

SOME ANATOMICAL FEATURES OF SYCAMORE WITH DECORATIVE AND RESONANCE WOOD (*ACER PSEUDOPLATANUS* L.)

Vintoniv I.¹, Sopushynskyy I.², Vintoniv R.²

¹ Professor, Dr., ² Associate Professor, Dr., Department of Botany, Wood science and Non-Wood Forest Products

³ Senior teacher, Department of Ukrainian and Foreign Languages Ukrainian National Forestry University
Gen. Tchuprynkyst., 103, 79057 Lviv, Ukraine, Tel.: +380974592870, E-mail: sopushynskyy@yahoo.com

Abstract. Macro- and microanatomical features of sycamore wood (*Acer pseudoplatanus* L.) with wavy grain, growing in Ukrainian Carpathians were researched. Variation of the wavelength of sycamore wood was presented. The amplitude and period length of wave are decreased from the butt-end to crown. The comparative statistics of the specific volume of wood ray parenchyma are made. The cell size in the wave grain wood of sycamore is about 34 % larger on the tangential section. The average cell diameter of wood rays in the straight-grain wood of sycamore is about 19 % smaller as in the wave grain wood. Hence, «anomalous growth» is characterized for the wave grain wood of sycamore. In the age of 80–100 year sycamore trees with wave grain wood have the volume about 2,5–3,5 m³, while sycamore straight-grain wood – 0,4–0,6 m³. The research results infer that the wave grain wood phenomena of sycamore have a genetic nature.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЯВОРА С ДЕКОРАТИВНО-РЕЗОНАНСНОЙ ДРЕВЕСИНОЙ (*ACER PSEUDOPLATANUS* L.)

Винтонив И.С.¹, Сопушинский И.Н.², Винтонив Р.В.³

¹ Профессор, к.б.н.; ² доцент, к.с.-х.н. кафедры ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса

³ старший преподаватель кафедры украинского и иностранных языков

Национальный лесотехнический университет Украины, Львов

ул. Ген. Чупрынки, 103, 79057 Львов, Украина, тел.: +380974592870, E-mail: sopushynskyy@ukr.net

Введение. На уровне фенотипа явор (*Acer pseudoplatanus* L.), произрастающий в Украинских Карпатах, формирует полиморфную древесину, отличающуюся структурой на уровне макро- и микростроения. Особый интерес для исследований представляет форма явора с декоративной древесиной «птичий глаз» и декоративно-резонансная форма явора с волнистой свилеватостью древесины. Свилеватая древесина явора традиционно считается лучшим резонансным материалом для изготовления музыкальных инструментов [8, 12] В специальной литературе [2, 3, 4, 7, 9, 13, 14] имеются сведения о свилеватой древесине явора, ясеня, бука и даже таких лиственных пород как дуб, липа, каштан и клен. Биологические причины формирования волнистой структуры древесины не раскрыты, хотя в отдельных испытаниях обращено внимание на строение флоры особей, имеющих подобную структуру [1, 5, 11, 15, 16]. Для древесины ясеня, березы, клена, явора волнистость разделяют на две группы [13]:

– широкая волнистость текстуры образует площади в форме крупных пятен шириной 2–3 см, длиной 5 см и более. В специальных источниках такое строение древесины называют струйчатой свилеватостью;

– узкая волнистость текстуры ясеня формируется в результате элементов древесины с расстоянием между гребнем волн 4–10 мм, глубиной 1–3 мм. На радиальном разрезе такая волнистость имеет вид узких параллельных полос. На тангенциальном срезе узкие блестящие полосы косо сходятся или часто сливаются. Блестящие участки походят на блики пламени.

Именно такая узкая волнистость второй группы характерна для древесины явора с волнистой свилеватостью, сформированной в Украинских Карпатах. Распространение волнистой древесины в пределах ствола следует разделить на локальную экологическую и распространяющуюся на всю деловую часть ствола – генетическую. Локальная волнистость древесины возникает вследствие статических и динамических нагрузок, сконцентрированных в прикорневых частях ствола, в местах прикрепления ветвей (с нижней стороны ветвей кроны) и других локальных участках стволов, где существенно увеличивается нагрузка с возрастом. Распространение волнистой древесины в пределах всего ствола следует отнести к наследственной изменчивости структуры древесины древесного вида.

Объекты и методика. Материал для исследования волнистой древесины явора был отобран на пробных площадях, заложенных в Украинских Карпатах (Ставенское лесничество, Велико-Безрезнянской лесхоз). Лесоводственно-таксационная характеристика приведена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика пробных площадей явора

ПП	Состав насаждения	Географическое положение	Экспозиция, уклон	ТЛУ	S, га	Порода	A, лет	H, м	D, см
1	4Бк4Яв2Пх	48°57'28" с.ш., 22°43'04" в.д., 800 м н.у.м.	В. – 30°	D ₃	7,2	Бк Яв Пх	90 100 80	25 27 26	48 52 50
2	8Яв1Бк1Е	49°02'11" с.ш., 22°39'53" в.д., 850 м н.у.м.	СВ. – 30°	D ₃	0,56	Яв Бк Е	120 80 80	28 20 27	44 26 32
3	6Яв4Бк	49°01'44" с.ш., 22°41'15" в.д., 870 м н.у.м.	СВ. – 30°	D ₃	0,80	Яв Бк	60 65	23 22	25 21

Пробная площадь №1 (ПП-1) была заложена на участке, где проводился заключительный прием постепенной рубки главного пользования. Данная лесосека специально была отведена в виде исключения для заготовки резонансного сырья. На данной лесосеке выявлено 14 стволов явора с волнистой древесиной и три дерева формы «птичий глаз». На отдельных стволах волнистая древесина охватывала 20 м высоты ствола, а также ликвидную древесину кроны дерева.

Распределение явора по ступени толщины охватывает диапазон от 20 до 60 см. Наибольшее количество деревьев с волнистым строением древесины имеет толщину от 44 до 56 см. У этих стволов более выражена сбежистость, и широко развита обратнойцевидная крона. В большинстве случаев крона начиналась на высоте 9–11 (20) м. Ширину волны волнистой древесины явора измеряли на линии длиной 2–5 см перпендикулярно оси растущего дерева.

Для исследования макростроения использовали образцы из срубленных деревьев явора, а для исследования микростроения заготавливали керны, взятые на высоте 1,3 м. Микросрезы просматривали на бинокулярном микроскопе «Биолан» при 100-кратном увеличении. Измерения проводили на микрофотоснимках 1 мм². Удельный объем лучевой паренхимы определяли соотношением длины линий сердцевинных лучей к длине линий снимка на тангенциальных микросрезях в процентах [10]. Микросрезы изготавливали по радиусу от сердцевины к коре с шагом 10 см. Крупные сердцевинные лучи явора с волнистой свилеватостью древесины влияют на формирование микро- и макрорельефа древесины в радиальном сечении (рис. 1).

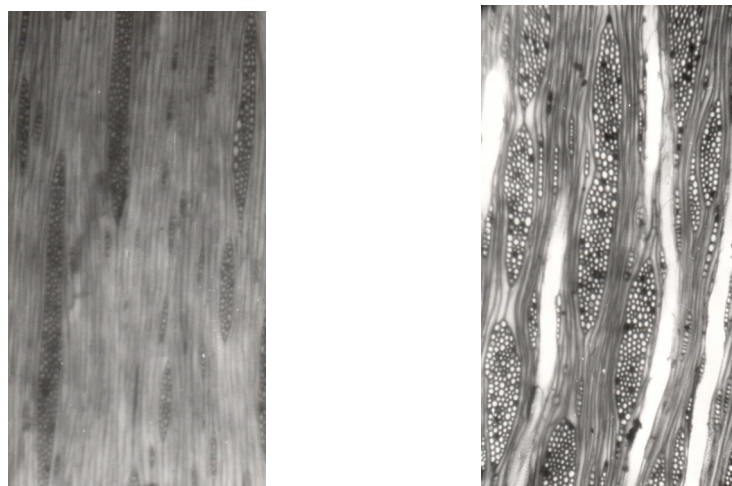


Рисунок 1. Тангенциальные микросрезы древесины явора
(а) с прямоволокнистой и (б) волнистой структурой.

Результаты исследования. В спелых древостоях с преобладанием явора в Украинских Карпатах количество особей с аномальной древесиной достигает 20 %, а со свилеватой древесиной – 9 % [15]. Волнистость древесины явора встречается в стволе до высоты 23 м. Явор со свилеватой древесиной выявлен в возрасте 50–60 лет с диаметром стволов 28–44 см. Параметры макро-рельефа волнистой древесины явора в отдельном стволе приведены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры волнистости древесины явора по высоте и периметру ствола

Высота ствола	Участок	Длина участка, мм	Кол-во волн, шт	M ¹ , мм	min ² , мм	max ³ , мм
1,3	1	50	14	3,5	2,6	5,0
	2	44	13	3,4		
	3	49	14	3,5		
	4	27	8	3,3		
	5	40	9	4,4		
5	1	69	20	3,4	2,2	4,3
	2	48	14	3,4		
	3	50	13	3,8		
	4	50	14	3,9		
	5	50	13	3,8		
10	1	23	9	2,7	1,5	3,4
	2	24	12	2,0		
	3	32	11	2,9		
	4	21	9	2,4		
	5	31	12	2,6		
15	1	39	13	3,2	1,2	4,3
	2	23	12	1,9		
	3	20	9	2,2		
	4	24	12	1,9		
	5	34	20	1,7		
20	1	50	20	2,5	1,2	3,6
	2	50	18	2,8		
	3	30	11	2,7		
	4	50	19	2,6		
	5	38	13	2,9		

Примечание: M¹ – средние значение; min² – минимальное значение; max³ – максимальное значение

С высотой ствола углубления и расстояние между гребнями волн становятся меньше. Исследователи отмечают повышенную склерификацию ксилемы у особей с волнистой древесиной ясеня, явора, бука и карельской березы. У явора с крупнопластинчатой коркой флоэма склерифицирована больше, чем у явора с меньшими пластинами корки [3, 6, 13, 14]. Скопление склероидов выражено в флоэмных лучах, которые более развиты в крупнопластинчатой корке. У формы явора с крупными пластинами внешней корки чаще встречается волнистая свилеватость древесины. Сравнительный анализ лучевой паренхимы древесины явора разных форм представлен в таблице 3.

Таблица 3. Удельный объем лучевой паренхимы явора, %

Форма древесины	Диаметр, см	20	30	40	50	60
Прямо волокнистая		12,3	13,6	14,9	16,2	17,5
Свилеватая		14,4	16,7	19,0	21,3	23,6

Для явора со свилеватой древесиной характерны более широкие лучи. Пик максимального количества паренхимной ткани приходится на лучи шириной $8-9 \cdot 10^{-2}$ мм, а в прямо волокнистой древесине – в пределах $5-6 \cdot 10^{-2}$ мм.

Размеры и площадь клеток сердцевинных лучей на тангенциальных срезах представлены в таблице 4.

Таблица 4. Характеристика лучевой паренхимы на тангенциальном срезе древесины явора

Клетки паренхимы сердцевинного луча	Микросрезы с кернов древесины явора											
	прямоволокнистая						свилеватая					
	1	2	3	4	5	М	1	2	3	4	5	М
Площадь, 10^{-6} мм ²	133	117	138	127	121	127	189	196	199	191	195	194
Средний диаметр, 10^{-2} мм	1,3	1,23	1,32	1,27	1,29	1,28	1,57	1,59	1,61	1,55	1,59	1,58
Количество на 1 мм ² , тыс. шт.	106,5	118,3	99,1	105,3	106,9	107,2	104,8	111,5	114,6	108,3	105,9	109,0

Суммарное количество клеток на единицу площади на всех обрабатываемых снимках не имеет существенной разницы. Клетки древесины явора со свилеватой структурой имеют на 34 % большую площадь по сравнению с явором прямоволокнистого строения. Средний диаметр клеток лучевой паренхимы у прямоволокнистой древесины меньше, чем у свилеватой на 19 %.

Удельный объем сердцевинных лучей явора со свилеватой древесиной увеличивается за счет площади поперечного сечения клеток на тангенциальных срезах. Следовательно, у явора со свилеватой древесиной проявляется «гигантизм роста». В возрасте 80–100 лет стволы явора со свилеватой древесиной имеют объем 2,5–3,5 м³, тогда как явор с прямоволокнистой древесиной достигает объемов 0,4–0,6 м³.

Выводы. Целесообразность исследований свилеватой волнистости древесины явора продиктована его уникальными резонансными свойствами, используемыми традиционно при изготовлении высококачественных музыкальных инструментов. Результаты исследования волнистой свилеватости явора в Украинских Карпатах свидетельствуют, что:

- в спелых древостоях количество особей явора со свилеватой волнистостью достигает 9 %; волнистость распространена в стволах до высоты 23 м, а также встречается в возрасте 50–60 лет;
- крупные сердцевинные лучи явора с волнистой свилеватостью древесины влияют на формирование волн в радиальном сечении;
- с высотой ствола уменьшаются углубления и расстояние между гребнями волн;
- явор со свилеватой древесиной имеет более крупные сердцевинные лучи по сравнению с прямоволокнистой ($5\text{--}6 \cdot 10^{-2}$ мм), ширина которых составляет $8\text{--}9 \cdot 10^{-2}$ мм;
- поперечное сечение клеток сердцевинных лучей древесины со свилеватой структурой имеет на 34 % больше площадь по сравнению с явором прямоволокнистым;
- средний диаметр клеток лучевой паренхимы у прямоволокнистой древесины меньше, чем у свилеватой на 19 %;
- результаты исследований свидетельствуют о том, что явление свилеватости в древесине явора является генотипическим.

Учитывая ценность древесины явора с волнистой свилеватостью и сохранившийся генофонд, в Украинских Карпатах необходимо выделить генетические резерваты, а исследовательскую работу направить на изучение генотипа и воспроизводство древесины явора с заданными свойствами. Научные исследования целесообразно проводить как совместные международные проекты для решения данной проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винтонив И.С. Влияние экологических условий на строение и физико-механические свойства древесины явора (*Acer pseudoplatanus* L.), произрастающего в Карпатах. // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1974. 22 с.
2. Винтонив И.С., Мергель С.С., Щибрик Є.А. Некоторые физико-механические свойства свилеватой древесины явора // Изв. высш. учебн. заведений. Лесной журнал. 1981. № 6. С. 56–58.
3. Винтонив И.С., Сушко М.Г. Некоторые качественные характеристики волнистой древесины явора, произрастающего в Украинских Карпатах // Тез. докл. Всесоюз. конф. «Современные проблемы древесиноведения». Красноярск. 1987. С. 83–84.
4. Винтонів І.С., Сопушинський І.М., Сопушинська М.П. Аспекти формування високодекоративної текстури деревини // Науковий вісник. Збірник науково-технічних праць. Львів: УкрДЛТУ. 2004. Вип. 14.6. С. 113–117.
5. Винтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшингер А. Деревинознавство: Навчальний посібник. Львів: ТзОВ «Апріорі», 2007. 312 с.

6. Галибина Н.А., Терехова Е.Н. Свойства клеточных оболочек тканей ствола *Betula pendula* Roth // Тез. докл. Всерос. конф. «Дендрэкология и лесоведение» Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. 2007. С. 32–35.
7. Матвеев-Мотин А.С. Северокавказский способ определения путаной свилеватости бука по коре // Научно-техн. инф. ЦБТИ. ЦМИИМЭ. 1955. 6 с.
8. Новодержкин А.М. Материаловедение. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 303 с.
9. Ромедер Э., Шенбах Г. Генетика и селекция лесных пород. М.: Сельхозиздат, 1962. 263 с.
10. Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.-Л.: АН СССР, 1954. 337 с.
11. Barnett J., Jeronimidis G. Wood quality and its biological basis. Blackwell Publishing Ltd., 2003. 226 p.
12. Bucur V. Acoustics of Wood. 2nd edition. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New-York., 2006. 400 p.
13. Chovanec D. Identificacne znaky yesene s vlnistym lescon dreva // Lesn. cos, 1986. 32. S. 389–396.
14. Cwilklinski E. Buk zwyczajny o falistym drevnie // Roczn. Dendrol. 1983–1984. № 35. S. 69–74.
15. Vintoniv I., Sopushynskyy I., Teischinger A., Sopushynska M., MAYEVSKYY V. Selection of maple «birdseye» (*Acer pseudoplatanus* L.) in Ukrainian Carpathian mountains // Wood Structure and Properties '06 edited by S. Kurjatko & R. Lagana. – Arboga Publishers, Zvolen, Slovakia. 2006. P. 139–142.
16. Zobel B.J., van Buijtenen J.P. Wood variation, its causes and control, Springer-Verlag, Berlin, 1989. 363 p.

ECCENTRICITY OF THE WOOD TRUNK IS THE REACTION TO INFLUENCE OF NATURE FACTORS

Yeromin V.M., Kopanina A.V., Skibin O.A.

The establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Marine Geology and Geophysics, Far-Eastern Branch of RAS
693022, Yuzhno-Sakhalinsk, Nauki St., 1 B, tel. (4242) 793-099, E-mail: avk@imgg.ru

Abstract. Features of formation a trees trunk to influence of a wind, negative geotropism and a gravity are revealed. Objects of research have been chosen *Abies sachalinensis* Mast., *Pinus sylvestris* L., *Larix kurilensis* Mayr, *Pinus pumila* (Pall) Reql и *Quercus crispula* Blume. Width of year layers from opposite sides on a vector of action of force, and also the width of a year layer and late wood in it are connected by rectilinear dependence, communication degree between these signs from moderated to very high.

ЭКСЦЕНТРИЧНОСТЬ ДРЕВЕСНОГО СТВОЛА – РЕАКЦИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Еремин В.М., Копанина А.В., Скибин О.А.

Учреждение Российской академии наук Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН
693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1 Б, тел. (4242) 793-099, E-mail: avk@imgg.ru

Выявлены особенности формирования ствола деревьев под воздействием ветра, отрицательного геотропизма и силы тяжести. Ширина годовичных слоев древесины с противоположных сторон по вектору действия силы, а также ширина годовичного слоя и поздней древесины в нем связаны прямолинейной зависимостью, степень связи между этими признаками – от умеренной до очень высокой.

Влияние ветра на деформацию крон деревьев и формирование эксцентricности ствола известно очень давно и нашло отражение в лесоводственной и древесиноведческой литературе [2, 3, 4, 5]. Это явление очень широко распространено на о-ве Сахалин, который находится в области муссонного климата и имеет значительную протяженность береговой линии (4000 км). Однако эксцентricность формируется и под действием силы тяжести в ветвях деревьев, и под действием отрицательного геотропизма.

Объектами исследования были выбраны *Abies sachalinensis* Mast., *Pinus sylvestris* L., *Larix kurilensis* Mayr, *Pinus pumila* (Pall) Reql и *Quercus crispula* Blume. На примере первых трех видов прослежено формирование эксцентricности под влиянием ветра. У *Larix kurilensis* также изучено формирование эксцентricности ветвей под влиянием силы тяжести. У *Quercus crispula* и *Pinus pumila* – главной причиной эксцентricности стебля является отрицательный геотропизм.

Измерение ширины годовичных слоев поздней древесины у пряморастущих деревьев производили в нескольких точках ствола: 1–5-летние стебли, в 3–4 точках по длине ствола. У *Quercus crispula* –