

УДК 581.5

О СОДЕРЖАНИИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ХВОЕ ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА (*LARIX SUKACZEWII* DYL.) ПРИ РАЗВИТИИ В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

© 2008 А.А. Кулагин, А.А. Юсупов

Институт биологии Уфимский научный центр РАН, г. Уфа

В работе представлена характеристика сезонных изменений содержания пигментов фотосинтеза в хвое лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), произрастающей в условиях аэротехногенного полиметаллического типа загрязнения окружающей среды на территории Стерлитамакского промышленного центра. Выявлены изменения содержания пигментов в хвое, направленные на стабилизацию продуктивности фотосинтеза и энергетического баланса в растении. Показана адаптивная роль различных фотосинтетических пигментов в условиях техногенеза.

Рост и развитие промышленного производства при достаточно низком уровне очистных мероприятий приводит к тому, что в окружающую среду с выбросами поступают огромные количества токсичных соединений, значительную часть которых составляют металлы. Эксгалаты оказывают негативное влияние на здоровье населения и состояние растительности, при этом необходимо отметить, что «оздоровление» промышленных центров невозможно без озеленения [6, 8, 10]. Создание санитарно-защитных насаждений с использованием древесных растений вблизи промышленных предприятий в значительной степени снижает содержание загрязняющих токсичных веществ в окружающей среде, что обусловлено способностью растений задерживать и частично аккумулировать газо- и пылевидные частицы, входящие в состав выбросов [1, 2, 4-6, 8-18].

Лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) является одним из видов древесных растений, используемых при создании санитарно-защитных насаждений в Предуралье. Общеизвестно, что токсичные соединения, действуя на растения, оказывают негативное влияние на их рост и развитие, изменяют нормальное протекание физиолого-биохимических процессов, например, таких как фотосинтез. Для понимания механизмов физио-

логической адаптации лиственницы Сукачева к условиям аэротехногенного полиметаллического загрязнения нами проведены исследования, характеризующие особенности изменения содержания пигментов фотосинтеза в хвое растений, развивающихся на территории Стерлитамакского промышленного центра, где сосредоточено наибольшее количество предприятий химической и нефтехимической промышленности в Уральском регионе.

Район исследований характеризуется высокой концентрацией предприятий химической, нефтехимической и топливно-энергетической промышленности, результатом работы которых является повышенное содержание в окружающей среде токсичных соединений, в основном тяжелых металлов [3], действие которых на древесные растения нами и изучалось. Так, для анализа степени негативных изменений, происходящих в растениях нами были заложены пробные площадки в 50-летних культурах лиственницы (формула древостоя – 10Л, высота – 18 м, диаметр ствола – 22 см), произрастающих в северной части Стерлитамакского промышленного центра, где сосредоточены основные источники загрязнения окружающей среды, на расстоянии не превышающем 3 км от промышленных предприятий. В качестве конт-

роля нами использовались 50-летние культуры лиственницы (формула древостоя – 10Л, высота – 21 м, диаметр ствола – 26 см), произрастающие в южной части г. Стерлитамака на территории, примыкающей к лесному питомнику.

Для определения содержания пигментов в хвое образцы отбирали из средней части кроны не менее чем с 20 деревьев [7]. Отбор растительного материала производился в середине дня, когда содержание пигментов в хвое наибольшее – в 11.00-14.00. Собранную хвою измельчали, после чего навески (0,1 г),

взвешенные на электронных лабораторных весах ВЛТЭ-150 (Госметр, Россия), помещали в пробирки и заливали 10 мл 96%-го этилового спирта и помещали в темное помещение во избежание разрушения пигментов фотосинтеза на свету. Через 12 часов проводили измерения содержания пигментов фотосинтеза – хлорофиллов А и В, а также каротиноидов методом спектрофотометрии с использованием мобильного спектрофотометра КФК-5М (Россия). Содержание пигментов в листьях рассчитывали в два этапа по формулам:

I этап – Расчет концентрации пигментов хвои в спиртовом растворе (мг/л):

$$C_{\text{хлорофилл А}} = 13,7 \cdot D_{665} - 5,76 \cdot D_{649}$$

$$C_{\text{хлорофилл В}} = 25,8 \cdot D_{649} - 7,6 \cdot D_{665}$$

$$C_{\text{каротиноиды}} = 4,695 \cdot D_{440,5} - 0,268 \cdot (C_{\text{хлорофилл А}} + C_{\text{хлорофилл В}}),$$

где D_{665} , D_{649} и $D_{440,5}$ – показатели оптической плотности спиртового раствора при соответствующих длинах волн (665, 649 и 440,5 нм).

II этап – Расчет количества пигментов в хвое (мг/г сырой массы):

$$A = \frac{V \cdot C}{P \cdot 1000}$$

где V – объем спиртовой вытяжки (10 мл); C – концентрация пигментов в спиртовом растворе (мг/л); P – навеска растительного материала (0,1 г).

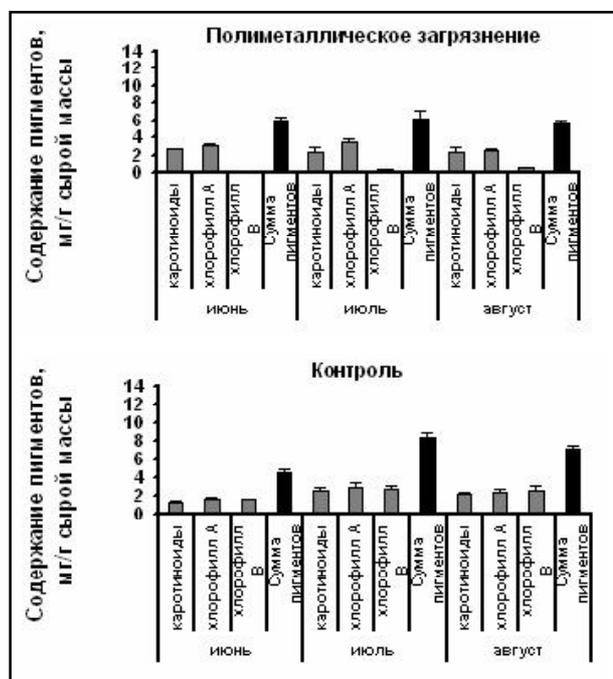


Рис. Содержание пигментов в хвое лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра

Исследования пигментного комплекса хвои растений лиственницы Сукачева, произрастающих на территории Стерлитамакского промышленного центра показали, что в условиях полиметаллического загрязнения в начале вегетационного периода (июнь) содержание пигментов (сумма всех пигментов) выше по сравнению с контролем, однако в последующем содержание пигментов меньше по сравнению с контролем, что можно объяснить постепенным накоплением токсикантов хвоей (рис.). Показано также, что несмотря на загрязнение окружающей среды сезонное распределение различных пигментов фотосинтеза, а также их суммы в условиях контроля и опыта не отличаются. Имеются лишь различия величины показателей пигментов фотосинтеза, характеризующиеся большим содержанием пигментов в растениях контрольных участков по сравнению с опытными

Анализируя содержание различных пигментов показано, что в условиях загрязнения

их основную массу составляют хлорофилл А (на долю которого приходится 46-55% общего количества всех пигментов) и каротиноиды (38-46%). Кроме того, отмечена четкая динамика возрастания как массы, так и доли хлорофилла В в течение вегетационного периода (с 4% в июне до 11% в августе). В условиях контроля основную массу пигментов также составляет хлорофилл А, однако здесь его доля значительно ниже (34-37%), чем в условиях загрязнения. Так же, в контроле отмечено возрастание доли хлорофилла В в общей массе пигментов (до 34-36%) на фоне уменьшения доли каротиноидов (до около 30%) в пигментном комплексе хвои лиственницы по сравнению с зоной загрязнения.

На основании полученных результатов можно сделать заключение о том, что в условиях полиметаллического загрязнения на территории Стерлитамакского промышленного центра основную часть пигментного комплекса хвои лиственницы Сукачева составляет хлорофилл А. При этом вспомогательные пигменты – хлорофилл В и каротиноиды, выполняющие протекторные и другие функции, в полной мере не компенсируют общее

снижение содержания пигментов в хвое. В то же время в хвое растений, произрастающих в условиях контроля общее содержание пигментов больше по сравнению с опытными образцами не только за счет увеличения количества и доли хлорофилла А, а также благодаря увеличению содержания хлорофилла В и каротиноидов. Сбалансированный состав пигментов фотосинтеза в хвое древесных растений определяет продуктивность фотосинтеза, который отражает общий уровень развития как отдельных растений, так и древостоя в целом. Таксационные показатели древостоев, характеризующие степень их развития, свидетельствуют о продуктивности фотосинтеза и эффективности использования лучистой энергии. Нами установлено, что насаждения одного возраста имеют различные таксационные показатели – высоту и диаметр стволов, при этом указанные параметры ниже у древостоев, развивающихся в условиях хронического полиметаллического аэротехногенного загрязнения по сравнению с древостоями, произрастающими на расстоянии 15-20 км от промзоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов В.Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам. – Минск: Наука и техника, 1979.
2. Биоиндикация: теория, методы, приложения/ Под ред. Г.С. Розенберга. -Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 1994.
3. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2004 году. Уфа, 2005.
4. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. - М.: Мир, 1979.
5. Загрязнение воздуха и жизнь растений./ Под ред. М. Трешоу – Л.: Гидрометеиздат, 1988.
6. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. - Киев: Наукова думка, 1971.
7. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. М.: Колос, 1974.
8. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. - Киев: Наукова думка, 1996.
9. Красинский Н.П. Озеленение промплощадок дымоустойчивым ассортиментом. - М.: Наука, 1950.
10. Кулагин Ю.З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование. М.: Наука, 1985.
11. Кулагин А.А., Шагиева Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. – М.: Наука, 2005.
12. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Труды ИЭРИЖ «Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений». – Свердловск, 1969.
13. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. -М.: МГУЛ, 1998.
14. Ситникова А.С. Влияние промышленных загрязнений на устойчивость растений.

- Алма-Ата, 1990.
15. Applied Science Association. The United States Environment Protection Agency. *Diagnosis of Vegetation Injury Caused by Air Pollution*, 1976.
16. *Dassler H.G.* Reaktionen von Gehölzen auf Immissionen und Schlussfolgerungen für den Anbau Begrünung in Industriegebieten // Ref.d. 7 Dendrol. Kongr. soz. Länder. 29 Juni bis 3 Juli 1979 in Dresden. –KB d. DDR, Graph. Werkst. Zittau., 1981.
17. *Hoffman G., Gronlberg H.* Filter-Waldsterben – eine waldbauliche Möglichkeit zur Minderung der Fremdstoffeinträge in Bestände und Waldgebiete // Forstwirtschaft., 1990. –Bd.40. –№4.
18. *Smith W.H.* Air pollution and forest. Interaction between air contaminants and forest ecosystems. – New York et al., Springer, 1981.

ABOUT THE CONTENTS OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN LARCH NEEDLES (*LARIX SUKACZEWII* DYL.) AT DEVELOPMENT UNDER AEROTECHNOGENIC POLYMETAL POLLUTION CONDITIONS OF AN ENVIRONMENT

© 2008 A.A. Kulagin, A.A. Yusupov
Institute of biology Ufa Research Center of RAS, Ufa

In present article the characteristic of seasonal changes of the contents of pigments of photosynthesis in larch needles (*Larix sukaczewii* Dyl.), which growth under under conditions of aerotechnogenic polymetal type of pollution of an environment in territory of Sterlitamak industrial centre is submitted. The changes of the contents of pigments in needles directed on stabilization to efficiency of photosynthesis and power balance in a plant are revealed. The adaptive role of various photosynthetic pigments in technogenic conditions is shown.