

УДК 630.164.5; 581.821.1

ББК 43.-ПЗ

Д-93

Дьякова Ирина Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии факультета аграрных технологий ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет», e-mail: djakova_irina@rambler.ru;

Толстикова Татьяна Николаевна, доцент кафедры ботаники факультета естественных наук, директор Ботанического сада Адыгейского государственного университета.

МОРФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ РОДА ACER L.

(рецензирована)

Приведены результаты изучения морфологических особенностей листа видов клена, интродуцированных в Ботаническом саду АГУ, расположенном в пойме реки Курджипс Республики Адыгея. Представлены результаты исследования устьичного аппарата и эпидермальных клеток листьев рода Acer L. Полученные данные показывают вариацию форм и размеров листа, устьиц и эпидермальных клеток у интродуцированных видов рода Acer L.

Ключевые слова: интродукция, виды клена, устьица, эпидермальные клетки, аномоцитный тип.

Dyakova Irina Nicholaevna, Candidate of Biology, associate professor of the Department of Agronomy of the Faculty of Agricultural Technologies of FSBEI HPE "Maikop State Technological University", e-mail: djakova_irina@rambler.ru;

Tolstikova Tatiana Nicholaevna, associate professor of the Department of Botany of the Faculty of Natural Sciences, Director of the Botanical Garden of Adyghe State University.

MORPHO-ANATOMICAL STRUCTURE OF THE LEAF OF INTRODUCED SPECIES OF ACER L.

(Reviewed)

The results of the study of the morphological characteristics of maple species leaf introduced in the Botanical Garden of ASU, located in the floodplain of the Kurdzhips in the Republic of Adyghea have been presented. The results of the study of stomata and epidermal cells of the leaves of Acer L. have been given. The obtained data show the variation of the leaf shapes and sizes, stomata and epidermal cells of introduced species of Acer L.

Keywords: introduction, maple species, stomata, epidermal cells, anomocyte type.

Ботаник, дендролог, интродуктор, ученый садовод ЭЛ. Вольф (1915) так характеризовал род *Acer L.*: «Великолепный, богатый формами и разнообразием род, весьма ценный для садов и парков. Невзыскательность, быстрота роста, изобилие тени дающей листвы, и изящные, часто рано появляющиеся цветы, прекрасное внешнее строение деревьев, и большею частью нарядные, часто грациозные формы и роскошная окраска листьев, которая у некоторых видов вызывает наше восхищение, особенно осенью, все это делает клены необходимою принадлежностью наших садов и парков» [3]. Род *Acer L.* включает деревья и кустарники с супротивными почками и простыми, обычно пальчатолопастными или цельнокрайними, или перистосложными листьями без прилистников. Это прекрасные декоративные деревья и кустарники, которые ценятся за разнообразие формы листьев и кроны и особенно осенней окраски листьев, принимающей разнообразные оттенки желтого, оранжевого, бронзового и красного цветов.

Лист – пластичный и легко обрабатываемый аналитическими методами орган, быстро реагирует на внешние воздействия, изменяя структуру своих тканей. Вследствие неблагоприятных почвенно-климатических условий у растений быстрее прекращается процесс нарастания площади листа. Кроме того, в период водного стресса происходит снижение толщины листовой пластинки, в то время как в оптимальных условиях выращивания ростовые процессы более продолжительны. Размер листовой пластинки и, следовательно, ассимиляционная поверхность в целом, в значительной степени определяет активность фотосинтеза [4].

Введение в культуру интродуцентов способствует перестройке комплекса морфологических признаков на всех уровнях их биологической организации [7]. Первым барьером в адаптационной системе растений и внешней среды является эпидерма. Регуляцию процессов ассимиляции и диссимиляции осуществляют эпидермальные производные (устьичный комплекс, трихомы и эпикутикулярный воск), которые обеспечивают водный режим и газообмен тканей с окружающей

средой. Особенно значимым структурным показателем листа является устьичный аппарат [1].

Формирование определенной плотности устьиц на единицу поверхности листа связано, прежде всего, с обеспечением и регулированием газообмена и транспирации, направленных на оптимальную продуктивность фотосинтеза растений в данных условиях [5].

Целью исследования явилось изучение анатомо-морфологических особенностей листьев видов рода *Acer* L. интродуцированных в Ботаническом саду АГУ (БС АГУ).

Материалом исследования послужила коллекция рода *Acer* L. Ботанического сада АГУ (БС АГУ). При проведении анализа использовались листья растений в возрасте 5-30 лет следующих видов: *A. platanoides* L., *A. campestre* L., *A. ibericum*, *A. pseudoplatanus* L. (f. *purpurascens* Pax), *A. pseudoplatanus* L., *A. truncatum*, *A. saccharinum*, *A. tataricum* L., *A. trautvetteri*.

Из них в естественных условиях обитания на территории ботанического сада произрастают *A. tataricum* L., *A. campestre* L. остальные виды клена – интродуценты. Клены произрастают в Ботаническом саду на первой надпойменной террасе в одинаковых условиях освещенности и почвенной среды. БС АГУ расположен на предгорной холмистой равнине территории Республики Адыгея к юго-востоку от Мелового хребта в излучине горной реки Курджипс на высоте 238 м над уровнем моря. Координаты 45°18'с.ш. и 40°00'в. дуб Климат района исследования умеренно-теплый. Почвы – выщелоченный, уплотненный, среднемощный чернозем. Материнская порода представлена супесчано-лесным гравием с железистыми пятнами, что несколько смягчает выраженность слитности почв. Реакция почв нейтральная с глубиной переходящая в слабощелочную.

Изучение проводили согласно следующим методическим изданиям: практикум по лесной селекции [6], математический анализ биологических данных [2]. Для измерения брались сформированные листья средней части кроны (20 шт.). Отношение длины листовой пластинки к ее ширине рассчитывалось исходя из максимальной длины и ширины пластинки вне зависимости от того, на какую часть листа они приходятся. Для анатомического изучения брались теневые листья, полностью сформированные, подсчет устьиц и клеток нижнего эпидермиса проводили в лабораторных условиях.

Значительное разнообразие листа показано для рода *Acer* L. от цельных листовых пластинок до лопастных с различной степенью выраженности лопастности с пальчатокраспедодромным жилкованием. Листья, расположенные по периферии и внутри кроны, различаются. По периферии кроны листья крупнее, имеют более плотные листовые пластинки с яркой окраской и с относительно более мощно развитыми жилками.

Таблица 1 - Биометрические показатели листа у видов рода *Acer* L.

№	Вид	длина листа		ширина листа		К*	черешок		S (см ²)
		см	CV%	см	CV%		см	CV%	
1	<i>A. platanoides</i>	8,8±1,1	40,1	10,0±1,4	42,8	0,9	8,3±1,3	47,1	75,1
2	<i>A. campestre</i>	6,0±3,5	39,0	5,8±2,6	38,7	1,0	5,1±4,8	38,3	22,1
2	<i>A. ibericum</i>	3,2±0,9	5,8	4,7±1,3	8,1	0,7	2,7±2,1	13,1	7,4
4	<i>A. pseudoplatanus</i> (f. <i>purpurascens</i> Pax)	8,7±2,2	77,3	11,6±2,1	78,9	0,7	6,5±2,04	95,5	69,9
5	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,0±3,9	42,4	9,3±4,3	47,1	1,0	4,6±2,5	27,1	52,2
6	<i>A. truncatum</i>	8,1±1,9	17,6	11,2±6,8	24,3	0,7	10,0±5,8	54,3	52,7
7	<i>A. saccharinum</i>	9,0±2,1	40,5	8,0±2,6	44,5	1,1	6,0±2,5	36,4	31,1
8	<i>A. tataricum</i>	6,9±2,9	23,2	4,9±2,2	17,2	1,4	2,8±0,8	6,4	22,9

К* - отношение длины листа к ширине.

У *Acer platanoides* L. листья 7-лопастные (реже 5-лопастные), длина листа 8,8±1,1 см, (C_v = 40.1%), ширина 10±1,4 см (C_v = 42,8%), отношение длины к ширине составляет 0,9. Три верхние лопасти почти равные, нижние значительно мельче; лопасти крупно выемчато-зубчатые, тонко заостренные. Черешок длиной 8,3±1,3 см, (C_v = 47,1%) у старых листьев часто оранжево-красноватый, с млечным соком, у молодых зеленый. Листовые пластинки блестящие, светло-зеленые. Коэффициент вариации признаков выше сорока процентов, что говорит о неоднородности показателей. Площадь листовой пластинки взрослого листа в среднем составляет 75 см². У *Acer platanoides* L. самые крупные листья из всех интродуцированных кленов. У *Acer pseudoplatanus* L.

листовая пластинка 5-лопастная, верхние боковые лопасти почти равные средней, направленные вверх в стороны, нижние лопасти слабо развиты, в молодом состоянии плохо просматриваемы, иногда редуцированные. Листья $10 \pm 3,9$ см длиной ($C_v = 42,4\%$) и $9,3 \pm 4,3$ см шириной ($C_v = 47,1\%$), черешок $4,6 \pm 2,5$ см ($C_v = 27,1\%$) зеленого цвета. Сверху листья темно-зеленые. Листья *Acer pseudoplatanus* L. (f. *purpurascens* Pax) отличаются от простой формы более темноокрашенной листовой пластинкой с нижней стороны красновато бурой с опушением, черешок также окрашен. Отношение длины к ширине изменяется от 0,7 до 1,0. Листья крупные, площадь изменяется от $52,2$ см² до $69,9$ см². Коэффициент вариации признаков у *Acer pseudoplatanus* L. (f. *purpurascens* Pax) выше семидесяти процентов. *Acer campestre* L. имеет супротивные листья, пятилопастные, расположенные на черешке длиной $5,1 \pm 4,8$ см ($C_v = 38,3\%$). Лопасти тупые, цельнокрайние. Размеры листовой пластины: $6 \pm 3,5$ см ($C_v = 39,0\%$) в длину и $5,8 \pm 2,6$ см ($C_v = 38,7\%$) в ширину. Верхняя сторона листа темно-зеленая, нижняя более светлая. Отношение длины к ширине составляет 1,0. Листья не крупные, площадь в среднем около $22,1$ см². У *Acer ibericum* листья 3-лопастные, плотные, блестящие, темно-зеленые, их ширина $3,2 \pm 0,9$ см ($C_v = 5,8\%$) превышает длину $4,7 \pm 1,3$ см ($C_v = 8,1\%$) отношение составляет 0,7. Черешок короткий $2,7 \pm 2,1$ см. ($C_v = 13,1\%$) Все лопасти почти равной длины, цельнокрайние. Листья мелкие, средняя площадь $7,4$ см². Низкий показатель коэффициента вариации говорит об однородности признаков. У *Acer tataricum* L. листья цельные, нелопастные, продолговато-яйцевидные длиной $6,9 \pm 2,9$ см ($C_v = 23,2\%$), шириной $4,9 \pm 2,2$ см ($C_v = 17,2\%$), сверху темно-зеленые, снизу более светлые, черешки $2,8 \pm 0,8$ см ($C_v = 6,4\%$) светло-коричневого цвета. Низкий показатель коэффициента вариации говорит об однородности признаков. Отношение длины к ширине составляет 1,4. *A. truncatum*, имеет 5-лопастной лист с черешком красноватого цвета. Цвет листа зеленый возле жилок с красным оттенком по краям листа. $8,1 \pm 1,9$ см ($C_v = 17,6\%$) длиной и $11,2 \pm 6,8$ см шириной ($C_v = 24,3\%$), с $10 \pm 5,8$ см черешок ($C_v = 54,3\%$), край лопастей неравномерно пильчатый, а верхушка острая. Высокий коэффициент вариации длины черешка говорит о разнообразии признака, который зависит от месторасположения листа и его возраста.

Практически у всех видов рода *Acer* L. высокий коэффициент вариации признаков размера листа, что говорит о неоднородности показателей, о большом разнообразии размеров у одного вида, только у *Acer ibericum*, *A. truncatum*, *A. tataricum* наблюдаются более однородные листья.

Проведенные анатомо-морфологические исследования показали, что лист клена, типичный лист мезофитного растения с дорзивентральным типом строения. Результаты стоматографических исследований приведены в таблице 2. Установлено, что листья исследуемых кленов гипостоматные с аномоцитным типом устьичного аппарата. Устьица окружены 5-6 клетками, которые не отличаются от остальных клеток эпидермы.

Таблица 2 - Стоматографические параметры листа представителей рода *Acer*.L.

Представитель	Показатель	Количество устьиц на 1 м ²	Устьице, мкм		Верхний эпидермис, мкм		Нижний эпидермис, мкм	
			ширина	длина	ширина	длина	ширина	длина
<i>A. tataricum</i>	$x \pm Sx$	$254,8 \pm 58,8$	$10,1 \pm 0,3$	$13,8 \pm 0,8$	$22,5 \pm 5,1$	$49,3 \pm 9,7$	$9,2 \pm 0,9$	$17,8 \pm 1,1$
	σ	83,2	0,4	1,1	8,8	16,8	1,2	1,6
	C_v %	32,7	3,0	5,8	31,8	27,8	6,0	6,4
<i>A. pseudoplatanus</i>	$x \pm Sx$	$160,9 \pm 35,6$	$11,0 \pm 0,7$	$17,3 \pm 1,1$	$15,1 \pm 1,5$	$20,9 \pm 1,3$	$4,8 \pm 0,9$	$11,7 \pm 2,8$
	σ	62,4	0,6	1,6	2,5	2,3	1,6	4,9
	C_v %	48,2	3,6	6,4	13,8	9,0	26,6	34,4
<i>A. ginala</i>	$x \pm Sx$	$210,7 \pm 1,2$	$18,5 \pm 2,1$	$13,8 \pm 6,4$	$15,5 \pm 2,0$	$33,6 \pm 1,4$	$7,9 \pm 1,4$	$19,2 \pm 2,9$
	σ	2,1	3,6	11,0	3,4	2,4	2,4	5,0
	C_v %	0,8	15,9	65,3	17,8	5,7	24,6	21,1
<i>A. campestre</i>	$x \pm Sx$	$192,8 \pm 13,8$	$12,7 \pm 0,5$	$17,0 \pm 1,1$	$17,1 \pm 1,0$	$28,6 \pm 0,9$	$18,3 \pm 5,6$	$25,6 \pm 6,8$
	σ	23,9	0,8	1,8	1,8	1,6	9,6	11,7
	C_v %	10,1	5,2	8,8	8,6	4,7	43,0	37,4

A. platanoides	$x \pm Sx$	268,6±43,0	11,1±0,8	14,8±2,2	21,4±2,2	33,1±8,4	13,0±2,9	21,1±1,2
	σ	74,5	1,4	3,9	3,7	14,6	5,1	2,1
	C_v %	22,6	10,0	21,3	14,3	36,1	32,1	8,3
A. trautvetteri	$x \pm Sx$	165,0±35,8	11,9±1,4	23,5±8,3	29,5±10,2	33,7±14,4	31,5±3,0	40,8±11,6
	σ	62,8	2,5	14,5	17,6	25,0	5,3	20,0
	C_v %	49,0	17,1	50,3	48,8	60,5	13,6	40,1
A. pseudoplatanus (f. purpurascens Pax)	$x \pm Sx$	160,8±36,9	9,4±0,5	20,3±0,3	14,8±0,3	23,3±	12,5±5,4	44,5±1,0
	σ	63,1	0,9	0,5	0,5	1,4	9,4	1,7
	C_v %	50,1	8,0	2,0	2,9	4,8	61,6	3,2

Клетки верхней эпидермы продолговато-овальные с округло-извилистыми стенками, варьируют по форме. Клетки нижней эпидермы вытянутые, овальные с округлыми очертаниями. Устьица у всех видов овальные и округлые, более прямоугольной формы у *A. platanoides*, расположены хаотично.

Ширина устьиц колеблется от 9,4±0,5 мкм (*A. pseudoplatanus* f. *pur-purascens* Pax) до 18,5±2,1 мкм (*A. ginala*), уровень варьирования низкий. Длина устьиц изменяется от 13,8 мкм (*A. tataricum* и *A. ginala*) до 23,5±8,3 мкм у *A. trautvetteri*, уровень варьирования этого признака колеблется от низкого до высокого. Согласно нашим исследованием *A. tataricum* *A. platanoides* имеют самые маленькие устьица, а *A. trautvetteri* и *A. pseudoplatanus* (f. *purpurascens* Pax) самые большие устьица вытянутой округлой формы. Количество устьиц у исследуемых видов изменяется от 160,8±36,9 *A. pseudoplatanus* (f. *purpurascens* Pax) до 268,6±31,0 шт. (*A. platanoides*) на 1 мм² площади листа.

Ширина эпидермальных клеток нижней стороны листа варьирует от 4,8±0,9 мкм (*A. pseudoplatanus*) до 31,5±3,0 мкм (*A. trautvetteri*). Самые мелкие клетки нижнего эпидермиса у *A. pseudoplatanus*, а у *A. ginala* и *A. tataricum*, они меньше или равны размеру устьиц. Намного крупнее устьиц клетки нижнего эпидермиса у видов *A. trautvetteri* и *A. pseudoplatanus* (f. *purpurascens* Pax). Вид *A. trautvetteri* отличается от других видов большими размера устьиц и клетками эпидермиса. В области жилок листа эпидермальные клетки вытянутые, плотно прилегающие друг к другу.

Эпидермальные клетки верхней части листа морфологически отличаются от нижней. Наиболее крупные квадратные клетки верхнего эпидермиса у *A. trautvetteri*. У остальных видов они узкие и длинные. Клетки верхней эпидермы незначительно крупнее, чем нижней практически у всех изучаемых видов кроме *A. tataricum* и *A. trautvetteri*. Ширина и длина эпидермальных клеток верхней стороны листа относительный признак, так как клетки имеют сильно волнистые контуры. Ширина изменяется от 14,8±0,3 мкм *A. pseudoplatanus* (f. *purpurascens* Pax) до 29,5±10,2 мкм *A. trautvetteri*, длина от 20,9±1,3 мкм *A. pseudoplatanus* до 49,3±9,7 мкм *A. tataricum*.

В результате наших исследований установлено, что большинство морфологических признаков листьев рода *Acer* L. имеет высокую и очень высокую степень изменчивости. Коэффициенты вариации максимальны для следующих признаков: площадь листовой пластинки, ширина и длина листа, показатели клеток нижнего эпидермиса листа. Степень изменчивости признака растет для показателей, которые вычисляются на основе других признаков, например площадь листа. Обобщив вычисленные нами значения параметров изменчивости для группы количественных признаков, рассмотренных ранее у всех представителей рода можно отметить, что максимальный размах коэффициента вариации листьев наблюдается у *A. pseudoplatanus* (f. *purpurascens* Pax). Слабый уровень изменчивости признаков у *A. ibericum* L. По стоматографическим показателям наибольший коэффициент вариации изучаемых признаков у *A. trautvetteri*, наименьший у *A. tataricum*.

Наибольшее количество устьиц на абаксиальной стороне наблюдается у *A. platanoides* и *A. tataricum*, что, вероятно, является результатом адаптации растения к природным условиям. Увеличенное количество устьиц, сопровождающееся их уменьшенными размерами, является признаком ксероморфности листьев.

Исследуемые интродуценты адаптируются к условиям среды и формируют различные механизмы устойчивости.

Литература:

1. Бендер О.Г. Морфо-анатомические и ультраструктурные характеристики хвои сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в Горном Алтае: Дис. ... канд. биол. наук: Томск, 2003. - 122 с.

2. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных / Г.Н. Зайцев. - М.: «Наука», 1991. - 184 с.
3. Карасева Т.А. Анализ адаптивности видов рода *Acer L.* в южных районах Западной Сибири: Автореф. дис... канд. биол. наук: - Красноярск, 2005. – 16 с.
4. Кисилева Н.С. Особенности роста, морфо - анатомических признаков и физиологических параметров листьев различных генотипов груши под влиянием условий внешней среды // Субтропическое растениеводство. - 2009. - С. 317-326.
5. Маслова Н.П., Волкова Л.Д., Горденко Н.В. Морфологическая изменчивость листьев *Platanus acerifolia* (platanaceae) и подходы к определению мелко- вых дисперсных листьев платанового облика // Ботанический журнал – 2008. - Том 93. - №6. – С. 825-839.
6. Пятницкий, С.С. Практикум по лесной селекции. / С.С. Пятницкий - М.: Сельхозиздат, 1961. – 271 с.
7. West-Eberhard Mary Jane Phenotypic Plasticity and the Origins of Diversity // Annual Review of Ecology and Systematics Volume 20 – 1989. 249-278 s.

References:

1. *Bender O.G. Morpho-anatomical and ultrastructural characteristics of Siberian pine needles (Pinus sibirica Du Tour) in the Altai Mountains: dis. ... Cand. of Biol. Tomsk, 2003. 22 p.*
2. *Zaitsev G.N. Mathematical analysis of biological data /G.N. Zaitsev. M.: Science, 1991. 184 p.*
3. *Karaseva T.A. Analysis of adaptability of species of the Acer L. genus in the southern regions of Western Siberia: abst. dis Cand. of Biol. Krasnoyarsk, 2005. 16 p.*
4. *Kisileva N.S. Characteristics of growth, morpho - anatomical and physiological parameters of leaves of different genotypes of pears under the influence of environmental conditions // Subtropical crops. 2009. P. 317-326.*
5. *Maslova N.P., Volkova L.D., Gordenko N.V. Morphological variation in Platanus acerifolia leaves (platanaceae) and approaches to the definition of the Cretaceous dispersed leaves of sycamore shape // Journal of Botany. 2008. Vol. 93. №6. P. 825-839.*
6. *Pyatnitsky S.S. Workshop on forest breeding / S.S.Pyatnitsky. M.: Selk-hozizdat, 1961. 271 p.*
7. *West-Eberhard Mary Jane Phenotypic Plasticity and the Origins of Diversity // Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 20. 1989. 249-278 p.*