

Дубровина О.А., Зайцев Г.А.
Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических пигментов
в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в лесопарковых зонах города Ельца

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

=====
УДК 630*161.32:630*17:582.475

**Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических
пигментов в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в
лесопарковых зонах города Ельца**

Дубровина О.А.¹, Зайцев Г.А.²

¹Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

²Уфимский институт биологии РАН

Аннотация

*Городские лесопарковые зоны играют важную роль в сохранении высокого качества жизни урбанизированного общества. Им отводится главная функция в сглаживании негативных факторов производства и создании благоприятной экологической обстановки. Рост и развитие древесных растений в условиях города зачастую значительно отличается от естественных условий. Особенно остро этот фактор отражается на работе ассимиляционного аппарата. Изучение содержания пигментов (хлорофиллов а, b и каротиноидов) в однолетней хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) определялось в экстрактах с помощью спектрофотометрического анализа.*

*В результате исследования получены опытные данные изменения пигментной системы в хвое сосны обыкновенной с повышением уровня загрязнения. Анализ фотосинтетической особенности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в изучаемых лесопарковых зонах в городе Ельце с комплексным индексом загрязнения атмосферы на уровне «низкий» показал незначительные расхождения по сумме накопления пигментов между пробной площадью №2 ($1,111 \pm 0,0024$ мг/г сырого веса) и пробной площадью №1 ($1,073 \pm 0,0036$ мг/г сырого веса).*

Ключевые слова: СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ, ХЛОРОФИЛЛЫ, КАРОТИНОИДЫ, ПРОМЫШЛЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ЛИПЕЦКАЯ ОБЛАСТЬ

Дубровина О.А., Зайцев Г.А.
Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических пигментов
в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в лесопарковых зонах города Ельца
.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

Введение

Городские лесопарковые зоны играют важную роль в сохранении высокого качества жизни урбанизированного общества. Им отводится главная функция в сглаживании негативных факторов производства и создании благоприятной экологической обстановки. Рост и развитие древесных растений в условиях города зачастую значительно отличается от естественных условий. Особенно остро этот фактор отражается на работе ассимиляционного аппарата [1].

Фотосинтез – важный физиологический процесс [2, 3]. Одним из информативных показателей реакции (ответа) растительного организма на условия произрастания является содержание фотосинтетических пигментов: хлорофиллов (a, b) и каротиноидов. Рядом исследований выявлено, что на концентрацию хлорофиллов неоднозначное влияние оказывают внешние экологические факторы (например, промышленное загрязнение) и генетическая природа растения (например, онтогенетические или возрастные особенности) [4, 5]. В условиях техногенного загрязнения концентрация пигментов фотосинтеза и их соотношение: «Хл a / Хл b» и «[Хл a + Хл b] / Каротиноиды», в растительном организме может изменяться. Изучение функционирования синтетического аппарата в онтогенезе у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), основной лесобразующей породы лесопарков города Ельца (Липецкая область), имеет особую ценность, т.к. может служить индикатором толерантности растений к загрязнению [6].

Район, объект и методы исследования

Исследования проводились в насаждениях сосны обыкновенной в пределах Елецкого промышленного центра с мая по август 2020 года.

Город Елец расположен в лесостепной Черноземной зоне Европейской Среднерусской возвышенности. Его географические координаты: 52°37' северной широты и 38°29' восточной долготы. Он занимает территорию в 65,1 км². Состояние атмосферного воздуха на территории города в 2019 году, согласно данным государственного фонового мониторинга, характеризовалось на уровне «низкий», с объемом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу около 3 тыс. тонн [7].

Пробные площади в насаждениях сосны в пределах Елецкого промышленного центра были заложены в двух точках:

Дубровина О.А., Зайцев Г.А.
Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических пигментов
в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в лесопарковых зонах города Ельца
.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

ПП №1 – в парке 40-летия Октября с северо-восточной стороны города. Общая площадь парка – 29 га. В этом районе города размещены промышленные предприятия, и вдоль окраины парка проходит федеральная трасса М-4 «Дон»;

ПП №2 – была заложена (в качестве относительного контроля) с юго-западной стороны города Ельца в лесопарковой зоне с. Ольшанец.

Общая площадь массива – 133 га.

Определение концентрации фотосинтетических пигментов хлорофиллов (а, b) и каротиноидов проводили методом спектрофотометрии.

Спектрофотометром ПЭ-5400ВИ исследовалась оптическая плотность (в трехкратной повторности). Плотность экстракта измеряли при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов (а, b) в красной области спектра (D665, D649), и при длине волны абсорбционного максимума каротиноидов (D440,5). Содержание пигментов выражали в миллиграммах на единицу сырой массы (на 1 г).

Расчет концентраций хлорофиллов (а, b) вели по формуле Вернона, расчет концентрации каротиноидов — по формуле Веттштейна.

Обработку данных проводили с использованием пакета программ Microsoft Office Excel. Полученные данные достоверны при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Содержание хлорофиллов (а, b) и каротиноидов в однолетней хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), взятой в противоположенных точках города (ПП№1/ ПП №2) в начале вегетации (в мае), позволило выявить следующую закономерность.

У растений на ПП№1, расположенной в непосредственной близости к промышленным предприятиям и федеральной трассе М-4 «Дон», сумма пигментов была в 1,2 раза ниже, чем на ПП№2, и составляла $0,318 \pm 0,0012$ мг/г сырого веса, против $0,352 \pm 0,0005$ мг/г. Содержание хлорофилла «а» в однолетней хвое в этот период колеблется от $0,177 \pm 0,0003$ (ПП№1) до $0,218 \pm 0,0020$ (ПП№2) мг/г сырой массы. Содержание хлорофилла «в» в биообъектах было несколько выше на ПП№1 и равнялось $0,093 \pm 0,0006$, против $0,078 \pm 0,0035$ (мг/г сырого веса), а количество каротиноидов практически не изменилось (рис. 1).

Следовательно, уровень накопления хлорофиллов (а, b) и каротиноидов в хвое

Дубровина О.А., Зайцев Г.А.
 Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических пигментов
 в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в лесопарковых зонах города Ельца

 Электронный научно-производственный журнал
 «АгроЭкоИнфо»

сосны изменяется в сторону повышения количества пигментов по мере удаления от техногенных источников.

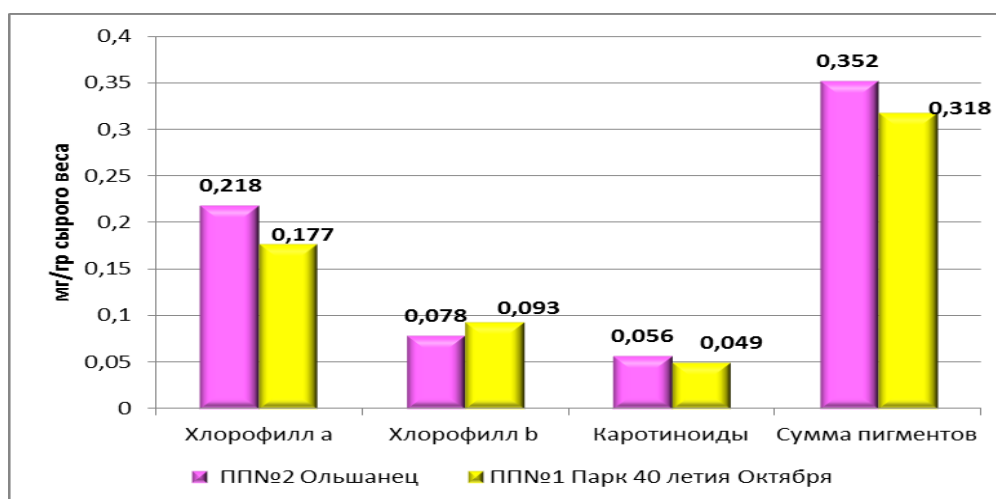


Рис. 1. Содержание фотосинтетических пигментов (мг/г сырой массы) в однолетней хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в мае 2020 г.

В июне разбег аналитических данных (ПП№1 / ПП №2) составлял по хлорофиллу «а» $0,382 \pm 0,0050$ - $0,416 \pm 0,0029$ мг/г сырой массы, по хлорофиллу «в» $0,121 \pm 0,0067$ - $0,240 \pm 0,0030$ мг/г сырой массы. Достоверных различий по количественному накоплению каротиноидов в разных лесопарковых зонах не выявлено (рис. 2).

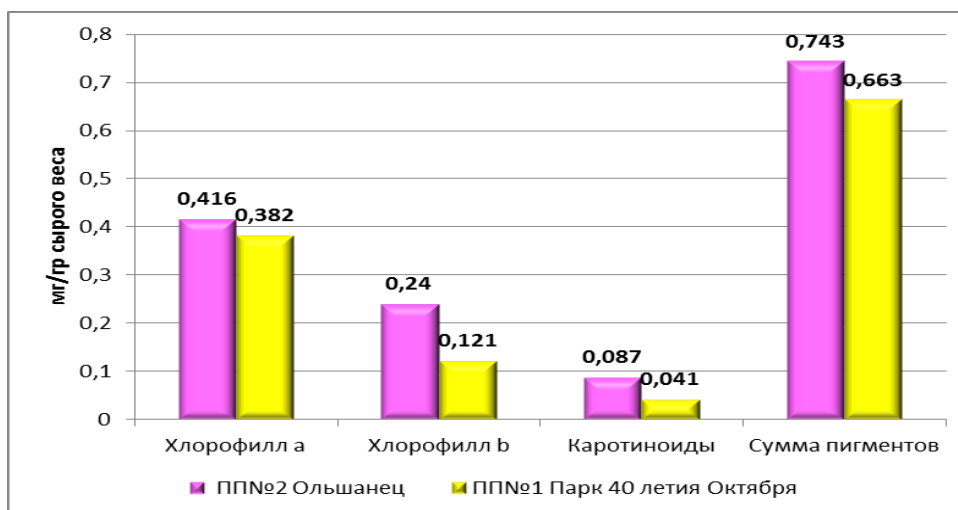


Рис. 2. Содержание фотосинтетических пигментов (мг/г сырой массы) в однолетней хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в июне 2020 г.

Дубровина О.А., Зайцев Г.А.

Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических пигментов
в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в лесопарковых зонах города Ельца

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

О работе фотосинтетического аппарата судят по активности «главного» пигмента хлорофилла *a*: чем выше его активность, тем интенсивнее фотосинтез. С повышением уровня загрязнения (рис. 3) на изучаемых территориях (ПП№1) наблюдается уменьшение содержания не только хлорофилла «*a*» (по сравнению с ПП№2), но и хлорофилла «*b*». Достоверных различий по количественному накоплению каротиноидов в разных лесопарковых зонах не выявлено. Полученные данные об изменениях отношений основных групп фоторецепторных пигментов свидетельствуют о воздействии атмосферного загрязнения на биосинтез пигментов, что, в свою очередь, сказывается на оптических свойствах растительных тканей.

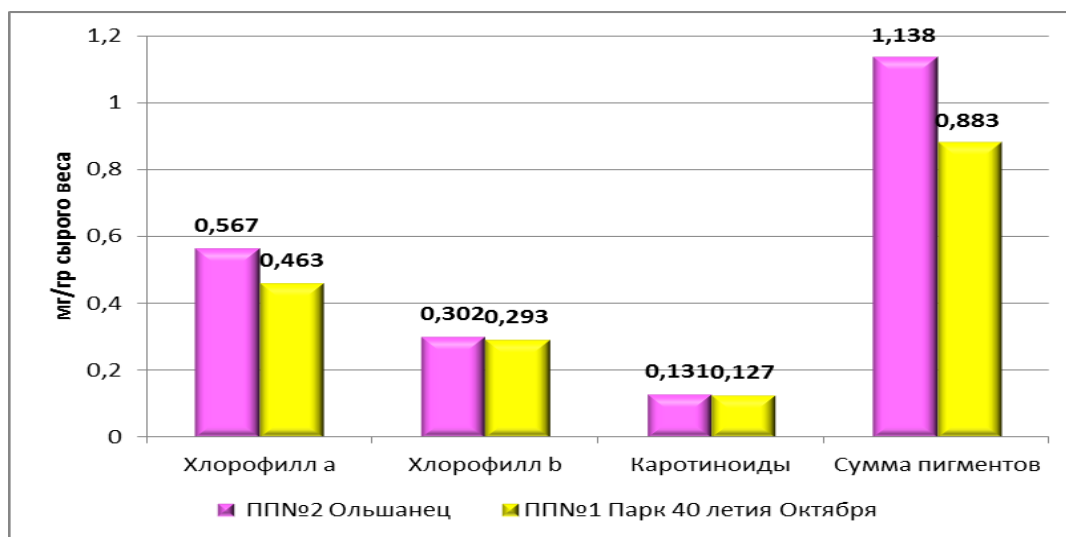


Рис. 3. Содержание фотосинтетических пигментов (мг/г сырой массы) в однолетней хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в июле 2020 г.

Ассимиляционная активность сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) к концу августа не снижается (рис. 4). Анализ фотосинтетической особенности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в изучаемых лесопарковых зонах в городе Ельце с комплексным индексом загрязнения атмосферы на уровне «низкий» показал незначительные расхождения по сумме накопления пигментов между ПП№2 ($1,111 \pm 0,0024$ мг/г сырого веса) и ПП№1 ($1,073 \pm 0,0036$ мг/г сырого веса).

Дубровина О.А., Зайцев Г.А.
**Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических пигментов
 в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в лесопарковых зонах города Ельца**

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

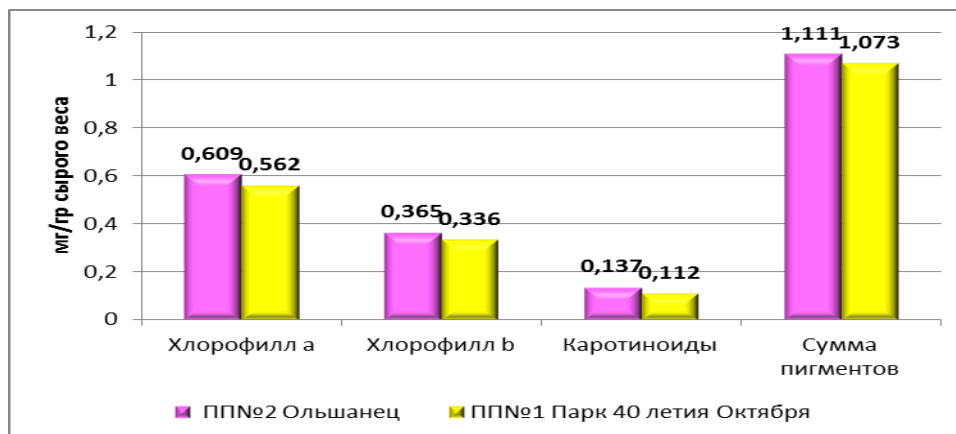


Рис. 4. Содержание фотосинтетических пигментов (мг/г сырой массы) в однолетней хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в августе 2020 г.

Выводы

1) В результате исследования получены опытные данные изменения пигментной системы в хвое сосны обыкновенной с повышением уровня загрязнения.

2) Промышленное загрязнение в условиях города Ельца, Липецкой области (с индексом загрязнения атмосферы «низкий») в изучаемых лесопарковых зонах не вызывает значительных нарушений процесса синтеза фотосинтезирующих пигментов в однолетней хвое сосны обыкновенной

Список использованных источников

1. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки. – М.: Наука, 2000. – 129 с.
2. Титова М.С. Содержание пигментов как показатель адаптации фотосинтетического аппарата интродуцированных видов рода *Pinus* // Естественные и технические науки. – 2012. – № 6. – С. 103-104.
3. Яковлев А.П. Первичный фотосинтез. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 336 с.
4. Бухарина И.Л., Двоеглазова А.А. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений городских насаждений: монография. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. – 184 с.
5. Воскресенский В.С., Воскресенская О.Л. Влияние факторов городской среды на функциональное состояние древесных растений: монография. – Йошкар-Ола: Мар. гос. университет, 2011. – 194 с.
6. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Липецкой

Дубровина О.А., Зайцев Г.А.

Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических пигментов
в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в лесопарковых зонах города Ельца

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

области 2019 год». – Издательство Вера социум, 2020. – 236 с.

7. Тужилкина В.В., Ладанова Н.В., Плюснина С.Н. Влияние техногенного загрязнения на фотосинтетический аппарат сосны // Экология. – 1998. – № 2. – С. 89 – 93.

=====

Цитирование:

Дубровина О.А., Зайцев Г.А. Влияние антропогенного воздействия на содержание фотосинтетических пигментов в однолетней хвое сосны обыкновенной, произрастающей в лесопарковых зонах города Ельца [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st_105.pdf. Индекс DOI: <https://doi.org/10.51419/20211105>.