

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ХВОЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА *CUPRESSACEAE*

И.Г. Богачёв¹, Е.С. Белоциценко²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия, *ily-bogachev@yandex.ru*

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Национальный научный центр морской биологии» Дальневосточного отделения РАН», Владивосток, Россия, *belotsitsenko_es@mail.ru*

Аннотация. Исследована сезонная динамика содержания фотосинтетических пигментов и малонового диальдегида у четырех представителей семейства *Cupressaceae*: *Chamaecyparis pisifera*, *Platycladus orientalis*, *Microbiota decussata* и *Thuja occidentalis*. Обсуждается роль функциональных изменений фотосинтетического аппарата исследованных видов в обеспечении устойчивости перспективных для интродукции представителей сем. *Cupressaceae* к условиям Южного Приморья

Ключевые слова: *Cupressaceae*, фотосинтетические пигменты, малоновый диальдегид, сезонная динамика

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-135-138

Функциональное состояние фотосинтетического аппарата (ФСА) растений имеет критическую значимость для обеспечения жизнедеятельности автотрофных организмов [Рубин, Кренделева, 2003]. Интенсивность и направленность ассимиляционных процессов растений в течение года во многом определяются количеством и соотношением пигментов их ФСА, адаптационные перестройки которого в ответ на сезонные колебания факторов среды способствуют поддержанию в растительном организме нормального уровня первичной продукции. К сожалению, сведения о сезонной акклиматизации пигментного аппарата близкородственных видов вечнозелёных растений из разных ботанико-географических зон в условиях интродукции единичны и сосредоточены на представителях рода *Picea* Среднего Урала [Овсянников, 2015]. Целью настоящей работы было сравнительное изучение количественных изменений фотосинтетических пигментов у перспективных для интродукции представителей семейства кипарисовые в течение их вегетационного цикла в условиях Южного Приморья.

Объектами настоящего исследования были выбраны четыре высокодекоративных представителя семейства *Cupressaceae*. Три из них – *Thuja occidentalis*, *Chamaecyparis pisifera*, *Platycladus orientalis* являются интродуцентами, перспективными для озеленения городских насаждений. В климатических условиях Южного Приморья эти виды подвержены весеннему повреждению хвои (визуальные наблюдения). Четвертый вид – *Microbiota decussata* является представителем флоры Дальнего Востока и привлечен к исследованию в качестве фонового вида. Количественное определение пигментов: хлорофиллов а (Хл а) и b (Хл б), а также каротиноидов (Кар) проводили ежемесячно с февраля 2012 по январь 2013 гг. Параллельно оценивали содержание малонового диальдегида (МДА), как индикатора уровня перекисного окисления липидов в хвое изучаемых видов. Для анализа использовали незатененные образцы хвои из средней части кроны, сбор производили в утренние часы. Для определения содержания Хл а, Хл б, Кар использовали спектрофотометрический анализ с использованием методических разработок [Lichtenthaler, 1987]. Уровень МДА

определяли в соответствии с методикой [Heath, Packer, 1968]. Содержания Хл *a*, Хл *b*, Кар выражали в мг/(г сыр. веса), МДА – в мкмоль/(г сыр. веса). В течение сезона оценивали среднемесячные значения дозы физиологически активной радиации (ФАР) и температуры воздуха. Наиболее холодный в течение года период – с декабря по февраль, на него же приходится и минимальные значения ФАР. Наиболее теплые месяцы – август и сентябрь, высокие показатели ФАР в летний период наблюдались с апреля по август.

Выявленная сезонная динамика содержания Хл *a* и *b* в хвое исследуемых видов позволяют отнести изученные виды растений к группе светолюбивых (рисунок).

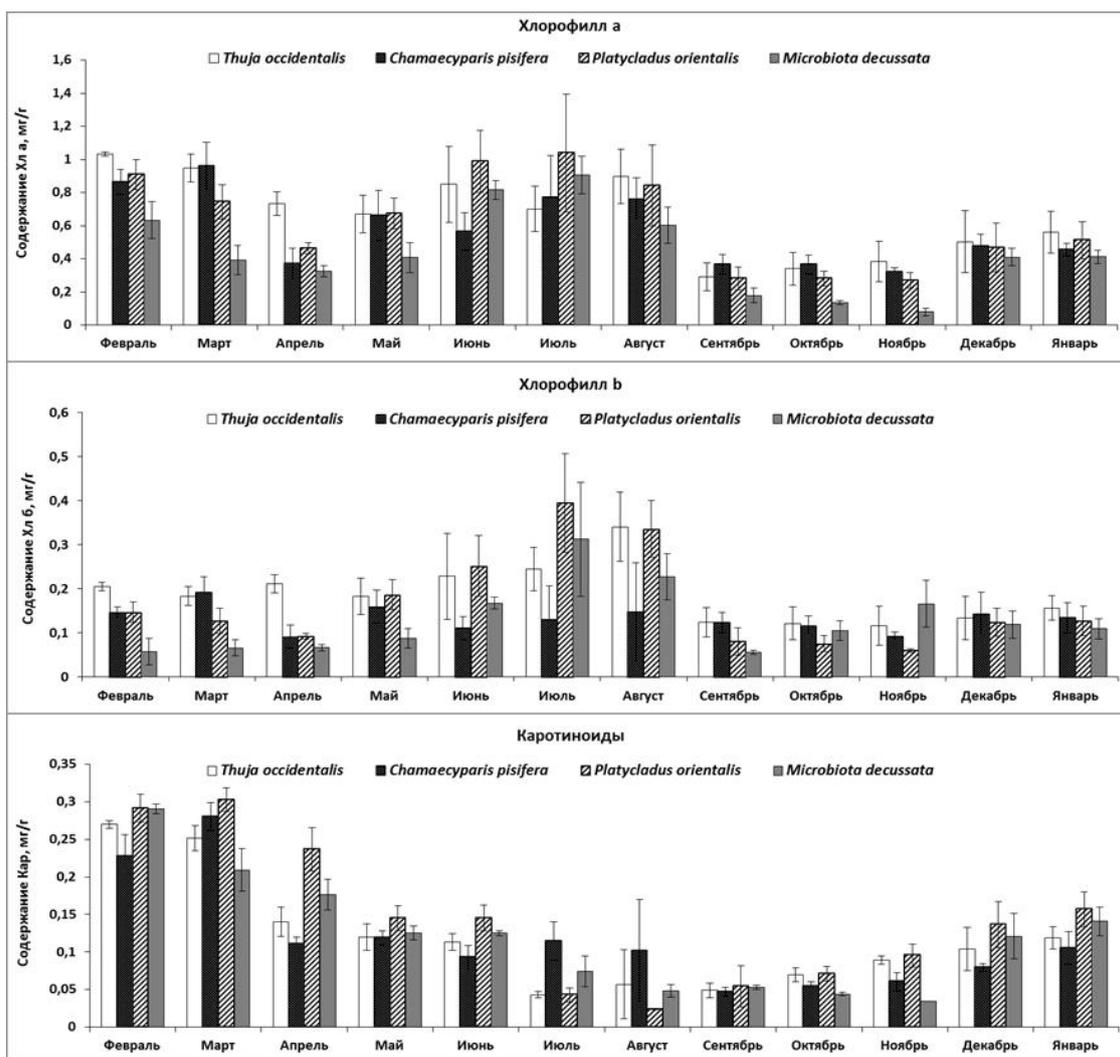


Рисунок. Содержание Хл *a*, Хл *b* и Кар у представителей сем. Кипарисовые в течение года. Представлены среднеарифметические значения, \pm SD.

Отмечено низкое содержание хлорофиллов в хвое исследуемых видов в мае по сравнению с летне-осенним периодом. Понижение концентрации хлорофиллов весной часто связывают с началом ростовых процессов [Яцко и др., 2009]. Осенью, когда ростовые процессы у хвойных замедляются, у всех видов наблюдали увеличение концентрации пигментов в хвое. С наступлением зимы у исследуемых видов отмечали тенденцию к уменьшению доли хлорофиллов в светособирающем комплексе (ССК) и возрастанию концентрации рассеивающих избыток солнечной энергии каротиноидов, что свидетельствует о снижении светособирающей функции пигментного комплекса

под воздействием неблагоприятных условий зимы [Рубин, Кренделева, 2003]. Сведения о возрастании концентрации каротиноидов в пигментном аппарате вечнозеленых растений в ответ на действие низких температур и/или высокой инсоляции описаны в работе [Ходасевич, 1982].

Максимальные годовые значения МДА у всех исследуемых видов зарегистрированы в ранневесенний период, в марте (таблица). При этом у *Chamaecyparis pisifera* и *Platycladus orientalis* эти показатели превышали таковые у *Microbiota decussata* и *Thuja occidentalis*, что свидетельствует о большей степени подверженности этих видов окислительному стрессу ранней весной.

Таблица.

Содержание малонового диальдегида (МДА) у представителей сем. Кипарисовые в течение их вегетационного цикла

Вид	Месяц											
	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Янв.
<i>Microbiota decussata</i>	0.065 ^a	0.176 ^b	0.035 ^B	0.055 ^a	0.038 ^B	0.046 ^B	0.036 ^B	0.065 ^a	0.058 ^a	0.073 ^a	0.032 ^B	0.039 ^B
<i>Platycladus orientalis</i>	0.093 ^a	0.254 ^b	0.052 ^B	0.068 ^Г	0.071 ^Г	0.058 ^Г	0.067 ^Г	0.070 ^Г	0.074 ^Г	0.083 ^Г	0.086 ^Г	0.074 ^Г
<i>Chamaecyparis pisifera</i>	0.173 ^a	0.340 ^b	0.075 ^B	0.080 ^B	0.045 ^Г	0.148 ^a	0.081 ^B	0.069 ^B	0.127 ^Л	0.063 ^B	0.118 ^Л	0.071 ^B
<i>Thuja occidentalis</i>	0.063 ^a	0.129 ^b	0.043 ^B	0.043 ^B	0.055 ^{ab}	0.046 ^B	0.031 ^Г	0.030 ^Г	0.042 ^B	0.049 ^B	0.054 ^{ab}	0.054 ^{ab}

Примечание. В таблице представлены среднеарифметические значения (n=3-4). Одинаковые буквенные индексы, расположенные справа от значений, показывают отсутствие статистически достоверных различий между значениями параметра в разные месяцы, при $P < 0.05$. Содержание МДА выражено в мкмоль/(г сыр. веса).

Исходя из полученных данных, критическим периодом в сезонном цикле изучаемых видов является февраль – март. В это время уровень окислительного стресса наивысший для всех видов. Это обуславливается возрастающей интенсивностью солнечной радиации в этот период в условиях отсутствия доступной капельножидкой воды в ризосфере [Яцко и др., 2009]. Также эта ситуация усугубляется нестабильным и довольно поздним снежным покровом, который не защищает почву от глубокого промерзания и не обеспечивает запас воды при таянии. Минимальные и максимальные значения пигментов ФСА достигаются видами в разные периоды вегетации, что отображает их различные генетически обусловленные адаптации к своим естественным экологическим условиям.

Полученные данные, возможно, использовать не только с точки зрения оценки индивидуальной адаптации и функционального состояния растений в течение года, но и для выбора оптимальных периодов проведения различных агротехнических работ при культивировании этих видов (пересадка, установка и снятие укрытий, вегетативное размножение, применение препаратов и удобрений).

Литература

Овсянников А.Ю. Сезонная структурно-функциональная трансформация фотосинтетического аппарата хвои *Picea pungens* Engl. и *P. obovata* Ledeb. на территории Ботанического сада УРО РАН (г. Екатеринбург): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Екатеринбург: ФГБУН Ботанический сад УРО РАН, 2015. – 282 с.

Рубин А.Б., Кренделева Т.Е. Регуляция первичных процессов фотосинтеза // Успехи биологической химии. – 2003. – Т. 43. – С. 225–266.

Ходасевич Э.В. Фотосинтетический аппарат хвойных: Онтогенетический аспект. – Мн: Наука и техника, – 1982. – 199 с.

Яцко, Я.Н., Дымова, О.В., Головкин, Т.К. Пигментный комплекс зимне- и вечнозеленых растений в подзоне средней тайги европейского Северо-Востока // Ботанический журнал. – 2009. – Т.94, № 12. – С. 1812–1820.

Heath R.L., Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Arch. Biochem. Biophys. – 1968 – V.125. – P. 189–198.

Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes // In: Methods Enzymol. (Douce, R. and Packer, L. (eds)). – V. 148. – Academic Press Inc., New York, 1987. – 350–382.

SEASONAL CHANGES OF THE PHOTOSYNTHETIC PIGMENT CONTENTS IN NEEDLES OF PERSPECTIVE FOR INTRODUCTION MEMBERS OF THE FAMILY *CUPRESSACEAE*

I.G. Bogachev¹, E.S. Belotsitsenko²

¹Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, *ily-bogachev@yandex.ru*

²Institute of Marine Biology, Vladivostok, Russia, *belotsitsenko_es@mail.ru*

Abstract. The seasonal dynamics of photosynthetic pigments and concentrations of malondialdehyde in four species of the *Cupressaceae* family (*Chamaecyparis pisifera*, *Platycladus orientalis*, *Microbiota decussate* и *Thuja occidentalis*) were investigated. The role of photosynthetic apparatus functional changes of the studied species for the stability of perspective for introduction members of the family *Cupressaceae* is discussed.

Keywords: *Cupressaceae*, photosynthetic pigments, malondialdehyde, seasonal dynamics