

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ СУММАРНЫХ ЛИПИДОВ ХВОЙНЫХ В УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИИ

М.В. Иванова, Г.Г. Суворова

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия, *omaria-84@yandex.ru*

Аннотация. Изучали состав и динамику суммарных липидов хвои *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, и *Larix gmelinii*, а также содержание хлорофиллов и воды в хвое в условиях вегетации. Показаны видоспецифические различия во взаимообусловленности динамики содержания ЖК с содержанием пигментов и особенностями водного статуса хвои у исследуемых видов.

Ключевые слова: жирные кислоты, условия вегетации, хвойные, хлорофилл, оводненность хвои, адаптация

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-366-369

В основе механизмов адаптации растительных организмов к специфическим условиям произрастания лежат структурно-функциональные преобразования клеточных мембран. Важную роль в процессах адаптации растений к климатическим условиям среды играют насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты липидов биологических мембран клеток, динамические преобразования которых направлены на сохранение активности фотосинтетического аппарата [Лось, 2001; Алаудинова, Миронов, 2009]. Несмотря на большое внимание, уделяемое в настоящее время изучению мембранных липидов растительных клеток, многие вопросы межвидовых различий ЖК состава, изменения его от факторов среды и взаимосвязи липидного обмена у растений с их фотосинтетической активностью остаются малоизученными. В Сибирском регионе преобладают экосистемы с доминированием видов хвойных, которые отличаются высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. Предполагается, что преобразования липидного обмена лежат в основе формирования видоспецифической устойчивости фотосинтетического аппарата хвойных к природно-климатическим условиям произрастания. В связи с этим, целью работы являлось сравнительное изучение состава и динамики жирных кислот липидов хвои, динамики содержания хлорофилла и водного статуса хвои у доминирующих видов хвойных Восточной Сибири - сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* Rupr.) в период вегетации.

Материал для изучения ЖК состава липидов хвои, содержания пигментов и оводненности хвои отбирался в экспериментальном насаждении хвойных пород заложенном на территории СИФИБР СО РАН. Метилловые эфиры ЖК получали по методу [Christie, 1993]. Анализ метиловых эфиров ЖК проводили методом газожидкостной хроматографии с использованием хромато-масс-спектрометра 5973N/6890N MSD/DS AgilentTechnologies (США). Параллельно проводили наблюдения за факторами среды. Содержание пигментов определяли по методу [Шлык, 1971], оводненность хвои по [Гусев, 1960].

Наибольший суммарный вес в составе ЖК суммарных липидов хвои исследуемых видов составляли пальмитиновая (C16:0) (12-28% от суммы всех ЖК), олеиновая (C18:1 ω 9) (5-17%), линолевая (C18:2 ω 6) (7-22%) и α -линоленовая (C18:3 ω 3) (14-45%). Особое внимание обращает на себя содержание в суммарных липидах хвои α -линоленовой кислоты (рис. 1). В хвое *L. gmelinii* ее содержалось в 1,5-2 раза больше, чем в хвое *P. sylvestris* и *P. obovata*. Для *P. sylvestris* было отмечено постепенное увеличение α -линоленовой кислоты с апреля по август, а затем ее снижение с августа

по октябрь. Для *P. obovata* была зафиксирована более сложная динамика содержания α -линоленовой кислоты: обнаружено три периода повышенного содержания в мае, августе и октябре. Подобную динамику мы наблюдали раньше в своих исследованиях [Макаренко, 2014; Иванова, Суворова, 2014, Иванова, 2018]. Для *L. gmelinii* отмечено увеличение содержания α -линоленовой кислоты в июле и сентябре. Известно, что от соотношения насыщенных и ненасыщенных ЖК в липидах мембран зависит степень их текучести, чем определяется как работа локализованных в них ферментов и рецепторов, так и устойчивость клеток к действию неблагоприятных факторов среды [Лось, 2001]. Таким образом, в течение периода вегетации содержание ненасыщенных ЖК, в частности, α -линоленовой кислоты, обусловлено в весенний и осенний периоды низкими температурами воздуха, а в летний период активными биохимическими процессами в клетках мезофилла хвои.

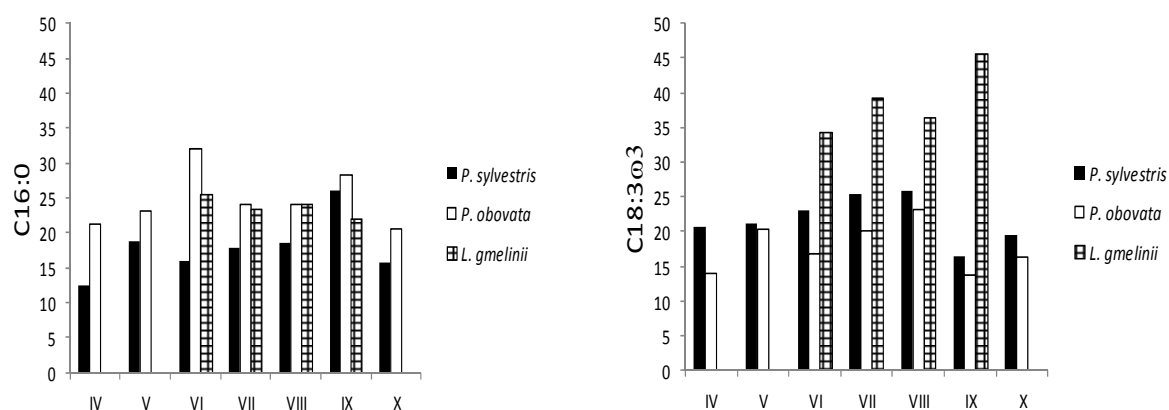


Рис. 1. Сезонная динамика содержания ЖК липидов хвои в период вегетации.

Анализ сезонной динамики содержания $\Delta 5$ UPIFA у исследуемых видов в период вегетации показал, что наибольшее их содержание в хвое *P. sylvestris* и *P. obovata* наблюдалось в весенний и осенний периоды вегетации, в летний период происходило отчетливое снижение (рис. 2). Для *L. gmelinii* было показано наибольшее содержание $\Delta 5$ UPIFA в августе и сентябре. Высокое содержание этих кислот в липидах хлоропластных мембран хвои сосны и ели обычно связывают с адаптацией растений к низким температурам [Kargiotidou et. al., 2008; Roman et. al., 2012].

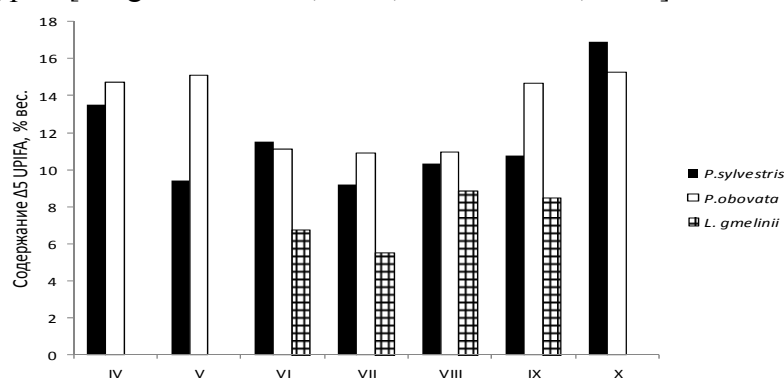


Рис. 2. Сезонная динамика содержания $\Delta 5$ UPIFA липидов хвои в период вегетации.

Дальнейшее исследование показало характерные особенности динамики содержания пигментов и оводненности хвои у исследуемых видов хвойных. Обращает на себя внимание сходство динамики содержания пальмитиновой ЖК (C16:0), Хл *a* и *b* и содержания хлорофилла в ССК у сосны с апреля по июль. Вероятно, это объясняется тем, что сосна является ксерофитом и очень чувствительна к уровню солнечной радиации, поэтому в весенний и летний периоды вегетации ее фотосинтетический

аппарат настраивается на максимальное использование солнечного света путем усиления работы ССК. Вероятно, важное значение при этом имеет содержание пальмитиновой кислоты в липидах мембран хлоропластов.

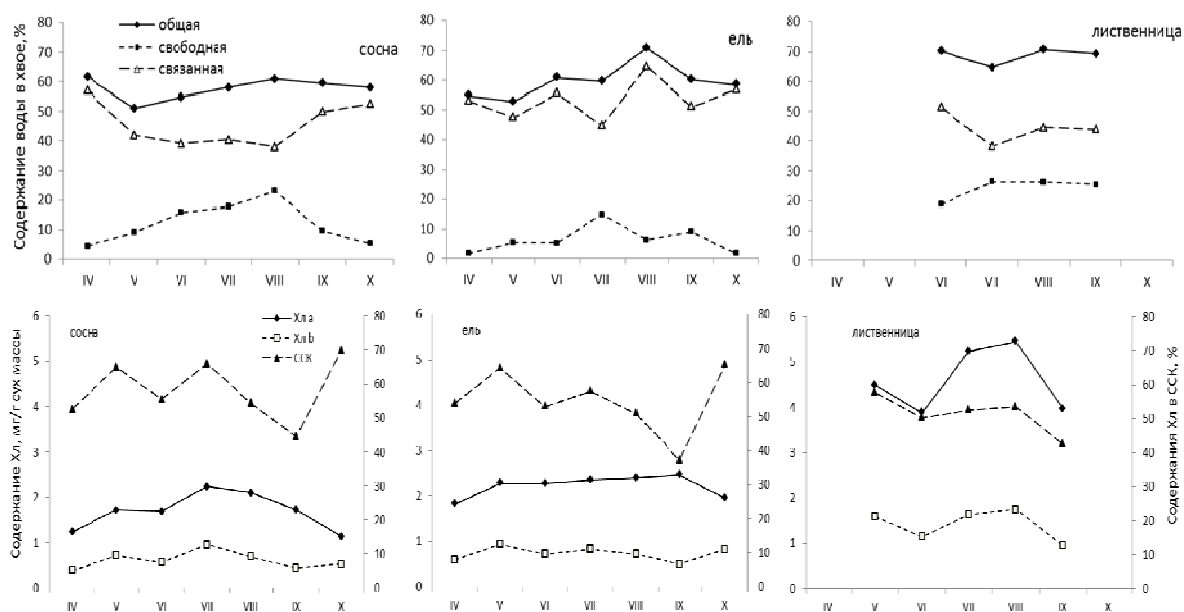


Рис. 3. Динамика содержания хлорофиллов и воды в хвое в период вегетации.

Для ели важной особенностью является совпадение максимума содержания пальмитиновой кислоты и связанной воды и увеличения уровня общей оводненности хвои в июне. Это является, по видимому, отличительной характеристикой ели как выраженного мезофита очень чувствительной к содержанию воды почве и воздухе, а также к сохранению оптимального уровня оводненности хвои в наиболее активный период вегетации [Суворова, 2009; Иванова, Суворова, 2014].

Для *L. gmelinii* отмечается одновременное увеличение содержания общей воды, Хл *a* и *b* и $\Delta 5$ UPIFA в августе. Фотосинтетический аппарат *L. gmelinii* не обладает таким широким спектром приспособительных и адаптивных механизмов, как у ели и сосны, ввиду того, что *L. gmelinii* сбрасывает хвою при наступлении холодов. В августе, при высоком содержании Хл и оводненности хвои, начинается постепенное снижение температуры воздуха, что вероятно и объясняет увеличение содержания $\Delta 5$ UPIFA. Изменения в содержании $\Delta 5$ -UPIFA в липидах хвои могут быть связаны с формированием устойчивости фотосинтетического аппарата лиственницы к низким температурам [Mongrand, 2001].

Полученные результаты позволяют предположить важное участие ЖК липидов хвои в адаптации фотосинтетического аппарата хвойных к климатическим условиям юга Восточной Сибири. Взаимосвязь содержания ЖК липидов хвои, хлорофилла, содержания воды в хвое свидетельствует о высокой пластичности фотосинтетического аппарата исследуемых видов хвойных в условиях вегетации, что способствует обеспечению устойчивости и высокой биологической продуктивности этих видов на территории Юга Восточной Сибири.

Литература

Алаудинова Е.В., Миронов П.В. Липиды меристем лесообразующих хвойных пород Центральной Сибири в условиях низкотемпературной адаптации. 2. Особенности метаболизма жирных кислот фосфолипидов меристем *Larix sibirica* Ledeb., *Picea obovata* Ledeb, *Pinus sylvestris* L. // Химия растительного сырья. – 2009. – № 2. – С. 71–76.

Гусев Н.А. Некоторые методы исследования водного режима растений. – Л., 1960. – 21 с.

Иванова М.В., Макаренко С.П., Суворова Г.Г. Жирнокислотный состав суммарных липидов хвои *Picea obovata* в весенний период вегетации // Сибирский экологический журнал. – 2018. – Т. 2. – С. 239–247. DOI 10.15372/SEJ20180208

Иванова М.В., Суворова Г.Г. Структура и функция фотосинтетического аппарата хвойных в условиях юга Восточной Сибири. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2014. – 82 с.

Лось В.А. Структура, регуляция экспрессии и функционирование десатураз жирных кислот // Успехи биол. химии. – 2001. – Т. 41. – С. 163–198.

Макаренко С.П., Коненкина Т.А., Суворова Г.Г., Оскорбина (Иванова) М.В. Сезонные изменения жирнокислотного состава липидов хвои *Pinus sylvestris* // Физиология растений. – 2014. – Т. 61, № 1. – С. 129.

Суворова Г.Г. Фотосинтез хвойных деревьев в условиях Сибири. – Новосибирск: Изд-во «Гео». 2009. – 194 с.

Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 1971. – С. 154–169.

Christie W.W. Preparation of ester derivatives of fatty acids for chromatographic analysis // Advances in lipid methodology – Dundee: Two Oily Press, 1993. – P. 69–111.

Kargiotidou A., Deli D., Galanopoulou D., Tsaftaris A., Farmaki T. Low temperature and light regulate delta-12 fatty acid desaturases (FAD2) at a transcriptional level in cotton (*Gossypium hirsutum*) // J. Exp. Bot. – 2008. – V. 59. – P. 2043–2056.

Mongrand S., Badoc A., Patouille B., Lacomblez C., Chavent M., Cassagne C., Bessoule J.-J. Taxonomy of Gymnospermae: Multivariate Analyses of Leaf Fatty Acid Composition // Phytochemistry. – 2001. – V. 58. – P. 101–115.

Roman A., Andrea P., Hernandez M.L., Lagunas B., Picoret R., Martinez-Rivas J.M., Alfonso M. Contribution of the different omega -3 fatty acid desaturase genes to the cold response in soybean // J. Exp. Bot. – 2012. – V. 63. – P. 4973–4982.

FATTY ACID COMPOSITION OF TOTAL LIPIDS OF CONIFERS IN THE CONDITIONS OF VEGETATION

M. Ivanova, G. Suvorova

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia, omaria-84@yandex.ru

Abstract. The composition and dynamics of the total lipids of *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, *Larix gmelinii* needles and the content of chlorophyll and water in the needle under growth conditions were studied. Species-specific differences in the relationship between the dynamics of the FA content with the content of pigments and the features of the aquatic status of needles in the studied species are shown.

Keywords: fatty acids, vegetation conditions, coniferous, chlorophyll, water content of needles, adaptation