

УДК 581.1: 582.475:57.045:87.35.91

ИЗМЕНЕНИЕ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА ВЫСШИХ И ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ НА САМОТЛОРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

© 2017 Р.И. Шаяхметова¹, С.П. Мальгина¹, Т.М. Гут¹, А.Ю. Кулагин²¹Нижевартовский государственный университет²Уфимский институт биологии РАН

Статья поступила в редакцию 25.05.2017

Установлены адаптивные реакции растений в условиях солевого и нефтяного загрязнения Самотлорского месторождения. Изменения в содержании пигментов фотосинтеза (хлорофиллов а, b и каротиноидов) в ассимиляционном аппарате растений свидетельствуют об адаптивном характере наблюдаемых реакций и специфической роли пигментов в структурно-функциональной организации фотосинтетического аппарата растений.

Ключевые слова: пигменты, хлорофилл, каротиноиды, ассимиляционный аппарат, хвоя, загрязнение, засоление, подтоварная вода

В условиях техногенного загрязнения нефтегазодобычи и переработки полезных ископаемых наблюдаются последствия негативного влияния на растения на морфологическом, так и на физиологическом уровне. Фотосинтетическая система реагирует на изменения в окружающей среде, характеризуется адаптивным потенциалом и может рассматриваться как индикатор [1]. Самотлорское нефтегазоконденсатное месторождение открыто в 1965 г. и введено в промышленную эксплуатацию в 1969 г. Оно отличается высокой техногенной нагрузкой на окружающую среду в виде нефтяных и солевых загрязнений, а также поступления тяжелых металлов. Месторождение расположено на озерно-ингрессионной террасе реки Оби. Территория почти сплошь заболочена, доминируют болотные верховые почвы на мощных и средних торфах [3]. Тип растительности – смешанный лес с преобладанием хвойных пород деревьев с примесью березы и осины. Самым богатым по количеству видов и одновременно по обилию среди цветковых болотных растений выступает род *Carex*, а среди мхов – род *Sphagnum*. Для выявления особенностей адаптивных реакций фотосинтетического аппарата хвойных и высших растений необходимо следует определить пигментов в процессе роста и развития растений.

Цель исследования: определение содержания пигментов фотосинтеза у доминирующих растений в различных условиях антропогенной нагрузки.

Объекты и методы исследований. Изучение пигментного состава проводили в период активной вегетации растений на участках, подвергнутых загрязнению буровыми растворами. Объектами

исследования были доминирующие растения: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), осока острая (*Carex acuta* L.), осока пузырчатая (*Carex vesicaria* L.), щавель курчавый (*Rumex crispus* L.), крестовник болотный (*Senecio paludosus* (L.) Hook), кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.) Scop), астра сибирская (*Aster sibiricus* L.). Количество хлорофиллов (Хл) а, b и сумму каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом. Для определения оптической плотности вытяжки пигментов использовали спектрофотометр *Specord 30 Analytik Jena*. Оценку давали при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофилла а (663 нМ), хлорофилла b (645 нМ), каротиноидов (470 нМ). Концентрации пигментов хлоропастов вычисляли с применением уравнений Ветштейна и Хольма для 100%-го ацетона [6, 7]. Карта расположения пробных площадок (ПП) показана на рис. 1.

Результаты исследований и их обсуждение. Хвоя сосны обыкновенной собиралась с участков неподверженных явным загрязнениям нефтью и подтоварной водой. Содержание хлорофилла а в ассимиляционном аппарате сосны обыкновенной в районе реки Ватинский Ёган составило 1,71 мг/г, на территории озера Кымыл-Эмтор – 1,53 мг/г, около озера Самотлор – 1,37 мг/г (рис. 2). Установлено, что в хвое наибольшее количество хлорофилла b было в районе р. Ватинский Ёган (1,01 мг/г), а наименьшие значения хлорофилла b и хлорофилла а были отмечены близ озера Кымыл-Эмтор (0,91 мг/г) и озера Самотлор (0,42 мг/г). Результаты определения содержания каротиноидов в хвое показали, что минимальное количество содержалось в районе реки Ватинский Ёган (0,16 мг/г). Максимальное количество каротиноидов было обнаружено близ озера Самотлор (0,21 мг/г). Согласно полученным данным наблюдается общая тенденция уменьшения количества хлорофиллов в зависимости от места произрастания. Такое изменение содержания пигментов может быть связано с характером реакции сосны обыкновенной на действие антропогенных загрязнений [4, 5].

Шаяхметова Раиса Иршатовна, инженер-техник НИИ «Геоэкологических исследований». E-mail: 19raj83@rambler.ru

Мальгина Светлана Павловна, старший преподаватель кафедры экологии. E-mail: malginasp@gmail.com

Гут Татьяна Михайловна, преподаватель кафедры экологии. E-mail: bgtm70@mail.ru

Кулагин Алексей Юрьевич, доктор биологических наук, профессор. E-mail: coolagin@list.ru

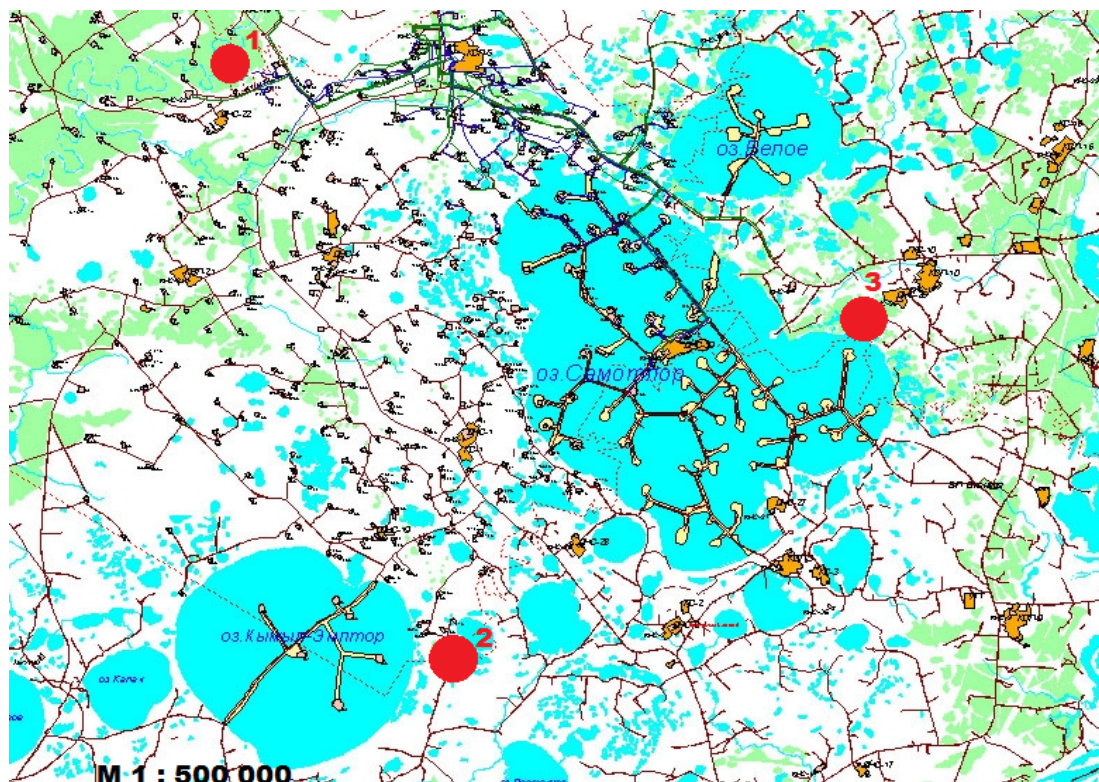


Рис. 1. Карта-схема расположения ПП на Самотлорском месторождении

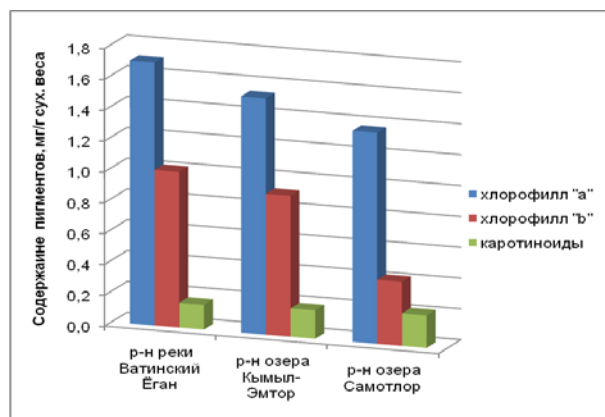


Рис. 2. Изменение содержания пигментов в хвое сосны обыкновенной в различных местообитаниях

Для изучения изменения количественного состава фотосинтетического аппарата растений в

ответ на солевое загрязнение были выбраны два участка загрязненных подтоварными водами и находящихся на стадии рассоления. Концентрация хлоридов на опытных участках составляла 0,7%. Для исследования использовали четыре вида растений местной флоры, контрольными вариантами служили растения с незагрязненных участков на данной территории. Содержание хлорофилла *a* во всех опытных вариантах сокращалось, например, у щавеля курчавого в контроле данный показатель имел значение 5,16 мг/г, в опыте – 3,5 мг/г, у крестовника болотного – 8,3 мг/г и 5,1 мг/г соответственно. Такая же закономерность наблюдалась у иван-чая и астры сибирской. При изучении изменения содержания хлорофилла *b* мы наблюдали сходную тенденцию, снижение содержания пигмента при повышении концентрации солей (табл. 1).

Таблица 1. Влияние подтоварных вод на содержание пигментов (мг/г сухой массы) листьях растений

Параметры	Щавель курчавый		Крестовник болотный		Иван-чай		Астра сибирская	
	контр.	опыт	контр.	опыт	контр.	опыт	контр.	опыт
хлорофилл "a"	5,16±0,3	3,5±0,09	8,3±0,5	5,1±0,4	5,9±0,5	4,2±0,2	6,8±0,3	5,1±0,3
хлорофилл "b"	3,6±0,01	3,2±0,01	4,3±0,08	3,9±0,06	2,9±0,08	2,7±0,2	3,1±0,1	2,9±0,1
каротиноиды	1,48±0,03	2,9±0,02	1,3±0,03	2,66±0,1	0,88±0,01	1,49±0,1	0,95±0,1	1,7±0,1

Набольшее увеличение содержания каротиноидов было выявлено в листьях щавеля курчавого и крестовника болотного. Например, в листьях щавеля курчавого содержание каротиноидов в контроле составляло 1,48 мг/г, в опыте – 2,9 мг/г, у крестовника болотного – 1,3 мг/г и 2,66 мг/г, у астры

сибирской – 0,95 мг/г и 1,74 мг/г, соответственно. Известно, что каротиноиды входят в состав антиоксидантной системы и выполняют защитную функцию в условиях засоления [2].

Содержание хлорофилла *a* в листьях исследуемых растений со слабой степенью нефтяного

загрязнения возрастало незначительно по сравнению с контрольным вариантом. Более высокие концентрации нефти вызывали увеличение количества хлорофилла *a* в растениях осоки острой. У рогоза широколистного концентрация нефти 0,17% стимулировала процессы синтеза хлорофилла *a*, дальнейшее повышение содержания нефти в почве вызывало снижение этого показателя до уровня контроля (рис. 3).

Показано, что у осоки острой в условиях нефтяного загрязнения происходит увеличение содержания хлорофилла *b* по мере возрастания концентрации нефти. Для осоки пузырчатой установлена противоположная картина – содержание хлорофилла *b* при повышении концентрации нефти понижалось с 1 мг/г в контрольных условиях до 0,96 мг/г при 3,75% нефтяном загрязнении (рис. 4).

Нефтяное загрязнение почвы приводило к повышению содержания каротиноидов в листьях растений. Наибольшее накопление каротиноидов выявлено у осоки острой на всех опытных участках, у осоки пузырчатой данная тенденция выражена не столь явно (рис. 5). В целом нефтяное загрязнение почв оказывает неоднозначное влияние на содержание пигментов в изучаемых растениях.

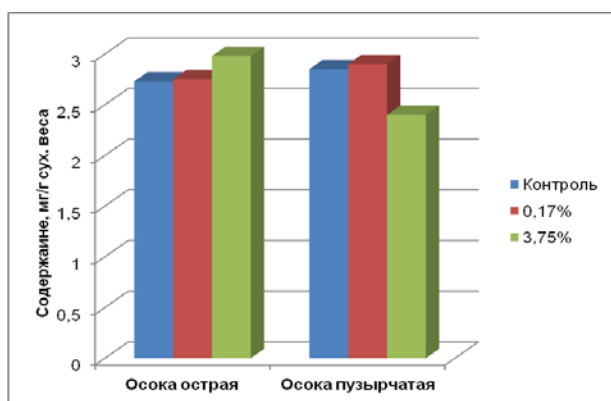


Рис. 3. Влияние нефтяного загрязнения на содержание хлорофилла *a* в листьях осоки острой и осоки пузырчатой

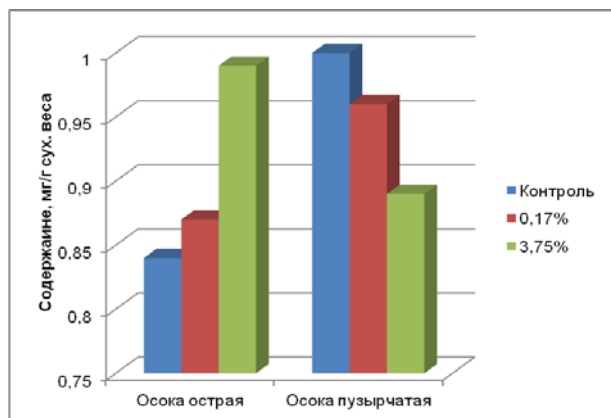


Рис. 4. Влияние нефтяного загрязнения на содержание хлорофилла *b* в листьях осоки острой и осоки пузырчатой

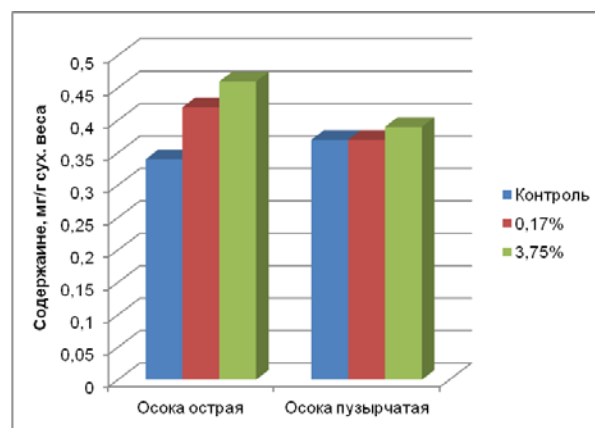


Рис. 5. Влияние нефтяного загрязнения на содержание каротиноидов в листьях осоки острой и осоки пузырчатой

Выводы: антропогенная нагрузка в виде нефтяного и солевого загрязнения влияет на содержание фотосинтетических пигментов. Растения характеризуются видоспецифичностью, что проявляется в изменении пигментного состава в условиях техногенной нагрузки. Полученные данные свидетельствуют об адаптивном характере наблюдаемых реакций и специфической роли пигментов в структурно-функциональной организации фотосинтетического аппарата растений.

Работа выполнена в рамках исполнения инициативного научного проекта № 5.7590.2017/БЧ Минобрнауки России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Иванова, Н.А. Особенности фотосинтетической активности и пигментного аппарата листьев растений в условиях нефтяного загрязнения на территории Среднего Приобья / Н.А. Иванова, Л.Е. Корчагина // Естественные науки. 2012. №1. С. 37-46.
2. Иванова, Н.А. Механизмы адаптации растений к засолению в условиях Северного Казахстана / Н.А. Иванова, Л.М. Музычко // Биол. ресурсы Азиатских степей: мат-лы междунар. конф. – Костанай, 2007. С. 54-59.
3. Коркина, Е.А. Самовосстановление нарушенных техногенезом почв Среднего Приобья: Монография / Отв. ред. Г.Н. Гребенюк – Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2015. 158 с.
4. Кулагин, А.Ю. Особенности содержания фотосинтетических пигментов в хвое сосны обыкновенной в условиях нефтяного загрязнения / А.Ю. Кулагин, Р.И. Шаяхметова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, №2(2). С. 434-437.
5. Лапина, Г.П. Влияние нефти на пигментный состав сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* / Г.П. Лапина, Н.М. Чернавская, М.Е. Литвиновский, С.В. Сазанова // Электронный научный журнал «Исследовано в России». 2007. С. 569-580.
6. Шлык, А.А. О спектрофотометрическом определении хлорофиллов *a* и *b* // Биохимия. 1968. Т. 33, вып. 2. С. 275-285.
7. Wettstein, P. Von Chlorofyll – letal und der submicroscopische Form wechsel der Plastiden // Exp. Cell Res. 1957. V. 12. P. 27-31.

CHANGE OF PIGMENTARY STRUCTURE OF THE HIGHER AND CONIFEROUS PLANTS AT SAMOTLOR FIELD

© 2017 R. I. Shayakhmetova¹, S.P. Malgina¹, T.M. Gut¹, A.Yu. Kulagin²

¹ Nizhnevartovsk State University

² Ufa Institute of Biology RAS

Adaptive reactions of plants in the conditions of salt and oil pollution of Samotlor field are established. Changes in the maintenance of pigments of photosynthesis (chlorophyll *a*, *b* and carotinoids) in the assimilatory device of plants testify to the adaptive nature of observed reactions and a specific role of pigments in the structurally functional organization of the plants photosynthetic apparatus.

Key words: *pigments, chlorophyll, carotinoids, assimilatory apparatus, needles, pollution, salinization, produced water*

Raisa Shayakhmetova, Engineer Technician at the Scientific
Research Laboratory "Geoecological Researches". E-mail:
19raj83@rambler.ru

Svetlana Malgina, Senior Teacher at the Ecology Department.
E-mail: malginasp@gmail.com

Tatiana Gut, Teacher at the Ecology Department E-mail:
bgtm70@mail.ru

Aleksey Kulagin, Doctor of Biology, Professor. E-mail:
coolagin@list.ru

Сдано в набор 20.04.2017. Подписано к печати 30.06.2017. Формат бумаги 60x80 1/8
Офсетная печать. Усл.п. л. 10,5 Усл.кр.-отт. 8,3 Уч.изд. л. 13,0 Тираж 300 экз. Заказ №

Учредители: Самарский научный центр Российской академии наук,
Президиум СамНЦ РАН

Адрес издателя: 443001, Самара, Студенческий пер., 3а
Отпечатано в типографии СамНЦ РАН. 443001, Самара, Студенческий пер., 3а