

**ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ  
НА СТРУКТУРУ ЛИСТА КЛЕНА  
ОСТРОЛИСТНОГО (*ACER PLATANOIDES* L.)  
В УСЛОВИЯХ Г.ГРОЗНОГО**

**Р.Ш. Убаева**

*ГОУ ВПО «Чеченский государственный университет»,  
г. Грозный*

*Рецензент Н.С. Попов*

**Ключевые слова:** эпидермис; анатомическое строение; загазованная среда; пучки; условно чистая точка.

**Аннотация:** В работе даны основные морфолого-анатомические характеристики Клена остролистного (*Acer platanoides* L.). Показаны основные количественные параметры изученных показателей в условно чистой и загрязненной точках в пределах г. Грозный. Рассмотрены количественно-анатомические показатели листа Клена остролистного и результаты исследования анатомического строения из фиксированных листьев. Выявлены современные изменения в анатомической структуре листьев *Acer platanoides* L., вызванные действием токсикантов, находящихся в промышленных и транспортных выбросах, путем исследования изменений в анатомии листа в связи с загрязнением атмосферы.

В условиях г. Грозного Клен остролистный широко используется как декоративное дерево благодаря своей листве, быстрому росту и газоустойчивости. Из многочисленных видов рода Клен остролистный считается наиболее подходящим для посадки в городах, так как не достигает слишком большого размера, почти не повреждается насекомыми, грибами и хорошо переносит дым.

Дерево 20–30 м высотой, с удлинено-яйцевидной плотной кроной. Ствол до 1 м в диаметре, покрыт темной буровато-серой, иногда почти черной корой с многочисленными неглубокими трещинами, кора молодых ветвей красновато-серая, гладкая. Листья сверху голые, темно-зеленые, блестящие, снизу светлее, иногда с волосками по жилкам и бородавками в углах их. Осенью листья оранжево-желтые. Ценится как спутник дуба, используется в полезащитных полосах. Хороший медонос.

Листья клена остролистного сверху покрыты однослойным эпидермисом, состоящим из плотно сомкнутых, слегка угловатых или закругленных клеток. Под эпидермисом располагается один слой палисадной ткани. Клетки ее плотно сомкнуты, вытянуты в направлении, перпендикулярном поверхности листа, высота их в 2–3 раза превосходит ширину. Переход от палисадной ткани к губчатой резкий [1].

Под палисадным мезофиллом располагается двух-трехслойный губчатый мезофилл, состоящий из рыхло расположенных округлых клеток со сравнительно небольшими межклетниками.

В мезофилл листа погружены коллатеральные закрытые проводящие пучки. Кожица верхней поверхности листа состоит из плотно расположенных извилистых, неопределенно вытянутых по форме клеток. Устьица отсутствуют.

Кожица нижней эпидермы листа состоит из более или менее извилистых плотно расположенных клеток. Устьицы аномоцитные, равномерно распределены на поверхности листа. На 1 мм<sup>2</sup> нижней поверхности листа приходится от 300 до 400 устьиц.

Черешок листа на поперечном срезе имеет овально-эллиптическое очертание. Снаружи он покрыт однослойным эпидермисом, образованным плотно прилегающими клетками, овальной реже округлой формы. Кутикула выражена слабо и не во всех участках черешка. Под эпидермой располагается основная паренхима черешка, клетки которой, как правило, крупнее клеток эпидермы и часто изодиаметрические; размеры их довольно сильно колеблются. Основная масса клеток этой ткани, образующая колленхиму, имеет утолщенные стенки (пластинчатая колленхима)

в разных участках по периметру черешка, колленхима образована 8–10 ярусами клеток. Проводящие пучки, различные по форме и размерам, образуют замкнутый круг. Боковые пучки широкояцевидные. Пучки адаксиальной и абаксиальной стороны более крупные, широкоэллиптические, более вытянутые по окружности. Один из пучков адаксиальной стороны глубже вдается в центр черешка в отличие от других. Пучки коллатеральные, снаружи они покрыты многослойной склеренхимной обкладкой, состоящей из толстостенных клеток. Концы склеренхимной обкладки смежных пучков смыкаются, образуя сплошное кольцо механической ткани. Под склеренхимой располагается флоэма и ксилема пучка, между которыми четко просматривается кольцо камбиальных клеток. Ксилема расположена к центру черешка. Сосуды в мелких боковых пучках образуют 5–8 радиальных цепочек, в полярных пучках до 18–20 цепочек. Один из крупных полярных пучков ксилема и флоэма, располагаются в виде дуги, обращенной выпуклой стороной наружу. В крупном пучке противоположной стороны ксилема и флоэма выпуклой стороной обращены к центру черешка. Центр листового следа занят основной паренхимой, состоящей из более крупных тонкостенных клеток, округлых, овальных или иной формы.

Зеленые растения гораздо сильнее, чем животные, реагируют на концентрации вредных веществ, поэтому могут быть использованы в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды.

В последние десятилетия проведено и ведется большое количество исследований по изучению влияния промышленных выбросов на растения. Но эти работы затрагивают преимущественно частные вопросы, касающиеся либо радиального прироста, морфологии и анатомии листовой пластинки, либо вопросов общей газоустойчивости растений.

Несмотря на то, что крупные промышленные загрязнители окружающей среды в настоящее время не действуют, экологическая напряженность в республике и в г. Грозном не снижается [2,6].

Впервые с использованием большого количества морфологических и анатомических показателей листа исследовано влияние антропогенного фактора (промышленного и транспортного загрязнения атмосферы) на разные виды и жизненные формы древесно-кустарниковых растений в условиях г. Грозного.

Для правильного понимания механизмов адаптации древесных растений к условиям промышленной среды необходимы исследования листьев различных жизненных форм древесных растений. Это позволяет раскрыть механизмы адаптации, оценить характер и степень влияния загрязненной среды на отдельные структурные элементы, ткани и органы растения, определить основы газоустойчивости, что может быть учтено при создании зеленых насаждений, способных произрастать в жестких условиях антропогенного загрязнения.

Для изучения реакции клена остролистного на загрязнения окружающей среды в Грозном были выделены участки с древесными посадками, среди которых присутствует и данный вид.

Участки для исследования Клена остролистного выбраны на различном расстоянии от промышленных объектов. В качестве условно чистой точки выбран парк Кирова г. Грозного, расположенный на берегу р. Сунжи, примерно в 5 км от нефтеперерабатывающего завода и 2,5 км от завода «Красный молот». Для сравнения в загрязненной зоне взят сквер на площади «Дружбы народов», расположенный в непосредственной близости от городской автотрассы и железной дороги, на расстоянии 1,8 км от нефтеперерабатывающего завода им. Ленина.

В выше названных точках для исследования взято по три особи каждого вида. Во всех случаях учитывалось жизненное состояние растений, измерялся (на уровне груди 1,3 м) диаметр ствола, и на том же уровне с южной стороны брали по три побега с листьями. Собранный материал фиксировали в растворе спирт + вода (1:1).

Чтобы проследить характер изменения листа деревьев (кустарников) под влиянием загрязненного воздуха с выбранных модельных деревьев (кустарников) с южной стороны средней части кроны брали по три однолетних побега, измеряли их длину, подсчитывали количество листьев на нем.

С каждого побега, в свою очередь, брали по три средних листа, измеряли длину и ширину их листовой пластинки, длину черешка.

Для исследования анатомического строения из фиксированных листьев готовили поперечные срезы и препараты. Лист зажимали в сердцевину бузины и делали срезы перпендикулярно главной жилке. Срезы помещали в каплю воды и при малом увеличении микроскопа из них отбирали наиболее тонкие. С помощью винтового окуляра-микрометра на срезах измеряли (при увеличении

20x15) толщину верхней и нижней эпидермы, палисадной и губчатой паренхимы, общую толщину листа.

Эти срезы сфотографировали с помощью микроскопа Amplival и видеокамеры JVC C-1480 E: поперечный срез листа под увеличением 20x10, черешок 10x10 и эпидермис листа под 20x40. На каждом срезе толщину отдельных тканей листа измеряли в трех его участках, после чего вычисляли средние для конкретного листа значения [3,6]. Все полученные количественно-морфологические показатели занесли в таблицу 1.

Таблица 1

**Количественно-морфологические показатели листа Клена остролистного (*Acer platanoides*) в условиях г. Грозного**

№	Количество междоузлий		Длина листовой пластинки, см		Длина черешка, см		Ширина листовой пластинки, см		Количество пар жилок	
	чистая	загряз.	чистая	загряз.	чистая	загряз.	чистая	загряз.	чистая	загряз.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	4,56	2,78	16,10	14,61	7,66	6,96	11,65	10,36	7,00	7,00
G	0,53	0,67	3,67	1,76	2,16	0,91	2,26	0,89	0,00	0,00
m	0,18	0,22	1,23	0,59	0,72	0,31	0,75	0,30	0,00	0,00
V%	11,57	24,00	22,82	12,07	28,15	13,12	19,37	8,61	0,00	0,00
P %	3,86	8,00	7,61	4,02	9,38	4,37	6,46	2,87	0,00	0,00
t	6,29		1,09		0,89		1,59		0,00	

Количество междоузлий побега 4–5 – в чистой точке, 2–3 – в загрязненной, среднее количество ( $X=4,56\pm 0,18$ ) и ( $X=2,78\pm 0,22$ ) – соответственно. Варьирование признака сильнее в загрязненной среде ( $V=24\%$ ) и намного слабее в чистой ( $V=11,57\%$ ).

Длина листовой пластинки в условно чистой точке колеблется в пределах 11,9–23,6 см ( $X=16,1\pm 1,23$  см), в загрязненной – 11,75–16,7 см ( $X=14,61\pm 0,59$  см). Варьирование признака в контрольной точке намного выше ( $V=22,82\%$ ), чем в опытной ( $V=12,07\%$ ).

Длина черешка в контрольной точке колеблется в пределах 4–12 см ( $X=7,66\pm 0,72$  см), в загазованной точке – 5–6 см ( $X=6,96\pm 0,31$  см). Варьирование признака в контрольной точке намного выше ( $V=28,15\%$ ), чем в опытной ( $V=13,12\%$ ).

Ширина листовой пластинки в чистой точке может достигать 8–15,8 см ( $X=11,65\pm 0,75$  см), в загрязненной точке 9–11,6 см ( $X=10,36\pm 0,3$  см).

Показатель изменчивости признака в чистой точке почти в два раза выше ( $V=19,37\%$ ) чем в опытной ( $V=8,61\%$ ).

Количество пар жилок второго порядка в обеих точках одинаково – по 7. Данный показатель у *Acer platanoides* отличается высокой константностью [3,4].

Количественно-анатомические показатели были также оформлены в виде таблицы (таблица 2).

Толщина верхней эпидермы листа колеблется в пределах 20,85–27,52 мкм ( $X=23,55\pm 0,49$  мкм) в условно чистой точке, 17,38–20,29 мкм ( $X=18,06\pm 0,5$  мкм) – в загрязненной. Признак отличается очень низкой изменчивостью особенно в чистой точке ( $V=6,36\%$  и  $8,44\%$ ).

Толщина палисадной паренхимы в чистой точке составляет 90,35–104,53 мкм ( $X=96,61\pm 1,72$  мкм), 62,55–98,55 мкм ( $X=82,60\pm 2,24$  мкм) – в загазованной. Изменчивость данного признака очень низка ( $V=5,52\%$  и  $V=8,17\%$ ).

Губчатая ткань колеблется в пределах 64,36–82,01 мкм ( $X=76,59\pm 1,45$  мкм) в контрольной точке, 59,77–76,45 мкм ( $X=64,95\pm 1,33$  мкм) – в опытной. Уровень изменчивости признака очень слабая ( $V=5,61\%$  и  $V=6,12\%$ ).

Нижняя эпидерма листа тоньше верхней эпидермы. Толщина ее колеблется в пределах 17,65–24,74 мкм ( $X=20,36\pm 0,35$  мкм) в условно чистой точке, 15,57–19,60 мкм ( $X=16,96\pm 0,45$  мкм) в опытной точке. Варьирование признака очень слабое. Коэффициенты вариации ниже в чистой точке ( $V=5,16\%$ ), чем в опытной ( $V=7,81\%$ ).

Общая толщина листовой пластинки может колебаться в интервале 213,64–225,88 мкм ( $X=217,10\pm 2,6$  мкм) в контрольной точке, 158,18–203,64 мкм ( $X=182,55\pm 3,43$  мкм) – в опытной. Показатель вариации очень низкий ( $V=3,66\%$ ) в чистой точке, немного выше ( $V=5,72\%$ ) в опытной.

**Количественно-анатомические показатели  
листа *Acer platanoides* L. в условиях г. Грозного**

№	Толщина верхней эпидермы, мкм		Толщина палисадной паренхимы, мкм		Толщина губчатой паренхимы, мкм		Толщина нижней эпидермы, мкм		Общая толщина листа, мкм	
	чистая	загряз.	чистая	загряз.	чистая	загряз.	чистая	загряз.	чистая	загряз.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M	23,55	18,06	96,61	82,60	76,59	64,95	20,36	16,96	217,10	182,55
G	1,49	1,50	5,16	6,72	4,34	3,98	1,04	1,34	7,79	10,29
m	0,49	0,50	1,72	2,24	1,45	1,33	0,35	0,45	2,60	3,43
V%	6,36	8,44	5,52	8,17	5,61	6,12	5,16	7,81	3,66	5,72
P%	2,12	2,81	1,84	2,73	1,87	2,04	1,72	2,60	1,22	1,91
t	7,81		4,96		5,94		6,02		8,03	

*Продолжение таблицы 2*

Количество клеток эпидермы на 1мм <sup>2</sup>				Количество устьиц на 1 мм <sup>2</sup> эпидермы			
нижней		верхней		нижней		верхней	
чистая	загрязн.	чистая	загрязн.	чистая	загрязн.	чистая	загрязн.
11	12	13	14	15	16	17	18
368,48	271,52	252,71	367,59	537	270	0	0
8,74	17,06	12,75	19,13	1,15	1,08	0	0
2,91	5,69	4,25	6,38	0,39	0,36	0	0
2,37	6,08	5,06	5,25	22,07	42,46	0	0
0,79	2,03	1,69	1,75	7,36	14,15	0	0
15,18		-14,99		5,07		0	

Количество клеток на 1 мм<sup>2</sup> нижней эпидермы в контрольной точке колеблется между 361,67–390 (X=368,48±2,91), на верхней эпидерме - 238,33–270,00 (X=252,71±4,25).

В загрязненной точке количество клеток на нижней эпидерме уменьшается (X=271,52±5,69), тогда как на верхней эпидерме наблюдается заметное их увеличение (X=367,59±6,38).

Устьица у *Acer platanoides* имеются лишь на нижней стороне листа. Количество их на 1 мм<sup>2</sup> колеблется в пределах 333–667 (X=537±0,39) в условно чистой точке, 100–433 (X=270±0,36) – в опытной. Вариабельность густоты устьиц на фоне других изученных анатомических признаков значительно выше: V=22,07 % в контрольной точке и 42,46 % в загрязненной.

Критерий Стьюдента (t) позволяет с определенной уверенностью говорить о морфолого-анатомических изменениях, происходящих в побегах и листьях в связи с загрязнением окружающей среды [3,4].

В условиях загазованной среды большинство морфологических показателей изменяется в сторону уменьшения: достоверно укорачиваются листовая пластинка, длина черешка, сокращается число жилок второго порядка.

Аналогичную тенденцию проявляют и анатомические признаки: в условиях загрязнения атмосферы формируются листья с менее толстой эпидермой, с меньшим количеством (1 мм<sup>2</sup>) эпидермальных клеток и устьиц на нижней поверхности листа. И только плотность клеток на верхней эпидерме возрастает (за счет уменьшения их размеров). Эпидермальные клетки нижней стороны листа в загазованных условиях становятся более крупными.

Важно отметить, что в условно чистой среде очень низкий уровень варьирования у *Acer platanoides* большинства анатомических признаков. Коэффициент вариации их не превышает 5–8 %. Исключением является количество устьиц на единицу площади, где уровень варьирования V=22,07 %, а в загрязненной точке вдвое выше (V=42,46 %) [5].

Анализ результатов микроскопических исследований листа у изученных видов показывает, что среднее значение большинства анатомических показателей *Acer platanoides* в условиях загрязненной атмосферы изменяется аналогично морфологическим признакам, т.е. в сторону уменьшения.

### Выводы

1. Выявленные эколого-морфологические особенности изменения листьев *Acer platanoides* при воздействии токсикантов показывают, что морфологические признаки листьев характеризуются

неодинаковым и неустойчивым уровнем варьирования. *Acer platanoides* в условиях г. Грозного проявляют высокую пластичность на морфологическом и анатомическом уровне.

2. Установлено, что адаптация *Acer platanoides* к условиям техногенной среды происходит на самых различных уровнях. Как показали исследования в условиях г. Грозного *Acer platanoides* внешне не проявляет признаков угнетения и может быть рекомендован для воссоздания городских зеленых насаждений, но из-за чувствительности к загрязнению атмосферы может быть использован только для озеленения территорий, удаленных от источников загрязнения.

#### *Список литературы*

1. Кулагин, Ю.З. Дымоустойчивость растений и внешняя среда. Ученые записки Пермского университета / Ю.З. Кулагин. – Пермь, 1969. – Вып. 22. – 260 с.

2. Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. / Ю.З. Кулагин. – М., 1974. – 271 с.

3. Николаевский, В.С. О показателях газоустойчивости растений. Труды института биологии УФАН / В.С. Николаевский, 1963. – Вып. 31.

4. Николаевский, В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.

5. Рябинин, В.М. Лес и промышленные газы / В.М. Рябинин. – М., 1965.

6. Убаева, Р.Ш. Адаптация листьев Клена ясеннолистного к техногенным условиям г. Грозного. Материалы по изучению Чеченской Республики / Р.Ш. Убаева. – Назрань, 2007. – 38 с.

---

### **Influence of Air Pollution on Structure of Norway Maple acute (*acer platanoides* L.) in Condition of Grozny city.**

**R.SH. Ubaeva**

*Chechen State University, Grozny*

**Key words and phrases:** epidermis, anatomical construction, polluted atmosphere; bunch; conditioned clean point.

**Abstract.** The work presents the main morphologic- anatomical features of the feature of Norway maple (*Acer platanoides* L.). The main quantitative parameters of the examined factors are shown in conditionally clean and polluted point within the city of Grozny. The quantitative-anatomical factors of the Norway Maple and the results of the study of the anatomical structure of the fixed leaves are studied. Through research in the changes of leaf anatomy caused by the air pollution the paper reveals the current changes in the anatomical structure of the maple leaves (*Acer platanoides* L.) caused by the influence of toxic gases, which are emitted from industrial plants and transport.

---

© Р.Ш. Убаева, 2009