

В.Н. Дрожжина

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *TILIA CORDATA* ROTH. В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный педагогический университет»*

В работе приведены сведения по изменению морфометрических параметров листовой пластинки и годичных побегов липы мелколистной под воздействием промышленного загрязнения и выбросов автотранспорта в условиях городской среды. Отмечено сокращение параметров, изменение показателей стабильности развития, высокий процент особей, пораженных грибковыми заболеваниями и различными вредителями. Наблюдаются не только изменение размеров, но и формы листьев в условиях антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: листовая пластинка, морфометрические параметры, стабильность развития

Липа мелколистная является одной из наиболее часто используемых пород в городском озеленении. Растение хорошо переносит антропогенную нагрузку, обрезку и формовку кроны, обладает высокими декоративными качествами. Несмотря на относительную устойчивость, растение все же испытывает на себе негативное влияние выбросов автотранспорта и промышленных предприятий. Нами исследованы насаждения липы мелколистной на территории города Воронежа, подвергающиеся смешанному типу загрязнения. Сбор материала проводился по стандартным ботаническим методикам на пробных площадках (далее – ПП), заложенных в условно чистой зоне и на территории Левобережного района г. Воронежа. ПП № 1 располагается на территории Ростовского бульвара, который подвергается воздействию выбросов с крупной центральной автомобильной магистрали и шинного завода. ПП № 2 находится на территории парка им. Шерстюка и испытывает такое же воздействие антропогенной нагрузки. ПП № 3 заложена на территории особо охраняемой природной территории парк Южный, она находится на некотором удалении от автомагистралей, зато в километровой зоне воздействия шинного завода и завода «Синтез-

каучук». ПП № 4 – контрольная, заложена на расстоянии более 5 км от крупных промышленных предприятий и автомобильных дорог. На каждой пробной площадке выбраны модельные деревья в количестве 10 штук и отобраны годичные побеги для оценки морфометрических показателей. Оценивали на листьях: длину, ширину, площадь листовой пластинки, длину черешка, количество жилок первого порядка, процент некротированных участков. На годичных побегах анализировали: длину, диаметр, облиственность, количество узлов, ассимиляционную поверхность побега. Работа проводилась в 2017–2018 гг. Все результаты статистически обработаны. В результате проведенного исследования были получены следующие данные.

Морфометрические параметры листовой пластинки в условиях загрязнения имеют тенденцию к уменьшению. Минимальные размеры листовой пластинки отмечены у деревьев с первой и второй ПП. Минимальная длина составила 6,59 см, минимальная ширина 6,33 см. В условиях контроля параметры значительно больше 9,26 см – длина и 8,92 см – ширина. То есть показатели в условиях загрязнения меньше таковых в контроле на 30 %. Согласно изменениям линей-

ных параметров, изменяется и площадь листовых пластинок. Так, на территории Ростовского бульвара и Парка им. Шерстюка площадь составляет около 30 см². В условиях контроля максимальное значение площади листовой пластинки может составлять 55 см². На ПП № 3 отмечены средние показатели – 40–43 см². Таким образом площадь листа в условиях антропогенной нагрузки может сокращаться на 45 %.

Масса листовой пластинки также уменьшается, поскольку изменяются и морфометрические параметры листовой пластинки. Утолщения ее, очевидно не происходит, как это иногда указывается в ряде исследований. Если учесть уменьшение количества междоузлий на годичных побегах липы, то вместе с уменьшением площади листовых пластинок будет наблюдаться и уменьшение общей ассимилирующей площади побега. Параметры черешка изменяются на разных ПП незначительно, но тем не менее в условиях загрязнения его длина меньше на 1 см (табл. 1, 2).

В ряде работ отмечается увеличение морфометрических показателей листьев липы в условиях загрязнения [1, 2]. Эти процессы объясняются необходимостью увеличения фотосинтетического аппарата в условиях нарушения фотосинтетических процессов. Мы можем отметить единичные случаи развития жировых побегов, показатели которых значительно превышающие показате-

тели обычных побегов. Наличие таковых связано с предшествующей обрезкой и активизацией спящих почек. Иногда развитие жировых побегов ослабляет растение в целом, особенно в условиях антропогенной нагрузки. Для промеров такие образцы не отбирали.

Стабильность развития листовой пластинки оценивалась по количеству жилок первого порядка [3]. В среднем количество жилок в контроле варьирует от 8 до 10 и составляет 9,41 шт. На первой и второй ПП были отмечены листовые пластинки как с сокращением количества жилок, так и с их увеличением и в некоторых случаях даже с аномальным раздвоением. Несомненно, это связано с перестройками в проводящей системе, за образование которой отвечает вторичная боковая меристема – камбий. Как известно, в проводящих пучках листьев камбий расходует довольно быстро, поскольку лист – это орган с ограниченным ростом. Вероятно, нарушения в структуре жилок закладываются еще в почках предыдущего года или же на самых ранних этапах разворачивания листа. О нарушении деятельности меристемы свидетельствует и нарушение самой формы листовой пластинки. Происходит деформация формы верхушки листовой пластинки, от вытянутой или заостренной в контроле до округлой, или в крайних случаях выемчатой на исследуемых участках. Коэффициент формы верхушки

Таблица 1. Морфометрические параметры листа и масса листовой пластинки *Tilia cordata* Roth. на разных пробных площадках

ПП	Длина листовой пластинки, см	Ширина листовой пластинки, см	Длина черешка, см	Площадь листовой пластинки, см ²	Масса листовой пластинки, г
1	6,59±0,544	6,33±0,786	2,98±0,101	31,24±0,501	0,199±0,009
2	6,60±0,687	6,33±0,731	3,01±0,116	32,46±0,549	0,209±0,010
3	8,12±0,489	7,88±0,619	4,02±0,122	43,08±0,613	0,230±0,011
4	9,26±0,598	8,92±0,748	4,00±0,129	55,12±0,622	0,232±0,011

Таблица 2. Морфометрические параметры побега *Tilia cordata* Roth. на разных пробных площадках

ПП	Длина стебля, см	Диаметр стебля, мм	Количество междоузлий, шт	Ассимиляционная площадь побега, см ²
1	15,98±1,120	3,10±0,059	4,00±0,223	156,21±2,528
2	16,07±1,266	3,31±0,067	3,77±0,209	162,14±3,019
3	27,54±1,829	4,00±0,089	5,10±0,212	239,46±2,086
4	28,03±2,006	4,05±0,110	5,06±0,189	283,44±2,717

листа демонстрирует ее тенденцию к округлению. Процент таких листьев в загрязненной зоне может составлять до 30–40 % у отдельных особей, тогда как в контроле он не превышает 5–6 %. Изменениям подвергается и основание листовой пластинки. По данным наших наблюдений, увеличивается процент неравнобоких оснований в условиях загрязнения, хотя определенный процент таких листьев считается нормой и в контроле (табл. 3).

Таблица 3. Показатели нарушения стабильности развития листовой пластинки *Tilia cordata* Roth. на разных пробных площадках

ПП	Количество жилок первого порядка, шт.	Количество листьев с закругленной верхушкой, %	Количество листьев с неравнобоким основанием, %
1	7,26±0,879	40,8±0,90	35,3±0,86
2	7,32±0,902	38,6±0,83	32,5±0,67
3	9,20±0,889	12,3±0,89	20,3±0,72
4	9,41±0,789	5,7±0,65	5,6±0,55

Визуальная оценка показала большую степень поврежденности листьев липы на первых двух площадках. На ПП были отмечены листовые пластинки с точечными некрозами, пятнистыми некрозами и с сильными верхушечными и краевыми некрозами. Особи, находящиеся в относительно незагрязненных условиях, показывают небольшой процент повреждения – от 5 до 15 %. Особи, находящиеся в условиях техногенной нагрузки, страдают от краевых и верхушечных некрозов и процент повреждений может достигать 50 %, особенно в конце вегетации, когда начинаются естественные процессы старения (табл. 4).

Таблица 4. Процент некротированной поверхности листовых пластинок *Tilia cordata* Roth. на разных пробных площадках (%)

ПП	Тип некроза	
	Точечный и пятнистый	Краевой и верхушечный
1	27,4±0,87	23,8±0,84
2	25,8±0,67	23,4±0,77
3	15,6±0,91	5,7±0,74
4	5,2±0,53	–

В некоторых случаях это приводит к ранней дефолиации по сравнению с контролем.

Липы, ослабленные неблагоприятным воздействием, подвержены разнообразным заболеваниям. Нами отмечены особи, пораженные бурой пятнистостью или церкоспорозом, до 30 % от общей площади листовой пластинки. В начале вегетации, после формирования развитых листьев, можно наблюдать тлю и щитовку, сахаристые выделения которые способствуют развитию сажистых грибков. Нередко в условиях города можно наблюдать и поражение липовым галловым клещем.

Проведенные исследования показали, что в условиях антропогенной нагрузки в городских условиях у липы мелколистной сокращаются значения морфометрических показателей листьев и стеблей. Это ведет к сокращению общей ассимилирующей площади побегов, что в целом негативно сказывается на общем состоянии растений в условиях городской среды. Угнетенные растения чаще подвергаются нападению вредителей и различным заболеваниям.

1. Сейдафаров Р.А. Эколого-биологические особенности липы мелколистной в условиях техногенного загрязнения (на примере Уфимского промышленного центра): автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Уфа: ИБ УНЦ РАН, 2009. 24 с.
2. Сейдафаров Р.А. Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) в техногенных условиях поселка Приютово // Вестник КрасГАУ. 2013. № 4. С. 126–130.
3. Хузина Г.Р. Характеристика флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) // Вестник Удмуртского ун-та. 2011. Вып. 3. С. 47–52.

Поступила в редакцию: 02.08.2019

UDC 581.4:58.01/07:632.15

**CHANGE OF MORPHOMETRIC INDICATORS IN VEGETATIVE ORGANS
OF *TILIA CORDATA* ROTH. IN THE CONDITIONS OF URBAN ENVIRONMENT**

V.N. Drozhzhina

Voronezh State Pedagogical University

The paper presents information on changes in the morphometric parameters of the leaf blade and annual shoots of the small-leaved linden under the influence of industrial pollution and motor vehicle emissions in the urban environment. A reduction in parameters, a change in the indicators of developmental stability, a high percentage of individuals affected by fungal diseases and various pests were noted. Not only changes in size, but also in the shape of the leaves are observed under anthropogenic pressure.

Key words: leaf blade, morphometric parameters, developmental stability