

## АДАПТАЦИОННЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ В АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗОНАЛЬНЫХ И АЗОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

Т.Б. СРОДНЫХ, Г.С. РАСУЛИ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург  
(Tanya.Srodnykh@mail.ru)

## ADAPTIVE CHANGES IN ANATOMICAL AND ANATOMICAL-MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF PLANT LEAVES UNDER THE INFLUENCE OF ZONAL AND EXTRAZONAL FACTORS

T.B. SRODNYKH, G.S. RASULI

<sup>1</sup>FSBEI HPE Ural State Forestry University, Екатеринбург (Tanya.Srodnykh@mail.ru)

**Резюме.** В работе приведены данные об изменчивости некоторых анатомо-морфологических показателей ассимиляционного аппарата пяти древесных и кустарниковых видов растений, наиболее часто используемых в озеленении городов Урала и Казахстана. Показано, что в условиях лесостепи и довольно засушливого резко-континентального климата листья древесных растений имеют меньшие морфологические параметры, чем в условиях таёжной зоны. Показано также, что под влиянием неблагоприятных антропогенных факторов (загазованность) у некоторых видов растений, таких как, берёза повислая, вяз гладкий, также происходит уменьшение параметров листьев без ухудшения санитарного состояния деревьев. Происходят перестройки и в анатомической структуре листьев в сторону ксерофитизации, как под влиянием зональных, так и азональных факторов.

**Ключевые слова:** морфологические параметры, анатомические показатели, адаптационные перестройки.

**Abstract.** The paper presents data on changeability of some anatomical and anatomical-morphological characteristics of the assimilation apparatus of five tree and shrub species most commonly used in gardening of cities of the Urals and Kazakhstan. It is shown that in conditions of forest-steppe and quite arid sharply continental climate the leaves of woody plants have smaller morphological parameters than in conditions of taiga zone. It is also shown that under the influence of adverse anthropogenic factors (air pollution) in some of plant species such as birch and elm there is also a reduction of the leaf parameters without aggravation of the health of trees.

**Key words:** morphological parameters, anatomical parameters, adaptive adjustments.

Мониторинг состояния древесных растений городских территорий представляет собой относительно новое мероприятие, имеющее большое экологическое, санитарно-гигиеническое, экономическое, природоохранное и лесохозяйственное значение. Необходимость мониторинга связана, в первую очередь, с ростом интенсивности нетрадиционных воздействий человека на экосистемы древесных растений, важнейшим из которых является региональное и глобальное загрязнение атмосферы.

Цель исследований – изучение морфометрических показателей древесных и кустарниковых пород городских насаждений в условиях таёжной зоны (Екатеринбург) и лесостепной (Петропавловск) и влияние на них фактора загрязнения среды.

Объекты исследования – виды наиболее часто встречаемые в озеленении городов Урала и Казахстана: берёза повислая (*Betula pendula* Roth), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.).

Для выполнения поставленной цели отбирались образцы листовых пластинок (по 30 штук) в уличных посадках Екатеринбурга и Петропавловска и в парках Екатеринбурга. В обоих городах были выбраны улицы с интенсивной транспортной нагрузкой – магистрали общегородского значения. В Екатеринбурге листья отбирались и в парках города. Листовые пластинки обрабатывались методом «слепков» по Н.А. Анели [Анели, 1970], фотографировались и замерялись длина и ширина листа с точностью до 0,1 см. Для изучения структуры эпидермального комплекса готовили временные препараты нижнего и верхнего эпидермисов. Определялся тип устьичного аппарата, форма устьичных клеток и погруженность устьиц. Изучение препаратов проводили с помощью микроскопа «Биомед».

При сравнительном анализе рассчитывался критерий достоверности различий Стьюдента. Статистическая обработка выполнена в программе Microsoft Excel.

Деревья и кустарники, с которых отбирались листья, были обследованы на предмет их возраста и санитарного состояния. В таблице 1 показано санитарное состояние обследованных насаждений.

Таблица 1

Санитарное состояние насаждений на объектах исследования

Порода	Санитарное состояние насаждений		
	Екатеринбурга		Петропавловска
	парковые	уличные	уличные
Берёза повислая	хорошее	хорошее	хорошее
Вяз гладкий	хорошее	хорошее	хорошее
Карагана древовидная	хорошее	удовлетворительное	удовлетворительное
Сирень обыкновенная	хорошее	удовлетворительное	удовлетворительное
Тополь бальзамический	хорошее	удовлетворительное	удовлетворительное

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что парковые насаждения Екатеринбурга, как древесные, так и кустарниковые, находятся в «хорошем» санитарном состоянии. В уличных посадках «хорошее» санитарное состояние наблюдается у берёзы и вяза, кустарники и тополь характеризуются «удовлетворительным» состоянием.

Морфологические признаки листовых пластинок, такие как длина и ширина, как правило, сильно варьируют в популяции по сравнению с более стабильными анатомическими показателями. Это отмечают многие исследователи – С.А. Мамаев, Т.Г. Швейкина и др. Но, тем не менее, при сравнительном анализе параметров растений из разных экологических условий они показывают значительные достоверные различия. Рассмотрели изменения длины листовых пластинок – таблица 2.

Таблица 2

Длина листовых пластинок растений, см

Порода	Насаждения		
	Екатеринбурга	Петропавловска	
	парковые	уличные	уличные
Берёза повислая	7,9±0,16	5,3±0,15	4,3±0,15
Вяз гладкий	10,6±0,33	9,3±0,22	6,9±0,18
Тополь бальзамический	7,5±0,13	7,9±0,20	6,9±0,19
Карагана древовидная	1,9±0,06	1,8±0,03	1,3±0,02
Сирень обыкновенная	9,4±0,29	8,8±0,19	8,1±0,23

Данные таблицы показывают, что по длине листовой пластинки в различных географических условиях наблюдаются достоверные различия у всех рассматриваемых видов растений, то есть длина листовой пластинки у растений в таёжной зоне (Екатеринбург) достоверно больше, чем в лесостепных условиях (Петропавловск). Критерий достоверности различий колеблется от 2,3 до 10,5 при табличном значении 2,064.

Сравнение показателей парковых и уличных насаждений в Екатеринбурге свидетельствует о достоверном уменьшении длины листовой пластинки в уличных условиях у берёзы и вяза. В остальных случаях различия не достоверны.

Аналогично провели сравнительный анализ ширины листовых пластинок в различных условиях. Данные по ширине листовых пластинок представлены в таблице 3.

**Ширина листовых пластинок растений, см** Таблица 3

Порода	Насаждения		
	Екатеринбурга		Петропавловска
	парковые	уличные	уличные
Берёза повислая	4,8±0,15	4,3±0,09	3,2±0,07
Вяз гладкий	5,9±0,20	5,1±0,11	5,0±0,09
Тополь бальзамический	5,4±0,10	5,0±0,25	4,0±0,08
Карагана древовидная	1,3±0,05	1,2±0,03	1,0±0,02
Сирень обыкновенная	5,6±0,19	6,4±0,20	6,2±0,12

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что достоверно большая ширина листовой пластинки наблюдается у берёзы, тополя и караганы в условиях Екатеринбурга по сравнению с Петропавловском. При сравнении посадок Екатеринбурга отмечено достоверное уменьшение показателя в уличных насаждениях у тополя и караганы.

Мы отмечаем, что практически все рассматриваемые виды показали уменьшение параметров листовой пластинки в более засушливых условиях лесостепи. Однако по тополи бальзамическому имеются сведения об увеличении его площади листовой пластинки в условиях Оренбурга по сравнению с условиями Екатеринбурга [Швейкина, 1986]. Возможно, в условиях Оренбурга общий комплекс природных условий более благоприятен для произрастания тополя бальзамического.

При сравнении же размеров листовой пластинки растений, расположенных на улицах и в парках Екатеринбурга, можно констатировать уменьшение параметров в условиях интенсивного загрязнения для берёзы, вяза и сирени по длине и для берёзы и вяза по ширине листовых пластинок.

Тополь и карагана не имеют достоверных различий по размерам. Но и санитарное состояние их в уличных посадках «удовлетворительное» по сравнению с «хорошим» у берёзы и вяза. На уменьшение параметров у листьев растений в условиях уличного загрязнения указывают многие авторы [Сродных и др., 2000; Сейдафаров и др., 2009; Штирц, 2014].

При изучении анатомических показателей следует отметить, что растения всех трёх мест произрастания имеют много общих черт. Мы остановимся на различиях. У растений города Петропавловска волнистость клеток нижнего эпидермиса выражена слабее, чем у растений Екатеринбурга. Объясняется это тем, что в условиях лесостепной зоны солнечного света больше, чем в зоне таёжной. Освещение в городе Петропавловске более интенсивное, поэтому волнистость клеток эпидермиса слабая.

Устьичные клетки у всех древесных растений в условиях Екатеринбурга в парке имели не погруженное состояние. У сирени устьица были слабо погруженные, у караганы – погруженные. В условиях Петропавловска у берёзы и сирени отмечены погружённые устьица, то есть берёза и сирень таким образом адаптируются к более засушливым условиям лесостепи. Карагана – это вид, наиболее хорошо приспособленный к неблагоприятным условиям, только у неё выявлено наличие кроющих трихом на верхней стороне эпидермиса. Трихомы – клетки эпидермы, образующие на органах растений разнообразные наружные выросты. Кроющие трихомы образуются из покровных тканей и служат для защиты растения от неблагоприятного воздействия внешней среды [Лотова, 2007].

В уличных посадках Екатеринбурга у всех растений в качестве защитной реакции отмечено появление погруженных устьиц, а у караганы и сирени – сильно погруженных.

Таким образом, древесные растения в условиях более засушливого климата приобретают признаки ксероморфизации – меньшие размеры листовой пластинки, а некоторые (берёза и сирень) приспособляются на анатомическом уровне путём погружения устьиц в эпидермальную ткань. Эти же признаки ксероморфизации мы наблюдаем и у растений Екатеринбурга в уличных посадках. Отмечено уменьшение изученных параметров листо-

вых пластинок у всех растений кроме тополя и караганы, а погруженность устьиц – у всех растений без исключения.

Итак, рассматриваемые виды растений достаточно устойчивы в озеленении, как в условиях таёжной, так и в более засушливых условиях лесостепи, проявляя некоторые признаки ксероморфизации, которые наиболее ярко наблюдаются в уличных посадках. Рассмотренные виды достаточно декоративны, относительно неприхотливы к условиям произрастания и могут обоснованно рекомендоваться для озеленения городов Среднего Урала и Северного Казахстана.

### ЛИТЕРАТУРА

- Анели Н.А., Лоладзе М.С., Каралашвили В.Ш.** 1970. Об основоположных клетках эпидермы листа. Сообщения АН ГрузССР. Тбилиси: 168 с.
- Лотова Л.И.** 2007. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. Москва: КомКнига: 512 с.
- Сейдафаров Р.А., Мурзина Э.Р., Максимова Д.В., Пантелеева К.И.** 2009. Характеристика морфометрических параметров ассимиляционного аппарата листовых древесных растений в условиях промышленного загрязнения посёлка Приютово. Аграрная Россия. *Научно-производственный журнал. Специальный выпуск*: 103–104.
- Сродных Т.Б., Думова Н.В., Потапова Е.Г.** 2000. Анализ состояния дуба черешчатого в городских посадках Екатеринбурга. *В кн.: Материалы научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург: УГЛТА: 14–15.*
- Швейкина Т.Г.** 1991. Мезоструктура листа тополя бальзамического в разных географических зонах. *В кн.: Экология и интродукция растений на Урале. Свердловск: Академия наук СССР. Уральское отделение: 103–110.*
- Штирц Ю.А.** 2014. Морфологические параметры листовой пластинки *Betula pendula* Roth в условиях придорожной территории автотранспортных магистралей г. Донецка. *В кн.: Интродукція, збереження та моніторинг рослинного різноманіття. Матеріали Міжнародної конференції до 175-річчя Ботанічного саду імені ак. О.В. Фоміна Київського Національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, 20–24 травня 2014) Київ: 217–218.*