

8. Norden B, Batra SWT, Fales HM, Hefetz A, Shaw GJ. *Anthophora* bees: unusual glycerides from maternal Dufour's glands serve as larval food and cell lining // Science. 1980;207:4435:1095–1097.
9. Lith JP, van. A note on the biology of *Anthophora acervorum* L. (Hymenoptera, Apidae) / Entomologische berichten. 1947;12:278:197–200.
10. Torchio PF, Trostle GE. Biological notes on *Anthophora urbana urbana* and its parasite, *Xeromelecta californica* (Hymenoptera: Anthophoridae), including description of late embryogenesis and hatching // Ann. entomol. Soc. Amer. 1986;79:3:434–447.
11. Batra S.W.T. Some properties of the nest-building secretions of *Nomia*, *Anthophora*, *Hylaeus* and other bees // Journal of Kansas entomological Society. 1972;45:2:208–218.

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СОСНЯКОВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ
В ДОЛГОМОШНОМ И БАГУЛЬНИКОВОМ ТИПАХ ЛЕСА
ПО МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ГОДИЧНЫХ СЛОЕВ**

**DIFFERENTIATION OF PINE GROWING IN WILD ROSEMARY
AND POLYTRIC FOREST TYPES BY MORPHOLOGICAL-ANATOMIC
PARAMETERS OF ANNUAL LAYERS**

А. Н. Хох¹, В. Б. Звягинцев²

А. Khokh¹, V. Zviagintsev²

¹Научно-практический центр
Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь,
г. Минск, Республика Беларусь
npc@sudexpertiza.by

²Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

¹Scientific and Practical Centre of The State Forensic Examination Committee of The Republic of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State Technological University,
Minsk, Republic of Belarus

В работе проведен сравнительный анализ морфолого-анатомических структур годичных слоев у сосняка долгомошного (*Pinetum polytrichosum*) и сосняка багульникового (*Pinetum ledosum*). Установлено, что радиальный диаметр ранних и поздних трахеид и их полостей, площадь клеточной стенки и площадь полости ранних и поздних трахеид, а также количество поздних трахеид в радиальном ряду годичного слоя могут служить маркерами для проведения дифференцирования данных типов леса, даже несмотря на довольно схожие условия произрастания.

The article provides a comparative analysis of the morphological and anatomical structures of annual layers in the long moss pine forest (*Pinetum polytrichosum*) and the wild rosemary pine forest (*Pinetum ledosum*). It has been established that the radial diameter of the early and late tracheids and their cavities, the area of the cell wall and the area of the cavity of the early and late tracheids, as well as the number of late tracheids in the radial row of the annual layer can serve as markers for differentiating these forest types, even in spite of fairly similar conditions growth.

Ключевые слова: тип леса, сосна обыкновенная, микроанатомическая структура, трахеиды, метод главных компонент.

Keywords: forest type, Scots pine, microanatomical structure, tracheids, principal component analysis.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-1-355-358>

Лесоматериалы относятся к группе товаров, установить происхождение которых зачастую бывает проблематично, что затрудняет контроль за их оборотом и препятствует раскрытию правонарушений, связанных с нелегальными рубками и продажей древесины.

Наиболее точным и доступным инструментом для установления территориальной принадлежности древесины на сегодняшний день остается дендрохронологический анализ [1]. Однако, существуют такие серии типов леса и условий местопроизрастания, в пределах которых изменчивость радиального прироста насаждений сравнительно мало отличается, например сосняки, произрастающие на почвах избыточного увлажнения.

В таких случаях разрешающую способность дендрохронологического анализа можно повысить за счет дополнительного привлечения данных о морфолого-анатомической структуре годичных слоев.

Очевидно, что наиболее удобным объектом для отработки методологии получения и использования информации о морфолого-анатомическом строении годичных слоев является сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), насаждения которой широко представлены во всех регионах страны и доминируют в условиях республики как по занятой площади, так и по запасам древесины. Кроме того, сосновые лесоматериалы, как наиболее широко используемые в подавляющем большинстве отраслей производства, где возможно применение древесины, являются и наиболее частыми объектами противоправных действий.

Значение сосны как лесобразующей породы не уменьшится в будущем. Напротив, стратегический план развития лесного хозяйства до 2030 г. предусматривает существенное увеличение площади сосновых лесов до 60% гослесфонда.

Цель работы – оценить возможность проведения дифференциации сосняков, произрастающих в долгомошном (*Pinetum polytrichosum*) и багульниковом (*Pinetum ledosum*) типах леса по морфолого-анатомическим параметрам годичных слоев.

В исследовании использован дендрохронологический материал (буровые керны) с 10 временных пробных площадей (далее – ВПП), заложенных во время полевых работ в 2016–17 гг. на территории Томашевского лесничества Брестского лесхоза; по 5 для каждого из исследуемых типов леса (таблица 1).

Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика ВПП

Тип леса	№№ ВПП	Квартал	Выдел	ТУМ	Состав	Возраст, лет	Класс бонитета	Полнота
Сосняк долгомошный	1	36	8	A4	10С	80	II	0,6
	2	40	2	A4	9С1Б	80	III	0,7
	3	52	11	A4	8С1Б1ОЛЧ+ОС	90	II	0,6
	4	53	2	A4	9С1Б+С	80	II	0,6
	5	57	2	A4	10С+Б	80	II	0,5
Сосняк багульниковый	6	55	3	A5	10С	80	IV	0,7
	7	281	10	A5	5С5Б	90	IV	0,8
	8	281	11	A5	10С	90	IV	0,9
	9	282	6	A5	10С	90	IV	0,8
	10	282	7	A5	5С5Б	90	IV	0,8

На каждой ВПП у 20 деревьев высших классов Крафта возрастным буром «Haglof» отбирались буровые керны (по 2 с дерева) с противоположных сторон перпендикулярно продольной оси ствола дерева на высоте 1,3 м от поверхности земли.

Подготовка образцов древесины к измерениям морфолого-анатомических параметров состояла в размягчении буровых кернов путем их вываривания в кипятке в течение 15 мин., получении поперечных срезов толщиной не более 20 мкм с помощью санного микротомы Leica SM2010R с ручным управлением и закреплении полученных препаратов в глицерине.

Препараты срезов анализировались с помощью программы MCview (LOMO-Microsystems, РФ) в последних 20 ГС керна; размерные характеристики измерялись в 5 рядах клеток в каждом слое «методом сплошного измерения» с точностью ≤ 2 мкм.

Средние показатели получали усреднением результатов измерений по годичным слоям каждого из исследованных деревьев на ВПП. Полученные данные в дальнейшем автоматически преобразовывались в сводную электронную таблицу формата .xlsx.

Для разграничения ранних и поздних трахейд применяли «правило Морка», в соответствии с которым поздние трахеиды начинаются с той клетки, у которой радиальная толщина двойной клеточной стенки больше или равна полуширине люмена [2].

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием статистических пакетов Microsoft Excel v.10.0 и Statistica v.10.0.

Перед проведением сравнительного анализа количественных данных определяли вид распределения данных (W-тест Шапиро–Уилка, графический анализ данных). В результате установлено, что для всех исследованных анатомических параметров $p > 0,05$, а потому можно прийти к заключению, что анализируемые распределения не отличаются от нормального.

По результатам анализа изменчивости ширины годичных слоев различий между сосняком багульниковым и сосняком долгомошным не выявлено ($p > 0,05$) (рис. 1 а), что косвенно подтверждает тот факт, что общие тенденции древесно-кольцевых хронологий (многолетние и погодичные колебания) для данных типов леса весьма схожи.

По ширине поздней древесины для исследованных типов леса были выявлены статистически значимые различия ($p < 0,001$) (рис. 1 б).

В таблице 2 представлены рассчитанные количественные показатели морфолого-анатомических параметров годовичных слоев сосны обыкновенной.

Достоверность различий по Стьюденту радиального размера ранних (R_{PT}) и поздних трахеид ($R_{ПТ}$), радиального размера полости ранних (L_{RPT}) и поздних ($L_{RПТ}$) трахеид; площади клеточной стенки ранних ($S_{кспТ}$) и поздних ($S_{кспПТ}$) трахеид, площадь полости ранних ($S_{пPT}$) и поздних ($S_{пПТ}$) трахеид, количества поздних трахеид ($N_{ПТ}$) в радиальном ряду годовичного слоя находится в зоне значимости, т.е. различия между показателями достоверны (при $p < 0,0001$).

Достоверность различий по Стьюденту количества ранних трахеид (N_{PT}) в радиальном ряду годовичного слоя, тангенциальных размеров ранних (T_{PT}) и поздних ($T_{ПТ}$) трахеид, тангенциальных размеров полостей ранних (L_{TPT}) и поздних ($L_{ТПТ}$) трахеид в сосняке долгомошном и сосняке багульниковом находится в зоне незначимости, таким образом, нет статистически значимых различий между показателями.

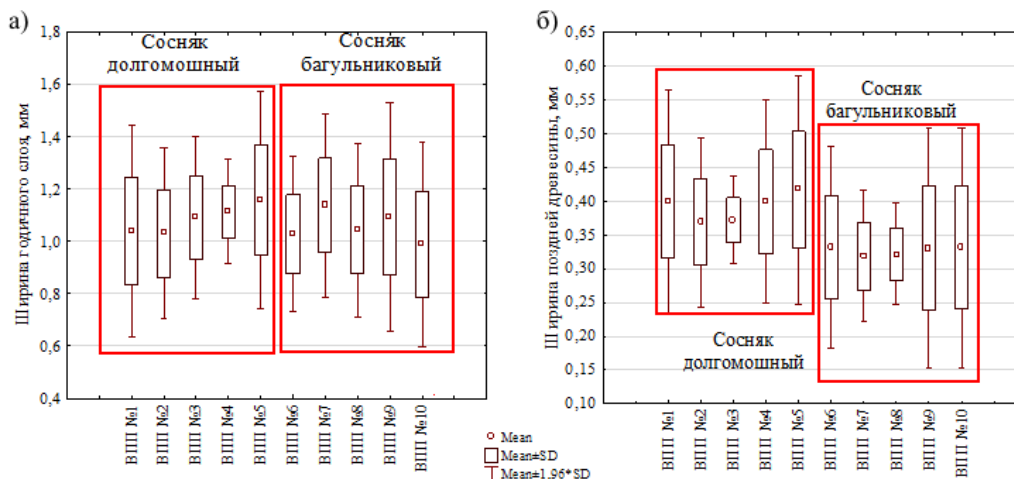


Рис. 1 – Диаграмма размахов, отображающая разницу в значении ширины годовичного слоя (а) и ширины поздней древесины (б) между исследованными ВПП за 1996–2016 гг.

Таблица 2 – Морфолого-анатомические параметры годовичных слоев сосны обыкновенной

Измеряемый параметр	Сосняк долгомошный	Сосняк багульниковый	t-value	p-value	Изменения, %
	M±SD				
N _{PT} , шт.	20,6±3,1	20,9±2,8	-1,24	0,22	-1
T _{PT} мкм	30,9±1,9	30,8±2,1	1,39	0,16	0
R _{PT} мкм	34,4±1,7	32,7±2,0	23,43	<0,0001	5
L _{T PT} мкм	28,8±2,0	28,7±2,0	-0,51	0,61	0
L _{R PT} мкм	32,3±1,9	30,7±2,1	26,58	<0,0001	5
S _{кc PT} мкм ²	206,5±21,8	193,1±20,7	16,62	<0,0001	6
S _{п PT} мкм ²	862,7±94,5	817,0±82,1	12,42	<0,0001	5
N _{ПТ} , шт.	16,8±3,4	15,1±3,0	12,05	<0,0001	10
T _{ПТ} мкм	29,5±2,0	29,3±2,2	2,34	0,02	1
R _{ПТ} мкм	24,5±4,3	23,3±4,0	12,67	<0,0001	5
L _{T ПТ} мкм	25,8±2,1	25,7±2,0	0,31	0,76	0
L _{R ПТ} мкм	20,8±4,0	19,8±3,8	9,55	<0,0001	5
S _{кc ПТ} мкм ²	345,9±45,3	314,2±4,9	16,63	<0,0001	9
S _{п ПТ} мкм ²	372,2±64,5	370,8±51,9	2,02	0,04	0

Примечание: N_{PT} – количество ранних трахеид в радиальном ряду годовичного слоя; T_{PT} – тангенциальный размер ранних трахеид; R_{PT} – радиальный размер ранних трахеид; L_{TPT} – тангенциальный размер полости ранних трахеид; L_{RPT} – радиальный размер полости ранних трахеид; $S_{кспТ}$ – площадь клеточной стенки ранних трахеид; $S_{пPT}$ – площадь полости ранних трахеид; $N_{ПТ}$ – количество поздних трахеид в радиальном ряду годовичного слоя; $T_{ПТ}$ – тангенциальный размер поздних трахеид; $R_{ПТ}$ – радиальный размер поздних трахеид; $L_{ТПТ}$ – тангенциальный размер полости поздних трахеид; $L_{RПТ}$ – радиальный размер полости поздних трахеид; $S_{кспПТ}$ – площадь клеточной стенки поздних трахеид; $S_{пПТ}$ – площадь полости поздних трахеид; M – среднее значение; SD – среднеквадратичное отклонение параметра

Отметим, что наименьшей изменчивостью отличаются тангенциальные размеры ранних и поздних трахеид (коэффициент вариации составил для ранних трахеид 3,4 %, для поздних – 3,7 %), а потому в ряде исследований данные параметры вообще не учитывают [3].

Таким образом, в результате проведенных исследований получены новые экспериментальные данные и выявлена закономерная изменчивость морфолого-анатомической структуры годичных слоев сосны обыкновенной в сосняке долгомошном и сосняке багульниковом. Показана значимость отдельных размерных характеристик для установления типа леса. Установлено, что к наиболее изменчивым морфолого-анатомическим параметрам можно отнести количество поздних трахеид (10%) и площадь клеточной стенки поздних трахеид (9%), а также площадь клеточной стенки ранних трахеид (6%). При этом следует отметить, что все морфолого-анатомические параметры годичных слоев у сосняка долгомошного выше, чем у сосняка багульникового (за исключением количества ранних трахеид), что может быть обусловлено лучшими условиями местопроизрастания.

В целом авторы полагают, что уникальность морфолого-анатомических параметров годичных слоев древесины сосны обыкновенной наряду с относительной простотой их фиксации открывают широкие возможности не только для диагностики происхождения лесоматериалов, но и для изучения широкого спектра климатических и экологических изменений в прошлом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Унжакова, С. В. Технология работы по идентификации места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации / С.В. Унжакова, Ю.М. Жаворонков //Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. – 2017. – №. 3 (3). – С. 83–86.
2. Björklund, J. Dendroclimatic potential of dendroanatomy in temperature-sensitive *Pinus sylvestris* / Björklund J [et al.] // Dendrochronologia. – 2020. – V. 60. – P. 1–9. DOI: 10.1016/j.dendro.2020.125673
3. Lee, LC. Partial least squares-discriminant analysis (PLS-DA) for classification of high-dimensional (HD) data: a review of contemporary practice strategies and knowledge gaps /. Lee LC, Liong CY, Jemain AA //Analyst. – 2018. – V. 143. – №. 15. – P. 3526–3539. DOI: 10.1039/c8an00599k

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОРЕБЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПСОРАЛЕНОМ И ОКСИДОМ УГЛЕРОДА (II) QUANTUM CHEMICAL ANALYSIS OF THE SORPTION INTERACTION BETWEEN PSORALENE AND CARBON DIOXIDE (II)

В. С. Чепля, С. Н. Шахаб
V. Cheplya, S. Shahab

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ
г. Минск, Республика Беларусь
vlad1997.cheplya@gmail.com
Belarusian State University, ISEI BSU
Minsk, Republic of Belarus

В настоящей работе исследованы адсорбционные свойства псоралена при взаимодействии с СО с помощью теории функционала плотности (уровень теории DFT: wB97XD/6-31G*) в воде как растворителе. Определено несвязанное взаимодействие псоралена и СО по электронным свойствам, таким как E_{HOMO} и E_{LUMO} , энергетический зазор между HOMO и LUMO, глобальная твердость.

In this paper, the adsorption properties of psoralen in the interaction with CO with the help of the density functional theory (DFT theory level: wB97XD/6-31G*) in a water solvent are investigated. Definitely unrelated interaction of psoralen and CO by electronic properties such as E_{HOMO} and E_{LUMO} , energy gap between HOMO and LUMO, global hardness.

Ключевые слова: псорален, адсорбция, DFT.

Keywords: psoralen, adsorption, DFT.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-1-358-360>

Проблема загрязнения окружающего воздуха является одной из приоритетных проблем современной науки, а поиск инновационных способов его очистки одним из главных ее направлений. Использование методов компьютерной химии для изучения физико-химических, адсорбционных свойств молекул, по сравнению