

УДК 574.2
AGRIS F40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/10>

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА *Platanus orientalis* L.

©Мамедова Р. Н., ORCID: 0000-0001-8978-374X, канд. биол. наук,
Институт почвоведения и агрохимии, г. Баку, Азербайджан, roza2919@mail.ru

TRANSPORT POLLUTION IMPACT ASSESSMENT ON THE *Platanus orientalis* L. PHYSIOLOGICAL PROPERTIES

©Mammadova R., ORCID: 0000-0001-8978-374X, Ph.D., Institute of Soil Science
and Agrochemistry, Baku, Azerbaijan, roza2919@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено влияние автотранспортного загрязнения на физиологические свойства древесного растения платан восточный (*Platanus orientalis* L.) в условиях города Баку (Азербайджан). Для оценки физиологического состояния растений проводился сравнительный анализ показателей замедленной флуоресценции хлорофилла *a* листьев деревьев, растущих на территориях находящихся на различном расстоянии от автомагистрали. Характер изменения различных фаз индукционной кривой миллисекундной компоненты замедленной флуоресценции хлорофилла *a* использовался для оценки состояния фотосистемы II. Результаты исследования показали, что как донорная сторона фотосистемы II, так и акцепторная, проявляют достаточно высокую чувствительность к автотранспортному загрязнению. В результате — эффективность процесса фотосинтеза ухудшается в условиях загрязнения. Это делает возможным использование *P. orientalis* в качестве растения-индикатора для оценки качества среды.

Abstract. The influence of vehicle pollution on the physiological properties of the woody plant Oriental plane tree (*Platanus orientalis* L.) in the conditions of the city of Baku (Azerbaijan) is considered. To assess the physiological state of plants, a comparative analysis of indicators of delayed *chlorophyll a* fluorescence of leaves of trees growing in areas located at different distances from the highway was carried out. The pattern of changes in the various phases of the induction curve of the millisecond component of the delayed fluorescence of *chlorophyll a* was used to assess the state of photosystem II. The results of the study showed that both the donor side of photosystem II and the acceptor side exhibit a fairly high sensitivity to vehicle pollution. As a result, the efficiency of the photosynthesis process deteriorates under polluted conditions. This makes it possible to use *P. orientalis* as an indicator plant to assess environmental quality.

Ключевые слова: платан восточный, фотосинтез, хлорофилл, флуоресценция.

Keywords: *Platanus orientalis* L., photosynthesis, chlorophyll, fluorescence.

В современном мире автотранспортное загрязнение является серьезной проблемой во многих густонаселенных и промышленно развитых странах мира. В некоторых городах за последнее десятилетие количество автомобилей увеличилось вдвое. Такие темпы роста количества автомобилей и быстрая урбанизация оказывают серьезное влияние на экологическое состояние окружающей среды. Автомобильные транспортные средства

являются источником выделения в окружающую среду около 200 различных загрязняющих веществ в зависимости от качества топлива, которое они потребляют, и эффективности двигателя. Основными загрязнителями, выделяемыми в выхлопных газах транспортных средств, являются окись углерода, оксиды азота, бензол, альдегиды, оксиды серы, полициклические ароматические углеводороды, твердые частицы, свинец и другие [5, 8, 12].

Ключевым компонентом улучшения качества городской среды является их озеленение. При этом стратегически важным является правильный выбор видов растений устойчивых к загрязнению. За последние несколько лет как результат стремительной урбанизации количество транспортных средств в Баку — столице Азербайджана быстро возросло, что привело к повышению уровня содержания загрязняющих веществ в среде и растениях вблизи автомагистралей.

Для озеленения города Баку в парках, вдоль дорог и улиц высаживают платан восточный (*Platanus orientalis* L.). Учитывая это, в работе определена степень устойчивости *Platanus orientalis* L. к автотранспортному загрязнению. Рассматривалось влияние загрязнения почвы и воздуха выбросами автотранспорта на физиологические свойства листьев платана. Физиологические параметры позволяют выявлять в растении ранние изменения еще до того, как они станут визуально видимыми [4].

Материал и методы исследования

В качестве объекта исследования был выбран платан восточный (*Platanus orientalis* L.). Это древесное растение входит в род Платан (*Platanus*) семейства Платановые (Platanaceae). Высота — 25–50 м, с неровным, узловатым, мощным стволом. Крона — раскидистая. Ствол — светло-серый или зеленовато-серый. Кора отпадает крупными тонкими чешуями, которые обнажают пятна более светлого внутреннего слоя коры белого или желтовато-серого цвета. Листья пяти-, реже семилопастные, и редко трёхлопастные. В Азербайджане это дерево используется для озеленения и декоративного оформления территории города Баку [11].

Исследование проводилось на территории города Баку столицы Азербайджанской Республики. Пробные площадки были заложены на расстоянии 3–4 м от обочины дороги с интенсивным транспортным движением в Ясамальском районе (N 40°22'22,2" E 49°48'57,7").

Контрольная пробная площадка была заложена на территории Дендрологического сада в относительно экологически чистом поселке Мардакян в Хазарском районе (N 40°29'26,8" E 50°09'45,8").

Сбор листьев проводили согласно методике, описанной в работе Р. Н. Мамедова [9].

Изоляцию хлоропластов из листьев проводилось методом дифференциального центрифугирования [6].

До регистрации спектров замедленной флуоресценции хлорофилла в суспензиях, каждую пробу уравнивали по количеству хлорофилла (в каждой пробе — 15 мкг/мл хлорофилла). Количество хлорофилла в пробах определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре Jenway 7300 (Англия). Хлорофилл экстрагировали 96% этанолом [6].

Для регистрации индукционных кривых миллисекундной компоненты замедленной флуоресценции хлорофилла *a* (мсЗФ Хл *a*) листьев была использована фотометрическая установка с фосфороскопом [7, 10].

Приемником квантов света в установке служил фотоумножитель ФЭУ-51. Питание фотоумножителя — от высоковольтного выпрямителя ВС-22. Регистрация фототока производилась на самописце КСП-4, подключенного через усилитель ЛПУ-01.

Листья в установке освещали лампой накаливания (500 Вт) с водяным теплофильтром.

До того как приступить к регистрации индукционных кривых $m\Delta\Phi$ Хл. а, суспензии помещали в камеру флуороскопа, закрывали крышку, повернув ее до упора против часовой стрелки, и выдерживали 10 минут для темновой адаптации каждого образца.

Использована программа Corel Draw на основе усредненных показателей индукционных кривых $m\Delta\Phi$ Хл. А.

Результаты и обсуждение

На Рисунке показаны индукционные кривые $m\Delta\Phi$ Хл. а листьев деревьев *P. orientalis*, произрастающих в отличающихся по степени удаленности от автомагистрали.

В исследовании рассматриваются изменения двух фаз индукционной кривой $m\Delta\Phi$ Хл. а, отражающих состояние ФСII. Это быстрая фаза отражающая акцепторную сторону ФС II и характеризующая события в ближайшем окружении реакционного центра ФС II, в частности его переход в закрытое состояние (восстановление первичных акцепторов), и медленная фаза отражающая стабильность потока электронов к Q_A и характеризующая события на донорной стороне ФСII. Достижение стационарного состояния на индукционной кривой $m\Delta\Phi$ Хл. а отражает установление стационарного состояния окислительно-восстановительного процесса, связанного с переносом электронов в пределах ФС II [1–3].

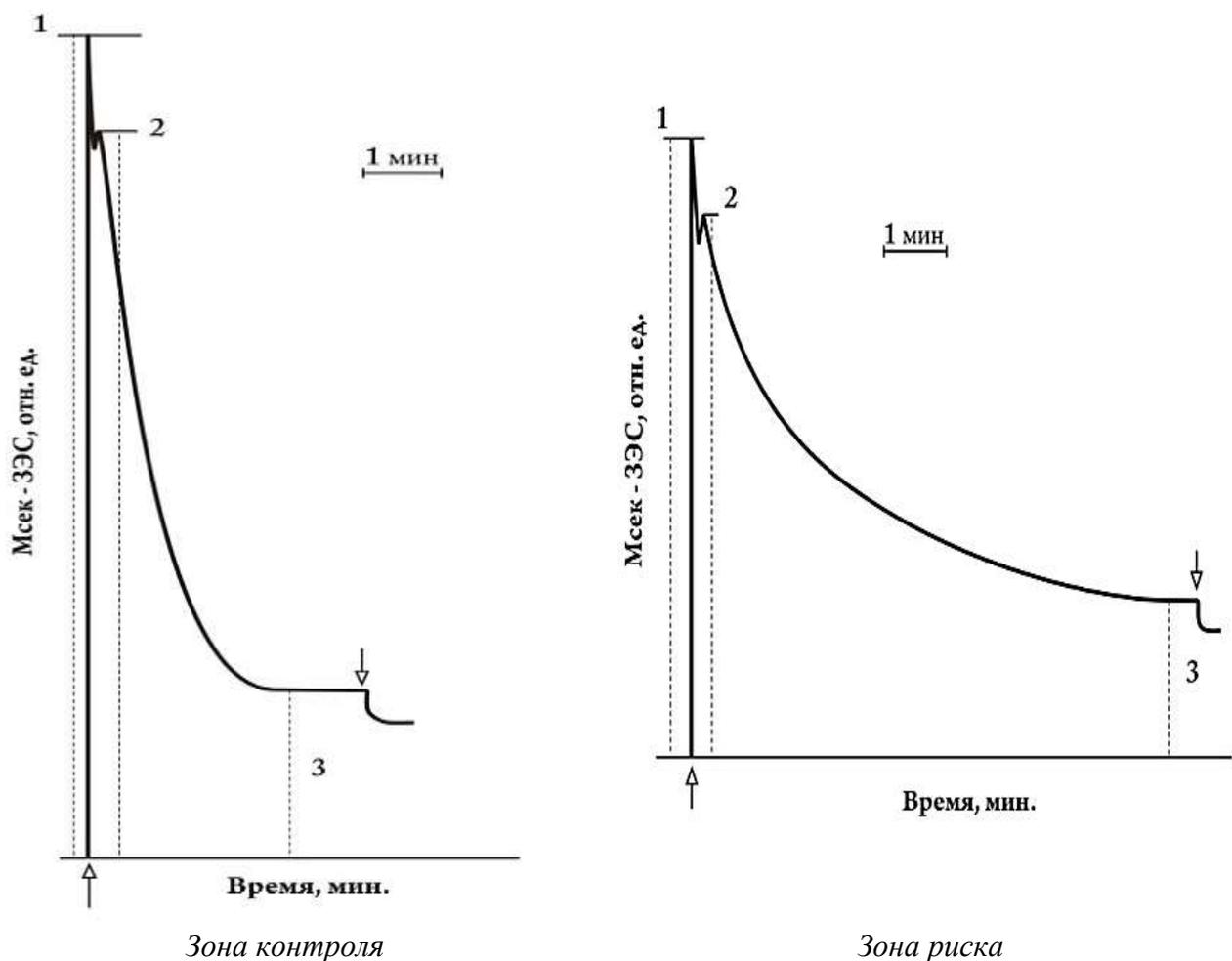


Рисунок. Индукционные кривые $m\Delta\Phi$ Хл. а листьев *P. orientalis*

Из Таблицы видно, что количественные показатели кинетических кривых $m\Delta\Phi$ Хл. а в суспензиях хлоропластов листьев у деревьев, в зависимости от места произрастания, заметно

отличаются. Так, интенсивность быстрой фазы индукционной кривой $ms3\Phi$ Хл. *a* у *P. orientalis*, растущих на обочине дороги, уменьшается примерно в 1,5 раза, интенсивность медленной фазы примерно в 2,2 раза, а высота стационарного уровня в 1,6 раз по сравнению с зоной контроля. Это указывает на то, что события, происходящие на донорной стороне ФС II, в большей степени чувствительны к стрессовым факторам среды, а акцепторная сторона ФС II более устойчива.

Соотношение значения интенсивности быстрой фазы к значению стационарного уровня в зоне контроля увеличивается примерно в 1,9 раза, а соотношение значения медленной фазы к значению стационарного уровня примерно в 2,1 раз по сравнению с экологически рискованной зоной. Итак, в листьях *P. orientalis* существенные изменения происходят и на акцепторной и на донорной стороне ФС II.

В зоне риска повышается высота стационарного уровня. Это указывает на то, что в условиях стресса понижается эффективность процесса фотосинтеза.

Таблица.

ЗНАЧЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ФАЗ $MS3\Phi$ ХЛ. А ЛИСТЬЕВ *P. orientalis*
И ИХ ОТНОШЕНИЕ К ИНТЕНСИВНОСТИ СТАЦИОНАРНОГО УРОВНЯ

Зона	БФ	МФ	СУ	БФ / СУ	МФ / СУ
Контроль	14,2±0,93	10,3±0,49	2,7±0,63	5,2±0,73	3,8±0,67
Зона риска	9,6±0,76	6,4±0,57	3,5±0,48	2,7±0,56	1,8±0,95

Примечание: БФ — быстрая фаза, МФ — медленная фаза, СУ — стационарный уровень

Подавление интенсивности как быстрой, так и медленной фазы в условиях автотранспортного загрязнения указывает на то, что изменения происходят и на донорной и на акцепторной стороне реакционного центра ФС II. Это в свою очередь отражается на эффективности процесса фотосинтеза, приводя к задержке достижения стационарного состояния окислительно-восстановительного процесса, в результате повышается высота стационарного уровня.

Заключение

На основе полученных результатов можно сделать заключение о том, что фотосинтетический аппарат *P. orientalis* не устойчив к воздействию автотранспортного загрязнения, так как и донорная и акцепторная сторона ФС II проявляют достаточно высокую чувствительность к стрессовому воздействию, что приводит в целом к понижению эффективности процесса фотосинтеза. Но, это открывает новые возможности для использования в мониторинге состояния среды для экспресс-диагностики его качества флуоресцентных параметров *P. orientalis*.

Список литературы:

1. Bashirzadeh A., Mahmudov Z., Hasanov R. MS-delayed light emission (MS-dle) of chlorophyll as an indicator of temperature stress action on photosystem II (PS II) // Bangladesh Journal of Botany. 2018. V. 44. №4. P. 543-549. EDN: FVGNRD. <https://doi.org/10.3329/bjb.v44i4.38568>
2. Gasanov R., Aliyeva S., Mamedov F. Delayed fluorescence in a millisecond range: a probe for the donor side-induced photoinhibition in photosystem II. 2015.

3. Gaziyev A., Aliyeva S., Kurbanova I., Ganiyeva R., Bayramova S., Gasanov R. Molecular operation of metals into the function and state of photosystem II // *Metallomics*. 2011. V. 3. №12. P. 1362-1367. EDN: XKMNDD. <https://doi.org/10.1039/c1mt00100k>
4. Mammadova A., Farzaliyeva N., Mammadova R. Environmental assessment of the tree plant leaves according to their physiological state and fluctuating asymmetry indices of morphological features, which widely spread in Baku // *Journal of Ecology of Health & Environment*. 2017. V. 5. №1. P. 19-21.
5. Shrivastava R. K., Neeta S., Geeta G. Air pollution due to road transportation in India: A review on assessment and reduction strategies // *Journal of environmental research and development*. 2013. V. 8. №1. P. 69.
6. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия, 2003. 256 с.
7. Кюрдов Б. А., Гасанов Р. А. Зависимость скорости формирования различных фаз индукционной кривой замедленной флуоресценции зеленеющих проростков пшеницы от активности фитохрома // *Известия АН Азербайджана. Сер. биол. науки*. 1988. №5. С. 3-9.
8. Мамедова Р. Н. Биоиндикационные параметры *Quercus pubescens* Willd. в естественных лесных фитоценозах и в условиях воздействия транспортных потоков // *Бюллетень науки и практики*. 2019. Т. 5. №1. С. 59-66. <http://doi.org/10.5281/zenodo.2539559>
9. Мамедова Р., Кызы Н. Исследование параметров флуоресценции хлорофилла и флуктуирующей асимметрии листьев древесного растения - *Quercus castaneifolia* C. A. Mey. в условиях города Баку, Азербайджан // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология*. 2020. Т. 20. №2. С. 207-211. EDN: VDCWRI. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-2-207-211>
10. Рубин А. Б., Кренделева Т. Е., Венедиктов П. С., Маторин Д. Н. Первичные процессы фотосинтеза и фотосинтетическая продуктивность // *Сельскохозяйственная биология*. 1984. Т. 6. С. 81-92.
11. Карягин И. И. Флора Азербайджана. Баку: Изд-во Акад. наук АЗССР, 1957. Т. 7. 403 с.
12. Шадиметов Ю. Ш. Айрапетов Д. А. Транспорт, экология и здоровье. Ташкент: 2022 256 с.

References:

1. Bashirzadeh, A., Mahmudov, Z., & Hasanov, R. (2018). MS-delayed light emission (MS-dle) of chlorophyll as an indicator of temperature stress action on photosystem II (PS II). *Bangladesh Journal of Botany*, 44(4), 543-549. <https://doi.org/10.3329/bjb.v44i4.38568>
2. Gasanov, R., Aliyeva, S., & Mamedov, F. (2015). Delayed fluorescence in a millisecond range: a probe for the donor side-induced photoinhibition in photosystem II.
3. Gaziyev, A., Aliyeva, S., Kurbanova, I., Ganiyeva, R., Bayramova, S., & Gasanov, R. (2011). Molecular operation of metals into the function and state of photosystem II. *Metallomics*, 3(12), 1362-1367. <https://doi.org/10.1039/c1mt00100k>
4. Mammadova, A., Farzaliyeva, N., & Mammadova, R. (2017). Environmental assessment of the tree plant leaves according to their physiological state and fluctuating asymmetry indices of morphological features, which widely spread in Baku. *Journal of Ecology of Health & Environment*, 5(1), 19-21.
5. Shrivastava, R. K., Neeta, S., & Geeta, G. (2013). Air pollution due to road transportation in India: A review on assessment and reduction strategies. *Journal of environmental research and development*, 8(1), 69.

6. Gavrilenko, V. F., & Zhigalova, T. V. (2003). Bol'shoi praktikum po fotosintezu. Moscow. (in Russian).
7. Kyurdov, B. A., & Gasanov, R. A. (1988). Zavisimost' skorosti formirovaniya razlichnykh faz induktsionnoi krivoi zamedlennoi fluorestsentsii zeleneyushchikh prorostkov pshenitsy ot aktivnosti fitokhroma. *Izvestiya AN Azerbaidzhana. Ser. biol. Nauki*, (5), 3-9. (in Russian).
8. Mammadova R. (2019). Bioindication parameters *Quercus pubescens* Willd in natural forest phytocenosis and in areas affected by road traffic. *Bulletin of science and practice*, 5(1), 59–66. <http://doi.org/10.5281/zenodo.2539559>
9. Mamedova, R., & Kyzy, N. (2020). Issledovanie parametrov fluorestsentsii khlorofilla i fluktuiruyushchei asimmetrii list'ev drevesnogo rasteniya - *Quercus castaneifolia* C. A. Mey. v usloviyakh goroda Baku, Azerbaidzhan. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Khimiya. Biologiya. Ekologiya*, 20(2), 207-211. (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-2-207-211>
10. Rubin, A. B., Krendeleva, T. E., Venediktov, P. S., & Matorin, D. N. (1984). Pervichnye protsessy fotosinteza i fotosinteticheskaya produktivnost'. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 6, 81-92. (in Russian).
11. Karyagin, I. I. (1957). Flora Azerbaidzhana. Baku, 7. (in Russian).
12. Shadimetov, Yu. Sh. & Airapetov, D. A. (2022). Transport, ekologiya i zdorov'e. Tashkent. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 20.03.2024 г.

Принята к публикации
27.03.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Мамедова Р. Н. Оценка влияния транспортного загрязнения на физиологические свойства *Platanus orientalis* L. // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №4. С. 69-74. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/10>

Cite as (APA):

Mammadova, R. (2024). Transport Pollution Impact Assessment on the *Platanus orientalis* L. Physiological Properties. *Bulletin of Science and Practice*, 10(4), 69-74. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/10>