

## АНАТОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ДРВНИХ ВЛАКАНА И ТРАХЕЈА ПОДВРСТЕ *Fraxinus angustifolia* subsp. *pannonica* Soó et Simon

ЈАСМИНА ПОПОВИЋ<sup>1</sup>  
ГОРДАНА РАДОШЕВИЋ<sup>1</sup>

**Извод:** У раду су приказани резултати истраживања анатомске грађе подврсте пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* ssp. *pannonica* Soó et Simon.) са подручја ГЈ „Моровић“. Циљ овог рада је да се на бази података добијених истраживањима, у оквиру пројекта „Дрвна биомаса као природни ресурс одрживог развоја Републике Србије 20070-ТП“, добије увид у карактеристике квалитета дрвета анализом дрвних влакана.

**Кључне речи:** *Fraxinus angustifolia* subsp. *pannonica* Soó et Simon., дрвна влакна, трахеје.

ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF WOOD FIBRES AND VESSELS  
OF THE SUBSPECIES *Fraxinus angustifolia* subsp. *pannonica* Soó et Simon

**Abstract:** The anatomic structure of *Fraxinus angustifolia* ssp. *pannonica* Fuk. from the area of FMU Morović was researched. The aim of this study was to investigate the characteristics of wood quality by the analysis of wood fibres, based on the data obtained in the framework of the project “Wood biomass as a natural resource of sustainable development of the Republic of Serbia 20070-TP”.

**Key words:** *Fraxinus angustifolia* ssp. *pannonica* Fuk., wood fibres, vessels.

### 1. УВОД

Биомаса представља униформну, локално доступну и обновљиву сировину која се у великој мери користи за производњу различитих врста грађевинских материјала, плоча, намештаја, али исто тако, у процесима хемијске прераде за производњу влакана, папира, адитива и многих различитих производа као што су дрвени угаљ, смола, катран, течна горива. Услед сталног повећања количине дрвета као сировине, неизбежно је и познавање карактеристика дрвне супстанце.

Међутим, запажено је да у литератури недостају подаци о карактеристикама оних дрвених врста које су мање заступљене, или се уопште не користе као сировина у преради дрвета, али су ипак присутне у шумским састојинама.

У целом подручју Паноније заступљена је подврста пољског јасена, за који у литератури има веома мало података. Доступни подаци о овој подврсти односе се на ширину прстена прираста (Б е н и ћ, Р., 1955) и утицај земљишта на раст стабла пољског јасена (Б о б и н а ц, М., 1992). С обзиром на то, *Fraxinus angustifolia* subsp. *pannonica* Soó et Simon. је одабран као предмет истраживања, у циљу до-

<sup>1</sup> Јасмина Поповић, дипл. инж., асистент-приправник; мр Гордана Радошевић, асистент; Шумарски факултет Универзитета у Београду

бијања што више података о овој подврсти, како би се могла проценити могућност примене.

Фамилија *Oleaceae* обухвата више од 400 дрвенастих врста тропских и умерених крајева, ретко зељастих биљака. Род *Fraxinus* L., који припада овој фамилији, садржи око 80 врста, распрострањених углавном у умереном појасу северне хемисфере (В и л о т и ћ, Д., 2000). Према Фукареку (1980) род *Fraxinus* се дели у два подрода: *Fraxinus=Fraxinaster* и *Ornus*, а подродови у више секција и серија. Подрод *Fraxinus* дели се на 4 секције. Једна од секција је *Bumeloides*, којој припада *Fraxinus angustifolia*. Према Greuter, W. et al. (1989), врста *Fraxinus angustifolia* је издиференцирана на 2 подврсте: 1) *Fraxinus angustifolia subsp. Angustifolia*, која је распрострањена у западном Средоземљу и 2) *Fraxinus angustifolia subsp. Oxycarpa* Wild=*Fraxinus angustifolia subsp. pannonica* Soó et Simon, распрострањена у осталом делу ареала, па тиме и панонском ареалу.

Пољски јасен, под повољним условима, достиже висину од преко 30 m и прсни пречник преко 1 метра. Врло је честа и значајна врста наших алувијалних шума. Дрво је веома цењено, са вишеструком применом у занатству и дрвној индустрији. Због велике разноликости у боји јесењег лишћа, атрактиван је и као украсна врста.

Са својим бројним варијететима, пољски јасен је распрострањен на врло широком подручју Медитерана и Црног мора, затим уз обале Атлантика, у Португалији и западној Француској и на подручју Паноније, али и у северној Африци и југозападној Европи. На Балканском полуострву се налази на широком подручју уз обалу мора и низинама река у Албанији, Грчкој, Румунији и Бугарској. У нашој земљи пољски јасен се среће у алувијалним шумама крај свих већих река, најчешће у заједници са лужњаком (*Quercus-Fraxinetum serbicum* Rud.). У подручју Паноније распрострањена је подврста пољског јасена - *Fraxinus angustifolia* Vahl. subsp. *pannonica* Soó et Simon., који је предмет проучавања овог рада.

Као једна од подврста пољског јасена, на целом подручју Паноније, распрострањен је *Fraxinus angustifolia subsp. pannonica* Soó et Simon. Јовановић у „Флори СР Србије“ (1985), описујући варијабилност врсте, наводи га као варијетет који се одликује уско ланцетастим листићима, при основи клинолико суженим у виду петељке. Листић је често издужен у уски вршић, који је увек, и уз то мање-више неправилно тестераст.

У овом раду су проучене анатомске карактеристике дрвних влакана и трахеја подврсте *Fraxinus angustifolia subsp. pannonica* Soó et Simon., са подручја ГЈ „Моровић“, као показатеља квалитета дрвета као сировине у хемијско-механичкој пре ради дрвета.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Материјал за истраживање потиче са подручја ГЈ „Моровић“. Три репрезентативна стабла подврсте *Fraxinus angustifolia subsp. pannonica* Soó et Simon., са истог огледног поља (2702/2,6), старости 70-73 године, висине око 30 m посечена су у циљу добијања узорака за испитивање анатомских карактеристика.

Са сваког стабла, са прсне висине (1,3 m), узети су узорци у виду котурова дебљине 3 cm из којих су сечене стандардне епрувете. За анализу следећих анатомских својстава: Средња бројна и Средња масена дужина влакана и Ранкеов коефицијент, коришћена је једна половина дрвене епрувете од сржи до коре. Из тако исечене епрувете анализирани су делови до сржи, из средине епрувете и до коре.

Употребом Франклиновог реагенса за мацерацију (В а с и љ е в и ћ , С., 1958), разлагањем међућелијске супстанце, издвојене су појединачне ћелије ткива погодне за мерење. Раствор за мацерацију чине 30% водоник пероксид и глацијална сирћетна киселина у односу 1:1. Припремљени реагенс је дозиран у стаклене епрувете на узорке дрвета уситњене до величине палидрвца, након чега су епрувете затваране плутаним чеповима. Материјал је у тако припремљеним епруветама преведен у пулпу у сушници на температури од 65<sup>0</sup> у трајању од 24 h. Након испирања дестилованом водом и трешења добијене су појединачне ћелије ксилемског ткива погодне за мерење.

Мерења дужине влакана, дебљине ћелијских зидова, пречника лумена и ширине трахеја извршена су захваљујући савременој опреми у Лабораторији за електронску микроскопију Пољопривредног факултета у Београду.

Систем који чини микроскоп Leica DMLS и камера: Leica DC 300, уз софтверску подршку Leica IM 1000 омогућио је снимање дигиталних записа припремљених препарата и веома прецизна електронска мерења наведених анатомских елемената.

Из сваког узорка је на по 100 влакана мерена њихова дужина, са увеличањем од 50 X. Ове вредности су, затим, изражене као Средња бројна дужина влакана (C l a r k, J., 1985) израчуната по формули:

$$S_b = \frac{\sum LN}{\sum N}; \quad (1)$$

и Средња масена дужина влакана по формули:

$$S_m = \frac{\sum L^3 N}{\sum L^2 N}. \quad (2)$$

Квалитет дрвних влакана изражен је Ранкеовим коефицијентом (RR<sup>3</sup>), као једним од често коришћених показатеља квалитета влакана, који карактерише морфологију попречног пресека влакана, а израчунава се из односа двоструке дебљине ћелијског зида и пречника лумена (W a g e n f u r, R., 1984). Вредност Ранкеовог коефицијента је добијена мерењем по 50 влакана из сваког узорка (дебљине ћелијског зида и пречника лумена), са увеличањем 200 X.

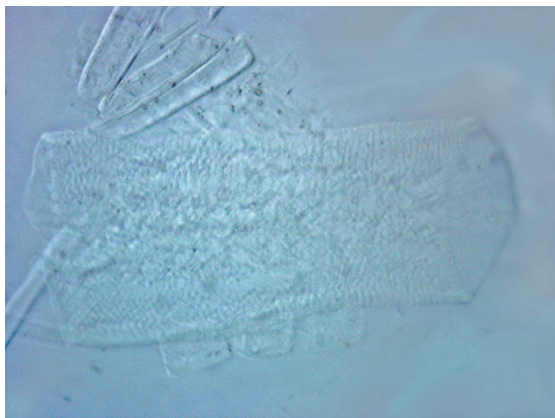
Ширина лумена трахеја мерена је у делу који обухвата неколико најмлађих прстенова прираста (до сржи), неколико најстаријих (до коре) и прстенове прираста на средини дрвене епрувете, за свако стабло. За анализу ширине трахеја мерено је по 30 пречника трахеја у тангенцијалном правцу. Мерен је тангенцијални пречник, због мање варијабилности, у односу на радијални. Пречник најширих трахеја мерен је стога што ширина многих трахеја није једнака целом њиховом дужином и што неке трахеје имају слепе завршетке, који на попречном пресеку

имају изглед и ширину најужих трахеја (В а с и љ е в и ћ , С., 1967). Анализирана је њихова аритметичка средина и њихова средња грешка средње вредности.

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Техником мацерације издвојени су и детерминисани следећи анатомски елементи: трахеје, дрвна влакна (либриформ), аксијални паренхим и радијални паренхим.

Трахеје су анатомски елементи који се у виду дугих цеви пружају у аксијалном правцу. Настају спајањем великог броја ћелија ресорпцијом њихових попречних додирних зидова. Сегменти трахеја су без живог садржаја и служе за провођење воде са раствореним минералним материјама за време вегетационе сезоне (слика 1).

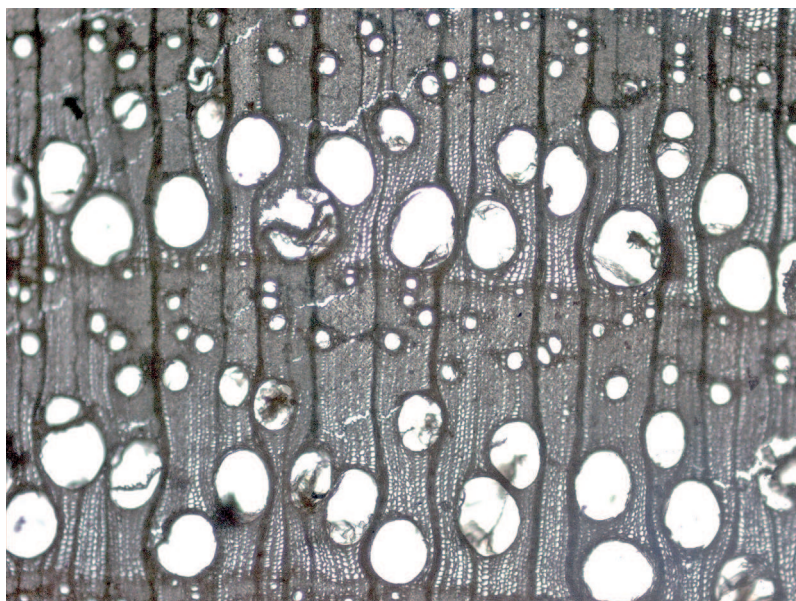


Слика 1. Сегмент трахеје  
Figure 1. Vessel

Врсте рода *Fraxinus* L. одликују се сразмерно врло дебелим зидовима трахеја, у односу на њихове лумене (В а с и љ е в и ћ , С., 1967). Спадају у крупно прстенасто порозне врсте код којих су трахеје, на почетку прстена прираста, много шире од осталих трахеја и веома близу једна другој, тако да на попречном пресеку чине континуирани порозни прстен који се јасно види.

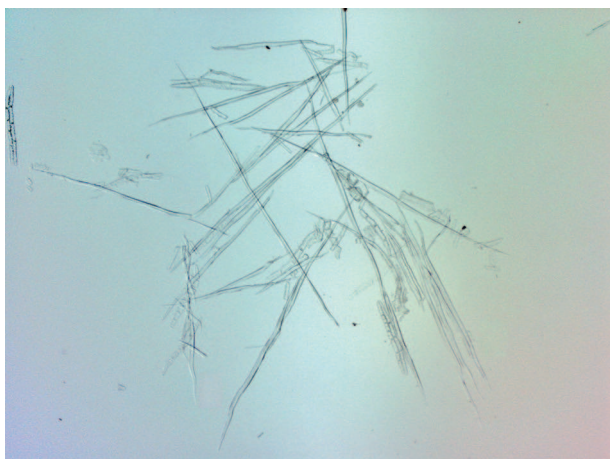
Са старошћу стабла димензије трахеја се повећавају, те су на истом попречном пресеку трахеје унутрашњих годишњих слојева дрвета уже и краће од трахеја спољашњих слојева дрвета. Просечна ширина трахеја карактеристична је за сваку дрвну врсту и може послужити као податак за распознавање врста. У ту сврху користи се тангенцијални пречник најширих трахеја зато што његове димензије варирају мање него код радијалног. Ширина трахеја мери се у циљу процене њиховог проводног капацитета (слика 2).

Дрвна влакна (либриформ) представљају механичке елементе јасена. Уског су лумена, сразмерно дебелих зидова и одликују их косе, пукотинасте јамице на ћелијским зидовима (слика 3). Изразито су издужени и врло зашиљени на оба своја краја. Немају живог садржаја.



Слика 2. Попречни пресек  
Figure 2. Cross section

Врсте рода *Fraxinus* L. одликују се дебелим ћелијским зидовима дрвних влакана са ужим луменима. Јамице су малобројне, једноставне, косо положеног поруса. Од њихових димензија, на првом месту од дебљине ћелијских зидова, зависе умногоме техничка својства дрвета.



Слика 3. Дрвна влакна  
Figure 3. Wood fibres

Изодијаметричног облика или призматично издужене, ћелије аксијалног паренхима многих лишћара не разликују се међусобно толико да би имале већи дијагностички карактер (слика 4). Лумен им је испуњен живим садржајем и оне

представљају резервоаре органских материја које се у њима нагомилавају при крају вегетационог периода и у повољним условима. Ове органске материје се користе у пролеће када се крећу према пупољцима и према камбијуму, како би се омогућила деоба њихових ћелија. Органске материје се користе још и за изградњу семена и за одржавање за време неповољних услова спољашње средине.



**Слика 4.** Ћелије паренхима  
**Figure 4.** Parenchyma cells

На попречном пресеку аксијални паренхим распоређен је на карактеристичне начине за поједине родове. За род *Fraxinus* L. специфичан је вазигентричан распоред који се карактерише аксијалним паренхимом распоређеним у виду потпуно затвореног прстена око трахеја.

Радијални паренхим (траке лигнума) су радијални низови ћелија које се протежу од сржи или из једног од годишњих слојева дрвета до камбијума. Имају вишеструку функцију: проводе храниве материје из флоема у ксилем, служе за акумулацију ових материја, проводе воду из ксилема до камбијума и омогућавају аерацију стабла. Ћелије које граде радијалне низове трака лигнума су живе, призматичног облика, издужене у правцу полупречника дебла. Висина трака лигнума рода *Fraxinus* L. је око 0,5 mm, а ширина се креће од четири до пет ћелија.

Ширина лумена трахеја расте од сржи до коре код сва три анализирана стабла. Средња бројна и Средња масена дужина влакана показују највише вредности у средини дрвене епрувете, док су вредности Ранкеовог коефицијента код стабла 1 највише у делу епрувете до коре, код стабла 2 до сржи и код стабла 3 у анализираном делу епрувете на средини. Дужине дрвних влакана показале су највише вредности у узорцима који одговарају средњој старости стабла. Ранкеов коефицијент не показује правилну дистрибуцију са старошћу анализираних стабала.

Дужина влакана јасена од 1,072 mm (Sb) и 1,052 mm (Sm) је нижих вредности него код букве - 1,415mm, као и пречници лумена који код јасена износе 10,88  $\mu\text{m}$ , а код букве 15,77  $\mu\text{m}$  (Ш о ш к и ћ, Б., С к а к и ћ, Д., 1995). Дебљина зида влакана има сличне вредности: 4,73  $\mu\text{m}$  код јасена и 4,97  $\mu\text{m}$  код букве (Ш о ш -

кић, Б., С к а к и ћ, Д., 1995). Међутим, вредности Ранкеовог коефицијента се веома разликују: 0,63 је код букве, док код јасена износи чак 0,87.

**Табела 1.** *Fraxinus angustifolia subsp. pannonica* Soó et Simon. – анатомске карактеристике дрвних влакана и трахеја

**Table 1.** *Fraxinus angustifolia subsp. pannonica* Soó et Simon. – anatomical characteristics of wood fibres and vessels

		до сржи	средина	до коре	средње вредн.
стабло 1	Sb дужина влакана, (mm)	0,700	1,435	1,271	1,135
	Sm дужина влакана, (mm)	0,768	1,497	1,309	1,191
	дебљина зида ( $\mu\text{m}$ )	4.36	4.95	4.87	4,73
	пречник лумена ( $\mu\text{m}$ )	11.88	11.43	10.51	11,27
	ранкеов коефицијент	0.73	0.87	0.93	0,94
	ширина лумена трахеја ( $\mu\text{m}$ )	131,46 $\pm$ 4,09	202,57 $\pm$ 4,45	216,93 $\pm$ 4,03	183,65
стабло 2	Sb дужина влакана, (mm)	0,806	0,868	0,735	0,803
	Sm дужина влакана, (mm)	0,870	0,928	0,757	0,852
	дебљина зида ( $\mu\text{m}$ )	5.06	3.98	6.72	5,25
	пречник лумена ( $\mu\text{m}$ )	9.35	14.22	13.11	12,23
	ранкеов коефицијент	1.08	0.56	1.02	0,86
	ширина лумена трахеја ( $\mu\text{m}$ )	131,31 $\pm$ 1,85	182,99 $\pm$ 3,66	215,48 $\pm$ 5,07	176,59
стабло 3	Sb дужина влакана, (mm)	1,020	1,141	1,172	1,111
	Sm дужина влакана, (mm)	1,056	1,221	1,247	1,175
	дебљина зида ( $\mu\text{m}$ )	3.49	4.85	4.29	4,21
	пречник лумена ( $\mu\text{m}$ )	9.08	7.67	10.68	9,14
	ранкеов коефицијент	0.77	1.26	0.80	0,92
	ширина лумена трахеја ( $\mu\text{m}$ )	109,26 $\pm$ 1,95	140,38 $\pm$ 3,53	145,15 $\pm$ 4,03	131,60
средње вредности сва три стабла	Sb дужина влакана, (mm)	0,838	1,148	1,059	1,052
	Sm дужина влакана, (mm)	0,898	1,215	1,104	1,073
	дебљина зида ( $\mu\text{m}$ )	4,30	4,59	5,29	4,73
	пречник лумена ( $\mu\text{m}$ )	10,10	11,11	11,43	10,88
	ранкеов коефицијент	0,86	0,89	0,92	0,87
	ширина лумена трахеја ( $\mu\text{m}$ )	124,01	175,31	192,52	163,95

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Анализиране су анатомске карактеристике три стабла подврсте пољског јасена (*Fraxinus angustifolia subsp. pannonica* Soó et Simon.) са подручја ГЈ „Моровић“, као показатељи квалитета дрвета као сировине у хемијско-механичкој преради дрвета. Мерене су ширине лумена трахеја, дужина дрвних влакана, ширина њихових лумена и дебљина ћелијских зидова. Ширина лумена измерених трахеја расте са старошћу стабала, док параметри дужине дрвних влакана показују највише вредности у средњој старости анализираних стабала. Ранкеов коефицијент мерених узорака не показује правилну дистрибуцију са старошћу измерених стабала.

У поређењу са буквом, дужина влакана јасена од 1,072 mm (Sb) и 1,052 mm (Sm) је нижих вредности од букве, где износи 1,415 mm, као и пречници лумена који код јасена износе 10,88  $\mu\text{m}$ , а код букве 15,77  $\mu\text{m}$  (Ш о ш к и ћ, Б., С к а к и ћ, Д., 1995). Дебљина зида влакана има сличне вредности: 4,73  $\mu\text{m}$  код јасена и 4,97  $\mu\text{m}$  код букве (Ш о ш к и ћ, Б., С к а к и ћ, Д., 1995). Међутим, вредност Ранкеовог коефицијента је 0,63 код букве, док је код јасена 0,87.



## ЛИТЕРАТУРА

- Б е н и ћ, Р. (1955): Ширина года као чинилац каквоће пољске јасеновине. Шумарство VIII (9); Београд, стр. 534-545
- Б о б и н а ц, М. (1992): Резултати истраживања развоја стабала пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) Шумарство XLV (3-4); Београд, стр. 65-75
- В а с и љ е в и ћ, С. (1958): Нови поступак израде микроскопских препарата мацерацијом. Шумарство, XI (9-12); 629-634.
- В а с и љ е в и ћ, С. (1967): Анатомија шумског дрвећа. Универзитетски уџбеник. Београд.
- В и л о т и ћ, Д. (2000): Упоредна анатомија дрвета. Универзитетски уџбеник. Београд
- Г r e g u s s, P. (1959): Holzanatomie der europaischew laubholzer und straucher. Akademiai Kiado, Budapest.
- Г r o s s e r, D. (1977): Die Holyer Mitteleuropas, New York
- Г r e u t e r, W., В u r d e t, H.M., L o n g, G. (1989): Med-checklist 4. Vile de Geneve i Berlin – Dahlem.
- Ј о в а н о в и ћ, Б. (1985): Дендрологија, Шумарски факултет, Београд.
- М и л е н к о в и ћ, М., В и л о т и ћ, Д., Р а д о ш е в и ћ, Г. (2008): Могућности примене врста *Paulownia elongata* и *P. fortunei* у биолошким противпожарним појасевима. I међународна научна конференција „Безбедносни инжењеринг“ и XI међународна конференција „Заштита од пожара и експлозије“, Нови Сад, 268-273.
- Т r e n d e l e n b u r g, R. (1955): Dad Holy als Rohstoff. Munchen.
- F r a n k l i n, G.L. (1945): Preparation of thin sections of synthetic resins and woodresin composites, and a new macerating method for wood. Nature 51: 145.
- C l a r k, J. d'A (1985): Some thoughts on fiber classification and length. Tappi Journal. Vol. 68, No.8. 119-121.
- Ш о ш к и ћ, Б., С к а к и ћ, Д. (1995): Својства и наменска прерада буковине (монографија), Београд.
- W a g e n f u r, R. (1984): Anatomie des Holzes, VEB Fachbuchverlag, Leipzig.
- \* (1973): Флора СР Србије.
- \* (1980): Шумарска енциклопедија II. Jugoslovenski leksikografski zavod. Zagreb.

### ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF WOOD FIBRES AND VESSELS OF THE SUBSPECIES *Fraxinus angustifolia* subsp. *pannonica* Soó et Simon

Jasmina Popović  
Gordana Radošević

#### S u m m a r y

The study material originates from FMU Morović. Three trees of the subspecies *Fraxinus angustifolia* ssp. *pannonica* Fuk., aged 70-73 years, were felled and the disks for the analysis of vessel width were taken at breast height. The cells of the tissue were separated by the maceration method for the analysis of the following parameters: number and mass. Mean length of wood fibres, Ranke's coefficient, as well as the lumen diameter and cell-wall thickness of wood fibres. The measurement results point out the regular growth of the lumen diameter with the increasing tree age. The values of wood fibres were the highest in the analysed growth rings which corresponded to the mean age. Ranke's coefficient of the analysed samples did not show the correct distribution with the age of the analysed trees, but their values pointed to a lower quality compared to poplar and other species used in pulp and paper industry.