УДК 01.06–04В3.149

© Л. М. Осипова, А. Н. Сумская

ХАРАКТЕР ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ТОКСИКАНТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ ВОДЫ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ТРАНСПИРАЦИИ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: botany@dongu.donetsk.ua

Осипова Л. М, Сумская А. Н. **Характер влияния атмосферных токсикантов на содержание разных форм воды и интенсивность транспирации листьев древесных растений. –** Получены экспериментальные данные в процессе исследований физиологических особенностей древесных растений, произрастающих в условиях автомагистрали, проходящей вдоль проспекта им. Павших Коммунаров. Сравнительный анализ данных опытных и контрольных растений позволил установить наличие адаптационного процесса у *Populus nigra* L.

Ключевые слова: адаптация, водный баланс, водный дефицит, транспирация.

Введение

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием автомобильного транспорта существенно обострились проблемы воздействия его на окружающую среду. Автотранспорт относится к основным источникам загрязнения окружающей среды в большинстве крупных городов, при этом на 90% воздействия на атмосферу связано с работой автотранспортных средств на магистралях, остальной вклад вносят стационарные источники: цехи, участки, станции технического обслуживания, стоянки и т. д. [1].

Выбросы автотранспорта можно рассматривать как один из антропогенных факторов, приводящих к загрязнению биосферы. Несомненно, наибольшей остроты эти проблемы достигли в загрязнении атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей. В последние десятилетия во всем мире необычайно расширились научные и практические исследования по борьбе с загрязнением атмосферного воздуха. Эти исследования направлены, с одной стороны, на максимальное сокращение поступления транспортно-промышленных отходов в атмосферу, а с другой – на сокращение наносимого ими ущерба живым объектам. Роль естественного фильтра наиболее эффективно выполняет растительность, поэтому в настоящее время особенно остро стоит вопрос создания в условиях загрязненной атмосферы устойчивых зеленых насаждений, обладающих по возможности большими газопоглотительными и пылеосаждающими способностями [1].

Непрерывный рост интенсивности движения автотранспорта вызывает необходимость проведения подробных специальных исследований, направленных на выяснение состояния этого вопроса на сегодняшний день и составление возможных прогнозов на будущее.

В связи с этим в задачу нашего исследования входило изучение физиологических особенностей древесных растений, произрастающих вдоль автомагистрали проспекта им. Павших Коммунаров.

Материал и методы исследования

В качестве опытных растений нами исследовались наиболее встречаемые виды древесных растений: *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Populus nigra* L. Контрольные растения произрастали на территории парка им. Ленинского комсомола.

Для определения водного дефицита использовали 1 г высечек из листьев опытных и контрольных растений, которые помещали в абсолютно сухие бюксы закрытые крышками и немедленно взвешивали. Затем эти диски помещают в заполненные водой чашки Петри и оставляют до насыщения водой в течение двух часов. Тургесцентные высечки из листьев просушивают и через 30 минут взвешивают, затем определяют вес абсолютно сухой ткани. После этого бюкс с навеской ставят на 5 часов в сушильный шкаф (t°=105°C), затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают закрытый бюкс [2].

Для изучения интенсивности транспирации срезанный лист дважды взвешивают с интервалом 5 минут. Уменьшение массы листьев соответствует количеству испаряемой воды [7]. Интенсивность транспирации вычисляем по формуле:

$$I_T = \frac{n \cdot 10000 \cdot 60}{S \cdot t},$$

где n – количество испарившейся воды, u; t – экспозиция, мин.; S – площадь, см; 10000 – коэффициент перевода см в м.

Результаты и обсуждение

Водный баланс опытных и контрольных растений, степень оводненности – важнейший показатель водного режима растений, отношение его к почвенной и атмосферной засухе [7]. Определение содержания воды в листьях дает возможность выяснить эколого-физиологические особенности растений, узнать механизм их адаптации к условиям среды. В связи с этим нами было определено содержание общей воды в листьях опытных и контрольных растений. Величины данных параметров статистически обработаны и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание общей воды в листьях исследуемых растений (%)

№	Вид растения	Опыт, M ± m	Контроль, M ± m	t
1	*Populus nigra* L.	72,50 ± 0,69	75,08 ± 0,26	3,49
2	*Tilia cordata* Mill.	75,72 ± 0,38	77,64 ± 0,06	4,99
3	*Acer platanoides* L.	63,70 ± 0,88	62,62 ± 0,28	1,17

Примечание. n = 30, t_{st}= 2,00.

Из полученных экспериментальных данных видно, что у опытных растений тополя черного и липы сердцелистной содержание общей воды в листьях достоверно снижено. Тополь черный: опыт – 72,50 ± 0,69%, контроль – 75,08 ± 0,26%; липа сердцевидная: опыт – 75,72 ± 0,38%, контроль – 77,64 ± 0,06% (t=4,99). У опытных же растений клена остролистого величина данного параметра остается на уровне контроля – опыт: 63,70 ± 0,88%, контроль: 62,62 ± 0,28% (t=1,17).

Исходя из литературных данных известно, что у большинства засухоустойчивых растений во время засухи резко снижается количество общей воды в листьях [6]. Однако, только по содержанию общей воды нельзя судить об устойчивости растений. В связи с этим параллельно с определением содержания общей воды нами были проведены экспериментальные исследования по изучению содержания одной из форм воды – свободной. Экспериментальные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание свободной воды в листьях исследуемых растений (%)

№	Вид растения	Опыт, M ± m	Контроль, M ± m	t
1	*Populus nigra* L.	47,72 ± 0,82	37,32 ± 0,01	3,49
2	*Tilia cordata* Mill.	37,21 ± 0,98	32,16 ± 0,48	4,99
3	*Acer platanoides* L.	46,88 ± 0,04	45,03 ± 0,65	1,17

Как видно из данных табл. 2, у опытных растений тополя черного и липы сердцелистной величина данного параметра достоверно увеличивается сравнительно с контролем, что, соответственно, составляет – тополь черный: опыт – 47,72 ± 0,82%, контроль – 37,32 ± 0,01% (t=3,49); липа сердцевидная: опыт – 37,21 ± 0,98%, контроль – 32,16 ± 0,48%

(t=4,99). У опытных растений клена остролистого содержание свободной воды остается на уровне контроля: опыт – 46,88 ± 0,04%, контроль – 45,03 ± 0,65% (t=1,17). По литературным данным, содержание свободной воды определяет интенсивность физиологических процессов [5]. Исходя из этого можно предположить, что развитие в данных экологических условиях приводит к ускорению физиологических процессов у тополя черного и липы сердцелистной.

С целью более объективного изучения процесса адаптации к загрязнению атмосферного воздуха выхлопными газами нами также было изучено содержание связанной воды в листьях опытных и контрольных растений. Данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание связанной воды в листьях опытных и контрольных растений (%)

№	Вид растения	Опыт, M ± m	Контроль, M ± m	t
1	*Populus nigra* L.	15,59 ± 0,04	13,97 ± 0,05	2,51
2	*Tilia cordata* Mill.	20,09 ± 0,08	18,04 ± 0,01	2,47
3	*Acer platanoides* L.	26,62 ± 0,45	27,01 ± 0,38	2,21

Исходя из полученных экспериментальных данных, приведенных в табл. 3, видно, что содержание связанной воды в листьях опытных растений тополя черного и липы сердцелистной существенно увеличено (тополь черный: опыт – 15,59 ± 0,04%, контроль – 13,97 ± 0,05% (t=2,51); липа сердцевидная: опыт – 20,09 ± 0,08%, контроль – 18,04 ± 0,01% (t=2,47)). У опытных же растений клена остролистного величина данного показателя остается на уровне контроля (опыт – 26,62 ± 0,45%, контроль – 27,01 ± 0,38% (t=2,21)).

Из литературных данных известно, что при неблагоприятных условиях существования содержание связанной воды в листьях растений повышается, что приводит к замедлению роста растений, к снижению интенсивности обменных процессов. Чем больше у растений сохраняется связанной воды, тем выше их устойчивость к этим факторам [8]. Содержание связанной воды в значительной степени зависит от влажности почвы. Почвенная засуха ведет к уменьшению свободной воды и возрастанию связанной [3, 5].

Недостаток влаги в почве нарушает водообмен у растений. Снижение оводненности тканей изменяет состояние биоколлоидов клетки, что приводит к повреждению тонкой структуры протопласта, существенным сдвигам в состоянии и деятельности всех ферментативных систем и, как следствие, к нарушению обмена веществ у растений. Уменьшение содержания воды в растениях вызывает резкое падение интенсивности фотосинтеза, возрастание дыхания, нарушение сопряженности окисления и фосфорилирования, что ведет к сильному снижению энергетической эффективности дыхания [7].

В качестве показателей напряженности водного режима растений используют водный дефицит. В связи с этим целью нашей работы являлось определение величины водного дефицита, который испытывают опытные растения. Полученные результаты статистически обработаны и приведены в табл. 4.

Таблица 4

Величина водного дефицита исследуемых растений полного общего содержания воды в клетках при полном насыщении ткани

№	Вид растения	Опыт, M ± m	Контроль, M ± m	t
1	*Populus nigra* L.	10,65 ± 0,21	16,98 ± 0,99	6,13
2	*Tilia cordata* Mill.	15,38 ± 1,05	30,67 ± 0,89	11,13
3	*Acer platanoides* L.	15,15 ± 0,83	35,76 ± 0,54	21,76

Как видно из данных табл. 4, наибольший дефицит испытывают липа сердцевидная: опыт – 15,38 ± 1,05%, контроль – 30,67 ± 0,89% (t=11,13) и клен остролистный: опыт – 15,15 ± 0,83%, контроль – 35,76 ± 0,54% (t=21,76); наименьший водный дефицит испытывает тополь черный: опыт – 10,65 ± 0,21%, контроль – 16,98 ± 0,99% (t=6,13).

Некоторые засухоустойчивые виды древесных растений одновременно являются и газоустойчивыми. Эти виды обладают повышенной водоудерживающей способностью или способностью к активной регуляции температуры листьев. Это говорит о приспособительном характере водообмена к действию фитотоксикантов. Уменьшение интенсивности транспирации приводит к нарушению температурного режима, способствует аккумуляции токсикантов в растении, а это в свою очередь способствует увеличению водоудерживающей способности ткани, что снижает количество воды, расходуемой растением на транспирацию, и приводит к перегреву листьев [4].

В связи с этим в задачу наших исследований входило определение интенсивности транспирации опытных растений относительно контроля. Полученные данные приведены в табл. 5.

Таблица 5

Интенсивность транспирации в исследуемых растениях (г/м^2·ч)

№	Вид растения	Интенсивность транспирации		t
		Опыт, M ± m	Контроль, M ± m	
1	*Populus nigra* L.	101,52 ± 1,21	119,00 ± 1,04	4,56
2	*Tilia cordata* Mill.	46,33 ± 0,87	53,06 ± 0,57	4,01
3	*Acer platanoides* L.	26,57 ± 0,33	37,60 ± 0,73	3,45

Загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспортного предприятия достоверно снижает интенсивность транспирации у всех опытных растений. У тополя черного этот показатель в опыте составляет 101,52 ± 1,21%, в контроле – 119,00 ± 1,04%; у липы сердцелистной – 46,33 ± 0,87%, контроль – 53,06 ± 0,57%; у клена остролистного – 26,57 ± 0,33 и 37,60 ± 0,73%, соответственно.

Интенсивность транспирационных потерь снижается с усилением уровня загрязнения атмосферного воздуха полютантами, что имеет адаптивный характер, так как способствует ограничению поступления токсических газов внутрь листовой пластинки.

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет предположить, что процесс адаптации к условиям данной среды в большей мере характерен для тополя черного.

Выводы

1. Проспект им. Павших Коммунаров – максимально загруженная автомагистраль г. Донецка с высокой интенсивностью движения автотранспорта, что ведет к значительному загрязнению воздуха отработанными газами автомобилей, а именно: окисью углерода.

2. Определение степени оводненности опытных и контрольных растений с целью изучения процесса адаптации их к загрязнению атмосферного воздуха выхлопными газами автомобильного транспорта показало достоверное снижение содержания общей воды у опытных растений тополя черного и липы сердцелистной относительно контроля, а также достоверное увеличение содержания связанной воды у этих же видов опытных древесных растений относительно контроля.

3. Исследование водного дефицита опытных и контрольных растений как показателя напряженности водного режима растений позволило установить, что наибольший дефицит испытывают липа сердцелистная и клен остролистный, наименьший водный дефицит испытывает тополь черный.

4. Экспериментальные исследования интенсивности транспирации древесных растений, произрастающих в условиях автомагистрали проспекта им. Павших Коммунаров, относительно контроля показали достоверное снижение данных показателей у всех опытных растений.

Список литературы

1. *Кулагин Ю. З.* Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 124 с.

2. *Бессонова В. П.* Практикум з фізіології рослин / В. П. Бессонова. – Дніпропетровськ: РВВДДАУ, 2006. – 316 с.

3. *Гусев Н. А.* Состояние воды в растении / Н. А. Гусев. – М., 1974. – 130 с.

4. *Илькун Г. М.* Загрязнение атмосферы и растения / Г. М. Илькун. – К.: Наук. думка, 1975. – 247 с.

5. *Мусиенко М. М.* Физиология растений: Підручник / М. М. Мусиенко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.

6. *Полевой В. В.* Физиология растений / В. В. Полевой. – М.: Высш. шк., 1989. – С. 65–85.

7. *Слейгер Г.* Водный режим растений / Г. Слейгер. – М.: Мир, 1970. – 206 с.

8. *Тарабрин В. П.* Фитотоксичность органических и неорганических загрязнителей / В. П. Тарабрин, Е. Н. Кондратюк, В. Г. Башкатов. – К.: Наук. думка, 1986. – 216 с.

9. *Тарабрин В. П.* Исследование по физиологии устойчивости растений в Донбассе / В. П. Тарабрин, А. А. Игнатенко, И. И. Коршиков и др. // Интродукция и акклиматизация растений. – 1990. – Вып. 14. – С. 58–59.

Осипова Л. М., Сумська А. М. **Характер впливу атмосферних токсикантів на вміст різних форм води й інтенсивність транспірації листя деревних рослин. –** Отримано експериментальні результати в процесі досліджень фізіологічних особливостей деревних рослин, які функціонують в умовах автомагістралі, що проходить уздовж проспекту на ім’я Павших Комунарів. Порівняний аналіз експериментальних і контрольних рослин дозволяють встановити наявність адаптивного процесу в *Populus nigra* L.

Ключові слова: адаптація, водяний баланс, водяний дефіцит, транспірація.

Osipova L. M., Sumskaja A. N. **Character of influence atmospheric toxicants on a contents of the different forms of water and intensity of transpiration of pages of wood plants. –** Experimental information is got in the process of researches of physiological features of arboreal plants, sprouting in the conditions of motorway, passing along boulevard of the name "Pavshih Kommunarov". The comparative analysis of these experimental and control plants allowed to set the presence of adaptation process at *Populus nigra* L.

Key words: adaptation, water balance, water deficit, evaporation.