

УДК 581.8:635.9 + 581.52

*Т. А. ЛАДЫЖЕНКО, Н. В. ГЕТКО*

## **ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛИСТА ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ ТРОПИЧЕСКОЙ И СУБТРОПИЧЕСКОЙ ФЛОРЫ**

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, e-mail: tl-21@hotmail.com*

*(Поступила в редакцию 19.12.2013)*

**Введение.** Структурная основа приспособленности растений чаще всего связывается с характерными особенностями анатомического строения листа, которое, как свидетельствуют многочисленные исследования, отражает адаптацию растения к водному, световому и солевому режимам и является интегральным показателем [1–3]. Использование в экологии растений анатомического метода исследования позволяет судить о степени специализации вида, о его происхождении, понять пути его адаптации к условиям обитания, оценить пластичность и потенциальные функциональные возможности [4]. Анализ источников свидетельствует о том, что характеристики растений, а именно структура и морфология листа в наибольшей степени отражают адаптивную стратегию тропических видов в конкретных условиях произрастания, и они положены в основу типологии лесов тропического пояса Земли [5–7].

Смена условий произрастания обычно сопровождается и соответствующими изменениями в структуре листа, являющимися результатом их прямого влияния на ход дифференциации тканей [8]. Особенно четко данные изменения проявляются у мезофитов, и редко среди этой группы растений встречаются виды, у которых даже при продолжительном влиянии засушливых условий не происходит значительных изменений в строении хлоренхимы [9]. Структура листа в целом и отдельных его тканей пластична и обнаруживает большую зависимость от экологических условий и в наибольшей степени – от уровня водоснабжения и освещения. При недостатке воды и хорошем освещении листья приобретают так называемую ксероморфную структуру, в условиях достаточного водоснабжения и ослабленного освещения – мезоморфную [10].

В условиях оранжерей умеренного климата для тропических и субтропических видов растений температурный и влажностный режимы поддерживаются близкими к оптимальным и носят выравненный характер в течение всего года, в то время как световой фактор остается напряженным в разной степени и зависит от сезона года.

Как утверждает И. М. Кульгасов [11], у гелиофитов особенности анатомического строения вместе с некоторыми физиологическими свойствами этих растений формируют гелиопластический облик, или «фотоморфоз». «Фотоморфоз» в какой-то мере аналогичен ксероморфозу и вызывается более напряженными условиями водоснабжения сильно освещаемых листьев.

Одним из важнейших факторов, влияющих на строение листа, является свет. Это влияние настолько значительно и постоянно, что возникла необходимость различать два вида листьев: световые и теневые. Световые листья характеризуются большей толщиной листовой пластинки и большой внутренней поверхностью листа, мелкоклеточностью мезофилла, меньшими размерами листа и выраженной дифференциацией мезофилла, часто с преимущественным развитием столбчатой паренхимы, менее крупными хлоропластами и меньшей концентрацией хлорофилла (на единицу поверхности листа), большей густотой жилок и устьиц, а также утолщением стенок клеток эпидермы, у опушенных листьев – большей густотой волосков, развитым слоем кутикулы и восковым налетом [10, 11].

Исследованиям анатомического строения листьев тропических и субтропических растений посвящены работы ряда авторов [4, 12–15], в том числе и опубликованная нами ранее работа, касающаяся особенностей анатомической структуры листа видов рода *Ficus* в зависимости от эколого-географических условий произрастания [16]. Эти исследования вносят большой вклад не только в разработку теоретических основ адаптации тропических и субтропических растений, но важны и в практическом плане – в формировании ассортиментов оранжерейных растений для озеленения интерьеров различного функционального назначения в условиях умеренного климата.

Цель данных исследований – выявление особенностей адаптации тропических и субтропических растений к условиям оранжерей умеренного климата на примере ЦБС НАН Беларуси.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования привлечены 18 таксонов тропических и субтропических древесно-кустарниковых видов растений (табл. 1) различной приуроченности, по 9 таксонов культивируемых в каждой из двух оранжерей Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Т а б л и ц а 1. **Природные экотопы тропических и субтропических растений, произрастающих в оранжерейном комплексе ЦБС [17–23]**

Вид (семейство)	Экотоп	Место произрастания в оранжерее
<i>Brachychiton discolor</i> Muell. (Sterculiaceae Bartl.) <i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) <i>Aiton</i> cv. <i>Variegata</i> (Pittosporaceae R. Br.)	Сухие субтропики: леса, заросли по берегам ручьев, морское побережье	Субтропические секции оранжерей № 1 и 2
<i>Aucuba japonica</i> Thunb. cv. <i>Variegata</i> (Aucubaceae J. Agardh) <i>Camelia japonica</i> L. (Theaceae D. Don) <i>Ochrosia elliptica</i> Labill. (Apocynaceae Juss.)	Влажные субтропики: леса, заросли вечнозеленых кустарников, морское побережье, территории позади мангровых зарослей	Субтропические секции оранжерей № 1 и 2 для <i>Aucuba japonica</i> cv. <i>Variegata</i> и <i>Camelia japonica</i> . Тропические секции оранжерей № 1 и 2 для <i>Ochrosia elliptica</i>
<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Blume f. <i>platyphyllum</i> cv. <i>Hollufiana</i> (Euphorbiaceae Juss.) <i>Ficus triangularis</i> Warb. (Moraceae Link.) <i>Ficus binnendijkii</i> Miq. cv. <i>Alii</i> (Moraceae Link.) <i>Coffea arabica</i> L. (Rubiaceae Juss.)	Влажные тропики: леса, подлесок тропических лесов, окраины влажных лесов, заболоченные леса, берега рек, равнины, подножия гор, морское побережье	Тропические секции оранжерей № 1 и 2

Наиболее важными параметрами для характеристики строения листовой пластинки древесно-кустарниковых растений являются толщина и строение мезофилла, толщина и строение эпидермиса, наличие кутикулы [1].

Для исследования отбирали полностью сформированные листья со средней части побега. Препараты готовили из средней части листовой пластинки. Изучение препаратов производили на микроскопе «Биолам» (при увеличении  $\times 75$ ,  $\times 150$ ,  $\times 300$ ). Для измерения использовали окуляр-микрометр МОВ-1–15\*. Повторность измерений 30-кратная. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы «Microsoft Excel».

Для описания толщины листовой пластинки нами принята классификация Б. Р. Васильева [1], который выделяет пять категорий этого показателя для древесных тропических видов (в мк):  $<100$  – чрезвычайно тонкий,  $100–150$  – очень тонкий,  $150–200$  – тонкий,  $200–250$  – средней толщины,  $250–300$  – толстый,  $300–500$  – очень толстый,  $500$  – чрезвычайно толстый. Величину коэффициента палисадности (КП) (отношение толщины палисадной ткани к толщине всего мезофилла) определяли для каждого вида в соответствии с классификацией, принятой по [1]:  $<30$  – очень низкий,  $30–40$  – низкий,  $40–50$  – средний,  $50–60$  – высокий,  $>60$  – очень высокий.

Микроклимат оранжерей № 1 и 2 различен как в пределах самих оранжерей (субтропический и тропический режимы в каждой), так и между ними.

*Оранжерея № 1.* Среднегодовая температура в секции с тропическим режимом составляет  $20,4^{\circ}\text{C}$ , при этом в зимние месяцы она колеблется от  $19$  до  $20^{\circ}\text{C}$ , в летние – от  $21$  до  $23^{\circ}\text{C}$ ; среднегодовая температура в секции с субтропическим режимом составляет  $17,2^{\circ}\text{C}$ , колебания в зимние месяцы – от  $13$  до  $16^{\circ}\text{C}$ , в летние – от  $21$  до  $24^{\circ}\text{C}$  (рис. 1, а).

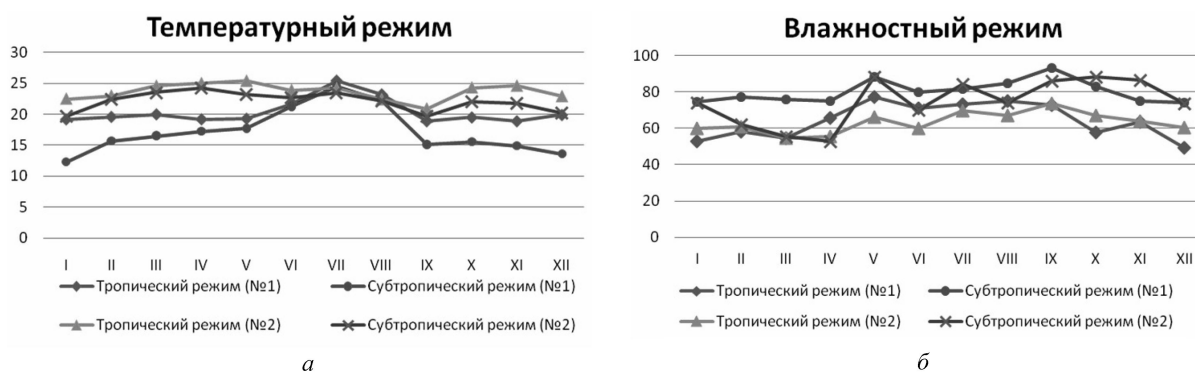


Рис. 1. Годовой ход температуры воздуха, °С (а) и относительной влажности воздуха, % (б) в условиях оранжерейного комплекса ЦБС

Среднегодовое значение относительной влажности воздуха в секции с тропическим режимом – 64,3, в зимний период – 53, в летний период – 73 %; в секции с субтропическим режимом – 80,2, в зимний период – 75, в летний период – 82 % (рис. 1, б).

*Оранжерея № 2.* Среднегодовая температура в секции с тропическим режимом составляет 23,6°С, при этом в зимние месяцы она колеблется от 20 до 25°С, в летние – от 20 до 28°С; среднегодовая температура в секции с субтропическим режимом составляет 22°С, колебания в зимние месяцы – от 18 до 23°С, в летние – от 18 до 27°С (рис. 1, а).

Среднегодовое значение относительной влажности воздуха в секции с тропическим режимом – 63,2, в зимний период – 60,3, в летний период – 65,5 %; в секции с субтропическим режимом – 69,9, в зимний период – 75, в летний период – 76,1 % (рис. 1, б).

Температура в целом ниже в оранжерее № 1, но при этом выделяется температурный максимум в летние месяцы. В оранжерее № 2 изменения температуры носят относительно более ровный характер в течение года (минимум в осенний период). В режиме влажности нет значительных отличий между оранжереями, однако в оранжерее № 2 (субтропики) присутствует более сухой период в зимние месяцы.

Различия наблюдаются в условиях освещенности. На рис. 2 можно наблюдать среднемесячные показатели освещенности, которые приведены для каждой секции в отдельности. В летние месяцы в оранжерее № 1 она достигает в среднем 8 тыс. лк (максимум 50–60 тыс. лк), в зимний период соответственно – 500–800 лк (максимум 2000 лк). В условиях оранжереи № 2 освещенность в летний период составляет 9–10 тыс. лк (максимум 60–70 тыс. лк), а в зимние месяцы 1000–1500 лк (максимум 3000 лк). По климатическим показателям более близкой к естественным условиям обитания тропических и субтропических растений является оранжерея № 2.

Долгота дня в тропической зоне на протяжении круглого года остается постоянной и примерно равной продолжительности ночи, т. е. 12 ч. В то же время в умеренной зоне она варьирует

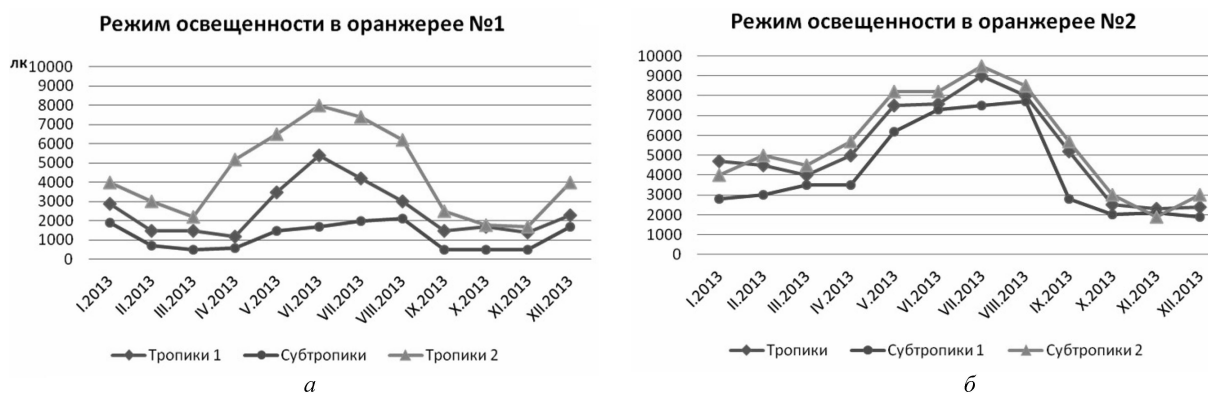


Рис. 2. Годовой режим освещенности в условиях оранжерейного комплекса ЦБС (лк): а – оранжерея № 1; б – оранжерея № 2

и в зависимости от сезона года составляет: в летнее время – от 14 до 16,5 ч, в зимнее – от 8 до 10,5 ч, в осеннее – от 13,5 до 8,5 ч, в весеннее – от 11 до 16 ч [24].

**Результаты и их обсуждения.** Разница в микроклиматических условиях оранжерей № 1 и 2 отразилась на ряде особенностей анатомического строения листьев произрастающих в них растений. Для их выявления, с учетом экологической приуроченности исследуемых видов, нами было предпринято сравнительное изучение анатомии листа у 18 таксонов. Если исходить из такого показателя анатомической структуры листа, как КП мезофилла, то согласно данным, представленным в табл. 2, исследованные нами таксоны легко распределяются в пределах трех групп, что в значительной степени соответствует природным экотопам данных растений.

Таксоны, отнесенные нами к первой группе, включают виды с высоким КП листа (0,50 – 0,60), характерным для растений, произрастающих в сухих субтропиках. Причем в наибольшей степени это характерно для *Brachychiton discolor* (родина – восточное побережье Австралии).

Т а б л и ц а 2. Параметры анатомической структуры листа тропических и субтропических древесных видов растений различной естественной экологической приуроченности при культивировании в условиях оранжерей

Название вида	Оранжерея	Толщина листа, мкм / %	Верхняя эпидерма, мкм / %	Палисадная паренхима, мкм / %	Губчатая паренхима, мкм / %	Нижняя эпидерма, мкм / %	КП
<i>Группа № 1</i>							
<i>Brachychiton discolor</i>	Оранжерея № 1	140,1±2,7 (100 %)	30,5±0,9 (22 %)	52,9±1,3 (38 %)	39,1±1,4 (28 %)	17,6±0,4 (12 %)	0,58
	Оранжерея № 2	95,5±0,9 (100 %)	18,5±0,8 (19 %)	36,7±0,9 (39 %)	31,6±0,9 (33 %)	8,7±0,2 (9 %)	0,54
<i>Pittosporum tobira</i>	Оранжерея № 1	300,7±6,6 (100 %)	38,3±0,8 (13 %)	118,0±5,2 (39 %)	119,9±2,7 (40 %)	24,5±0,4 (8 %)	0,50
	Оранжерея № 2	225,5±4,2 (100 %)	41,5±0,8 (18 %)	98,7±3,3 (18 %)	121,3±2,8 (54 %)	24,0±0,5 (10 %)	0,45
<i>Группа № 2</i>							
<i>Aucuba japonica</i>	Оранжерея № 1	276,3±5,6 (100 %)	18,7±0,5 (6 %)	89,5±2,1 (33 %)	150,6±5,7 (55 %)	17,5±0,4 (6 %)	0,37
	Оранжерея № 2	319,0±4,5 (100 %)	22,0±0,4 (7 %)	98,1±1,0 (31 %)	178,5±4,3 (56 %)	20,4±0,3 (6 %)	0,35
<i>Camellia japonica</i>	Оранжерея № 1	369,1±2,0 (100 %)	21,4±0,6 (6 %)	88,4±1,6 (24 %)	243,7±2,4 (66 %)	15,6±0,4 (4 %)	0,27
	Оранжерея № 2	331,7±2,9 (100 %)	19,7±0,5 (6 %)	104,5±1,5 (31 %)	191,9±2,1 (58 %)	15,6±0,3 (5 %)	0,35
<i>Ochrosia elliptica</i>	Оранжерея № 1	266,1±1,5 (100 %)	22,8±0,5 (8 %)	75,6±2,8 (28 %)	152,6±1,7 (58 %)	15,1±0,2 (6 %)	0,33
	Оранжерея № 2	273,0±4,9 (100 %)	26,3±0,4 (10 %)	78,1±2,8 (29 %)	153,9±3,3 (56 %)	14,7±0,3 (5 %)	0,34
<i>Ficus bennendijkii</i>	Оранжерея № 1	239,6±2,6 (100 %)	42,2±1,1 (18 %)	60,9±2,4 (25 %)	114,3±3,2 (48 %)	22,2±0,6 (9 %)	0,35
	Оранжерея № 2	182,6±1,9 (100 %)	41,9±0,9 (23 %)	57,2±1,2 (31 %)	63,8±2,3 (35 %)	19,7±0,3 (11 %)	0,47
<i>Группа № 3</i>							
<i>Codiaeum variegatum</i>	Оранжерея № 1	361,7±6,7 (100 %)	27,4±0,5 (8 %)	62,4±2,2 (17 %)	252,7±6,8 (70 %)	19,2±2,0 (5 %)	0,20
	Оранжерея № 2	305,9±2,9 (100 %)	25,7±0,5 (8 %)	36,8±0,9 (12 %)	225,0±2,6 (74 %)	18,4±0,3 (6 %)	0,14
<i>Coffea arabica</i>	Оранжерея № 1	224,9±4,1 (100 %)	28,2±0,4 (13 %)	34,9±0,8 (16 %)	140,3±3,7 (62 %)	21,5±0,7 (9 %)	0,20
	Оранжерея № 2	244,5±1,5 (100 %)	30,5±0,5 (12 %)	41,9±0,8 (17 %)	149,8±1,7 (62 %)	22,3±0,5 (9 %)	0,22
<i>Ficus triangularis</i>	Оранжерея № 1	514,9±6,5 (100 %)	55,1±1,4 (11 %)	69,8±2,1 (13 %)	374,2±14,8 (73 %)	15,8±0,7 (3 %)	0,16
	Оранжерея № 2	485,4±14,0 (100 %)	75,8±2,1 (15 %)	52,0±1,6 (11 %)	328,7±13,1 (68 %)	28,9±0,9 (6 %)	0,14

В сухой период года данный вид сбрасывает листву. Толщина листовой пластинки  $140,1 \pm 2,7$  мкм в оранжерее № 1 и  $95,5 \pm 0,9$  мкм в оранжерее № 2: лист очень тонкий, покрыт множеством трихом, что является гелиопластичным признаком. Приспособленный к условиям высокой инсоляции данный вид испытывает недостаток света в обеих оранжереях, но более всего в оранжерее № 1. Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального типа, плотный. Палисадная паренхима однослойная. В толще листа обнаруживаются включения. В отличие от природных экотопов, в условиях оранжерей листва у данного вида сохраняется в течение всего года. Таким образом, сбрасывание листвы в условиях переменного-влажных лесов у данного генетически вечнозеленого вида следует рассматривать как адаптацию к сухому периоду года.

*Pittosporum tobira* (родина – Китай, Япония). Вид светолюбив, типичный гелиофит. Однако в оранжереях он произрастает в некоторой затененности, значит его можно рассматривать и как теневыносливый вид. Толщина листовой пластинки  $300,7 \pm 6,6$  мкм в оранжерее № 1 и  $225,5 \pm 4,2$  в оранжерее № 2 (рис. 3, I). Листовая пластинка в оранжерее № 1 толстая, в оранжерее № 2 – средней толщины. Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального типа, рыхлый, с включениями. Палисадная паренхима трехслойная в оранжерее № 1 и двухслойная – в оранжерее № 2. КП в оранжерее № 1 – высокий (50 %), в оранжерее № 2 – средний (45 %). Таким образом, анатомические признаки указывают на то, что лист гелиопластичный.

У растений данной группы в условиях более затемненной оранжереи № 1 увеличивается толщина листа и мощность палисадной паренхимы, а соответственно и количество хлоропластов, что позволяет растению улавливать максимально возможное количество света.

Во вторую группу в основном входят виды влажных субтропиков и некоторые тропические с низким КП (0,30 – 0,40). Вид *Aucuba japonica* произрастает в Японии и на юге п-ва Корея, во влажных условиях среди зарослей кустарников. Вид довольно теневынослив. Толщина листовой пластинки составляет  $276,3 \pm 5,6$  мкм в оранжерее № 1 и  $319,0 \pm 4,5$  в оранжерее № 2. В первом случае тип листа – толстый, во втором – очень толстый. Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального типа, плотный. Палисадная паренхима трехслойная в оранжерее № 1 и двух- и трехслойная в оранжерее № 2, расположена с одной стороны листа. КП в обоих случаях низкий (0,37 и 0,35 соответственно) как результат произрастания в тенистых условиях и в природе, и в оранжереях.

Вид *Camellia japonica* также характерен для Японии. Лист очень толстый у растений из обеих оранжерей и составляет  $369,1 \pm 2,0$  мкм в оранжерее № 1 и  $331,7 \pm 2,9$  в оранжерее № 2 (рис. 3, II). Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального типа, средней плотности, с включениями. Палисадная паренхима листа у растений, культивируемых в обеих оранжереях, двухслойная. КП очень низкий (0,27) в оранжерее № 1 и низкий (0,35) в оранжерее № 2, что является результатом произрастания данного вида в тенистом и влажном экотопе.

*Ochrosia elliptica* произрастает в субтропических лесах Австралии, при этом не являясь кронообразующей породой, а это значит, что листья меньше подвержены инсоляции. Толщина листовой пластинки  $266,1 \pm 1,5$  мкм в оранжерее № 1 и  $273,0 \pm 4,9$  в оранжерее № 2, что характеризует лист как толстый. Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального типа, плотный, с включениями. Палисадная паренхима двухслойная. КП низкий (0,33 и 0,34).

*Ficus binnendijkii* относится к тропическим видам, хотя может произрастать и в местах с субтропическим климатом (саванны). Поэтому он имеет довольно интересное строение листовой пластинки. Толщина ее составляет  $239,6 \pm 2,6$  мкм в оранжерее № 1 и  $182,6 \pm 1,9$  в оранжерее № 2 (рис. 3, III). Листовая пластинка в оранжерее № 1 средней толщины, в оранжерее № 2 – тонкая. Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального и изолатерального типа, рыхлый. Палисадная паренхима в оранжерее № 1 одно- или двухслойная, в оранжерее № 2 она расположена с обеих сторон листовой пластинки в один слой. КП низкий (0,35) и средний (0,47). На верхней стороне листа обнаруживаются цистолиты. На основании изменений в структуре листа, проявляющихся в зависимости от условий произрастания, его следует отнести к пластичным видам.

Третья группа – это растения, произрастающие во влажных условиях с характерным для них очень низким КП –  $< 0,30$ . *Codiaeum variegatum* – типичное растение тропических лесов восточной Индии, на Зондских и Молуккских о-вах. Лист очень толстый. Толщина листовой пластин-



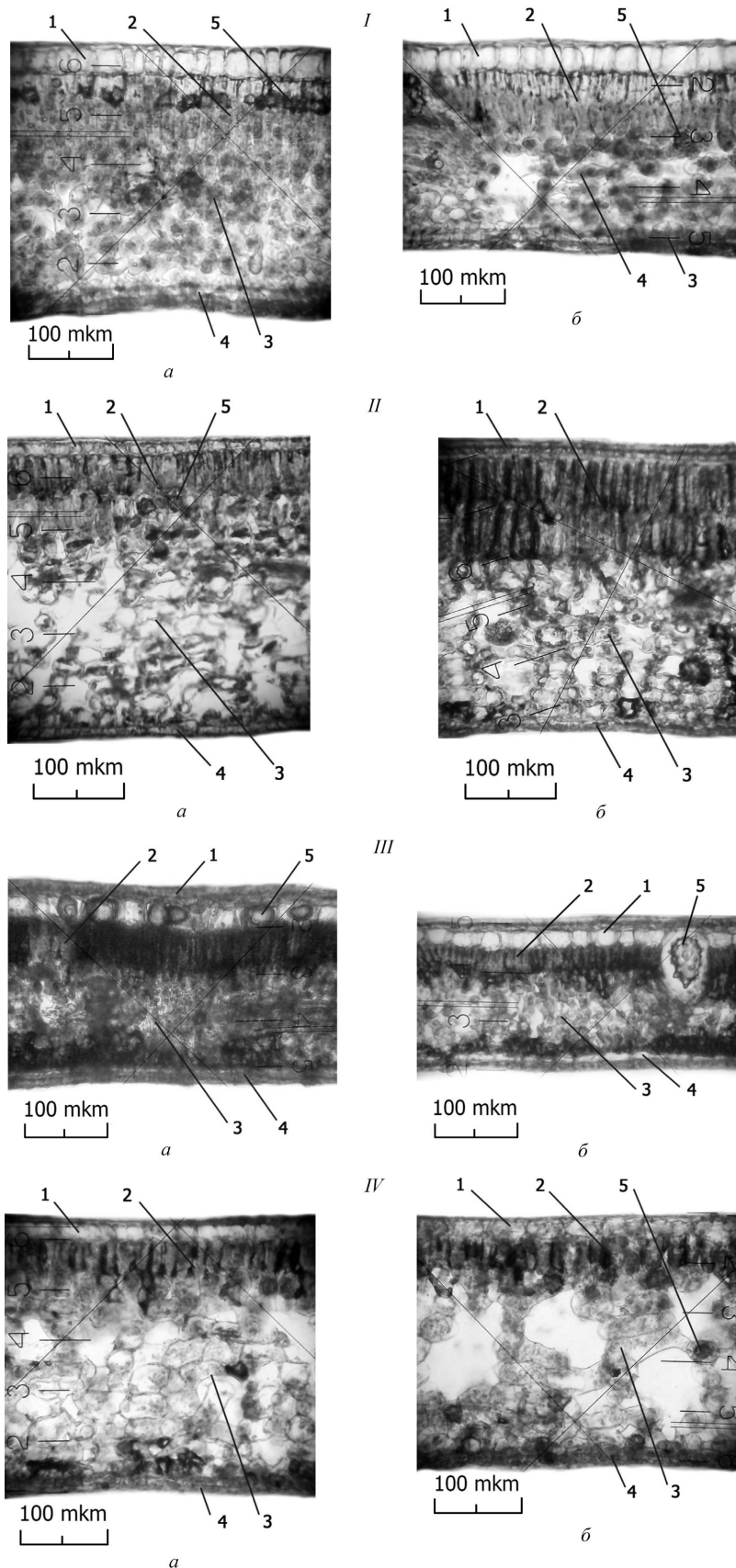


Рис. 3. Поперечные срезы листьев *Pittosporum tobira* (I), *Camellia japonica* (II), *Ficus binnendijkii* (III), *Codiaeum variegatum* (IV), культивируемых в условиях оранжерей ЦБС НАН Беларуси: а – оранжерея № 1; б – оранжерея № 2; 1 – верхняя эпидерма, 2 – палисадная паренхима, 3 – губчатая паренхима, 4 – нижняя эпидерма, 5 – включения

ки  $361,7 \pm 6,7$  мкм в оранжерее № 1 и  $305,9 \pm 2,9$  в оранжерее № 2 (рис. 3, IV). Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального типа, очень рыхлый, с кристаллическими включениями. Межклетники в оранжерее № 2 значительно больше межклетников в оранжерее № 1. Палисадная паренхима двухслойная в оранжерее № 1 и однослойная в оранжерее № 2. КП очень низкий (0,20 и 0,14 соответственно), растение невысокое и произрастает в экотопе тропического леса.

*Coffea arabica* произрастает в основном в тропических условиях, хотя встречается и в субтропических. Имеет лист средней толщины:  $224,9 \pm 4,1$  мкм в оранжерее № 1 и  $244,5 \pm 1,5$  в оранжерее № 2. Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального типа, рыхлый, с кристаллическими включениями. Палисадная паренхима у растений в обеих оранжереях однослойная. КП в оранжереях очень низкий (0,20 и 0,22), хотя в природных условиях, где данный вид получает значительное количество солнечной радиации, этот показатель может быть иным.

*Ficus triangularis* произрастает во влажных лесах тропической Африки. Толщина листовой пластинки  $514,9 \pm 16,5$  мкм в оранжерее № 1 и  $485,4 \pm 14,0$  в оранжерее № 2. Лист характеризуется как чрезвычайно толстый и очень толстый. Мезофилл многослойный, дифференцированный, дорсовентрального типа, рыхлый. Палисадная паренхима у растений в обеих оранжереях однослойная. КП очень низкий (0,16 и 0,14). На верхней стороне листа обнаруживаются цистолиты. Так как растение относится к кронаобразующим породам тропического леса, то у него действуют и другие механизмы, защищающие листья от прямых солнечных лучей.

У растений данной группы механизм адаптации идет, как следует предположить, по пути уменьшения мощности палисадной ткани и толщины листа в целом, поскольку отсутствуют такие стрессовые факторы как прямые солнечные лучи (кроме верхней части кроны), продолжительная инсоляция в осенне-зимний период и ливнево-засушливые периоды.

Если рассматривать показатель КП мезофилла в сравнительном плане, то у растений первой группы с экологической приуроченностью к сухим субтропикам хлоренхима в объеме листа распределена между палисадной и губчатой паренхимой в соотношении 1:1, незначительно варьируя в зависимости от микроклиматических условий. Вместе с тем абсолютные значения величины каждого из параметров и их суммы различаются. У растений в более благоприятных условиях выращивания (оранжерея № 2) объем мезофилла на 4 – 5 % меньше по сравнению с аналогичными таксонами, которые выращиваются в более напряженных для них световых условиях (оранжерея № 1).

При культивировании в условиях оранжерей растений влажных субтропиков в объеме хлоренхимы листа губчатый мезофилл у них почти вдвое, с незначительными вариациями, превышает объем палисадной ткани. Величина самого низкого значения КП (0,27) выявлена у *Camellia japonica*, что предположительно можно объяснить менее благоприятными для нее световыми и температурными условиями оранжереи № 1. Величина самого высокого значения наблюдается у *Ficus binnenjikii* (0,47) в оранжерее № 2.

И наконец, у растений с естественной экологической приуроченностью к условиям влажных тропиков наиболее низкие значения КП: от 0,14 у *Codiaeum variegatum* и *Ficus triangularis* до 0,22 у *Coffea arabica*.

Степень развития палисадной паренхимы характеризует ответную реакцию растений, прежде всего, на световые условия культивирования в оранжереях.

**Заключение.** У рассмотренных видов тропических и субтропических растений четко проявляется сопряженность между их эколого-географической приуроченностью и анатомическим строением ассимилирующих органов. Однако некоторые отклонения в абсолютных величинах от нормы следует считать приобретенными как реакцию на воздействие ряда лимитирующих факторов окружающей среды (интенсивность солнечной радиации, температуру воздуха и т. д.). Так, у *Brachychiton discolor*, который является генетически вечнозеленым растением, но в природных условиях ведет себя как полулистопадное, в оранжереях листва сохраняется в течение всего года. В условиях недостатка света такие показатели, как толщина листа и мощность палисадной паренхимы могут как увеличиваться, так и уменьшаться, что позволяет растениям адаптироваться к нетипичным для них условиям освещенности. При увеличении количества хлоро-

пластов, толщины палисадной паренхимы растение способно улавливать максимально возможное количество света. Уменьшение мощности палисадной ткани и толщины листа в целом может быть следствием отсутствия таких стрессовых факторов, как прямые солнечные лучи, продолжительная солнечная инсоляция в осенне-зимний период, ливнево-засушливые периоды.

Благодаря пластичности структуры листа у растений поддерживается жизнедеятельность на оптимальном для них уровне. Такие виды обладают широким диапазоном экологической приспособляемости, что, в свою очередь, может обеспечить им успех при использовании в озеленении интерьеров.

## Литература

1. Васильев Б. П. Строение листа древесных растений различных климатических зон / Под ред. В. М. Шмидта. Л., 1988.
2. De Micco V., Aronne G. Morpho-Anatomical Traits for Plant Adaptation to Drought / Ed. R. Aroca Granada., 2012.
3. Terashima I., Hanba Y. T., Tholen D., Niinemets Ü. // Plant Physiology. 2011. Vol. 155, N 1. P. 108–116.
4. Кутас Е. Н. Эколого-биологические особенности жизнедеятельности растений в условиях интерьеров. Мн., 1984. С. 67–81.
5. Sobrado M. A., Medina E. // Oecologia. 1980. Vol. 45. P. 341–345.
6. Bongers F., Popma J. // Botanical Gazette. 1990. Vol. 151. P. 354–365.
7. Medina E., Garcia V., Cuevas E. // Biotropica. 1990. Vol. 22. P. 51–64.
8. Hogan K. P., Smith A. P., Araus J. L., Saavedra A. // Tree Physiology. 1994. Vol. 14. P. 819–831.
9. Василевская В. К. Формирование листа засухоустойчивых растений. Ашхабад, 1954.
10. Раскатов П. Б. Экологическая анатомия вегетативных органов деревьев и кустарников. Воронеж, 1979. С. 123–125.
11. Культиасов И. М. Экология растений. М., 1982. С. 195–201.
12. Казимиров И. С. Эколого-биологическая оценка устойчивости и аккумуляционной способности лиан в условиях производственного интерьера: Автореф. дис... канд. биол. наук. Витебск, 2010.
13. Сидибе К. Морфологическое и анатомическое строение листьев древесных растений тропического дождевого леса Гвинеи: Автореф. дис... канд. биол. наук. Л., 1978.
14. Васильев Б. П. Анатомическая и экологическая характеристика листа некоторых древесных и кустарниковых растений Западно-Африканской сухой саванны: Автореф. дис... канд. биол. наук. Л., 1970.
15. Васильев Б. П. Строение листа древесных растений различных климатических зон / Под ред. В. М. Шмидта. Л., 1988.
16. Ладыженко Т. А. // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2012. № 3. С. 16–21.
17. Малышева Р. М., Береснева В. М., Кужнер В. И. Тропические и субтропические растения в оранжереях Сибирского ботанического сада. Томск, 1979.
18. Козупеева, Т. А., Лештаева А. А. Тропические и субтропические растения на Полярном Севере. Л., 1979.
19. Дворянинова К. Ф., Шестаков В. И. Тропические и субтропические растения в оранжереях ботанического сада АН МССР. Кишинев, 1986.
20. Тропические и субтропические растения (Sactaceae – Compositae) / Под ред. Н. В. Цицина. М., 1976.
21. Тропические и субтропические растения / Под ред. Н. В. Цицина. М., 1974.
22. Тропические и субтропические растения в оранжереях Ботанического института АН СССР / Под ред. Ан. А. Федорова. Л., 1973.
23. Горницкая И. П., Ткачук Л. П. Итоги интродукции тропических и субтропических растений в Донецком ботаническом саду НАН Украины. Донецк, 1999.
24. <http://avisdim.narod.ru/dictionary/dolgota-dnja.html>

T. A. LADYZHENKO, N. V. HETKO

### ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE LEAF ANATOMICAL STRUCTURE OF TREES AND SHRUBS PLANTS OF TROPICAL AND SUBTROPICAL FLORA AS A REFLECTION OF ENVIRONMENTAL DISTRIBUTION OF THIS

#### Summary

The studies anatomical leaf structure's 18 taxa of tropical and subtropical plants were conducted. It is shown that these species is clearly manifested their association between the environmental and geographical confinement and the anatomical structure of assimilating organs. However, some variation in absolute terms from the norm should be considered obtained, as a reaction to the impact of a number's limiting factors of the environment (the intensity of solar radiation, air temperature, etc.). Thanks to this, plant can maintain vital functions at the right level. These species possess plasticity, a wide range of environmental adaptability, which in turn may provide their success in using gardening interiors.