

УДК 630*164.3: 68.47.94

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕЗА В ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО (*POPULUS BALSAMIFERA* L.) В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА УФЫ

© 2014 Е.А. Рыбакова¹, А.А. Кулагин²¹ Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина² Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы

Поступила в редакцию 15.05.2014

Изучены особенности содержания основных пигментов фотосинтеза в листьях тополя бальзамического в течение вегетационного периода в г. Уфе. Отмечено влияние загрязнения на количество пигментов и их соотношение в листьях тополя бальзамического. Установлено, что с увеличением загрязнения возрастают отклонения от контрольных значений. В течение вегетационного периода возрастает тенденция к увеличению общего содержания пигментов в зоне с меньшим загрязнением.

Ключевые слова: вегетационный период, тополь бальзамический, хлорофиллы, каротиноиды, степень загрязнения, адаптивные изменения

В настоящее время антропогенные факторы и техногенез определяют состояние органического мира и перспективы его развития [1-6] и оказывают негативное влияние на живые организмы, которое сравнимо по своим масштабам и значению с такими важнейшими факторами, как температура, свет, вода. В критических экологических ситуациях оказываются лесная растительность и лесообразующие виды, произрастающие в условиях техногенного загрязнения. Исследования особенностей содержания основных пигментов фотосинтеза в листьях растений позволяют определить степень воздействия на организм негативных факторов, а также направленность и стратегию адаптивных изменений [7].

Цель работы: изучение особенностей адаптивных реакций древесных растений в условиях нефтехимического загрязнения г. Уфы.

Методика исследования. В ходе исследования были рассмотрены изменения содержания основных пигментов фотосинтеза в листьях тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях нефтехимического загрязнения в течение вегетационного периода (2010-2012 гг.). Эти древесные растения были выбраны в качестве объектов исследований ввиду их широкого использования для создания санитарно-защитных

насаждений. Исследовались древесные насаждения, располагающиеся на разном удалении от основного источника нефтехимического загрязнения (группа Уфимских НПЗ в северной части города). Относительным контролем были выбраны насаждения на территории Юматовского лесничества Уфимского лесхоз-техникума, пос. Уптино. Расположение пробных площадей показано на рис. 1.

Для определения содержания пигментов в листьях образцы растительного материала отбирали из средней части кроны не менее чем с 20 деревьев, произрастающих в средних рядах лесонасаждений. Отбор листьев производили в течение дня 6 раз (в 8.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00, 24.00 часов). Листья измельчали, после чего навески массой 0,1 г, взвешенные на весах Zakłady mechaniki precyzyjnej (Poland), помещали в пробирки и заливали 10 мл 96%-го этилового спирта. Затем пробирки со спиртом и измельченным растительным материалом помещали в темное помещение во избежание разрушения пигментов фотосинтеза на свету. По прошествии 12 часов проводили измерения содержания пигментов фотосинтеза – хлорофиллов А и В, а также каротиноидов методом спектрофотометрии с использованием спектрофотометра КФК-5М (Россия). Для определения содержания пигментов в листьях тополя бальзамического использовали формулы Виттштейна. В последующем многолетние данные о содержании пигментов фотосинтеза в листьях усредняли, таким образом, на рисунках представлены средние значения за все годы исследований.

Рыбакова Екатерина Александровна, аспирантка. E-mail: sci2703@gmail.com

Кулагин Андрей Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования. E-mail: kulagin-aa@mail.ru



Рис. 1. Карта-схема расположения пробных площадей на территории г. Уфы:

1 – группа Уфимских НПЗ – зона II повышенного загрязнения, 2 – Республиканский выставочный центр, Октябрьский р-н г. Уфы и 3 – парк имени «Лесоводов Башкирии», Октябрьский р-н г. Уфы – зона I умеренного загрязнения, 4 – Юматовское лесничество Уфимского лесхоз-техникума, д. Уптино – зона «относительного» контроля)

Результаты и их обсуждение. В течение вегетационного периода рассматривали содержание хлорофиллов А и В, каротиноидов и общее содержание пигментов в листьях растений в течение суток, а также изменение соотношения хлорофиллов и каротиноидов. В начале вегетационного периода отмечается влияние загрязнения на количество хлорофиллов в листьях. В зоне I превышение контрольных значений составляет 0,05-0,39 мг/г и снижение на 0,07-0,1 мг/г. В зоне II отклонения возрастают: в большинстве случаев значения выше контроля (на 0,07-0,37 мг/г), также отмечено однократное снижение на 0,29 мг/г. Из полученных результатов также видно, что степень загрязнения окружающей среды влияет на количество каротиноидов. Отмечается стабильное снижение данного показателя относительно контроля. В зоне I отклонения выражены сильнее: превышение контроля отмечено один раз (на 0,06 мг/г), в остальные замеры оказались ниже контроля на 0,04-0,21 мг/г. В зоне II все значения ниже контрольных на 0,01-0,19 мг/г.

Таким образом, влияние загрязнения и степени загрязнения сказывается на содержании общего количества пигментов. Загрязнение приводит как к увеличению, так и снижению общего содержания пигментов по сравнению с контрольными значениями. Установлено, что степень загрязнения влияет на общее содержание пигментов в листьях и усиление загрязнения приводит к увеличению отклонений значений относительно контроля (рис. 2).

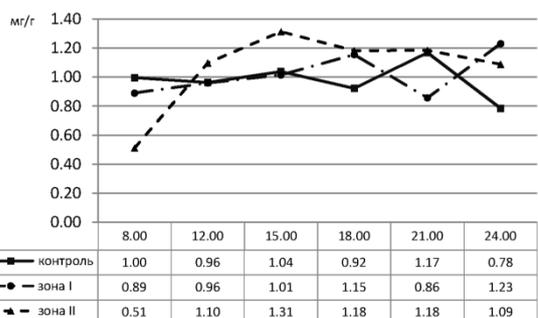


Рис. 2. Содержание общего количества пигментов в листьях тополя бальзамического в начале вегетационного периода на территории Уфимского промышленного центра

Исследовали влияние загрязнения на соотношение пигментов в листьях (рис. 3). В загрязненных зонах увеличивается доля хлорофиллов в общем количестве пигментов. При этом показано, что в зоне II доля хлорофиллов в этом соотношении несколько выше. Влияние загрязнения на содержание пигментов отмечается и в середине вегетации. В зоне I в большинстве случаев отмечается повышение значений относительно контроля (на 0,01-0,16 мг/г), а незначительное снижение (на 0,02 мг/г) было определено один раз в 12.00 часов. В зоне II напротив, чаще наблюдается снижение количества хлорофиллов (меньше контроля на 0,02-0,08 мг/г) и один раз (8.00 ч) определено значительное превышение контроля на 0,21 мг/г. Отмечено значительное влияние загрязнения и степени загрязнения на содержание каротиноидов. В обеих зонах наблюдается заметное снижение значений относительно контроля. Увеличение загрязнения приводит к большему снижению каротиноидов. В зоне I значения ниже контроля на 0,04-0,13 мг/г, а в зоне II на 0,04-0,16 мг/г.

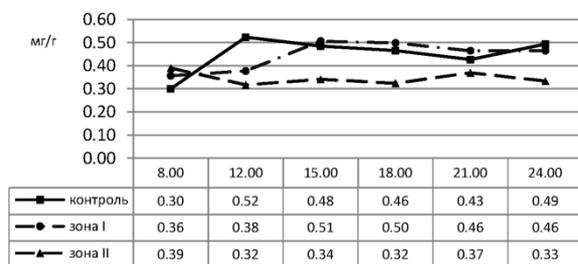


Рис. 4. Содержание общего количества пигментов в листьях тополя бальзамического в середине вегетационного периода на территории Уфимского промышленного центра

Влияние загрязнения и степени загрязнения сказывается на содержании общего количества пигментов (рис. 4). В зоне I отмечаются отклонения выше (на 0,03-0,06 мг/г) и ниже (на

0,03-0,15 мг/г) контрольных значений. Рост загрязнения приводит к увеличению отклонений. В зоне II в большинстве случаев общее количество пигментов снижено (0,06-0,21 мг/г). Отмечено влияние загрязнения на соотношение пигментов в листьях (рис. 5). В загрязненных

зонах доля каротиноидов в общем количестве пигментов снижается. Наблюдается влияние степени загрязнения на это соотношение: в более загрязненной зоне доля каротиноидов несколько ниже.

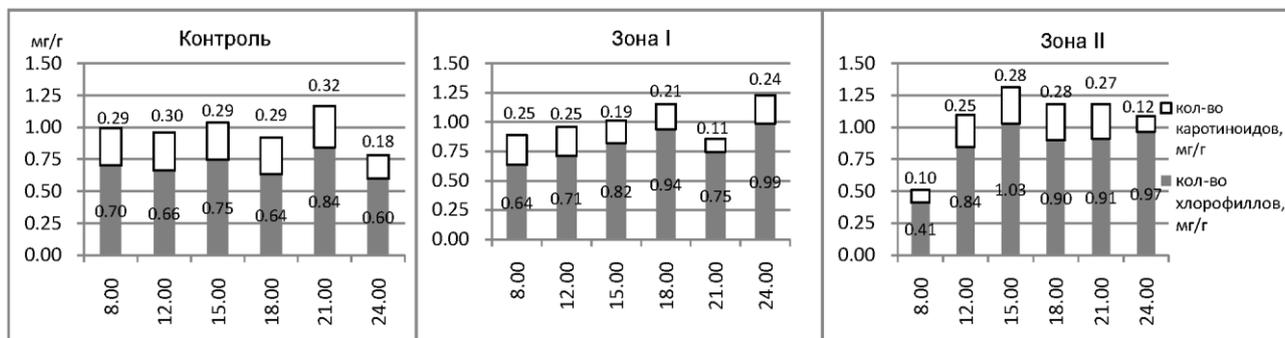


Рис. 3. Соотношение хлорофиллов и каротиноидов в листьях тополя бальзамического в начале вегетационного периода на территории Уфимского промышленного центра

Рис. 4. Содержание общего количества пигментов в листьях тополя бальзамического в середине вегетационного периода на территории Уфимского промышленного центра

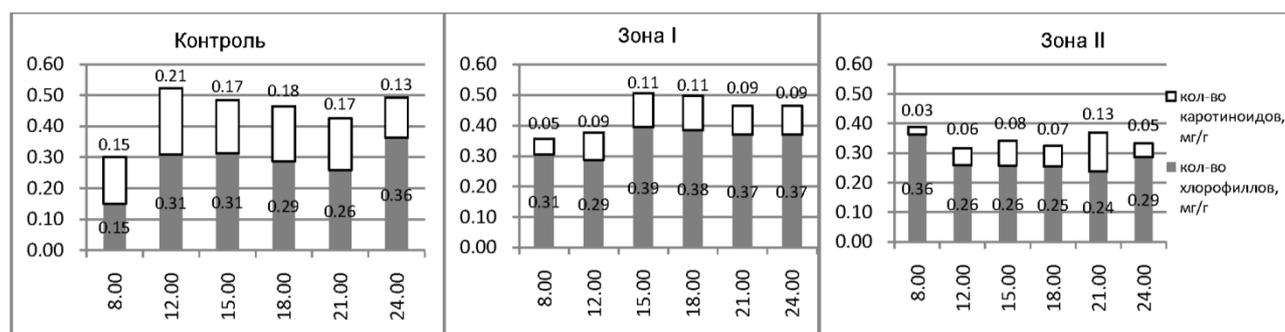


Рис. 5. Соотношение хлорофиллов и каротиноидов в листьях тополя бальзамического в середине вегетационного периода на территории Уфимского промышленного центра

В конце вегетационного периода также наблюдается влияние загрязнения на количество пигментов. В зоне I в утренние и дневные часы наблюдается значительное превышение контрольных значений (на 0,2-0,51 мг/г). К вечеру эти отклонения невелики и содержание хлорофиллов становится близким к норме (выше на 0,04 мг/г и ниже на 0,02 мг/г). В зоне II отмечены значения как ниже контроля (на 0,11-0,37 мг/г), так и выше контроля (на 0,03-0,19 мг/г). Были получены результаты, показывающие влияние загрязнения и степени загрязнения на количество каротиноидов в листьях. В зоне I в большинстве случаев содержание каротиноидов по сравнению с контролем увеличено (0,01-0,17 мг/г) и один раз отмечается значение ниже контроля на 0,03 мг/г. В зоне II, напротив, содержание каротиноидов снижено относительно контроля (на 0,02-0,11 мг/г). Исключением является одно

значение, полученное в 12.00 часов (выше на 0,03 мг/г).

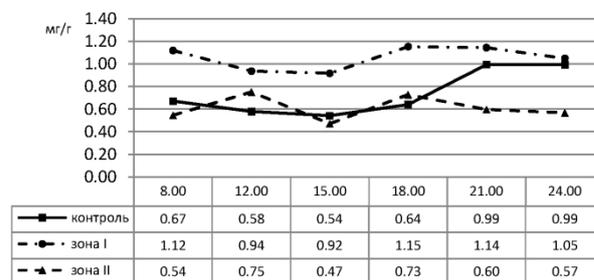


Рис. 6. Содержание общего количества пигментов в листьях тополя бальзамического в конце вегетационного периода на территории Уфимского промышленного центра

Таким образом, в конце вегетационного периода можно отметить влияние загрязнения и степени загрязнения на общее количество

пигментов. Показано, что зона I характеризуется повышением значений относительно контроля (на 0,06-0,17 мг/г). В зоне II диапазон отклонений шире. Общее содержание пигментов в листьях превышает контроль (0,09-0,17 мг/г), либо ниже контроля (0,07-0,43 мг/г). Влияние загрязнения на соотношение пигментов в листьях

оказалось невелико (рис.7). Зона I характеризуется небольшим увеличением доли хлорофиллов в общем количестве пигментов. В зоне повышенного загрязнения соотношение хлорофиллов и каротиноидов в общем количестве пигментов близко к контрольным значениям.

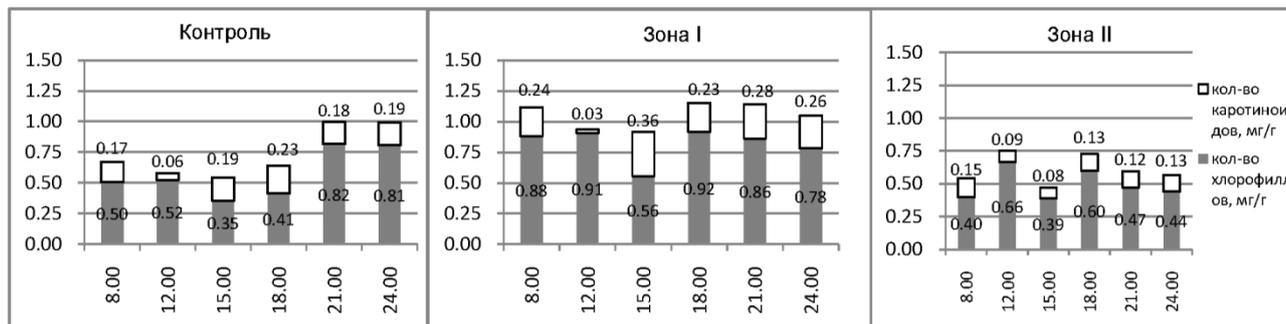


Рис. 7. Соотношение хлорофиллов и каротиноидов в листьях тополя бальзамического в конце вегетационного периода на территории Уфимского промышленного центра

В табл. 1 приведены обобщенные результаты, полученные в течение вегетационного периода. Показаны тенденции изменения содержания пигментов фотосинтеза, указывающие на

особенности функционирования хлорофилл-белкового комплекса растений в условиях загрязнения окружающей среды.

Таблица 1. Тенденции сезонных изменений содержания пигментов фотосинтеза в листьях тополя бальзамического на территории Уфимского промышленного центра

Степень загрязнения		Изменение количества пигментов относительно контрольных значений, мг/г		
		июнь	июль	август
количество хлорофиллов	Зона I	больше на 0,05-0,39 меньше на 0,07-0,10	больше на 0,01-0,16 меньше на 0,02	больше на 0,04-0,51 меньше на 0,02
	Зона II	больше на 0,07-0,37 меньше на 0,29	больше на 0,21 меньше на 0,02-0,08	больше на 0,03-0,19 меньше на 0,11-0,37
количество каротиноидов	Зона I	больше на 0,06 меньше на 0,04-0,21	меньше на 0,04-0,13	больше на 0,01-0,17 меньше на 0,03
	Зона II	меньше на 0,01-0,19	меньше на 0,04-0,16	больше на 0,03 меньше на 0,02-0,11
общее количество пигментов	Зона I	больше на 0,23-0,45 меньше на 0,02-0,31	больше на 0,03-0,06 меньше на 0,03-0,15	больше на 0,06-0,51
	Зона II	больше на 0,01-0,30 меньше на 0,48	больше на 0,09 меньше на 0,06-0,21	больше на 0,09-0,17 меньше на 0,07-0,43

Выводы: исследования, проведенные в течение вегетационного периода, показали заметное влияние загрязнения и степени загрязнения на количество пигментов в листьях. В течение вегетации в зоне I в большинстве случаев отмечается увеличение количества хлорофиллов в листьях по сравнению с контрольными значениями. Также в начале и середине вегетации проявляется заметное снижение количества каротиноидов. В конце вегетационного периода диапазон отклонений увеличивается, а содержание каротиноидов чаще превышает контроль.

Начало и середина вегетационного периода характеризуется как увеличением, так и снижением общего количества пигментов. В конце вегетации отмечено значительное увеличение общего количества пигментов в листьях относительно контрольных значений.

В зоне II в начале вегетационного периода наблюдается увеличение количества хлорофиллов и снижение каротиноидов относительно контроля. В середине вегетации общее содержание пигментов по сравнению с контрольными значениями заметно снижается. Конец вегетации

характеризуется как снижением, так и увеличением количества хлорофиллов относительно контроля. Содержание каротиноидов в большинстве случаев оказалось ниже контрольных значений.

Влияние степени загрязнения на общее количество пигментов проявляется увеличения отклонений по сравнению с контрольными значениями. В течение вегетационного периода возрастает тенденция к увеличению общего содержания пигментов в зоне с меньшим загрязнением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Свирижев, Ю.М.* Устойчивость биологических сообществ / Ю.М. Свирижев, Д.О. Логофет. – М.: Наука, 1978. 352 с.
2. *Василенко, В.Н.* Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко и др. – Л., 1985. 181 с.
3. *Одум, Ю.* Экология. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986, Т. 1. 328 с.
4. *Calbwell, L.K.* Environment: a challenge for modern society // Published for American museum of natural history. The natural history press garden city. – New York, 1970. 292 p.
5. *Smith, W.H.* Air pollution and forest. Interaction between air contaminants and forest ecosystems. – New York et al., Springer, 1981. 379 p.
6. *Chiras, D.D.* Rangeland, Forest, and wilderness: Preserving Renewable Resources // Environmental science: action for a Sustainable Future. Third edition. The Benjamin/Cummings Publishing company, inc. 1991. P. 190-209.
7. *Кулагин, А.Ю.* Экологическая видоспецифичность ивовых и техногенез // Дендрология, техногенез и вопросы лесовосстановления. – Уфа: Гилем, 1996. С. 24-35.

PECULIARITIES OF THE CONTENTS OF MAIN PHOTOSYNTHESIS PIGMENTS IN BALSAM POPLAR (*POPULUS BALSAMIFERA* L.) LEAVES DURING THE VEGETATIVE PERIOD AT THE TERRITORY OF UFA CITY

© 2014 Е.А. Rybakova¹, А.А. Kulagin²

¹ Elets State University named after I.A. Bunin

² Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmullah

The peculiarities of contents of main photosynthesis pigments in Balsam poplar during the vegetation period in Ufa are studied. Influence of pollution on amount of main pigments and their ratio in Balsam poplar leaves are marked. It is established that with increase the pollution increases deviations from control values. During the vegetation period the tendency to increase general content of pigments in zone with less pollution is observed.

Key words: *vegetation period, Populus balsamifera L., chlorophyll, carotenoids, degree of contamination, adaptive changes*

Ekaterina Rybakova, Post-graduate Student. E-mail: sci2703@gmail.com

Andrey Kulagin, Doctor of Biology, Professor, Head of the Ecology and Nature Management Department. E-mail: kulagin-aa@mail.ru