

Л.І. БОЙКО

Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг, 50089, Україна
ludmilaboyko@meta.ua

ОСОБЛИВОСТІ ЛИСТКА *PITTOSPORUM TOBIRA* (*PITTOSPORACEAE*) ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

Boyko L.I. Features of leaf of *Pittosporum tobira* (*Pittosporaceae*) under different growth conditions. Ukr. Bot. J., 2016, 73(6): 593–599.

Kryvyi Rig Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine
50, Marshak Str., Kryvyi Rig, 50089, Ukraine

Abstract. The article provides data on anatomical and morphological structure of the leaf blade of *Pittosporum tobira*. Two types of trichomes on leaf surface are present: branched stretched double-peak and unbranched simple thread-like. Micromorphological study of leaf blade showed that leaves of this species are anisostomatic. Stomata are located randomly. It was revealed that under industrial conditions thickness of an adaxial epiderma slightly increases whereas thickness of an abaxial epiderma and palisade parenchyma decreases (owing to reduced number of parenchyma layers and cell size). The research on pigmentary system in leaves of the species demonstrated content indices of chlorophyll and carotenoids and their quantitative changes under various conditions of cultivation. The chlorophyll *a* content in the plants, which are grown under industrial conditions, has slightly decreased, while the chlorophyll *b* content has significantly increased (188% of control). The results of the research show that leaf tomentum amount, number and size of stomata, size of mesophyll cells, and content of photosynthetic pigments are diagnostic features for assessment of plants adaptation opportunities under various conditions of cultivation.

Key words: *Pittosporum tobira*, leaf blade, trichomes, stomata, anatomical structure

Вступ

Дослідження анатомо-морфологічних особливостей рослин є актуальним для цілей інтродукції, оскільки дає можливість отримати важливу інформацію про біологічні особливості інтродукованих рослин. Для глибшого пізнання структурних аспектів адаптації до умов утримання необхідне вивчення окремих органів рослин. Анатомічні дослідження у порівняльному аспекті дозволяють не лише дослідити їхню структуру, а й оцінити структурні зміни під впливом екологічних факторів. Оскільки листок є одним з найбільш пластичних та екологічно чутливих органів рослин, багато досліджень присвячено вивченню впливу умов зростання на морфолого-анатомічні зміни у листків (Borisovskaya, 1983; Butnik, 1987; Ivanova, Ryankov, 2002; Derzhavina, Silanteva, 2003; Ubaeva, 2004; Ovrutskaya, 2012). Багато дослідників відмічають, що саме структурні параметри листової пластинки найбільш інформативні при порівняльному дослідженні (Nobel, 1977; Tselniker, 1978; Zvereva, 1988; Goryshina, 1989; Ryankov, 1993; Terashima et al., 2001; Ivanova, 2014).

Перші дослідження морфоструктури листка у рослин, що зростають в умовах техногенного середовища, провів Н.П. Красинський (Krasinskij, 1950). Ним було створено теорію трьох видів стійкості: біологічної, анатомо-морфологічної та фізіолого-біохімічної. Зокрема відмічалось, що за умов промислового забруднення толерантність рослин забезпечується завдяки особливостям будови покривних та внутрішніх тканин листка, які перешкоджають проникненню та поширенню в них газів. Мінливість кількісно-анатомічних ознак листка, а саме: розмірів клітин верхнього та нижнього епідермісу, товщини їхньої зовнішньої оболонки, розмірів продохів та їхня кількість на одиницю поверхні листка, ступінь розвитку палісадної та губчастої тканин є важливими показниками еколого-морфологічного пристосування до умов середовища. Тому нами досліджувалися морфологічні особливості листка та особливості анатомічної будови листової пластинки *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton. за різних умов утримання. Вивчення мінливості анатомічних ознак листків рослин, що культивуються за різних екологічних умов, необхідне для глибшого розуміння змін, які відбуваються в рослинах. Як зазначає К. Езау (Ehzaу,

1980), товщина листової пластинки та кількість продихів варіюють у межах виду. На думку багатьох дослідників структура мезофілу досить пластична (Ehzaou, 1980; Vasilevskaia, Butnik, 1982; Gameley, 1988). Слід відмітити, що численні дослідження, висвітлені в літературі, присвячені в основному деревно-чагарниковим рослинам, які зростають за умов промислового забруднення у відкритому ґрунті. Багато дослідників розглядали питання асортименту рослин і шляхи адаптації за умов промислового інтер'єру (Koverya, 1968; Krastynua, 1974; Getko, 1989; Zaimenko, 1999). Але ж питання стратегії адаптації тропічних та субтропічних рослин за умов інтер'єрів різного функціонального призначення досліджені недостатньо і є особливо актуальним. Дані вивчення анатомічної структури листової пластинки та її перебудови за дії певних екологічних факторів у видів роду *Pittosporum* Banks ex Gaertn. залишаються фрагментарними (Metcalf, Chalk, 1950; Narayana, Radhakrishnaiah, 1982; Chen, Huang, 1986; Rinallo, Bennici, 1989; Tort, 2004; Zhou et al., 2005; Lakusič et al., 2007; Ladyzhenko et al., 2013). Наші дослідження на рослинах роду *Pittosporum* мотивуються успішністю їхнього використання для озеленення різноманітних інтер'єрів, що безпосередньо пов'язане з адаптацією до екстремальних умов оточуючого середовища. Саме види даного роду виявилися пластичними та перспективними серед деревних рослин для цілей фітодизайну. Адаптаційне випробування рослин у різних типах інтер'єрів Кривбасу показало високу здатність видів роду пристосовуватися до місцевих ґрунтово-кліматичних умов та до техногенно порушеного середовища (викиди пилу, різноманітних газів, підвищений рівень радіації), а також витримувати сухість та низьку температуру повітря (Воуко, 2004, 2009).

Види роду *Pittosporum* поширені в різних екологічних умовах – від тропічних дощових лісів до заростей ксерофільних чагарників. В основному це тропічні та субтропічні райони Африки, Азії, Нової Зеландії, Австралії та Полінезії (Zhang, Turland, 2003).

Дослідження проводились на листових пластинках рослин виду *Pittosporum tobira* – одного з найбільш декоративних представників роду *Pittosporum*. Його батьківщина – морське узбережжя Китаю та Японії. Цей вид проходить інтродукційне випробування в умовах захищеного ґрунту Криворізького ботанічного саду з 1984 р. На сьогодні, в умовах інтродукційного пункту, це густо

розгалужені кушоподібні дерева до 3-х метрів заввишки з декоративною кроною та темними глянцевиими листками. Незважаючи на те, що *P. tobira* відомий в помірній зоні ще з ХІХ ст. (1810), він практично не використовується для цілей фітодизайну. Ще в 1952 р. Г.Є. Кисельов (Kiselev, 1952) рекомендував *P. tobira* для озеленення балконів та зимових садів. У попередніх наших роботах представлені результати вивчення морфогенезу рослин роду (Воуко, 2006), формування пагонової системи (Воуко, 2007), особливості сезонного ритму розвитку (Воуко, 2009, 2014). Для розуміння структурної основи стійкості рослин та їх адаптаційних можливостей необхідно вивчити анатомічні зміни та зміни вмісту фотосинтетичних пігментів у листках, що відбуваються під впливом екологічних факторів.

Отже метою нашої роботи було дослідження анатомо-морфологічних ознак листка як найбільш екологічно чутливого органа рослини та зміни у рослин при адаптації *P. tobira* за різних умов утримання.

Об'єкти та методи досліджень

Матеріал для дослідження зібраний з 6 рослин виду *Pittosporum tobira* (по три рослини з кожного типу інтер'єру). Листкові пластинки відбирали із середнього ярусу крони 5–7-річних рослин, які вирощуються в оранжереї Криворізького ботанічного саду (КБС), і таких, що впродовж тривалого часу (більше року) перебували в інструментальному цеху Криворізького заводу гірничого обладнання. Умови промислових приміщень такі, що лімітуючими чинниками тут є: низька температура повітря (до 8 °С) у зимовий період, відносна його вологість (15–50%) і ступінь освітлення 300–1500 лк; підвищене забруднення повітря з високим вмістом маслянистих випаровувань, виробничий шум та вібрація. Препарати готували за загальноприйнятими методиками (Ваукіна, 2000). Фіксація матеріалу здійснювалася у суміші 70%-го етилового спирту з формаліном. Поперечні зрізи листків зроблені з попередньо виготовлених парафінових блоків санним мікротомом МС-2. В якості фарбника використовували спиртовий розчин альціанового синього. На зрізі визначали товщину листка та адаксіальної та абаксіальної епідерми, палісадної і губчастої паренхіми, а також розміри клітин палісадної паренхіми. При кількісному визначенні пігментів використовували відомий спектрофотометричний метод (Gavrilenko et al., 1975).

Морфометричні дослідження продихового апарату проводили на відбитках епідермісу, знятих із живих рослин. Відбитки досліджували під світловим мікроскопом. Виміри анатомічних ознак виконано за допомогою комп'ютерної програми Axio Vision Rel. 4.8. Результати статистично обробляли за відомою методикою (Zaytsev, 1973) та з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel 8.0. Морфологічна термінологія наведена згідно з ілюстрованим довідником (Ziman et al., 2004).

Результати досліджень та їх обговорення

Листок у рослин виду *P. tobira* суцільний, лопатчастий, з відтягнутою основою та злегка загостреною верхівкою, матовий, темно-зелений зверху і світло-зелений знизу; жилкування сітчасте. При культивуванні в умовах захищеного ґрунту листові пластинки у рослин *P. tobira* $8,4 \pm 0,38$ см завдовжки та $3,5 \pm 0,21$ см завширшки. Відомо, що за умов промислового забруднення відбуваються морфологічні зміни листової пластинки (Nikolaevskiy, 1979; Goryshina, 1989; Ubaeva, 2004). В умовах промислового інтер'єру ми спостерігали зменшення розмірів листової пластинки до $5,3 \pm 0,4$ довжини та $2,7 \pm 0,17$ см ширини.

Листок дорзовентрального типу. Опушення листових пластинок складене трихомами двох типів: гіллясті розпростерто-двоверхинні (вони переважають) та негіллясті прості ниткоподібні. На адаксіальному боці листка опушення трапляється дуже рідко по центральній жилці, та ще рідше по листовій поверхні (на $1,5 \text{ см}^2$: $2,92 \pm 0,19$), переважають гіллясті трихоми розміром до 2 мм, трапляються також негіллясті – до 1 мм. На абаксіальній листовій поверхні опушення майже відсутнє, є лише поодинокі трихоми по центральній жилці та по краю листової пластинки. У рослин, що вирощувалися за умов промислового інтер'єру, на адаксіальній поверхні спостерігається зростання щільності опушення як по центральній жилці, так і по всій поверхні листка (на $1,5 \text{ см}^2$: $5,08 \pm 0,23$). На абаксіальній поверхні відмічено також незначне збільшення кількості трихом по центральній жилці та по краю листової пластинки.

Мікроморфологічне вивчення листової пластинки показало, що листки у рослин досліджуваного виду анізостоматичні, тобто продихи розміщені лише на одному боці (Ziman et al., 2004). Продихи аноміцитні розташовані хаотично (рис. 1).

Анатомічні дослідження листової пластинки рослин *Pittosporum tobira* засвідчують, що



Рис. 1. Продихи на адаксіальній поверхні листової пластинки *Pittosporum tobira*: 1 – продих, 2 – основні епідермальні клітини (збільшення $\times 40$).

Fig. 1. Stomata on adaxial surface of leaf blade of *Pittosporum tobira*: 1 – stoma, 2 – main epidermal cells (magnitude $\times 40$).

адаксіальна та абаксіальна епідерма (за умов оранжереї та промислового інтер'єру) одношарова, вкрита кутикулою (рис. 2, a, b).

Епідермальні клітини майже правильної прямокутної форми, щільно притиснуті одна до одної. Характерним є значно більші розміри клітин адаксіальної епідерми в порівнянні з клітинами абаксіальної. За даними досліджень в умовах промислового інтер'єру анатомо-морфологічні показники листової пластинки зазнають змін. Так, товщина адаксіальної епідерми дещо зростає, тоді як абаксіальної, навпаки, зменшується (табл. 1).

Надзвичайно важливою тканиною листка є мезофіл, в якому відбувається фотосинтез. Наші дослідження показали, що мезофіл складається з 2–3 шарів щільної палисадної паренхіми та з більш дрібних клітин губчастої з великими міжклітинниками. Виявлено, що за умов промислового інтер'єру відбувається зменшення товщини палисадної паренхіми внаслідок зменшення кількості шарів паренхіми та розмірів самих клітин. При цьому довжина клітин зменшувалася в порівнянні з контролем на 17%, тоді як ширина – дещо менше – у межах 15,5% (табл. 1).

Отримані дані свідчать про зростання ознак ксероморфності в умовах забруднення, тобто, про

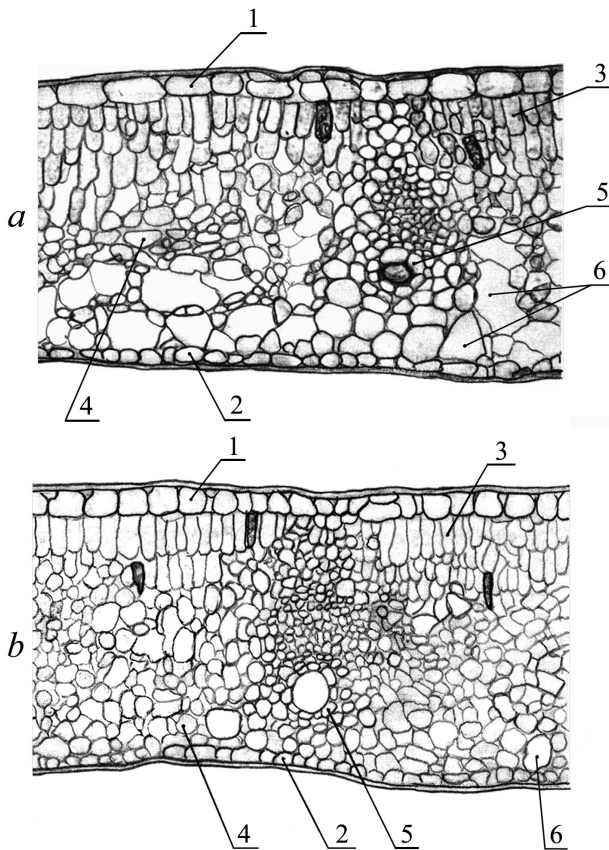


Рис. 2. Поперечний зріз листової пластинки *Pittosporum tobira*: *a* – оранжерея, *b* – промисловий інтер'єр; 1 – адаксіальна епідерма, 2 – абаксіальна епідерма, 3 – стовпчастий мезофіл, 4 – губчастий мезофіл, 5 – обкладка провідного пучка, 6 – міжклітинники

Fig. 2. Cross section of leaf blade of *Pittosporum tobira*: *a* – greenhouse, *b* – industrial interior; 1 – adaxial epiderm, 2 – abaxial epiderm, 3 – palisade mesophyll, 4 – spongy mesophyll, 5 – bundle sheath of vascular bundle, 6 – intercellular spaces

підвищення стійкості рослин до умов утримання (Nikolaevskiy, 1979; Gornitska et al., 2006).

Адаптація рослин до екологічних умов тісно пов'язана із структурою фотосинтетичного апарату (Nobel, 1977; Mokronosov, 1978; Tselniker, 1978; Goryshyna, 1989; Pyankov, 1993; Terashima et al., 2001; Ivanova, 2014). Оскільки процес фотосинтезу залежить від забезпеченості відповідними пігментами, нами була досліджена пігментна система рослин даного виду. За результатами досліджень встановлені кількісні показники вмісту хлорофілів і каротиноїдів у листках та їхні зміни за різних умов вирощування.

Результати аналізу свідчать про те, що вміст хлорофілу *a* у досліджуваних рослин в умовах промислового інтер'єру зменшувався не суттєво (табл. 2). Відмічено також значне збільшення кількості хлорофілу *b* (188% до контролю). Отримані результати узгоджуються з думкою інших дослідників про синтез більш стійкого хлорофілу *b* за умов недостатнього освітлення (Lyubimenko, 1909; Polishchuk, 1962; Shnyukova, 1968). Характерним було зниження співвідношення основного хлорофілу та допоміжного, а також зменшення вмісту каротиноїдів за умов промислового інтер'єру.

Висновки

Таким чином, за результатами досліджень листка рослин виду *Pittosporum tobira*, що зростають в умовах промислового інтер'єру, виявлені структурні зміни листка: зменшення листової пластинки, незначне збільшення ступеня опушення, зростання товщини адаксіальної епідерми та зменшення товщини абаксіальної, зменшення товщини палисадної паренхіми внаслідок зменшення кількості шарів паренхіми та розмірів самих клітин; також у листках рослин зафіксовано зміну вмісту фотосинтетичних пігментів. Завдяки таким трансформаціям відбувається пристосування досліджуваних рослин до несприятливих екологічних чинників.

Таблиця 1. Анатомо-морфологічні показники листової пластинки виду *Pittosporum tobira* за різних умов зростання

Table 1. Anatomical and morphological measurements of leaf blade of *Pittosporum tobira* under different growth conditions

| Тип інтер'єру | Товщина листка, мкм | Товщина епідерми, мкм | | Розміри клітин стовпчастого мезофілу, мкм | | Товщина губчастого мезофілу, мкм |
|---------------|---------------------|-----------------------|-------------|---|------------|----------------------------------|
| | | адаксіальна | абаксіальна | висота | ширина | |
| оранжерея | 319,4 ± 2,4 | 27,9 ± 0,67 | 17,4 ± 0,65 | 124 ± 1,19 | | 151,8 ± 1,3 |
| | | | | 32,2 ± 1,1 | 12,9 ± 0,6 | |
| промисловий | 288,4 ± 1,9 | 30,7 ± 0,68 | 15,9 ± 0,65 | 108,4 ± 1,29 | | 160,5 ± 2,4 |
| | | | | 26,7 ± 0,8 | 10,9 ± 0,5 | |

Примітка. Різниця достовірна відносно контролю (оранжерея), $p \leq 0,05$.

Таблиця 2. Вміст фотосинтетичних пігментів в асиміляційному апараті видів роду *Pittosporum* за різних умов зростання
 Table 2. Content of photosynthetic pigments in assimilatory apparatus of species of the genus *Pittosporum* under different growth conditions

| Тип інтер'єру | Хлорофіл | | | | Каротиноїди | |
|---------------|----------|------------|------|------------|-------------|-------------|
| | a | | b | | мг/г | % до контр. |
| | мг/г* | % до конт. | мг/г | % до конт. | | |
| оранжерея | 6,55 | | 2,42 | | 1,39 | |
| промисловий | 6,23 | 95 | 4,56 | 188 | 0,96 | 69 |

* мг/100 г сирової рослинної речовини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Barykina R.P., Veselova T.D., Devyatov A.G. *Osnovy mikrotekhnicheskikh issledovaniy v botanike*, Moscow, 2000, 212 pp. [Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девяттов А.Г. *Основы микротехнических исследований в ботанике*. – М., 2000. – 212 с.]
- Boyko L.I. *Byull. derzhavnogo Nikitskoho bot. sadu*, 2004, **89**: 10–12. [Бойко Л.І. З досвіду озеленення промислових підприємств Кривбасу // *Бюлл. держ. Нікітськ. бот. саду*. – 2004. – **89**. – С. 10–12].
- Boyko L.I. In: *Materialy XII z'yizdu Ukrainskoho bot. tovarystva (The papers of XII convention of Ukrainian botanical society)*, Odesa, 2006, pp. 283. [Бойко Л.І. Початкові етапи онтогенезу *Pittosporum tobira* Dryand // *Мат. XII з'їзду Укр. бот. тов-ва*. – Одеса, 2006. – С. 283].
- Boyko L.I. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu*, 2007, **12–14**: 133–135. [Бойко Л.І. Морфоструктура пагонової системи видів роду *Pittosporum* Banks et Soland. ex Gaertn. // *Вісн. Київ. нац. ун-ту*. – 2007. – **12–14**. – С. 133–135].
- Boyko L.I. In: *Zberezhennya bioriznomanitnya tropichnykh i subtropichnykh roslyn: mat. mizhnar. nauk. konf. (Features of species of genus Pittosporum Banks et Soland. ex Gaertn. phenology in the conditions of the protected ground)* Kyiv, 2009, pp. 221–225. [Бойко Л.І. Особливості фенології видів роду *Pittosporum* Banks et Soland. ex Gaertn. в умовах захищеного ґрунту // *Збереження біорізноманіття тропічних і субтропічних рослин: мат. міжнар. наук. конф. (Київ, 10–13 березня 2009 р.)*. – Київ, 2009. – С. 221–225].
- Boyko L.I. *Biologichnyi visnyk MDPU*, 2014, **4(3)**: 34–54. [Бойко Л.І. Інтродукція видів роду *Pittosporum* Banks et Soland. в умовах захищеного ґрунту: історія та перспективи // *Біол. вісн. МДПУ*. – 2014. – **4(3)**. – С. 34–54].
- Borisovskaya G.M. *Bot. Zhurn.*, 1983, **70(12)**: 1629–1636. [Борисовская Г.М. Анатомическое строение листьев некоторых видов рода *Saxifraga (Saxifragaceae)* тундры // *Ботан. журн.*. – 1983. – **70(12)**. – С. 1629–1636].
- Butnik A.A., Timchenko O.V. *Bot. Zhurn.*, 1987, **74(8)**: 1021–1030. [Бутник А.А., Тимченко О.В. Строение эпидермы листьев видов семейства *Chenopodiaceae* // *Ботан. журн.*. – 1987. – **74(8)**. – С. 1021–1030].

- Chen L.-H., Huang T.-C. Anatomical study of leaf and stem of Formosan *Pittosporum*, as an Ecological Implication, *Taiwania Int. J. Life Sci.*, 1986, **31(1)**: 41–64.
- Derzhavina N.M., Silanteva L.A. *Bot. Zhurn.*, 2003, **88(12)**: 46–59. [Державина Н.М., Силантьева Л.А. Некоторые анатомо-морфологические особенности видов рода *Asplenium (Aspleniaceae)* в связи с их экологией // *Ботан. журн.*. – 2003. – **88(12)**. – С. 46–59].
- Ehzaou K., *Anatomiya semennykh rasteniy*, Moscow: Mir, 1980, vol. 2, 558 pp. [Эзау К. *Анатомия семенных растений*. – М.: Мир, 1980. – Т. 2. – 558 с.]
- Gameley Yu.V. *Struktura rasteniy Zaaltayskoy Gobi*. In: *Pustyni Zaaltayskoy Gobi*. Eds Yu.V. Gameley, P.D. Gunin, R.V. Kamelin, N.N. Slemnev, Leningrad: Nauka, 1988, pp. 44–107. [Гамелей Ю.В. Структура растений Заалтайской Гоби // *Пустыни Заалтайской Гоби* / Под ред. Гамелея Ю.В., Гунина П.Д., Камелина Р.В., Слемнева Н.Н. – Л.: Наука, 1988. – С. 44–107].
- Gavrilenko V.F., Ladygina M.E., Khandobina L.M. *Bolshoy praktikum po fiziologii rasteniy. Fotosintez. Dykhanie*, Moscow: Vysshaya shkola, 1975, 392 pp. [Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. *Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание*. – М.: Высш. шк., 1975. – 392 с.]
- Getko N.V. *Rasteniya v tekhnogennoy srede: Struktura i funktsiya assimilyatsionnogo apparata*, Minsk: Nauka i tekhnika, 1989, 208 pp. [Гетко Н.В. *Растения в техногенной среде: Структура и функция ассимиляционного аппарата*. – Минск: Наука и техника, 1989. – 208 с.]
- Gornitskaya I.P., Boyko L.I., Tkachuk L.P. *Promyshlennaya botanika*, 2006, **6**: 66–78. [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 // *Промыш. ботаника*. – 2006. – **6**. – С. 66–78].
- Goryshina T.K. *Fotosinteticheskiy apparat rasteniy i usloviya sredy*, Leningrad: Izd-vo LGU, 1989, 203 pp. [Горышина Т.К. *Фотосинтетический аппарат растений и условия среды*. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 203 с.]
- Ivanova L.A., Ryankov V.I. *Bot. Zhurn.*, 2002, **87(12)**: 17–28. [Иванова Л.А., Рянков В.И. Влияние экологических факторов на структурные показатели мезофила листа // *Ботан. журн.*. – 2002. – **87(12)**. – С. 17–28].
- Ivanova L.A. *Ekologiya*, 2014, **2**: 109–118. [Иванова Л.А. Адаптивные признаки структуры листа растений разных экологических групп // *Экология*. – 2014. – **2**. – С. 109–118].

- Kiselev G.E. *Tsvetovodstvo*, Moscow: Gosizdat. Selhoz. lit., 1952, 972 pp. [Киселев Г.Е. *Цветоводство*. – М.: Госиздат. сельхоз. лит., 1952. – 972 с.]
- Koverya S.M. K voprosu vnutritsekhovogo ozeleneniya promyshlennykh predpriyatiy. In: *Rasteniya i promyshlennaya sreda*, Kiev: Naukova Dumka, 1968, pp. 202–207. [Коверя С.М. К вопросу внутрицехового озеленения промышленных предприятий // *Растения и промышленная среда*. – Киев: Наук. думка, 1968. – С. 202–207].
- Krasinskij N.P. *Dymoustoychivost rasteniy i dymoustoychivye assortimenty*: Moscow; Gorkiy: Izd-vo Gork. Univ., 1950, pp. 9–109. [Красинский Н.П. *Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые сортаменты*. – М.; Горький: Изд-во Горьк. ун-та, 1950. – С. 9–109].
- Krastynya G.K. *Vliyaniye ehkologicheskikh faktorov v usloviyakh pomeshchenij i razvitie semejstva tolstyankovykh (Crassulaceae A. DC) (Influence of ecological factors in the apartments conditions and development of family of Crassulaceae)*: Cand. Sci. Diss. Abstract, Moscow, 1974, 21 pp. [Крастыня Г.К. *Влияние экологических факторов в условиях помещений и развитие семейства толстянковых (Crassulaceae A. DC)*: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1974. – 21 с.]
- Ladyzhenko T.A., Getko N.V., Kabashnikova L.F. *Vestsi Natsyunalnauy akademii navuk Belarusi*. Ser. Biyal. navuk, 2013, 3: 17–22. [Ладзыженко Т.А., Гетко Н.В., Кабашникова Л.Ф. Экофизиологический скрининг пигментного фонда листьев тропических и субтропических видов растений, культивируемых в оранжерее // *Весті Нацыянал. акад. навук Беларусі*. Сер. біял. навук. – 2013. – 3. – С. 17–22].
- Lakusić B., Popov V., Runjajić-Antić D. Morpho-anatomical characteristics of the raw material of the herbal drug *Olivae folium* and its counterfeits, *Arch. Biol. Sci. Belgrade*, 2007, 59(3): 187–192.
- Lyubimenco V.N. *Vliyaniye sveta razlichnoy napryazhennosti na nakoplenie sukhogo veshchestva i khlorofilla u svetlolyubivykh i tenevynoslivykh rasteniy*. St. Petersburg, 1909, 110 pp. [Любименко В.Н. *Влияние света различной напряженности на накопление сухого вещества и хлорофилла у светлюбивых и теневыносливых растений*. – СПб., 1909. – 110 с.]
- Metcalf C.R., Chalk L. *Pittosporaceae*. In: *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford; London: Clarendon Press, 1950, pp. 128–131.
- Mokronosov A.T. *Mezostruktura i funktsionalnaya aktivnost fotosinteticheskogo apparata*, Sverdlovsk: Izd-vo Ural. Univ., 1978, 245 pp. [Мокроносов А.Т. *Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата*. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1978. – 245 с.]
- Narayana L.L., Radhakrishnaiah M. Floral anatomy of *Pittosporaceae*: five species of *Pittosporum*, *Can. J. Bot.*, 1982, 60(10): 1859–1867.
- Nikolaevskiy V.S. *Biologicheskie osnovy gazoustoychivosti rasteniy*, Novosibirsk: Nauka, 1979, 280 pp. [Николаевский В.С. *Биологические основы газоустойчивости растений*. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.]
- Nobel P.S. Internal leaf and cellular CO₂ resistance: photosynthetic implications of variations with growth conditions and plant species, *J. Physiol. Plant*, 1977, 40: 137–144.
- Ovrutskaya I.I. *Ukr. Bot. J.*, 2012, 69(1): 125–133. [Овруцька І.І. Анатомо-морфологічні ознаки листків *Sium latifolium* L. у різних умовах зростання // *Укр. бот. журн.* – 2012. – 69(1). – С. 125–133].
- Polishchuk L.K., *Visn. KDU*. Ser. Biol., 1962, 4: 12–18. [Поліщук Л.К. Динаміка пігментів у волоського горіха протягом року // *Вісн. КДУ*. Сер. біол. – 1962. – 4. – С. 12–18].
- Ryankov V.I. *Rol fotosinteticheskoy funktsii v adaptatsii rasteniy k usloviyam sredy (Role of photosynthetic function in plants adaptation to the environment conditions)*: Dr. Sci. Diss. Abstract, Moscow, 1993, 103 p. [Рянков В.И. *Роль фотосинтетической функции в адаптации растений к условиям среды*: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1993. – 103 с.]
- Rinallo C., Bennici A. Structural changes in *Pittosporum tobira* Ait. leaves exposed to sea spray, *Adv. Horticult. Sci.*, 1989, 3(2): 63–67.
- Shnyukova E.I., *Ukr. Bot. J.*, 1968, 25(5): 72–79. [Шнюкова Е.И. Влияние интенсивности освещения на накопление пигментов и анатомическое строение листьев // *Укр. ботан. журн.* – 1968. – 25(5). – С. 72–79].
- Terashima I., Miyazawa S., Hanba Y.T. Why are sun leaves thicker than shade leaves? – Consideration based on analyses of CO₂ diffusion in the leaf, *J. Plant Res.*, 2001, 114: 93–105.
- Tort N.A. A study on some anatomical parameters of the piercing – sucking process in leaves and branches of *Pittosporum tobira* L. (*Pittosporaceae*) infested by the cottony cushion scale, *Icerya purchasi* Maskell (*Homoptera: Coccinea, Margarodidae*), *J. Pest Sci.*, 2004, 23: 345–352.
- Tselniker Yu.L. *Fizjologicheskie osnovy tenevynoslivosti drevesnykh rasteniy*, Moscow: Nauka, 1978, 214 pp. [Цельникер Ю.Л. *Физиологические основы теневыносливости древесных растений*. – М.: Наука, 1978. – 214 с.]
- Ubaeva R.Sh. *Ekologo-morfologicheskie osobennosti izmeneniya listev drevesno-kustarnikovykh rasteniy g. Groznogo pri vozdeystvii toksikantov (Ecological-morphological features arboreal-shrub plants leaves change Grozny at toxicants influence)*: Cand. Sci. Diss. Abstract, Moscow, 2004, 22 pp. [Убаева Р.Ш. *Эколого-морфологические особенности изменения листьев древесно-кустарниковых растений г. Грозного при воздействии токсикантов*: автореф. дис. ...канд. биол. наук. – М., 2004. – 22 с.]
- Vasilevskaya V.K., Butnik A.A. *Bot. Zhurn.*, 1982, 67(7): 876–890. [Василевская В.К., Бутник А.А. Типы анатомического строения листьев двудольных (к методике анатомического описания) // *Ботан. журн.* – 1982. – 67(7). – С. 876–890].
- Zaimenko N.V., Cherevchenko T.M., Kharytonova I.P. *Fizjologhiya i biokhimiya kulturnykh roslyn*, 1999, 31(5): 345–350. [Заїменко Н.В., Черевченко Т.М., Харитонова І.П. Вплив бензолу на активність окислювально-відновних ферментів і вміст деяких асимілятів у листках декоративних рослин // *Фізіол. біохім. культ. рослин*. – 1999. – 31(5). – С. 345–350].

Zaytsev G.N. *Metodika biometricheskikh raschetov. Matematicheskaya statistika v eksperimentalnoy botanike*, Moscow: Nauka, 1973, 256 pp. [Зайцев Г.Н. *Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике*. — М.: Наука, 1973. — 256 с.].

Zhang Z.-Y., Turland N.J. *Pittosporaceae*. In: *Flora of China*, On line Date 6.24.2003, vol. 9, p. 1, available at: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=10695

Zhou Q., Fu D., Jin X. Floral morphology and anatomy of *Pittosporum tobira* (*Pittosporaceae*), *Nordic J. Bot.*, 2005, **23**: 345–352.

Ziman S.M., Mosyakin S.L., Bulakh O.V., Tsarenko O.M., Felbaba-Klushyna L.M. *Иллюстрированный довідник з морфології квіткових рослин*, Uzhhorod: Medium, 2004, 156 pp. [Зіман С.М., Мосякін С.Л., Булах О.В., Царенко О.М., Фельбаба-Клушина Л.М. *Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин*. — Ужгород: Медіум, 2004. — 156 с.].

Zvereva G.K. *Sibirskiy vestnik*. Ser. Sel.-khoz. nauki, 1988, **4**: 49–53. [Зверева Г.К. Некоторые особенности структуры листа и его фотосинтетического аппарата у многолетних сеяных трав при разных уровнях увлажнения почвы // *Сиб. вестн.* Сер. с.-х. науки. — 1988. — **4**. — С. 49–53].

Рекомендує до друку
М.М. Федорончук

Надійшла 09.09.2015

Бойко Л.І. **Особливості листка *Pittosporum tobira* (*Pittosporaceae*) за різних умов вирощування.** — Укр. ботан. журн. — 2016. — **73**(6): 593–599.

Криворізький ботанічний сад НАН України,
вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг, 50089, Україна

Наведені дані особливостей анатомо-морфологічної будови листка та вмісту пігментів у рослин виду *Pittosporum tobira* за різних умов зростання. На поверхні листової пластинки виявлені трихоми двох типів: гіллясті розпростерто-двоверхинні та негіллясті прості ниткоподібні. Виявлено зростання щільності опушення на адаксіальній і абаксіальній поверхні листка в умовах промислового інтер'єру. Мікроморфологічне дослідження листової пластинки показало, що листки у рослин досліджуваного виду анізостоматичні. Продихи розташовані хаотично. Виявлено, що за умов промислового інтер'єру товщина адаксіальної епідерми дещо зростає, тоді як товщина абаксіальної епідерми та палисадної паренхіми зменшується (унаслідок зменшення кількості шарів паренхіми та розмірів самих клітин). За результатами досліджень пігментної системи встановлені кількісні

показники вмісту хлорофілів і каротиноїдів у листках виду та їхні зміни за різних умов вирощування. Вміст хлорофілу *a* у досліджуваних рослин, які знаходилися в умовах промислового інтер'єру, зменшувався несуттєво. Відмічено значне збільшення кількості хлорофілу *b* (188% до контролю). Ступінь опушення, кількість і розміри продихів, розміри клітин мезофілу та вміст фотосинтетичних пігментів є діагностичними ознаками для оцінки адаптаційної здатності рослин за різних умов їх утримання.

Ключові слова: *Pittosporum tobira*, листовая пластинка, трихоми, продихи, анатомічна будова

Бойко Л.І. **Особенности листа *Pittosporum tobira* (*Pittosporaceae*) в различных условиях выращивания.** — Укр. ботан. журн. — 2016. — **73**(6): 593–599.

Криворожский ботанический сад НАН Украины,
ул. Маршака, 50, г. Кривой Рог, 50089, Украина

В статье приведены данные об особенностях анатомо-морфологического строения листа и содержания пигментов у растений вида *Pittosporum tobira* в различных условиях произрастания. Показано наличие на поверхности листовой пластинки трихом двух типов: ветвистые распростерто-двоверхинные и неветвистые простые нитевидные. Выявлено увеличение степени опушенности на адаксіальной и абаксіальной поверхностях листа в условиях промышленного интерьера. Микроморфологическое изучение листовой пластинки показало, что листья у растений исследуемого вида анизостоматические. Устьица расположены хаотично. Выявлено, что в условиях промышленного интерьера толщина адаксіальной эпидермы незначительно увеличивается, тогда как толщина абаксіальной эпидермы и палисадной паренхимы уменьшается (вследствие уменьшения количества слоев паренхимы и размеров самих клеток). По результатам исследований пигментной системы установлены количественные показатели содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях вида, а также их изменения при различных условиях выращивания. Содержание хлорофилла *a* у растений, выращиваемых в условиях промышленного интерьера, снижалось не существенно. Отмечено значительное увеличение количества хлорофилла *b* (188% к контролю). Степень опушенности, количество и размеры устьиц, размеры клеток мезофила, а также содержание фотосинтетических пигментов служат диагностическими признаками при оценке адаптационных возможностей растений при выращивании их в различных условиях.

Ключевые слова: *Pittosporum tobira*, листовая пластинка, трихоми, устьица, анатомическое строение