

# ЭКОЛОГИЯ

Сейдафаров Р. А., канд. биол. наук  
 МАОУ СОШ № 7 п.г.т. Приютово

## ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЙ

sedafarov@yahoo.com

Впервые для Башкирского Предуралья получены данные по возрастной динамике площади листовой пластинки липы мелколистной в различных типах техногенных условий. Установлено, что под влиянием промышленного загрязнения площадь листовой пластинки меняется в разные возрастные периоды и в зависимости от преобладающего типа загрязнения. Проанализировано адаптационное значение изменений площади листьев. Показано, что геоморфологические условия практически не оказывают влияния на размер листьев липы мелколистной.

**Ключевые слова:** липа мелколистная, техногенез, нефтехимическое загрязнение, полиметаллическое загрязнение, площадь листа, адаптация.

### Введение

Лист является наиболее чувствительным органом растительного организма, в первую очередь реагирующим на изменение условий окружающей среды [1-7]. В современной дендрэкологии изучению влияния уровня техногенного загрязнения на площадь листа уделяется повышенное внимание, поскольку изменение данного параметра напрямую связано с формированием целого комплекса адаптационных реакций на загрязнение [5, 6]. Деревья по-разному реагируют на усиление загрязнения, в одних случаях увеличивая, в других – уменьшая площадь листа [1-10].

Однако, липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), несмотря на широкое распространение в Предуралье (на территории Республики Башкортостан произрастает свыше 30 % липняков России [11]), относится к числу наименее изученных видов. Ранее были получены данные, характеризующие площадь листовой пластинки липы приспевающего (31-40 лет) возраста в условиях Уфимского промышленного центра [12]. Однако, не выясненными остались два принципиальных вопроса:

1. Какова возрастная динамика изменения площади листа липы мелколистной?

2. Как изменяется площадь листьев липы мелколистной в техногенных условиях иного типа, например, в условиях загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами?

Наконец, важнейшим остается вопрос об адаптационном значении изменения площади листа на различных этапах онтогенеза.

### Методика исследования

Районами исследования служили Уфимский и Стерлитамакский промышленный цен-

тры и их окрестности (рис. 1). Указанные промышленные центры являются крупнейшими в Республике Башкортостан и характеризуются смешанным типом загрязнения окружающей среды с преобладанием нефтехимического и полиметаллического, соответственно [13].



Рис. 1. Расположение районов исследования

Каждый промышленный центр был разделен на две зоны – загрязнения и контроля. Далее во всех зонах по стандартным методикам были заложены пробные площади в древостоях липы мелколистной всех классов возраста: молодняк (0-10 лет), жердняк (11-20 лет), средневозрастной (21-30 лет), приспевающий (31-40 лет), спе-

лый (41-50 лет) и перестойный (более 50 лет) [14]. Возраст деревьев определяли общепринятыми методами дендрохронологии [15]. Исследования в каждой возрастной группе проводили на модельных деревьях, отобранных по первичным таксационным характеристикам [16].

Листья для морфологических исследований собирались в течение вегетационного периода (июнь – июль - август). Образцы (60 листьев) брались с южной части кроны опушечных деревьев на высоте до 2 м. Собранные листья гербаризировались.

Исследования проводились на гербарном материале. Из каждой партии листьев рандомизированно [14] выбирались 20 листьев, у которых определялась площадь листа ( $\text{см}^2$ ).

Площадь листа измеряли двумя методами: методом «палетки» и методом нанесения на миллиметровую бумагу с последующим усреднением полученных данных. При использовании метода «палетки» на прозрачном полиэтилене вычерчивали квадрат со стороной 100 мм и делили его на сто более мелких квадратов со сторонами 10 мм. Далее накладывали полиэтилен на лист и вычисляли его площадь. При втором методе каждый лист перечерчивали на миллиметровую бумагу и вычисляли площадь каждой отдельной фигуры, входящей в состав листа с последующим суммированием полученных значений. Необходимость применения двух методов при определении площади листовой пластинки продиктована недостатками обоих и разным характером погрешностей, имеющих место при их использовании, что было показано в предыдущих исследованиях [12].

Статистическую обработку полученных данных проводили методами вариационной статистики с использованием программ Excel и Statistics for Windows.

### Результаты исследования

В графиках и таблице приводятся средние значения площади листовой пластинки в течение вегетационного периода. Необходимость приведения именно средних значений, а не динамики вегетационного периода обусловлено как большим количеством данных по шести классам возраста, так и отсутствием существенных и статистически достоверных изменений площади листа в течение основной части вегетации

#### Уфимский промышленный центр

Площадь листовой пластинки липы мелколистной варьирует от 15,23 до 33,03  $\text{см}^2$  (рис. 2, 3).

Наибольшие значения площади листа зарегистрированы в пойме в зоне контроля для дере-

вьев приспевающего возраста, наименьшие – для молодняка в условиях загрязнения.

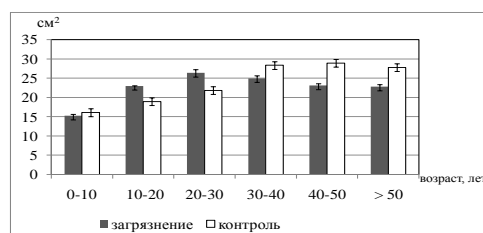


Рис. 2. Площадь листовой пластинки липы мелколистной в условиях Уфимского промышленного центра (водораздельное плато)

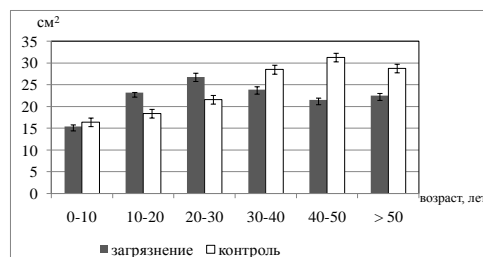


Рис. 3. Площадь листовой пластинки липы мелколистной в условиях Уфимского промышленного центра (пойма)

Площадь листовой пластинки изменяется в целом сходным с другими морфометрическими параметрами образом в зависимости от уровня техногенной нагрузки и возраста деревьев: для молодняка характерно незначительное ( $0,84-1,0 \text{ см}^2$ ) уменьшение площади листа при усилении загрязнения. Для жердняка и средневозрастного состояния отмечено увеличение площади в зоне загрязнения (на  $2,04-2,80 \text{ см}^2$ ). Для последующих возрастных генераций наблюдается существенное уменьшение анализируемого параметра в ответ на увеличение загрязнения: в среднем на  $3,4-9,83 \text{ см}^2$ . Наибольшие ( $5,86-9,83 \text{ см}^2$ ) диспропорции между зонами загрязнения характерны для спелого возраста.

Для зоны сильного загрязнения характерно в целом почти полное отсутствие различий между водораздельным плато и поймой в площади листовой пластинки ( $\pm 0,6 \text{ см}^2$ ). В зоне контроля листья несколько крупнее в пойме, нежели на плато (в среднем на  $1,56 \text{ см}^2$ ).

#### Стерлитамакский промышленный центр

Площадь листовой пластинки липы мелколистной варьирует в пределах  $13,9 - 27,5 \text{ см}^2$ . Пределы колебаний размеров листа в зоне загрязнения:  $13,9 - 18,8 \text{ см}^2$ , в зоне контроля:  $16,2 - 27,5 \text{ см}^2$  (рис. 4).

Установлены следующие особенности влияния уровня загрязнения на размеры листа. В

целом вне зависимости от возраста деревьев, начиная с жердняка, площадь листа всегда меньше в зоне загрязнения. Исключение составляют листья деревьев в возрасте молодняка. Но, по мере старения деревьев, разница между зонами увеличивается. В первые двадцать лет жизни разница между зонами практически отсутствует. Начиная со средневозрастной генерации, различия становятся явными. Данная особенность обусловлена как уменьшением площади листа в зоне загрязнения, так и увеличением последней в зоне контроля.

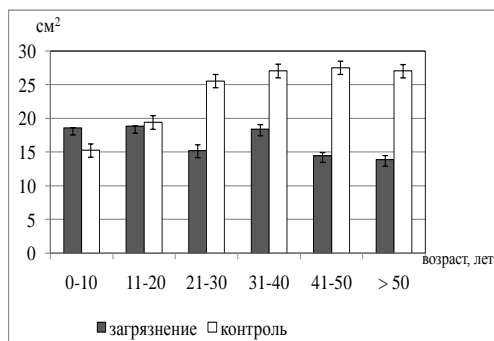


Рис. 3. Площадь листовой пластинки липы мелколистной в условиях Стерлитамакского промышленного центра

### Обсуждение результатов исследования

В условиях Уфимского промышленного центра в первые 10 лет жизни у липы мелколистной наблюдается уменьшение площади листа при усилении загрязнения. Обусловлено это, по-видимому, тем, что токсиканты оказывают дестабилизирующее влияние на скорость деления меристематических клеток [3, 4]. В две последующие возрастные генерации – в возрасте жердняка и с средневозрастным состоянием – площадь листьев, напротив, увеличивается. Однако причины этого различны. Так, в возрасте жердняка, как показали предыдущие исследования, происходит уменьшение интенсивности транспирационных процессов [17]. Снижение скорости испарения влаги может оказаться существенным фактором дестабилизации физиологических процессов. Соответственно, необходимо каким-либо образом компенсировать уменьшение скорости транспирационных процессов. Растения достигают этого путем увеличения площади листовой пластинки. Для средневозрастных деревьев увеличение площади листа обусловлено, вероятно, каталитическим действием токсикантов [4]. Характерно, что, согласно проведенным ранее исследованиям, именно в этот возрастной период аккумулирующая способность растения резко возрастает [18]. В дальнейшем площадь листовой пластинки

в зоне загрязнения всегда меньше чем в зоне контроля, что обуславливается как общими процессами старения растения [4, 17], так и ингибирующим действием токсикантов [3].

В условиях Стерлитамакского промышленного центра растения начинают аккумулировать токсиканты – преимущественно тяжелые металлы – с первых лет жизни [17]. Соответственно, возникает необходимость разбавления загрязняющих веществ с целью уменьшения их концентрации в еще формирующемся организме. По-видимому, именно это в сочетании с катализирующим влиянием тяжелых металлов [5] является причиной увеличения площади листа в зоне загрязнения по сравнению с контрольными условиями у молодняка. В дальнейшем в возрасте жердняка площади листовых пластинок в обеих зонах приблизительно одинаковые, и, начиная со средневозрастной генерации, имеет место устойчивое уменьшение размеров листа в зоне загрязнения.

### Выводы:

1. Установлено, что влияние уровня загрязнения на площадь листьев липы мелколистной зависит как от возраста дерева, так и от типа загрязнения;
2. В условиях нефтехимического загрязнения для жердняка и средневозрастных деревьев отмечено увеличение площади листьев при усилении загрязнения; в условиях полиметаллического загрязнения подобная особенность прослеживается только для молодняка;
3. Не выявлено существенного влияния геоморфологических условий на площадь листьев, за исключением деревьев приспевающего возраста;
4. В целом в условиях нефтехимического загрязнения листья липы мелколистной крупнее, чем в условиях полиметаллического.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васфилов, С.П. Возможные пути негативного влияния кислых газов на растения / С. П. Васфилов // Журнал общей биологии. 2003. - Т. 64. - № 2. - С. 146-159.
2. Гаврилин, И.И. Некоторые особенности газопоглощительной способности деревьев в урбоэкосистеме г. Братска / И.И. Гаврилин, Е.М. Рунова // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2012. - Т. 84. - № 1. - С. 135-138.
3. Гетко, Н.В. Растения в техногенной среде: Структура и функция ассимиляционного аппарата. - Мн.: Наука и техника, 1989. - 208 с.
4. Илькун, Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. / Г.М. Илькун // - Киев: Наукова думка, 1978. - 246 с.

5.Кахнина, Н.М. Влияние промышленного загрязнения почвы тяжелыми металлами на морфологические признаки растений *Phleum pratense* L. / Н.И. Кахнина, А.Ф. Титов, Г.Ф. Лайдинен, Ю.В. Батова //Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2009. № 3. С. 50-55.

6.Лукина, Ю.М. Воздействие промышленного загрязнения на строение листа *Betula czerepanovi* / Ю.М. Лукина, Н.В. Василевская //Растительные ресурсы. 2012. Т. 48. № 1. С. 51-59.

7.Неверова, О.А. Ксерофитизация листьев древесных растений как показатель загрязнения атмосферного воздуха (на примере г. Кемерово) / О.А. Неверова, Е.Ю. Колмагорова// Лесное хозяйство. - 2002. - № 3. - С. 29-33.

8.Рунова, Е.М. Некоторые особенности устойчивости деревьев к газовым и пылесодержащим выбросам / Е.М. Рунова, И.И. Гаврилин// Системы. Методы. Технологии. - 2010. - № 8. - С. 174-178.

9.Сунцова, Л. Н. Древесные растения в условиях техногенной среды города Красноярска / Л.Н. Сунцова, Е.М. Иншаков//Хвойные бо-реальной зоны. - 2007. - Т. XXIV. - С. 95-99.

10.Хмилевская, А.А. Эколого-физиологические исследования древесных пород в г. Пскове / А.А. Хмилевская// Вестник Псковского государственного педагогического университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. - 2008. - Т. 6. - С. 37-57.

11.Мушинская, Н.И. О естественном возобновлении липы мелколистной в липняках Башкортостана / Н.И. Мушинская// Леса Башкортостана: Современное состояние и перспективы. -

Уфа: Автор, 1997. - С. 165 - 166.

12.Сейдафаров, Р.А. Характеристика морфологических параметров листьев липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях промышленного загрязнения воздуха / Р.А. Сейдафаров, Р.В. Уразгильдин// Вестник Оренбургского государственного университета. - 2007. - № 75. - С. 309-311.

13.Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2009 году. - Уфа: АДИ-Пресс, 2009. - 301 с.

14.Методы изучения лесных сообществ / Андреева Е.Н., Баккал, И.Ю., Горшков В.В. и др. - СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. - 240 с.

15.Ваганов, Е.А. Роль и структура годичных колец хвойных. /Е.А. Ваганов, А.В. Шашкин // - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. - 232 с.

16.Ушаков, А.И. Лесная таксация и лесоустройство: учебное пособие. / А.И. Ушаков // - М.: МГУЛ, 1997. - С. 54-55.

17.Сейдафаров, Р.А. Механизмы адаптации ассимиляционного аппарата липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) к техногенным условиям (на примере Уфимского и Стерлитамакского промышленных центров) / Р.А. Сейдафаров, Р.Р. Сафиуллин// Приволжский научный вестник. - 2012. - № 3 (7). - С. 6-14.

18.Сейдафаров, Р.А. Адаптационные реакции корневых систем липы мелколистной в условиях техногенеза / Р.А. Сейдафаров, Р.Р. Сафиуллин// - Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. - Т. 10. - Вып. 3. - 2012. - С. 74-80.