

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЛИПЫ В УСЛОВИЯХ г. ГОРНО-АЛТАЙСКА

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования состояния древостоев липы сердцевидной в условиях г. Горно-Алтайска. Под влиянием загрязнения воздуха выявлены изменения таких морфологических параметров, как длина, ширина и площадь листа. Отмечено, что с возрастанием интенсивности загрязнения происходит увеличение разнообразия и доли поврежденных листьев липы в виде отмирания края и верхушки листовых органов и изменения типичной формы листа. Древостой липы в местах максимального загрязнения воздуха характеризуется как ослабленный.

Ключевые слова: жизненное состояние деревьев; загрязнение воздуха; липа.

Введение. В настоящее время города становятся основной средой обитания человека. В последние десятилетия наблюдается интенсивное насыщение атмосферы городов газообразными и пылевидными отходами транспортных средств и промышленных предприятий. Они вызывают ухудшение условий существования живых организмов, создают угрозу здоровью населения, способствуют нарушению климата в локальных и глобальных масштабах. Существенную роль в нейтрализации газообразных токсикантов выполняет растительность и особенно древесно-кустарниковые насаждения. Вопросы устойчивости древесных растений к различным типам загрязнения окружающей среды остаются слабоизученными поэтому актуальной проблемой является оценка жизненного состояния древесных растений в городских экосистемах.

Несмотря на отсутствие крупных промышленных предприятий в г. Горно-Алтайске, по условиям рассеивания вредных примесей в атмосфере городская территория входит в неблагоприятную зону. Расположение города в долине, со всех сторон окруженной горами, приводит к формированию воздушных инверсий, слабому рассеиванию загрязняющих веществ задержке и концентрации токсикантов в приземном слое воздуха. Неблагоприятными факторами, способствующим ухудшению качества атмосферного воздуха в Горно-Алтайске, являются также увеличение количества единиц автотранспорта и наличие большого количества котельных, часто не оборудованных эффективными очистными фильтрами.

Целью данной работы является оценка жизненного состояния липы в условиях г. Горно-Алтайска.

Материалы и методы. В среднем от всех источников в приземную атмосферу города Горно-Алтайска поступает около 13 тыс. тонн загрязняющих веществ, в том числе половина из них – от стационарных источников загрязнения [4]. Главным фактором загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками (городские котельные) является качество угля, при сжигании которого в воздух поступает большее количество вредных веществ (окислы серы, окислы углерода, окислы азота). До половины объема аэрозольной эмиссии тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Cr, Ba и др.) и оксида углерода поступает в приземную атмосферу от автотранспорта [4, 6].

Экологическое состояние атмосферного воздуха в городской экосистеме в летний период времени оценивается как удовлетворительное, а в зимнее время – как малоудовлетворительное и неудовлетворительное. Состояние растительного покрова, оцененное по суммарному показателю поглощения и показателю биохимической контрастности, характеризуется, как малоблагополучное и неблагополучное [4].

Объектом нашего исследования явилась липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.), используемая для озеленения городской территории. Это крупное листопадное дерево высотой до 30 м с раскидистой кроной. Кора темная, на старых деревьях бороздчатая. Листья очередные округло-сердцевидные, длинночерешковые, с пильчатым краем, темно-зеленые, с длиннозаостренной верхушкой. Цветки душистые с прицветниками, светло-желтого цвета, собраны в полузонтики. Плод – односемянный орешек [3]. Предпочитает плодородные дренированные почвы. Теневынослива. Благодаря позднему цветению устойчива к весенним заморозкам [1].

Для оценки жизненного состояния липы сердцевидной в пределах городской территории были заложены 12 пробных участков, различающиеся по степени интенсивности загрязнения: контроль, автозаправки, котельные, частный сектор, автомагистрали, парки и скверы. На каждой площадке с 10 близко растущих деревьев после завершения интенсивного роста листьев в июле собирали по 20 листьев с каждого дерева. Всего 200 листьев с каждой площадки. Проводили сбор листьев с деревьев, находящихся в примерно одинаковых условиях по уровню освещенности, влажности, типу биотопа. Листья брали из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток с разным направлением: с севера, юга, запада и востока. Для анализа использовались только средневозрастные растения, с молодых и старых деревьев листья не собирались. Собранный материал подвергался гербаризации. Всего собрано 2500 листьев липы.

Для оценки жизненного состояния липы нами использовались такие морфометрические показатели листа, как длина и ширина листа, площадь листа, наличие некрозов. Кроме того, мы оценивали состояние отдельных деревьев по следующим критериям: $K < 1,5$ – здоровый древостой; $K = 1,6–2,5$ – ослабленный древостой; $K = 2,6–3,5$ – сильно ослабленный лес; $K = 3,6–4,5$ – усыхающий лес; $K > 4,6$ – погибший лес [5]. Контролем служили листья с условно одновозрастных деревьев, собранных в экологически чистой нагорной части города.

Полученные данные обрабатывались общепринятыми статистическими методами с применением программ Excel 7.0.

Результаты и обсуждения. Анализ результатов исследования показал, длина листьев липы на контроле составила в среднем 6,77 см. Максимальное достоверное увеличение длины листа (до 9,06 см) отмечено для липы, растущей около завода ЖБИ и в районе частного сектора. На этих территориях идет интенсивное накопление пыли и загрязняющих веществ. Длина листьев липы в парках близка к контролю и составляет в среднем 7,24 см. На всех участках, расположенных в зонах загрязнения воздушной среды, характерно увеличение длины листьев на 10–13 % (табл. 1).

Таблица 1

Изменение длины листа липы сердцевидной

Места произрастания	Длина листа, см	Ширина листа, см	Площадь, кв. см
Контроль	6,77 ± 0,02	6,27 ± 0,01	29,94 ± 0,20
Парки	7,24 ± 0,07*	6,49 ± 0,02	31,66 ± 0,05*
Автозаправки	8,36 ± 0,10*	7,92 ± 0,09*	46,56 ± 0,03*
Автомобильные дороги	8,83 ± 0,17*	8,28 ± 0,08*	49,21 ± 0,80*
Котельные	8,95 ± 0,08*	8,63 ± 0,05*	46,92 ± 0,40*
Частный сектор	9,01 ± 0,08*	8,56 ± 0,07*	38,47 ± 0,20*
Завод ЖБИ	9,06 ± 0,07*	8,39 ± 0,07*	51,95 ± 0,40*

Примеч.: * – различие с контрольным значением достоверно, $p < 0,05$.

Ширина листьев липы на контроле составила в среднем 6,27 см. Максимальное достоверное увеличение длины листа (до 8,63 см) отмечено для листьев липы, растущей около котельных и в районе частного сектора. Длина листьев липы в парках достоверно не отличается от контрольных участков и составляет в среднем 6,49 см. На всех участках, расположенных в зонах загрязнения воздушной среды, характерно увеличение длины листьев на 10–14 % (табл. 1).

По литературным данным известно, что площадь листовой поверхности являются диагностическими признаками устойчивости древесных растений в условиях городской среды [2]. Анализ полученных данных и статистическая обработка результатов позволили нам установить зависимость между площадью листа и экологическими условиями произрастания липы сердцевидной.

На контрольном участке средняя площадь листа липы составила 29,94 см². Максимальная площадь листа выявлена у лип, растущих в районе завода ЖБИ (51,95 см). Значительное достоверное увеличение площади листа характерно и у лип, произрастающих вдоль дорог, около заправок и котельных. В таких условиях произрастания площадь листьев достоверно увеличивалась по сравнению с контролем на 15–17 %.

Под влиянием газообразных токсикантов происходит видимое повреждение листовых органов деревьев. Изучение характера и степени повреждения листьев липы сердцевидной в разных точках произрастания позволило выявить 5 типов повреждений: точечный и пятнистый некроз, мертвый край листа, мертвая верхушка листа, изменение формы листа.

На контроле для листьев липы выявлено повреждения в виде точечного некроза, причем доля поврежденных листьев составляет только 1 %. В парках к точечному некрозу добавляется пятнистый некроз листьев. Доля таких некрозов также невелика и варьирует от 4 до 5 %. В районах автозаправок, котельных, автодорог, завода ЖБИ и частного сектора резко увеличивается доля точечных и пятнистых некрозов в 2–7 раз; появляются повреждения верхушки и края листовой пластинки (6–16 % от общего количества исследованных листьев), а также отмечено изменение типичной формы листа (9–16 % от общего количества исследованных листьев). Более неблагоприятные условия складываются для липы, растущей около завода ЖБИ и в районе котельных (табл. 2). Таким образом, увеличение степени загрязнения приводит к увеличению разнообразия различных повреждений и их количества.

Таблица 2

Повреждения листа липы сердцевидной

Места произрастания	Типы некрозов и повреждений листа липы, %				
	точечный некроз	пятнистый некроз	мертвый край	мертвая верхушка	изменение формы
Контроль	1	–	–	–	–
Парки	4	5	–	–	–
Заправки	12	7	6	6	10
Автодороги	17	11	9	11	14
Завод ЖБИ	12	35	16	14	9
Котельные	23	40	8	15	14
Частный сектор	19	12	11	13	16

Визуальная оценка жизненного состояния деревьев липы в разных точках произрастания показала, что значение коэффициента жизненного состояния колеблется от 1,1 (на контроле) до 1,9 (район котельных). Деревья, растущие в парках, вдоль автодорог и у автозаправок, а также в частном секторе, характеризуются как здоровые. Деревья липы, растущие около завода ЖБИ и котельных, характеризуются как ослабленные (табл. 3).

Таблица 3

Оценка жизненного состояния деревьев липы сердцевидной

Места произрастания	Коэффициент оценки жизненного состояния деревьев	Оценка жизненного состояния
Контроль	1,1	здоровые деревья
Парки	1,2	здоровые деревья
Автозаправки	1,4	здоровые деревья
Автодороги	1,5	здоровые деревья
Частный сектор	1,6	здоровые деревья
Завод ЖБИ	1,8	ослабленные деревья
Котельные	1,9	ослабленные деревья

Таким образом, в условиях атмосферного загрязнения г. Горно-Алтайска, у липы сердцевидной отмечено увеличение длины, ширины и площади листьев, что является физиолого-биохимической реакцией на стресс и повреждения фотосинтетического аппарата, компенсацией снижения количества фотосинтетических пигментов.

При увеличении интенсивности загрязнения выявлено увеличение разнообразия и доли повреждений листьев липы в виде отмирания края и верхушки листовых органов и изменения типичной формы листа.

Оценка жизненного состояния деревьев липы в условиях г. Горно-Алтайска показала, что в районах максимального загрязнения воздушной среды древостой характеризуется как ослабленный.

Литература

1. Двоглазова А. А. Эколого-биологические особенности древесных и травянистых растений в насаждениях урбаноэкосистемы крупного промышленного центра (на примере г. Ижевска): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Уфа: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – 21 с.

2. Неверова О. А. Биоэкологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха по состоянию древесных растений. – Новосибирск: Наука, 2001. – 119 с.

3. Николаевский В. С., Васина И. В., Николаевская Н. Г. Влияние некоторых факторов городской среды на состояние древесных пород // Вестник Московского государственного университета леса, 1998. – № 2. – С. 28–40.

4. Робертус Ю. В. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Алтай в 2004 году. – Горно-Алтайск, 2005. – 103 с.

5. Уфимцева М. Д., Терехина Н. Ф. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга. – СПб.: Наука, 2005. – 339 с.

6. Шарабура Г. Д., Модина Т. Д. Природа загрязнения атмосферы в районе г. Горно-Алтайска // Социально-экономические проблемы развития г. Горно-Алтайска до 2000 г. – Горно-Алтайск, 1998. – С. 41–42.