. тр. АН СССР. — Л., 1981. — С. 125–130.

11. Зеленский В.Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений. — 1904. — Т. 1. — 212 с.

12. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растение. — К.: Наук. думка, 1979. — 246 с.

13. Льїнська А.П., Андрощук О.Ф. Анатомічна будова епідермісу листків *Achillea nobilis* L. залежно від умов місцезростання рослин // Укр. ботан. журн. — 1979. — 36, № 4. — С. 302–307.

14. Кавеленова Л.М., Здетовский А.Г., Карандаева Л.Н. К вопросу фитоиндикационной значимости некоторых показателей ассимиляционного аппарата растений // Питання біоіндикації та екології. — Запоріжжя, 1998. — С. 15.

15. Коновалов И.Н. Эколого-физиологическое изучение растений при интродукции // Физиология приспособления и устойчивости растений при интродукции. — Новосибирск: Наука, 1969. — С. 5–24.

16. Коровин С.Э., Демидов А.С. Интродукционный прогноз и его методические аспекты // Журн. общей биол. — 1981. — 42, № 5. — С. 673–679.

17. Красинский Н.П. Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые сорта. — М.; Горький, 1950. — С. 9–109.

18. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. — М.: Наука, 1976. — 646 с.

19. Кутас Е.Н. Эколого-биологические особенности жизнедеятельности растений в условиях интрьеров. — Минск: Наука и техника, 1984. — 24 с.

20. Лакин Ф.Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.

21. Лихолат Ю.В., Кучма В.М., Семенко А.В., Антонечко Н.О. Зміни анатомічної будови листків основних дерноутворюючих трав в умовах промислового забруднення // Питання біоіндикації та екології. — 2002. — Вип. 7, № 1. — С. 3–9.

22. Любищенко В.Н. Влияние света различной напряженности на накопление сухого вещества и хлорофилла у светлолюбивых и теневыносливых растений. — СПб., 1909. — 110 с.

23. Поліщук Л.К. Динаміка пігментів у волозького горіха протягом року // Вісн. КДУ. Сер. біол. — 1962. — № 4.

24. Приседский Ю.Г. Влияние загрязнения воздуха фтористым водородом на содержание пигментов в листьях древесных растений // Лесн. журн. — 1985. — № 1. — С. 35–38.

25. Удовенко Г.В. Механизмы адаптации растений к стрессам // Физиология и биохимия культурных растений. — 1979. — 11, № 2. — С. 90–107.

26. Харитоновна І.П., Ярославська Ж.М., Кучинська О.В. Особливості анатомічної будови листової пластинки у представників роду *Peperomia Ruiz et Pav.* в умовах інтродукції // Інтродукція рослин. — 2004. — № 2. — С. 25–29.

27. Червченко Т.М., Борисенко Т.І., Правдзіва Т.С. та ін. Ассортимент рослин для озеленення інтер'єрів промислових підприємств // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні. — 1980. — Вип. 16. — С. 54–61.

28. Шматко И.Г., Григорюк И.А., Шведова О.Е. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. — К.: Наук. думка, 1989. — 220 с.

29. Шнюкова Е.И. Влияние интенсивности освещения на накопление пигментов и анатомическое строение листьев // Укр. ботан. журн. — 1968. — 25, № 5. — С. 72–79.

30. Шульгин И.А. Солнечная радиация и растение. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. — 179 с.

31. Щепотьев Ф.Л., Писаный Г.Г. Экология растений при внутрицеховом озеленении // Растения и промышленная среда. — К.: Наук. думка, 1971. — С. 90–94.

32. Эзау К. Анатомия семенных растений. — М.: Мир, 1980. — 558 с.

Рекомендувала до друку
Л.І. Буюк

Л.І. Бойко

Криворожский ботанический сад НАН Украины,
Украина, г. Кривой Рог

ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PITTOSPORUM* OF *BANKS ET SOLAND. EX GAERTN.* В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРЬЕРА

Изучены анатомические особенности листовой пластинки 7 видов рода *Pittosporum Banks et Soland. ex Gaertn.* Определены изменения анатомических показателей и пигментной системы в ассимиляционном аппарате в различных условиях выращивания.

L.I. Boyko

Krivi Rig Botanical Gardens, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Krivi Rig

FEATURES OF ANATOMIC STRUCTURE OF LEAF PLATE AT REPRESENTATIVES OF *PITTOSPORUM* BANKS ET SOLAND. EX GAERTN. GENUS IN THE CONDITIONS OF INDUSTRIAL INTERIOR

The anatomic features of leaf plate at 7 species of *Pittosporum Banks et Soland. ex Gaertn* genus are studied. The changes of anatomic indexes and pigmentary system in an assimilatory vehicle at different conditions of growing are defined.