

УДК 504.064.36

DOI: 10.17277/voprosy.2021.04.pp.007-012

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА И КАРОТИНОИДОВ В ЛИСТЬЯХ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*Taraxacum Officinale*) И БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*Betula Pendula Roth*) ПО г. ТАМБОВУ (2010 – 2021 гг.)

Н. В. Вerveкина, И. В. Гладышева, А. Г. Шубина

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
университет имени Г. Р. Державина», Тамбов, Россия*

Рецензент д-р биол. наук, доцент Е. В. Невзорова

Ключевые слова: береза повислая (*Betula Pendula Roth*); биоиндикация; каротиноиды; одуванчик лекарственный (*Taraxacum Officinale*); хлорофилл.

Аннотация: Для оценки изменения состояния окружающей среды в г. Тамбове методами биоиндикации исследованы пигменты фотосинтетического аппарата листьев одуванчика лекарственного (*Taraxacum Officinale*) и березы повислой (*Betula Pendula Roth*). Показано, что антропогенная нагрузка на окружающую среду в г. Тамбове за последнее десятилетие увеличилась.

Одной из актуальнейших проблем человеческого общества является все возрастающее за последние десятилетия антропогенное воздействие на окружающую среду. В связи с этим необходимо вести постоянное мониторингирование окружающей среды для выявления ухудшения экологической обстановки и принятия соответствующих мер по ее нормализации.

В настоящее время существует множество методов и методик для оценки антропогенной нагрузки, среди которых особый интерес представляют методы биоиндикации, основанные на изучении показателей биохимических процессов, протекающих в клетках растений – автотрофов. Так, установлено, что концентрация химических веществ и соединений, изме-

Вerveкина Наталья Владимировна – кандидат химических наук, доцент кафедры биохимии и фармакологии, e-mail: vervekinanv@mail.ru; Гладышева Ирина Владимировна – кандидат химических наук, доцент кафедры биохимии и фармакологии; Шубина Анна Геннадиевна – кандидат химических наук, доцент кафедры биохимии и фармакологии, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия.

нения температуры и инсоляции отражаются на содержании пигментов фотосинтеза в растительных объектах [1 – 4]. Определение концентрации хлорофилла а и в и каротиноидов в тканях растений-автотрофов используется для характеристики их функционального состояния и является маркерами изменений, в том числе, негативных, которые происходят при росте и развитии растений [1 – 4]. Отмечено, что при высокой антропогенной нагрузке у растений-автотрофов снижается интенсивность фотосинтеза, что приводит к уменьшению содержания в клетках их тканей хлорофилла а и в и каротиноидов [5]. Поэтому достаточно информативным и простым методом оценки антропогенной нагрузки является определение содержания пигментов фотосинтетического аппарата растений. В работе приводится сравнительный анализ содержания таких пигментов, на примере хлорофилла а и в и каротиноидов, в листьях одуванчика лекарственного (*Taraxacum Officinale*) (объект 1) и березы повислой (*Betula Pendula Roth*) (объект 2), с учетом места произрастания растений (табл. 1).

Биоиндикация проводилась летом 2010 и 2021 годов. Концентрации хлорофилла а и в и каротиноидов в растительных объектах 1 и 2 определяли по интенсивности спектров поглощения на спектрофотометре СФ-2000 [6]. Согласно экспериментальным данным, полученным летом 2010 г., минимальная концентрация фотосинтетических пигментов в клетках тканей объектов 1 и 2 наблюдалась в точках отбора проб 3 и 4 [7]. В июне 2021 г. в наибольшей степени были подвержены антропогенному прессингу растения из точек отбора проб 4 и 5 (рис. 1), поскольку именно в этих точках у объектов 1 и 2 отмечалось существенное снижение содержания хлорофилла а и в и каротиноидов.

Следует отметить, что у объектов исследования 1 и 2, произрастающих в точке 4, которая является одной из наиболее оживленных автомагистралей г. Тамбова, концентрация в листьях фотосинтетических пигментов летом текущего года значительно уменьшилась по сравнению с тем же периодом 2010 г., в том числе, хлорофиллов – в среднем в 2 раза. Содержание каротиноидов снизилось от 3 до 5 раз, причем ткани растительного объекта 2 оказались более чувствительными к загрязнению (рис. 2).

Снижение за последние 10 лет содержания хлорофилла а и в и каротиноидов в листьях исследуемых объектов, произрастающих на ул. Мичуринской, объясняется увеличением за этот период времени интенсивности автотранспортных потоков по данной магистрали в северную часть г. Тамбова.

Таблица 1

Точки отбора исследуемых растений

Точка отбора	Место отбора	Район г. Тамбова
1	ул. Советская, д. 2	Ленинский
2	Тамбов-4, д. 8 «А»	Советский
3	ул. Монтажников, д. 1	Октябрьский
4	ул. Мичуринская, д. 112	
5	Проезд Энергетиков, д. 7	
6	Привокзальная площадь, д. 1	Ленинский
7	Пересечение улиц Советской и Московской	Октябрьский

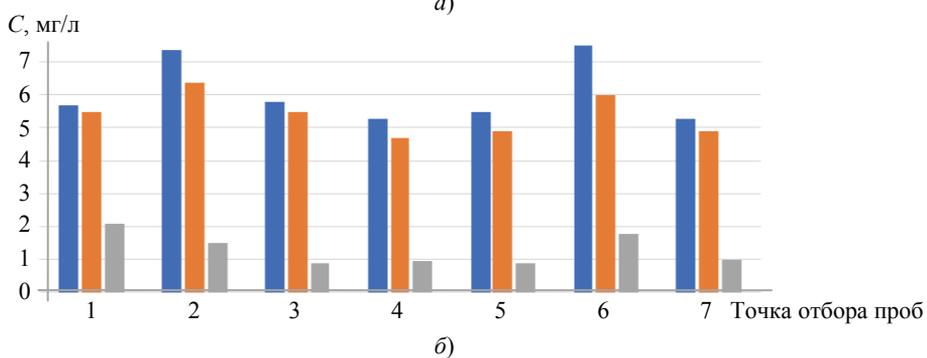
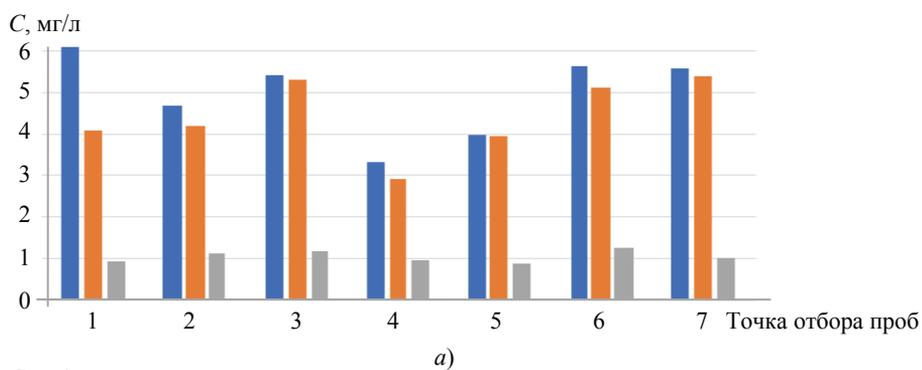


Рис. 1. Концентрации пигментов в листьях объектов 1 (а) и 2 (б) (лето 2021 г.):
 ■ – хлорофилл а; ■ – хлорофилл b; ■ – каротиноиды

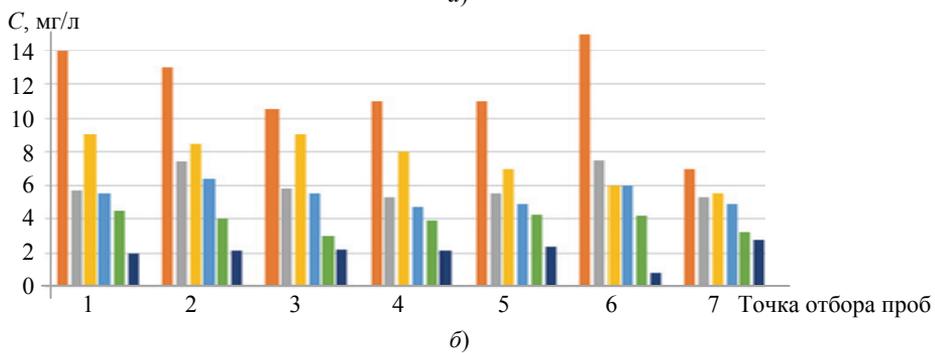
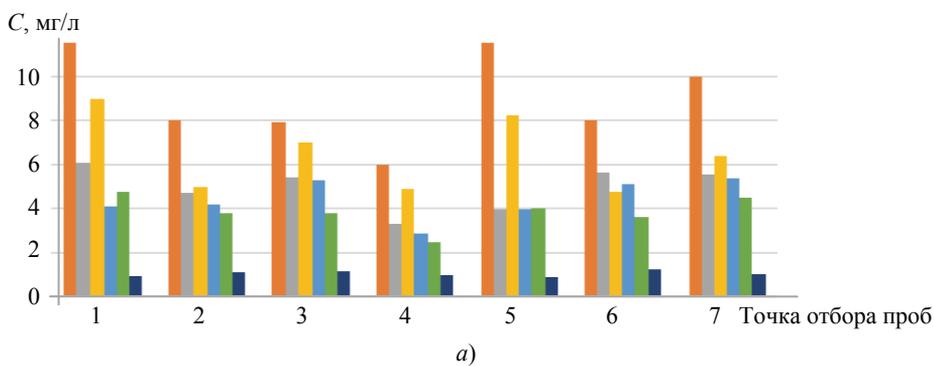


Рис. 2. Концентрации пигментов в листьях объектов 1 (а) и 2 (б) (лето 2010 и 2021 гг.):
 хлорофилл а: ■ – 2010; ■ – 2021; хлорофилл b: ■ – 2010; ■ – 2021;
 каротиноиды: ■ – 2010; ■ – 2021

Снижение концентрации пигментов фотосинтетического аппарата хлоропластов в листьях объектов 1 и 2 летом 2021 г., по сравнению с тем же периодом 2010 г., наблюдается во всех точках отбора проб (см. рис. 2).

Согласно [8], соотношения $(C_{a+b})/C_k$ и C_a/C_b , где C_a и C_b – концентрации хлорофилла а и б соответственно, C_k – концентрация каротиноидов, использовались в качестве индикаторов антропогенной нагрузки: при воздействии неблагоприятных экологических факторов отношение C_a/C_b , как правило, уменьшается, а $(C_{a+b})/C_k$ – увеличивается. В таблице 2 представлены значения указанных биомаркеров, полученные летом 2010 и 2021 годов.

Таблица 2

Соотношение C_a/C_b и $(C_{a+b})/C_k$ в листьях объектов 1 и 2

Точка отбора проб	C_a/C_b	$(C_{a+b})/C_k$
<i>Объект 1</i>		
1	$\frac{1,22}{1,49}$	$\frac{4,58}{11,92}$
	$\frac{1,71}{1,12}$	$\frac{3,98}{8,06}$
2	$\frac{2,58}{1,02}$	$\frac{4,40}{9,12}$
	$\frac{1,50}{1,15}$	$\frac{4,30}{6,51}$
3	$\frac{1,10}{1,01}$	$\frac{4,755}{9,23}$
	$\frac{1,14}{1,10}$	$\frac{4,20}{8,60}$
4	$\frac{2,03}{1,04}$	$\frac{3,60}{10,87}$
	<i>Объект 2</i>	
1	$\frac{1,30}{1,03}$	$\frac{5,28}{5,32}$
	$\frac{1,57}{1,15}$	$\frac{4,81}{9,03}$
2	$\frac{1,16}{1,05}$	$\frac{4,96}{12,46}$
	$\frac{1,26}{1,13}$	$\frac{4,64}{10,41}$
3	$\frac{1,31}{1,13}$	$\frac{4,55}{11,18}$
	$\frac{1,67}{1,20}$	$\frac{5,01}{7,68}$
4	$\frac{1,88}{1,09}$	$\frac{4,16}{9,87}$
	Примечание. Числитель – 2010 г.; знаменатель – 2021 г.	

Из экспериментально полученных соотношений концентраций фотосинтетических пигментов в тканях объектов 1 и 2, во всех точках отбора растений отмечена тенденция к уменьшению первого соотношения и увеличению второго. Также в листьях объектов исследования 1 и 2 летом 2021 года наблюдалось снижение показателя C_a/C_b и увеличение $(C_a + b)/C_k$ по сравнению с летом 2010 года.

На основании сравнительной оценки концентрации пигментов фотосинтетического аппарата растений-биоиндикаторов (одуванчика лекарственного (*Taraxacum Officinale*) и березы повислой (*Betula Pendula Roth*)) летом 2010 и 2021 годов, сделан вывод, что за последнее десятилетие возросла антропогенная нагрузка на окружающую среду г. Тамбова. При этом напряженная экологическая ситуация на ул. Мичуринской, д. 112 (точка 4) летнего периода 2010 года [7], не только сохранялась, но и в определенной степени характеризовалась ухудшением летом 2021 года.

Список литературы

1. Головкин, Т. К. Актуальные вопросы экофизиологии растений / Т. К. Головкин // Структурно-функциональные особенности биосистем Севера (особи, популяции, сообщества) : материалы Междунар. конф., 26 – 30 сентября 2005 г., Петрозаводск. – Петрозаводск, 2005. – Ч. 1 (А – Л). – С. 88 – 91.
2. Мокроносов, А. Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма / А. Т. Мокроносов. – М. : Наука, 1983. – 64 с.
3. Структурно-функциональные изменения фотосинтетического аппарата у зимневегетирующих хвойных растений в различные сезоны года / Т. Г. Маслова, Н. С. Мамушина, О. А. Шерстнева [и др.] // Физиология растений. – 2009. – Т. 56, № 5. – С. 672 – 681.
4. Влияние ионов меди и кадмия на пигментный комплекс водных растений семейства *Hydrocharitaceae* / А. А. Косицына, О. Н. Макурина, В. Н. Нестеров, О. А. Розенцвиг // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1. – С. 156 – 161.
5. Артамонов, В. И. Растения и чистота природной среды / В. И. Артамонов. – М. : Наука, 1986. – 172 с.
6. Шлык, А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев / А. А. Шлык // Биохимические методы в физиологии растений. – М. : Наука, 1971. – С. 154 – 171.
7. Шубина, А. Г. Содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях одуванчика лекарственного (*Taraxacum Officinale*) и березы повислой (*Betula Pendula Roth*), растущих в г. Тамбове / А. Г. Шубина // Вестн. Тамб. ун-та. Серия: Естественные и техн. науки. – 2011. – Т. 16, № 1. – С. 353 – 355.

References

1. Golovko T.K. *Strukturno-funktsional'nyye osobennosti biosistem Severa (osobi, populyatsii, soobshchestva)* [Structural and functional features of biosystems of the North (individuals, populations, communities)], Proceedings of the International Conference, 26 - 30 September, 2005, Petrozavodsk, 2005, Ch. 1 (A - L), pp. 88-91. (In Russ.)
2. Mokronosov A.T. *Fotosinteticheskaya funktsiya i tselostnost' rastitel'nogo organizma* [Photosynthetic function and integrity of the plant organism], Moscow: Nauka, 1983, 64 p. (In Russ.)

3. Maslova T.G., Mamushina N.S., Sherstneva O.A., Bubolo L.S., Zubkova Ye.K. [Structural and functional changes in the photosynthetic apparatus in winter-growing conifers in different seasons of the year], *Fiziologiya rasteniy* [Plant Physiology], 2009, vol. 56, no. 5, pp. 672-681. (In Russ.)

4. Kositsyna A.A., Makurina O.N., Nesterov V.N., Rozentsvet O.A. [Influence of copper and cadmium ions on the pigment complex of aquatic plants of the Hydrocharitaceae family], *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2010, vol. 12, no. 1, pp. 156-161. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Artamonov V.I. *Rasteniya i chistota prirodnoy sredy* [Plants and the purity of the natural environment], Moscow: Nauka, 1986, 172 p. (In Russ.)

6. Shlyk A.A. *Biokhimicheskiye metody v fiziologii rasteniy* [Biochemical methods in plant physiology], Moscow: Nauka, 1971, pp. 154-171. (In Russ.)

7. Shubina A.G. [The content of chlorophyll and carotenoids in the leaves of medicinal dandelion (*Taraxacum Officinale*) and silver birch (*Betula Pendula Roth*) growing in Tambov], *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki* [Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and technical sciences], 2011, vol. 16, no. 1, pp. 353-355. (In Russ., abstract in Eng.)

Comparative Assessment of Chlorophyll and Carotenoids Content in the Leaves of Medicinal Dandelion (*Taraxacum Officinale*) and Silver Birch (*Betula Pendula Roth*) in Tambov (2010 - 2021)

N. V. Vervekina, I. V. Gladysheva, A. G. Shubina

Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia

Keywords: silver birch (*Betula Pendula Roth*); bioindication; carotenoids; medicinal dandelion (*Taraxacum Officinale*); chlorophyll.

Abstract: To assess the changes in the environment in Tambov, using bioindication methods, the pigments of the photosynthetic apparatus of the leaves of the medicinal dandelion (*Taraxacum Officinale*) and silver birch (*Betula Pendula Roth*) were studied. It is shown that the anthropogenic load on the environment in the city of Tambov has increased over the past decade.

© Н. В. Вервеккина, И. В. Гладышева, А. Г. Шубина, 2021