

УДК 630.181.324

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ГЛИЦЕРИДОВ МЕРИСТЕМ ПОЧЕК *LARIX SIBIRICA* Ledeb.

Е.В. Алаудинова, П.В. Миронов

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»
660049 Красноярск, пр. Мира, 82; e-mail: pvm@sibstu.kts.ru

Приведены результаты изучения сезонной динамики содержания глицеридов в меристемах почек *Larix sibirica* Ledeb. Показано, что ритмика количественных изменений индивидуальных компонентов глицеридов обусловлена сменой сезонов года и отражает их функциональную роль в меристематических клетках. Снижение уровня триглицеридов в осенне-зимний период дает основание полагать, что эта липидная форма активно используется для разнообразных биосинтетических процессов при адаптации к зимним условиям. Накопление триглицеридов при подготовке к процессам роста связано с их функциональной ролью энергетического резерва. Сезонная динамика диглицеридов характеризуется снижением в осенне-зимний период содержания изомеров типа 1,2-, что, вероятно, связано с их участием в биосинтезе фосфолипидов. Высокая низкотемпературная устойчивость меристем почек *Larix sibirica* Ledeb. обусловлена, в том числе, и высокой амплитудой колебания содержания индивидуальных компонентов глицеридов.

Ключевые слова: *Larix sibirica* Ledeb., меристемы почек, низкотемпературная устойчивость, сезонная динамика, глицериды

Results of studying of seasonal change of glycerides content in buds meristems of *Larix sibirica* Ledeb. are presented. It is shown, that rhythmic changes of quantitative changes of individual components of glycerides is caused by change of seasons of year and reflects their functional role in meristematic cells. Decrease of triglycerides level in the autumn-winter period testified, that this lipid form is actively used for various biosynthetic processes at adaptation to winter conditions. Accumulation of triglycerides at preparation for growth processes is connected with their functional role of a power reserve. Seasonal dynamics of diglycerides is characterised by decrease of content 1,2-type isomers during the autumn-winter period, that, possibly, is connected with their participation in biosynthesis of phospholipids. Low temperature resistance of buds meristem *Larix sibirica* Ledeb. is caused, also by high amplitude of fluctuation of content of individual components of glycerides.

Keywords: *Larix sibirica* Ledeb., buds meristems, low temperature resistance, seasonal changes, glycerides

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что глицериды являются наиболее доступными запасными источниками энергии, обеспечивающими обменные процессы в растительных организмах. В то же время, физиологическую роль глицеридов нельзя представлять только в качестве резервов энергии. Запасы этих веществ могут служить источником структурных элементов – глицерина, жирных кислот, являющихся исходными продуктами при биосинтезе различных соединений, в том числе формирующих криозащитную структуру мембран живых растительных клеток. В этой связи целью настоящей работы являлось изучение сезонной динамики содержания и состава глицеридов в меристематических тканях почек основной лесообразующей хвойной породы Сибирского региона – лиственницы сибирской.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Объект исследования – меристематические ткани вегетативных почек лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), выделяющейся среди других видов хвойных самой высокой морозостойкостью (Хлебникова, Гирс, Коловский, 1963).

В период с августа 2004 г. по май 2005 г. на территории Мининского лесничества (пригородная зона г. Красноярска) с деревьев II–III класса возраста ежемесячно отбирались побеги последнего года.

После удаления коры вместе с почечными чешуйками меристематические ткани вегетативных почек срезами скальпелем по границе с ксилемой побега. Полученные образцы фиксировали смесью растворителей хлороформ-изопропиловый спирт в соотношении 1:2 по объему (Кейтс, 1975) с добавлением 1 %-го ионола. Гомогенизацию зачаточных тканей и экстракцию липидов проводили при температуре 0 – 2 °С, используя охлажденную лабораторную посуду и реактивы.

Общую фракцию липидов очищали от нелипидных примесей гель-фильтрацией через колонку с сефадексом G-25. Очищенный липидный экстракт упаривали на ротационном вакуумном испарителе (РВИ) при температуре 36 – 38 °С и разделяли на фракции на хроматографической колонке. В качестве адсорбента использовали силикагель Bio-Sil A 100-200 mesh. Колонку с нанесенным липидным экстрактом промывали хлороформом. Скорость элюирования составляла около 3 мл/мин, при этом элюировались вещества нейтрального характера (Кейтс, 1975). Определение индивидуального состава глицеридов проводили методом микротонкослойной хроматографии на пластинах ПТСХ-П-А фирмы “Sorbfil”. В качестве растворителя была использована смесь петролейный эфир-диэтиловый эфир-ледяная уксусная кислота в соотношении 80:20:1 (Amenta, 1960). Идентификацию отдельных компонентов проводили с помощью общих и спе-

цифических обнаружителей, позволяющих осуществлять характерные цветные реакции (Кейтс, 1975; Фудзино, 1978). Кроме того, дополнительную идентификацию осуществляли сравнением значений R_f полученных пятен с литературными данными и с помощью свидетелей – стандартов фирмы «Serva» (Германия). Определение содержания компонентов в пятнах проводили окислением хромовой смесью (Bragdon, 1951), калибровочные кривые строили по чистым стандартным растворам соответствующих компонентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице приведены результаты средних арифметических значений трех биологических и трех аналитических повторностей. В качестве биологической повторности в каждом опыте были взяты побеги с 10 деревьев.

Оценка значимости различий проведена методом сравнения средних значений по критерию Стьюдента (Бернштейн, 1968). Различия считались существенными при уровне значимости $P \leq 0,05$.

Таблица - Динамика содержания индивидуальных компонентов глицеридов (в процентах от а.с.м. ткани)

Наименование компонента	R_f	Время отбора проб, месяц									
		VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
Триглицериды	0,60	2,03	0,81	0,74	0,64	0,63	0,59	0,56	0,94	3,63	1,35
1,3-диглицериды	0,21	0,10	0,10	0,54	0,49	0,57	0,51	0,47	0,31	0,35	0,09
1,2-диглицериды	0,15	0,23	0,20	0,09	0,11	0,13	0,09	0,11	0,11	0,41	0,15
Моноглицериды	0,09	0,13	0,14	0,16	0,22	0,12	0,18	0,19	0,13	0,55	0,07

В течение периода исследования в меристемах глицериды (ацилглицеролы) присутствовали в форме моно-, ди- и триглицеридов. Глицериды в жизнедеятельности растений играют особую роль, поскольку бедны кислородом, но богаты углеродом. Выигрыш энергии при их деградации существенно выше по сравнению с распадом углеводов и белков даже с учетом больших размеров молекул (Кольман, Рём, 2000), поэтому содержание глицеридов в меристемах почек в различные сезоны года изменялась столь значительно.

Ранее в тканях хвойных, за исключением камбиальной зоны, исследователи отмечали накопление глицеридов к зиме и их усиленный гидролиз весной (Судачкова, 1977; Новицкая, 1978). В меристемах почек исследованной породы уровень глицеридов в зимний период наоборот понижался (рис.). В начале весны в марте содержание начинало увеличиваться, в апреле достигало максимальных значений и вновь снижалось перед распусканием хвои в мае. Сравнение результатов исследования с данными, полученными ранее для камбиальной зоны лиственницы (Рубчевская, Левин, 1981) обнаруживает сходство годичной динамики глицеридов в камбиальной зоне и меристемах почек и дает основание предполагать, что общие закономерности в изменении содержания глицеридов объясняются похожим характером обмена веществ, протекающего в живых тканях лиственницы.



Рисунок – Содержание глицеридов в меристемах почек лиственницы сибирской

Динамику содержания глицеридов в значительной степени определяли триглицериды. Начиная с августа на протяжении осенне-зимнего периода, несмотря на некоторое варьирование, сохранялась устойчивая тенденция снижения резервов триглицеридов. В результате зимой в состоянии низкотемпературной устойчивости меристем их концентрация у лиственницы примерно в 3-4 раза ниже, чем в конце лета. В марте липидный обмен в почках вновь активизировался, к апрелю жиры накапливались до максимальных концентраций, а затем утилизировались в мае в ходе ростовых процессов.

По характеру запасных веществ исследователи относят лиственницу к «маслянистым» древесным растениям. Ее липидный обмен при подготовке к зиме направлен на запасание жиров в органах и тканях дерева. Зимующая почка, несомненно, является запасующим органом, наиболее чувствительным к воздействию неблагоприятных факторов среды. Осенью при формировании низкотемпературной устойчивости меристемы почек претерпевают существенные изменения: в цитоплазме меристематических клеток возрастает концентрация водорастворимых соединений, трансформируется структура клеточных мембран (Алаудинова, Мионов, Репях, 2002; Симкина, 2008). Снижение уровня триглицеридов в этот период дает основание полагать, что эта, главным образом, лабильная запасная липидная форма, активно используется для разнообразных биосинтетических процессов при адаптации к зимним условиям. Вероятно, это и является основной причиной «несоответствия» липидного обмена меристематических тканей почек лиственницы в осенне-зимний период «маслянистому» типу дерева. Депонирование триглицеридов в меристемах почек происходит в начале весны, т.е. в значительно более поздние сроки, чем в других запасующих тканях дерева (Судачкова, 1977; Новицкая, 1978).

Сезонная динамика диглицеридов характеризовалась накоплением этих липидных форм осенью, максимальным и стабильным уровнем зимой и ин-

тенсивным расходом в мае. Содержание диглицеридов в различные сезоны года изменялось примерно от 0,2 до 0,8 % от а.с.м. ткани. Зимой диглицериды даже становились преобладающей формой глицеридов. Анализ соотношения различных изомеров диглицеридов позволил установить сезонную закономерность: в сформированных почках в августе диглицеридов типа 1,3- в 1,5-2 раза меньше, чем типа 1,2-; осенью и зимой 1,3-диглицеридов, наоборот, значительно больше, чем 1,2-диглицеридов; в набухших почках перед распусканием хвои содержание 1,2-диглицеридов вновь выше, чем 1,3-диглицеридов. Кроме того, в апреле имеется весенний максимум содержания 1,2-диглицеридов.

Содержание моноглицеридов в осенне-зимний период варьировало в пределах от 0,1-0,2 % от а.с.м. ткани. Весной у лиственницы наблюдался максимум, когда содержание моноглицеридов в меристемах почек, возрастало в 2,5-3 раза. Перед распусканием молодой хвои в мае содержание моноглицеридов, как и других форм глицеридов, снижалась. Вероятно, моноглицериды, наравне с другими липидными формами, активно расходовались на ростовые процессы.

ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты исследования показывают, что изменение содержания индивидуальных компонентов глицеридов в меристемах почек лиственницы сибирской происходят в течение всего года:

- накопление триглицеридов, в первую очередь, связано с их функциональной ролью энергетического резерва при подготовке к зиме и к процессам роста. На протяжении осени и зимы их запасы снижались. Депонирование триглицеридов в меристемах почек происходит только в начале весны;

- сезонная динамика диглицеридов характеризуется снижением в осенне-зимний период содержания изомеров типа 1,2-, что, вероятно, связано с их участием в биосинтезе фосфолипидов.

Полученные результаты отражают функциональную роль индивидуальных компонентов глицеридов в меристематических клетках. В условиях низкотемпературного стресса варьирование биохимических показателей являются подтверждением адаптивных возможностей породы. Высокая низ-

котемпературная устойчивость меристем почек лиственницы и, как следствие, ареал обитания породы, простирающийся на Север до границ распространения древесной растительности, вероятно, обусловлены, в том числе, и способностью лиственницы аккумулировать в августе в меристемах почек значительные количества триглицеридов и расходовать этот резерв в состоянии покоя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Алаудинова, Е.В. Миронов П.В., Репях С.М. Характеристика липидов меристем почек *Larix sibirica* / Е.В. Алаудинова, П.В.Миронов, С.М. Репях // Химия природных соединений. 2002. - № 4. С. 259-262.
- Бернштейн, А. Справочник статистических решений / А. Бернштейн - М., 1968 - 162 с.
- Кейтс, М. Техника липидологии / М. Кейтс - М., 1975. - 322 с.
- Кольман, Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г.Рём - М., 2000. - 469 с.
- Новицкая, Ю.Е. Сезонная и возрастная динамика основных фракций липидов хвои сосны обыкновенной / Ю.Е. Новицкая // Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1978. - С. 39-52.
- Рубчевская, Л.П. О нейтральных липидах камбиальной зоны лиственницы сибирской / Л.П. Рубчевская, Э.Д. Левин // Химия древесины. 1981. - № 4. С. 106-109.
- Симкина С.Ю. Водорастворимые вещества меристем почек ели сибирской и сосны обыкновенной: сезонные изменения состава и свойств: Автореф. дис. . канд. хим. наук. Красноярск, 2008. - 20 с.
- Судачкова, Н.Е. Метаболизм хвойных и формирование древесины / Н.Е. Судачкова - Новосибирск, 1977. - 142 с.
- Фудзино, Я. Руководство по методам анализа липидов / Я. Фудзино - Гаккай сюппан сэнта, 1978. - С. 110 - 113.
- Хлебникова, Н.А. Физиологическая характеристика хвойных растений Сибири в зимний период / Н.А. Хлебникова, Г.И. Гирс, Р.А. Коловский //Труды Инта леса и древесины СО АН СССР. - Красноярск, 1963. - Т. 60. - С. 5-16.
- Amenta, Y.S. A lipid chemical method for quantification of lipid separated by thin-layer chromatography / Y.S. Amenta // J. Lipid. Res., 1960. - N 5. - P. 270-272.
- Bragdon, J.H. Colorimetric determination of blood lipids / J.H. Bragdon // J. Biol. Chem., 1951. - V. 190. -P. 513-517.

Поступила в редакцию 29 января 2009 г.

Принята к печати 8 июня 2009 г.