

**УДК 581.1:582.477.6**

*Пигментный комплекс хвои дальневосточных и интродуцированных видов рода Можжевельник (*Juniperus* L.)*

Титова Марина Сергеевна

Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН, с. Горно-Таежное, г. Уссурийск, Приморский край, Россия

**Аннотация:**

Представлены результаты исследований содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов a,b и каротиноидов) в хвое дальневосточных и интродуцированных в дендрарий Горнотаежной станции ДВО РАН видов рода *Можжевельник*. Установлено, что по сумме пигментов интродуценты уступают местному виду. Полученные данные расширяют представления о пигментном комплексе интродуцированных хвойных видов и могут быть использованы для диагностики состояния их фотосинтетического аппарата.

*Ключевые слова:* фотосинтетические пигменты, хвоя, хлорофилл, каротиноиды, интродуцент

**UDC 581.1:582.477.6**

*Pigment complex of needles Far-Eastern and local species p. *Juniperus**

Titova Marina Sergeevna

Mountain-Taiga station from V.L. Komarov FEB RAS, Ussuriisk, Mountain-Taiga station, Primorye region, Russia

*Abstract:*

The author presents the results of research of content of photosynthetic pigments (chlorophyll a, b and carotenoids) in needles of introducent and local species *Juniperus*, growing in arboretum Mountain-Taiga station FEB RAS. It is established that the amount of photosynthetic pigments of introduce species is inferior to the local species. These data extend the idea of the pigment complex of introduced coniferous species and can be used to diagnose the state of photosynthetic apparatus.

*Keywords:* photosynthetic pigments, needles, chlorophyll, carotenoids, introducent

**Введение**

Род можжевельник (*Juniperus* L.) является самым крупным в семействе Кипарисовые (*Cupressaceae* Bartl.) и включает около 68 видов и 36 разновидностей.

В пределах российского Дальнего Востока естественно произрастает пять видов можжевельника: даурский, Саржента, сибирский, твердый и прибрежный [1].

Можжевельники нетребовательны к почве и влаге, теневыносливы и морозостойки. Произрастая обычно на малопродуктивных почвах, они сами способствуют улучшению почвенного слоя: опадающая хвоя быстро минерализуется, обогащая почву питательными веществами, образуя нейтральный гумус. Можжевельник встречается отдельными экземплярами, группами кустов или небольшими зарослями [7].

В дендрарий Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова ДВО РАН (Приморский край) интродуцированы 10 видов можжевельника, в том числе можжевельник китайский (*Juniperus chinensis* L.) и можжевельник полушаровидный (*Juniperus semiglobosa* Regel). Родиной можжевельника китайского является Северо-Восточный Китай, Южная Маньчжурия, Корея, Япония. Можжевельник полушаровидный естественно произрастает в горах Средней Азии - на Памире, в Западном и Центральном Тянь-Шане.

Известно, что функциональная активность фотосинтетического аппарата определяет степень адаптации вида в новых условиях местообитания. Для выявления на биохимическом уровне адаптивных механизмов фотосинтетического аппарата необходимо знать, как происходит сезонная динамика синтеза хлоропластов и каротиноидов в процессе роста и развития хвои у интродуцентов и фоновых растений.

#### **Цель исследования**

Исследовать пигментный комплекс растений рода Можжевельник и выявить различия в сезонной динамике накопления фотосинтетических пигментов у интродуцируемых и аборигенных (дальневосточных) видов.

#### **Материал и методы исследования**

Объектами исследования служили листья трех вечнозеленых видов рода Можжевельник (*Juniperus* L.): *Juniperus chinensis* L. (можжевельник китайский), *Juniperus semiglobosa* Regel (можжевельник полушаровидный), *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc. (можжевельник твердый).

Сбор материала проводили в дендрарии Горнотаежной станции ДВО РАН (Уссурийский район, Приморский край). Район исследований характеризуется средней многолетней годовой температурой воздуха – 5,4°C. Средняя годовая сумма температур составляет 1757,6°C. Максимальная температура воздуха – 39,0°C, минимальная – -37,7°C. Количество дней с положительными среднесуточными показателями колеблется от 222 до 253 в год. Продолжительность безморозного периода 105-120 дней. Средняя температура самого холодного месяца составляет 16,0°C. В районе расположения дендрария выпадает в среднем 657,7 мм

осадков в год. Исследование динамики накопления фотосинтетических пигментов проводили с 2013 по 2014 гг.

Образцы хвои второго года вегетации с постоянной навеской 0,2 г отбирали в трехкратной повторности в течение всего года раз в месяц. Хвою можжевельника брали на высоте 1,0-1,5 м.

Далее в лабораторных условиях получали вытяжку пигментов в ацетоне. Экстракты пигментов фильтровались вакуумным способом. Оптические плотности пигментных вытяжек определяли с помощью однолучевого автоматизированного спектрофотометра СФ-56 (ЛОМО) по центрам поглощения: для хлорофиллов *a* и *b* – 644 и 662 нм, для каротиноидов – 440,5 нм. Количество хлорофиллов и каротиноидов, а также их соотношение определяли с помощью однолучевого автоматизированного спектрофотометра СФ-56 (ЛОМО) по методике Шлыка А.А. [5]. Расчет концентрации пигментов производился по формулам Веттштейна для 100%-ного ацетона:

$$C_a = 9,78 \times D_{662} - 0,99 \times D_{644},$$

$$C_b = 21,42 \times D_{644} - 4,65 \times D_{662},$$

$$C_{a+b} = 5,13 \times D_{662} + 20,43 \times D_{644},$$

$$C_{кар} = 4,69 \times D_{440,5} - 0,268 (C_{a+b}),$$

где *C* – концентрация хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в мг/л, *D* – оптическая плотность в центрах поглощения пигментов 440,5; 644 и 662 нм.

Содержание пигментов в хвое вычислялось по формуле:

$$A = (C \times V) / (P \times 1000),$$

где *A* – содержание пигмента в мг на 1 г сырой навески, *C* – концентрация пигмента в мг/л (после расчета по формулам 1, 2, 3, 4), *V* – объем вытяжки пигмента (мл), *P* – навеска хвои (г).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В качестве одного из показателей работы фотосинтетического аппарата исследовали сезонную динамику содержания различных форм хлорофилла и каротиноидов в двухлетней хвое интродуцентов (м. полушаровидного и м. китайского) и местного вида (м. твердого).

Анализ полученных данных выявил отчетливую дифференциацию видов по накоплению фотосинтетических пигментов. Наибольшее среднегодовое количество суммы пигментов (хл.*a*+хл.*b*+каротиноиды) отмечено нами у аборигенного можжевельника твердого (2,22 мг/г сырого веса), в то время как у можжевельников китайского и полушаровидного этот показатель равен 1,66 и 1,42 соответственно.

Количественные характеристики и сезонные закономерности накопления суммы пигментов хорошо прослеживается на рис. 1. Так, наиболее стабильно фонд пигментов пополнялся с апреля по июль и с сентября по ноябрь, как у местного, так и у интродуцированных видов.

Снижение количества пигментов в зимний период связано со структурно-функциональной перестройкой, наблюдаемой в клетках мезофилла хвойных при их подготовке к периоду покоя. С наступлением осени в клетках хлоренхимы происходит исчезновение крахмальных зерен, изменение формы, размеров и месторасположения зеленых пластид, которые перемещаются к центральной части клетки и группируются вокруг ядра, что снижает поглощение световой энергии [2].

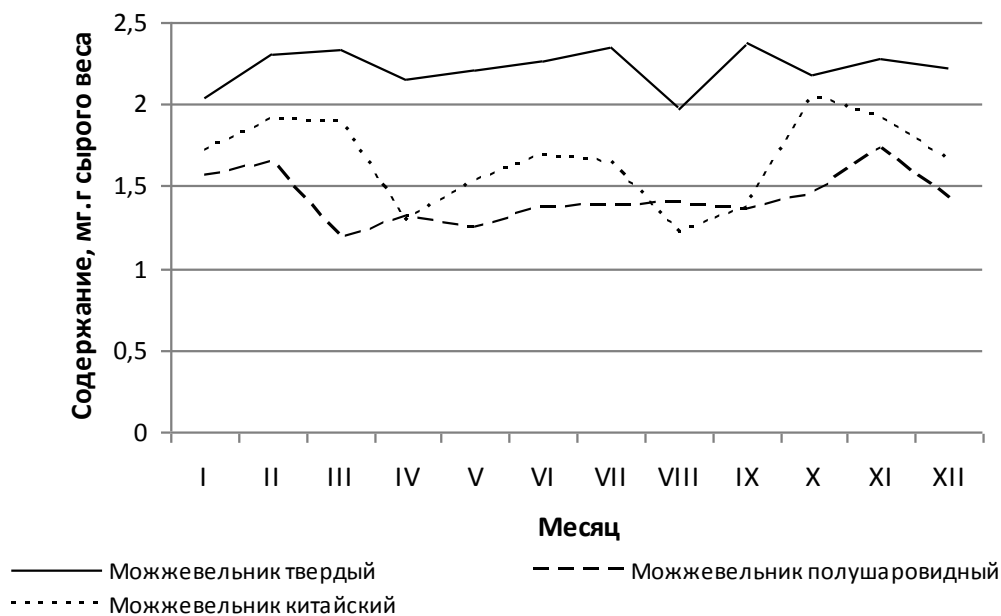


Рисунок 1 – Сезонная динамика содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов  $a+b$ , каротиноидов) в хвое трех видов можжевельников.

У можжевельника твёрдого тенденция накопления пигментов отмечена с апреля по июль и с августа по сентябрь с максимальной отметкой в 2,38 мг/г сырого веса. Согласно полученным данным, максимум накопления хлорофиллов и каротиноидов у инорайонных можжевельника китайского зафиксирован в октябре (2,05 мг/г сырого веса), у можжевельника полушаровидного в ноябре (1,73 мг/г). Как видно из рис. 1, для этих двух видов наблюдалась общая картина накопления фотосинтетических пигментов в осенние и зимние месяцы.

Меньшим колебаниям в течение вегетации растений был подвержен фонд желтых пигментов. Имеются лишь различия величины показателей каротиноидов, характеризующиеся большим содержанием пигмента в дальневосточном растении по сравнению с интродуцентами. Кроме того, отмечена четкая динамика уменьшения их количества в летний период и накопления в зимний период (рис.2).

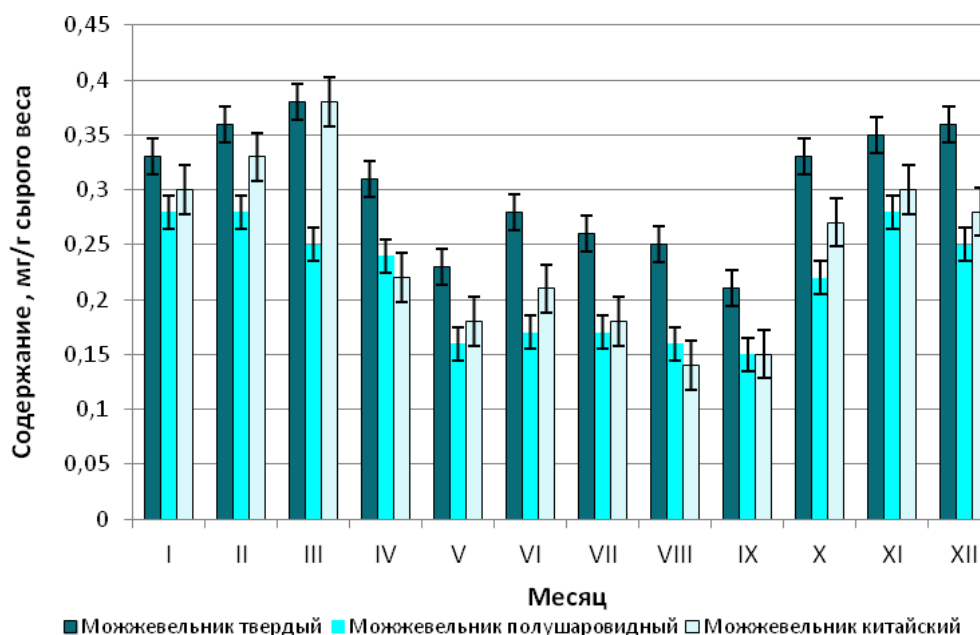


Рисунок 2 – Сезонная динамика содержания каротиноидов в хвое трех видов можжевельников.

Низкий летний уровень содержания каротиноидов в хвое можжевельников объясняется ростовыми процессами вегетативных органов у растения и направленностью процессов синтеза в сторону образования белков, полисахаридов и других веществ. О подобной динамике снижения уровня каротиноидов в хвое в летние месяцы отмечали и другие авторы [3, 4].

Характер сезонной динамики каротиноидов в отличие от хлорофиллов у местного и интродуцированных видов можжевельников идентичен. Максимальные значения у м. твердого отмечены в марте (0,38 мг/г сырого веса), минимальные – в сентябре (0,21 мг/г сырого веса). У интродуцированного м. китайского максимум (0,38 мг/г сырого веса) содержания каротиноидов зафиксирован в марте, минимум (0,14) в августе. Наибольшие отметки содержания желтых пигментов у можжевельника полусферовидного приходятся на январь-февраль месяц (0,28), наименьшие в сентябре (0,15).

Высокие показатели значений каротиноидов зимой и весной обусловлены повышенным уровнем инсоляции, наиболее характерным для климатических условий Приморского края. В феврале-марте в листьях хвойных было обнаружено наибольшее количество пигментов виолаксантинового цикла, защищающих ассимиляционный аппарат от фотодинамического разрушения в условиях низких температур и избыточной инсоляции [6].

### Выводы

На основании полученных экспериментальных данных установлены различия в содержании фотосинтетических пигментов и сезонной динамики их накопления у местного и интродуцированных видов можжевельников. Установлено, что местный вид по среднегодовому суммарному содержанию фотосинтетических пигментов (2,22 мг/г сырого веса) превосходит интродуцируемые виды можжевельников китайского (1,66 мг/г сырого веса) и полушаровидного (1,42 мг/г сырого веса).

Таким образом, по накоплению пигментов в хвое можжевельники располагаются в следующем порядке по мере убывания: м. твердый → м. китайский → м. полушаровидный.

Основные процессы накопления пигментов у можжевельника твердого завершаются в начале осени (сентябрь), в то время как фотосинтетический аппарат интродуцентов до октября-ноября продолжает устойчиво работать.

В целом, с точки зрения пигментных показателей, по уровню активности фотосинтетического аппарата, нами отмечена стабильность в работе пигментного комплекса интродуцированных можжевельников, но по уровню накопления пигментов эти виды несколько уступают дальневосточному виду.

В процессе интродукции хвойные виды, перенесенные за пределы своих природных ареалов, находятся в новых для них экологических условиях. Выживание интродуцентов возможно при их успешной адаптации к комплексу природно-климатических условий района интродукции. Полученные нами материалы могут быть использованы для диагностики состояния фотосинтетического аппарата интродуцированных видов, тем самым расширяя представления о пигментном комплексе интродуцентов.

## Список литературы

1. Воробьев, Д.П. Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока. – Ленинград: Изд-во «Наука», 1968. – С.34-37.
2. Ладанова, Н.В., Тужилкина, В.В. Структурная организация и фотосинтетическая активность хвои ели сибирской. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1992. – 97 с.
3. Марковская, Е.Ф. Каротиноиды разных органов// Ботанический журнал, – 1978. Т.63, №3. – С. 437-441.
4. Тужилкина В.В. Пигментный комплекс хвои сосны в лесах европейского Северо-Востока// Лесоведение, №4, 2012. С.16-23.
5. Шлык, А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 1971. – С. 154-170.



6. Яцко, Я.Н., Дымова, О.В., Головко, Т.К. Пигментный комплекс зимнее- и вечнозеленых растений в подзоне средней тайги европейского Северо-Востока// Ботанический журнал, 2009. Т.94. № 12. – С. 1812-1820.
7. Электронный ресурс: Можжевельники на Дальнем Востоке.  
URL: <http://pihtahvoya.ru/chvoynie-derevya-i-kustarniki-dalnego-vostoka/semeystvo-kiparisovich-rod-mozhzhevelnik/blog>(Дата обращения: 8.011.2015г)

### **Spisok literatury**

1. Vorob'ev, D.P. Dikorastushchie derev'ya i kustarniki Dal'nego Vostoka. – Leningrad: Izd-vo «Nauka», 1968. – S.34-37.
2. Ladanova, N.V., Tuzhilkina, V.V. Strukturnaya organizaciya i fotosinteticheskaya aktivnost' hvoi eli sibirskoj. – Syktyvkar: Komi NC UrO RAN, 1992. – 97 s.
3. Markovskaya, E.F. Karotinoidy raznyh organov// Botanicheskij zhurnal, – 1978.Т.63, №3. – S. 437-441.
4. Tuzhilkina V.V. Pigmentnyj kompleks hvoi sosny v lesah evropejskogo Severo-Vostoka// Lesovedenie, №4, 2012. S.16-23.
5. Shlyk, A.A. Opredelenie hlorofillov i karotinoidov v ehkstraktah zelenyh list'ev // Biohimicheskie metody v fiziologii rastenij. – M.: Nauka, 1971. – S. 154-170.
6. Yacko, YA.N., Dymova, O.V., Golovko, T.K. Pigmentnyj kompleks zimnee- i vечнозеленых растений в подзоне средней тайги европейского Северо-Востока// Botanicheskij zhurnal, 2009. Т.94. № 12. – S. 1812-1820.
7. Elektronnyj resurs: Mozhzhevel'niki na Dal'nem Vostoke.  
URL: <http://pihtahvoya.ru/chvoynie-derevya-i-kustarniki-dalnego-vostoka/semeystvo-kiparisovich-rod-mozhzhevelnik/blog>(Data obrashcheniya: 8.011.2015)