

УДК 543.544:630*232.312:582.475

Е. И. Сумцова, магистрант (БГТУ); С. А. Ламоткин, доцент (БГТУ); О. В. Жарина, заведующая (Центральная аналитическая лаборатория Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра)

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИПИДОВ СЕМЯН ХВОЙНЫХ

Рассмотрены современные подходы к ведению лесного хозяйства в Республике Беларусь. Показано, что плантационное лесоводство, стабильный рост естественного возобновления лесонасаждений сегодня являются одними из основных направлений. При этом уровень качества посевного материала является весьма важным фактором. Для своевременного фиксирования момента зрелости семян был изучен жирнокислотный состав липидов семян шишек сосны в различные периоды созревания. Анализ жирных кислот проведен на газожидкостном хроматографе «Кристалл 5000». В результате интерпретации хроматограмм было идентифицировано до 90% от полного содержания жирных кислот. В качестве основных компонентов в исследуемых образцах идентифицированы линолевая, γ -линоленовая, олеиновая, пальмитиновая, стеариновая и другие кислоты. Показана явная динамика жирнокислотного состава в процессе созревания семян.

The paper dwells upon some modern approaches to the forestry in the Republic of Belarus. Plantation forestry and stable increase ordinary forest renovation prove to be a basic approach. Herewith the level of quality of seed grain is a rather important factor. For prompt fixation of seed ripeness the fatty-acid composition of lipids of spruce cone seed in different maturing periods was studied. Fatty acids analysis has been carried out with the help of gas – liquid chromatograph «Kristall 5000». As the result of the interpretation of chromatograms up to 90% of the total acid composition was identified. Linoleic, oleic, palmitic, stearic and other acids have been identified as basic components in the test specimen. Evident dynamics of fatty acid components in the ripening process has been demonstrated.

Введение. Леса занимают значительную часть территории Республики Беларусь, если говорить более точно, то лесной фонд республики составляет более 9 млн. гектаров, что занимает 45% всей площади нашей страны. При этом запас древесины на корню оценивается в 1,4 млрд. м³.

На сегодняшний день организации лесной отрасли ориентированы на выполнение основных задач, предусмотренных в рамках Программы развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2007–2011 годы. Основные ее задачи:

- улучшение качества лесохозяйственных мероприятий;
- комплексное использование древесных ресурсов;
- полное обеспечение потребностей народного хозяйства и населения в древесном сырье и др.

Высокая потребность в качественном древесном сырье обусловила несколько иной подход к ведению лесного хозяйства. Поэтому, одними из направлений лесохозяйственной практики на сегодняшний день являются: мероприятия по обеспечению нормального хода естественного возобновления лесонасаждения; плантационное лесоводство, в том числе с целью самообеспечения альтернативными источниками тепловой и электрической энергии, и др. Данные мероприятия предусматривают более высокий уровень ведения лесного хозяйства.

На сегодняшний день заложен ряд научных опытов на территории экспериментальных лесных баз Института леса НАН Беларуси, а также

опытных лесхозов с целью установления влияния густоты посадки, агротехнических и лесоводственных уходов на рост и продуктивность плантационных культур хвойных пород. В лесном фонде к настоящему времени создано более 5,5 тыс. га производственных плантационных культур хвойных пород [1, 2].

Однако в ходе реализации вышеупомянутых мероприятий возникает ряд негативно влияющих факторов, одним из которых является уровень качества посевного материала.

Дело в том, что заготовка посевного материала занимает довольно длительное время, но при этом высадка заготовленного лесоматериала не обеспечивает гарантию полной всхожести семян. Это в свою очередь ведет к ряду потерь как временного, так и материального характера. Данный факт вынуждает проводить исследования, используя различные лесотаксационные, лесокультурные и лесоводственные методы для установления зависимости между качеством лесопосевного материала и степенью его всхожести.

Отдельные литературные источники содержат как результат исследований сезонной и межвидовой изменчивости жирнокислотного состава липидов хвойных пород, сведения о количественной динамике компонентного состава. При этом установлено, что смена фенологического состояния хвойных деревьев при переходе от покоя к вегетации сопровождается значительной трансформацией жирнокислотного состава: исчезают некоторые жирные кислоты,

присутствующие в зимующих почках; изменяется содержание и соотношение между индивидуальными жирными кислотами одного или различных типов [3].

В связи с вышесказанным огромный интерес вызывает получение сведений об изменчивости жирнокислотного состава липидов семян хвойных в процессе их роста и созревания, а также возможность установления зависимости между данной характеристикой и зрелостью лесопосадочного материала.

Таким образом, целью работы является изучение жирнокислотного состава липидов семян шишек хвойных пород деревьев, произрастающих на территории Республики Беларусь, в различные периоды созревания для своевременного фиксирования момента созревания семян.

Решение данной задачи имеет огромное практическое значение, поскольку своевременное определение момента зрелости семян позволит получать посевной материал высокого качества, что, как ожидается, в значительной степени повлияет на всхожесть семян хвойных и снизит затраты лесохозяйственных управлений страны на этапе посадки леса.

Таким образом, можно предположить, что отследив качественные и количественные изменения в составе жирных кислот липидов семян на разных стадиях созревания, мы получим возможность фиксировать временной промежуток созревания семян шишек.

Основная часть. В качестве объектов исследования выступали липиды семян Сосны Обыкновенной (*Pinus sylvestris*), полученные из образцов шишек, предоставленных ГЛХУ «Калинковичский лесхоз». Образцы шишек были собраны в различные периоды созревания с плантаций лесопосадок I поколения (1983 г.) и II поколения (1993 г.).

Шишки сосны состоят из оси, на которой расположены многочисленные кроющие чешуи, а в их пазухах семенные чешуи, на верхней поверхности которых развивается по 2 семечки, снабженные так называемым ложным крылом. Семена созревают в октябре. Потенциально всхожи 8–10 лет.

Исследуемые образцы представляли собой шишки округлой формы, размером 2–2,5 см, деревянистые, не рассыпающиеся (на ранних стадиях созревания) и раскрытые (на поздних стадиях созревания).

Для проведения исследований образцы шишек были отобраны в следующие временные периоды:

а) образец № 1 – шишки Сосны Обыкновенной, ЛСП I пок. (1983 г.), дата сбора 14.09.09 г.;

б) образец № 2 – шишки Сосны Обыкновенной, ЛСП I пок. (1983 г.), дата сбора 13.10.09 г.;

в) образец № 3 – шишки Сосны Обыкновенной, ЛСП I пок. (1983 г.), дата сбора 15.10.09 г.;

г) образец № 4 – шишки Сосны Обыкновенной, ЛСП I пок. (1983 г.), дата сбора 21.10.09 г.;

д) образец № 5 – шишки Сосны Обыкновенной, ЛСП II пок. (1993 г.), дата сбора 14.09.09 г.;

е) образец № 6 – шишки Сосны Обыкновенной, ЛСП II пок. (1993 г.), дата сбора 15.10.09 г.

Растительные масла получали из семян шишек (предварительно растертых) методом экстракции с использованием аппарата Сокслета (вместимостью в среднем до 10 г растертых семян), в качестве летучего растворителя применялся гексан. Длительность экстракции в среднем составляла около десяти часов (для каждого образца).

После экстрагирования образцы масел были естественным путем высушены до постоянной массы и взвешены для оценки степени выхода масла.

Установление жирнокислотного состава: идентификация жирных кислот, оценка их количественного состава, осуществлялось хроматографическим методом.

Непосредственно перед хроматографированием жирные кислоты образцов были прометилированы.

Анализ метиловых эфиров жирных кислот проводили на газожидкостном хроматографе «Кристалл-5000» в режиме программирования температуры колонки. Колонка кварцевая капиллярная, длина 100 м, диаметр 0,25 мм, адсорбент цианопропилфенилполисилоксан; детектор ПИД, газ-носитель – азот; объем вводимой пробы составлял 1 мкл.; начальная температура термостата колонок – 100°C в изотермическом режиме 4 мин, затем температура термостата колонок увеличивалась со скоростью 3 °C/мин; конечная температура термостата колонок 240°C, изотермический режим составлял 30 мин.

Идентификацию жирных кислот осуществляли по характеристикам удерживания хроматограммы эталонной смеси жирных кислот.

Результаты идентификации компонентов масел и их содержание в каждом отдельном образце представлены в таблице.

Анализ жирных кислот липидов семян сосны выявил некоторые отличия между лесопосадками разных поколений.

Но следует отметить, что качественный жирнокислотный состав липидов семян сосны, выделенных из образцов шишек лесопосадок двух поколений (посадки 1983 г. и 1993 г.), схож, при этом количественный состав различен не только у липидов семян лесопосадок разных поколений, но и претерпевает изменения в течение периода созревания семян.

Состав жирных кислот липидов семян ели исследуемых образцов

Идентифицированные компоненты	Образцы/состав (%)					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Бутановая	—	0,089	—	0,039	—	—
Ундекановая	—	—	—	0,743	—	—
Миристиновая	0,059	0,040	0,052	0,034	0,003	—
Пентадекановая	0,020	—	0,012	0,014	0,017	—
Пальмитиновая	3,771	3,087	3,689	2,129	2,987	3,665
Пальмитолеиновая (<i>цис</i> -9)	0,038	0,040	0,036	0,025	0,036	—
Гептадекановая	0,052	0,036	0,052	0,032	0,041	—
Стеариновая	0,740	1,645	1,849	1,061	1,572	1,747
Олеиновая (<i>цис</i> -9)	12,986	14,175	10,872	10,015	12,300	12,563
<i>транс</i> -Линолевая (<i>транс</i> -9,12)	3,262	2,433	2,592	1,847	2,331	2,304
Линолевая (<i>цис</i> -9,12)	51,023	47,485	51,653	31,233	39,568	35,667
Арахидоновая	0,279	0,176	0,287	0,155	0,161	0,356
γ -Линоленовая (<i>цис</i> -6,9,12)	23,159	20,445	22,789	14,461	18,101	19,791
Эйкозеновая (<i>цис</i> -11)	1,462	1,040	1,347	0,704	0,767	—
Линоленовая (<i>цис</i> -9,12,15)	0,350	0,319	0,414	0,240	0,263	—
Эйкозодиеновая (<i>цис</i> -11,14)	1,242	1,021	1,264	0,616	16,521	—
Бегеновая	0,006	—	—	0,003	0,003	—
Эйкозатриеновая (<i>цис</i> -8,11,14)	0,761	—	—	3,588	—	4,343
Эйкозапентаэновая (<i>цис</i> -5,8,11,14,17)	—	—	—	0,005	—	—

Как видно из таблицы, для масел семян сосны двух поколений характерно высокое содержание ненасыщенных жирных кислот: олеиновая (*цис*-9), линолевая (*цис*-9,12), γ -линоленовая (*цис*-6,9,12), эйкозеновая (*цис*-11) и эйкозодиеновая (*цис*-11,14) составляют от 57 до 87% полного состава. При этом преобладают линолевая и γ -линоленовая кислоты.

В составе масел обнаружены короткоцепочечные жирные кислоты: бутановая, ундекановая.

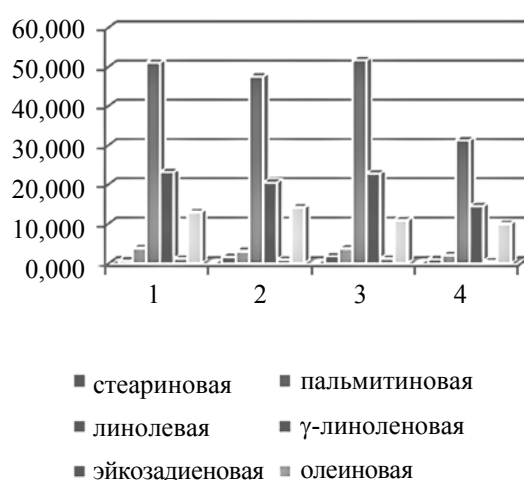
Среди насыщенных жирных кислот преобладают стеариновая и пальмитиновая кислоты, при этом суммарное содержание предельных кислот составляет не более 5%.

На протяжении периода созревания шишек четкой закономерности в изменении жирнокислотного состава липидов семян, как качественного, так и количественного, не выявлено, однако общая тенденция к изменчивости очевидна. Более наглядно количественная динамика основных компонентов для образцов I поколения представлена на рисунке.

Заключение. В ходе исследований был проанализирован качественный и количественный компонентный состав масел семян сосны.

Качественную и количественную идентификацию компонентов масел семян осуществляли газохроматографическим методом. В результате интерпретации хроматограмм по составу было идентифицировано до 91% от пол-

ного содержания компонентов. Результаты исследования образцов свидетельствуют о высоком содержании ненасыщенных жирных кислот, при этом преобладают олеиновая (*цис*-9), линолевая (*цис*-9,12), γ -линоленовая (*цис*-6,9,12), эйкозеновая (*цис*-11) и эйкозодиеновая (*цис*-11,14), их содержание составляет от 57 до 87% полного состава.



Количественное соотношение жирных кислот для образцов посадки I поколения

Также во всех образцах отмечено сравнительно высокое содержание пальмитиновой и стеариновой кислот.

Таким образом, следует отметить целесообразность применения газохроматографического метода для установления жирнокислотного состава липидов семян сосны.

Литература

1. Усень, В. В. Состояние и перспективы плантационного лесовыращивания хвойных пород / В. В. Усень, Н. К. Крук // Лесное и охотничье хозяйство. – 2009, № 10. – С. 21–26.

2. Усс, Е. А. Естественное возобновление усыхающих еловых древостоев под пологом и

на вырубках / Е. А. Усс // Лесное и охотничье хозяйство. – 2007, № 9. – С. 19–23.

3. Алаудинова, Е. В. Липиды меристем лесообразующих хвойных пород центральной Сибири в условиях низкотемпературной адаптации. Характеристика состава жирных кислот фосфолипидов зимующих меристем *Larix sibirica ledeb.*, *Picea obovata* l. и *Pinus sylvestris* l / Е. В. Алаудинова, П. В. Миронов // Химия растительного сырья. – 2009. – № 2. – С. 65–70.

Поступила 26.03.2010