

УДК 581.543.6:581.192:582.47

## Особенности фотосинтезирующей активности хвои деревьев *Pinus sylvestris* L. в хвойных лесах Кольского полуострова

С.И. Овчинникова, Е.В. Шашкова

Биологический факультет МГТУ, кафедра биохимии

**Аннотация.** Проведено исследование фотосинтезирующей активности хвои деревьев *Pinus sylvestris* L., произрастающих в хвойных лесах Кольского полуострова. Дана оценка содержания хлорофиллов (a+b) и каротиноидов в хвое; выявлены общие закономерности процесса накопления в ней пигментов и определенные адаптивные изменения к экстремальным условиям на уровне фотосинтетических процессов.

**Abstract.** A research of photosynthesizing activity of *Pinus sylvestris* L. tree needles has been carried out for coniferous forests in the Kola Peninsula. An estimation of chlorophyll (a+b) and carotenoid concentration in needles has been presented. The general laws of pigment accumulation process in needles have been revealed and certain adaptive changes to the extreme conditions of the Kola Peninsula at the level of photosynthetic processes have been considered.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, фотосинтезирующая активность, содержание хлорофиллов, каротиноиды  
**Key words:** *Pinus sylvestris*, photosynthesizing activity, chlorophylls concentration, carotenoid

### 1. Введение

В условиях усиленного антропогенного воздействия и изменений климата актуально исследование механизмов адаптации и выживания растений в экстремальных экологических условиях.

В лесах Кольского полуострова одной из основных лесобразующих пород является сосна, она занимает 43 % лесопокрытой площади. Древостои сосны отличаются наибольшей продуктивностью по сравнению с елью и березой и являются основными объектами заготовки древесины. Лучшие по производительности насаждения произрастают на юго-западе области (Сергеев, 2010).

Продуктивный потенциал хвойных растений зависит от накопления ими биомассы хвои (Андрянова, Тарчевский, 2004), т.к. ассимилирующие органы играют роль регуляторного звена в функционировании растительного организма (Никонов и др., 1987). Например, возрастание доли желтых пигментов в общем пигментном составе хлоропластов происходит в неблагоприятных условиях (Карнаухов, 1988), а увеличение доли каротиноидов в пигментном фонде высокогорных растений, по мнению ряда авторов (Маслова и др., 1996; Зотикова и др., 2001), свидетельствует об их защитной роли.

Большинство исследований по изучению фотосинтезирующей активности хвои проводилось по высотному экологическому профилю (Маслова и др., 1996; Зотикова и др., 2001; Карнаухов, 1988). На территории Кольского полуострова ранее было изучено содержание химических элементов в растительных тканях на северном пределе распространения (Никонов и др., 1987), а особенности состояния фотосинтезирующей активности хвои вообще не исследовались. Поэтому цель данной работы состояла в изучении состояния фотосинтезирующей активности хвои *Pinus sylvestris* L. в разных частях Кольского полуострова.

### 2. Объекты и методы исследования

Объектом исследований служили естественные сосновые насаждения, расположенные на фоновых территориях Кольского полуострова.

Исследования состояния фотосинтезирующей активности хвои *Pinus sylvestris* L. проводили на четырех пробных площадях (ПП), характеризующихся одинаковыми лесорастительными условиями и заложенных в разных частях Кольского полуострова: на юго-востоке – в Терском лесничестве; на юго-западе – в Кандалакшском лесничестве; на севере – в Мурманском лесничестве; на северо-западе – в Печенгском лесничестве; на северо-востоке – в Ловозерском лесничестве.

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев ПП представлена в табл. 1.

Для исследования фотосинтетических параметров хвои на каждой ПП было отобрано по 9 деревьев, одного возраста и габитуса. Образцы однолетней хвои отбирали из средней части кроны южной экспозиции. Измерения проводили в 9 биологических и 3 аналитических повторностях. Для извлечения пигментов использовали 80 % раствор ацетона. Содержание пигментов определяли

спектрофотометрическим способом (спектрофотометр СФ-2000) по величине оптической плотности при длине волны 663 и 646 нм. Для определения каротиноидов вытяжку промеряли по длине волны 470 нм (Сахарова, 1969). Расположение лесничеств на территории Кольского полуострова показано на рисунке.

Таблица 1. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев ПП

Пробная площадь	Лесничество	Участковое лесничество	Квартал (выдел)	Время сбора хвои	Тип леса	Состав древостоя	Сомкнутость полога	Бонитет	Тип почвы
1	Терское	Терское	52 (72)	31.03. 2011 15.00	Сосняк черничник	6С(50) 2Е(70) 2Б(50)	0,5	V	Подзол маломощный супесчаный
2	Кандалакшское	Кандалакшское	242 (47)	23.03. 2011 11.00	Сосняк черничник	5С(50) (50)4Е 1Б(50)	0,5	V	Подзол маломощный супесчаный
3	Мурманское	Тайбольское	253 (68)	31.03. 2011 14.00	Сосняк черничник	8С(50) 2Е(70)	0,5	V	Подзол маломощный супесчаный
4	Печенгское	Никельское	103 (25)	31.03. 2011 13.50	Сосняк черничник	10С (50)+Е	0,5	V	Подзол маломощный супесчаный

### 3. Результаты и обсуждение

Проведенные исследования показали, что хвоя *Pinus sylvestris* L. из разных частей Кольского полуострова существенно различалась по величине отдельных спектрофотометрических характеристик. Сравнительный анализ уровня пигментов в зависимости от места произрастания деревьев показал, что самое большое содержание хлорофилла *a* было на южных и юго-западных пробных площадях (ПП 1 и 2), при этом содержание хлорофилла *a* более чем в 2 раза превышало значение содержания хлорофилла *b* (рис. 1).

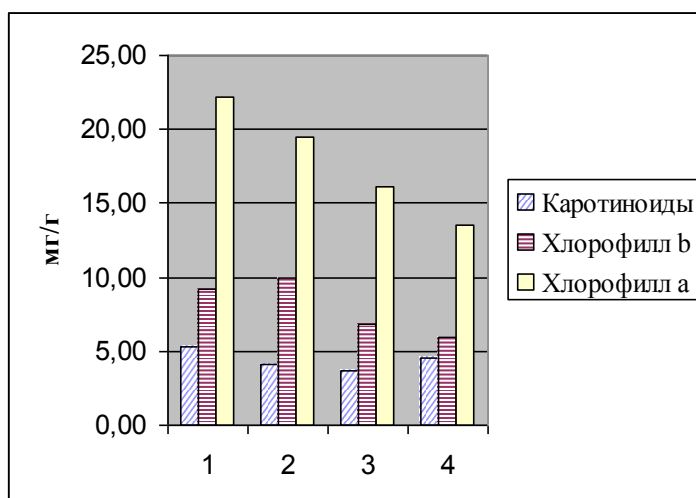


Рис. Изменение фотометрических показателей однолетней хвои у деревьев *Pinus sylvestris* L. на пробных площадях: 1 – Терское лесничество; 2 – Кандалакшское лесничество; 3 – Мурманское лесничество; 4 – Печенгское лесничество

С продвижением на север и северо-восток содержание зеленых пигментов уменьшалось, причем в большей степени снижалось количество хлорофилла *a* и несколько меньше – хлорофилла *b*. Причиной снижения содержания хлорофиллов *a* и *b*, с приближением к пределу распространения лесной растительности, предположительно является усиление действия комплекса экологических факторов, в частности понижение температуры почвы и воздуха. При этом доля хлорофилла *b* в пигментном составе зеленых хлорофиллов оставалась примерно на одном и том же уровне.

Содержание каротиноидов в хвое деревьев, произрастающих в разных частях Кольского полуострова, колебалось от 3,72 до 5,31 мг/г сырой массы (рис. 1). Содержание желтых пигментов

снижалось как с юга на север (ПП 1, 2 и 3), так и с запада на восток (ПП 4 и 3) в северной части полуострова, при этом доля каротиноидов в общем пигментном фонде увеличилась по направлению с юга на север и с востока на запад (табл. 2). Являясь легко окисляющимися веществами, каротиноиды играют роль акцепторов кислорода, связывая перекисные соединения и предохраняя пигмент-белковые комплексы фотосинтетических мембран и хлорофилл от фотоокисления. Таким образом, возрастание доли желтых пигментов в общем пигментном составе хлоропластов может являться признаком усиления действия комплекса неблагоприятных экологических факторов.

Таблица 2. Соотношение фотосинтетических пигментов в хвое *Pinus sylvestris* L.

Пробная площадь	Лесничество	Хл <i>a</i> + Хл <i>b</i>	Хл <i>a</i> / Хл <i>b</i>	(Хл <i>a</i> + Хл <i>b</i> ) / каротиноиды
1	Терское	31,4	2,4	5,9
2	Кандалакшское	29,5	1,9	7,1
3	Мурманское	22,9	2,4	6,2
4	Печенгское	19,5	2,3	4,3

#### 4. Заключение

Исследование структурных особенностей, динамики состояния фотосинтезирующей активности хвои *Pinus sylvestris* L. позволило выявить определенные адаптивные изменения изучаемых параметров в хвойных лесах в разных частях Кольского полуострова.

Адаптация к экстремальным условиям Кольского полуострова происходила на уровне фотосинтетических процессов, о чем свидетельствуют содержание и соотношение фотосинтетических пигментов хлоропластов в хвое деревьев на пробах северной и северо-восточной части полуострова. Содержание зеленых пигментов в хвое *Pinus sylvestris* L. уменьшалось по направлению с юга на север и с юго-запада на северо-восток, причем в большей степени снижалось содержание хлорофилла *a* и несколько меньше – содержание хлорофилла *b*. Максимальное абсолютное содержание каротиноидов было выявлено в южной части Кольского полуострова, а их максимальная доля в общем пигментном фонде – на севере.

#### Литература

- Андрянова Ю.Е., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. М., Наука, 135 с., 2004.
- Зотикова А.П., Воробьева Н.А., Соболевская Ю.С. Динамика содержания и роль каротиноидов хвои кедра сибирского в высокогорье. Вестник Башкирского университета, № 2 (1), с.36-40, 2001.
- Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов. М., Наука, 240 с., 1988.
- Маслова Т.Г., Попова И.А., Корношенко Г.А., Королева О.Я. Развитие представлений о функционировании виолаксантинового цикла в фотосинтезе. Физиология растений, т.43, № 3, с.437-449, 1996.
- Никонов В.В., Баскова Л.А., Сизов И.И. Химический состав хвои сосны на северном пределе распространения (Кольский полуостров). Апатиты, КНЦ РАН, с.62-75, 1987.
- Сахарова О.В. Определение пигментов в пластидах зеленых растений. В кн.: Методы комплексного изучения фотосинтеза. Л., Наука, с.165-180, 1969.
- Сергеев Д.О. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов на территории Мурманской области в 2009 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2010 год. СПб., Изд-во "Рослесозащита" ФГУ Центр защиты леса Ленинградской области, 57 с., 2010.