

## Histološka građa lista fruktifikacionih prirasta različitih kategorija rodnog drveta jabuke (*Malus domestica* Borkh)

Nikola Mičić<sup>1,2</sup>, Gordana Đurić<sup>2,1</sup>, Miljan Cvetković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

<sup>2</sup>Institut za genetičke resurse Univerziteta u Banjoj Luci

### Sažetak

Palisadni sloj ćelija u listovima, kao osnova fotosintetske produktivnosti, proučavan je u listovima formiranim na fruktifikacionim prirastima različitih kategorija rodnog drveta jabuke. Listovi fruktifikacionih prirasta predstavljaju listove koji su diferencirani u mešovitim pupoljcima i koji se razvijaju uporedo sa razvojem cvasti, čime oni predstavljaju prve razvijene listove na stablu, odnosno listove čija se fotosintetska aktivnost već tokom cvetanja stavlja u funkciju održivosti cvetova. Sortne specifičnosti u organogenezi različitih kategorija rodnih grančica jabuke dovode do razlika u stepenu diferenciranosti njihovih mešovitih pupoljaka, izražene, između ostalog, kroz broj i stepen diferenciranosti primordija listova i cvetova u mešovitom pupoljku. Na histološkim presecima listova jabuke utvrđena je debljina sloja palisadnog i sloja sunderastog tkiva kod tri kategorije rodnog drveta (vite rodne grane, jednogodišnje stapčice na dvogodišnjim nosačima rodnog drveta i jednogodišnje stapčice rodnog kolača koji je plodonosio u toj godini – staro rodno drvo) kod tri sorte jabuke sa izraženim razlikama u organogenezi rodnog drveta i karakteru plodonošenja (Ajdared, Mucu i Čačanska pozna). Debljina sloja palisadnog tkiva lista fruktifikacionih prirasta visoko značajno zavisi od kategorije rodnog drveta i sorte.

**Ključne reči:** palisadno tkivo, sunderasto tkivo, mlado i staro rodno drvo

## Uvod

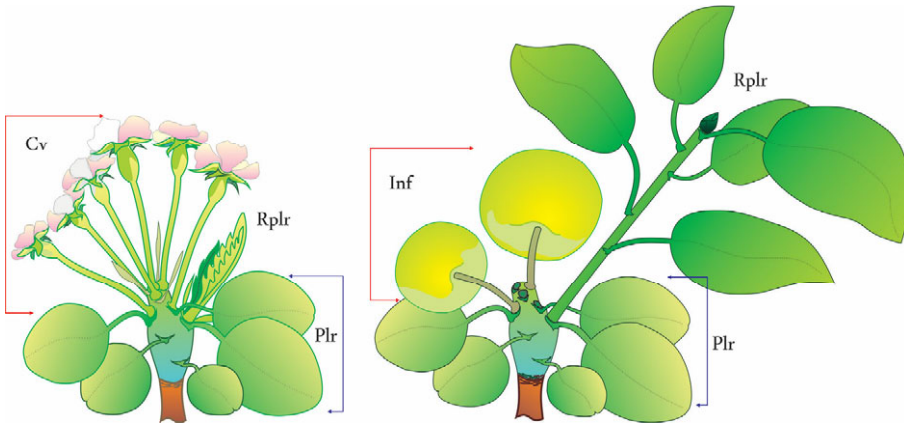
Mlado rodno drvo voćaka predstavljaju rodne grančice koje se formiraju iz bočnih vegetativnih pupoljaka letorasta –nosača rodnog drveta kao i duge rodne grane sa mešovitim pupoljcima na vršnoj i, zavisno od sorte, i bočnim pozicijama. Ove rodne grančice imaju najveći stepen diferenciranosti mešovitih pupoljaka i najveću produktivnost u zametanju i plodonošenju. Staro rodno drvo predstavlja skup rodnih grančica međusobno povezanih preko višegodišnjih produktivnih plodonosnih prirasta – rodnih kolača (Mičić i sar., 2009). Starost rodnog drveta pokazuje visoko značajan uticaj na stepen diferenciranosti mešovitih pupoljaka tj. stepen diferenciranosti organa cvetova u pupoljku (Mičić i sar., 1987), odnosno na broj razvijenih listova i ukupnu lisnu površinu na fruktifikacionim prirastima, tj. plodonosnim lisnim rozetama, kao i na razgranjenjima fruktifikacionog prirasta (tj. mladarima plodonosne lisne rozete) (Đurić i Mičić, 1988). Sve ovo ima visoko značajan uticaj na zametanje i održivost plodova, tj. plodonošenje (Đurić i Mičić, 1988). Istraživanje histoloških karakteristika lista jabuke tipa columnar-a i standardnih sorti (MeXia et al., 2009) pokazuju da su kod sorti tipa columnar-a utvrđene određene razlike u histološkoj građi lista u odnosu na standardne sorte. Takođe, histološka građa lista je istraživana i kao faktor otpornosti jabuke na određene štetočine (Warabeida et al. 1997), a što u osnovi predstavlja sortnu specifičnost u histološkoj građi listova jabuke (Hrnčić, 2002).

Cilj ovog rada je analiza histološke građe listova na fruktifikacionim prirastima različitih kategorija rodnog drveta tri sorte jabuke (*Malus domestica* Borkh).

## Materijal i metode rada

Histološka analiza listova fruktifikacionih prirasta (Sl. 1) izvršena je kod tri sorte jabuke: Ajdared, Mucu i Čačanska pozna. Sve sorte kalemljene su na podlozi MM 106. Zasad se nalazi u selu Gorobilje – Srbija (43°49'07"N; 20°05'07"E). Zasad je podignut u jesen 1994. godine sa razmakom sadnje  $4 \times 1,5$  m u formi vretenaste piramide. Listovi za analizu prikupljeni su sa tri kategorije rodnog drveta: **a**) vita rodna grana; **b**) jednogodišnja stapčica na dvogodišnjem nosaču rodnog drveta – mlado rodno drvo; i **c**) jednogodišnja stapčica sa rodnog kolača koji je plodonosio u toj godini – staro rodno drvo. Listovi su uzorkovani sa po 20

fruktifikacionih prirasta svake kategorije rodnog drveta u prvoj polovini jula, tokom 2011. i 2012. godine.



Sl. 1. Fruktifikacioni prirast jabuke - plodonosna lisna rozeta (Plr) čiji se listovi razvijaju uporedo sa razvojem cvasti i time obezbeđuju prve asimilate za održivost cvetova u cvasti (Cv), odnosno plodova u infrutescenci (Inf).

*Fruitful apple leaf rosette (Plr) whose leaves are developing in parallel with the development of inflorescence and therefore provide the first asimilate for the sustainability of flowers in bloom (Cv), respectively fruits in infrutescence (Inf).*

Neposredno nakon uzorkovanja, listovi su stavljeni u polietilenske kesice i terenski frižider, nakon čega su dopremljeni u Laboratoriju za histologiju i citogenetiku Instituta za hortikulturu Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci. Histološke analize izvršene su izradom trajnih histoloških preparata debljine 8 – 12  $\mu\text{m}$ , modifikovanom parafinskom tehnikom (Mičić, 1993). Listovi su pre fiksiranja rezani u isečke 1 cm širine, sa obe strane centralnog nerva, na sredini lisne plojke. Za svaku kombinaciju u parafin je uklopljeno po 20 isečaka lista. Uzorci su rezani na mikrotomu Leica RM 2135 (Leica Mikrosysteme Vertrieb GmbH, Wetzlar, Germany). Presjeci su obojeni Delafildoim hematoksilinom i posmatrani sa uvećanjem 400x korišćenjem mikroskopa ECLIPSE Ni-E (Nikon GmbH, Düsseldorf, Germany). Na poprečnim presecima trajnih histoloških preparata lista izmerene su debljina sloja mezofilnih ćelija palisadnog i sunderatog tkiva. Mikrofotografije su analizirane korišćenjem softvera NIS Elements D 4.30.00 (Nikon GmbH, Düsseldorf, Germany). Podaci su obrađeni računanjem srednje vrednosti, standardne greške i koeficijenta varijacije. Značajnost utvrđenih razlika testirana je t-testom.

## Rezultati i diskusija

Najveća debljina sloja palisadnog tkiva (Tab. 1; Sl. 2) zabeležena je kod listova fruktifikacionog prirasta vitih rodni grana sorte Ajdared u 2012. godini (121,03  $\mu\text{m}$ ), a najmanja kod sorte Mucu na starom rodnom drvetu u 2011. godini (68,98  $\mu\text{m}$ ).

Tab. 1. Debljina sloja palisadnog tkiva lista na različitim kategorijama rodno drveta kod tri sorte jabuke ( $\mu\text{m}$ )

*Thickness of the palisade tissue layer from different fruiting wood categories in three apple cultivars ( $\mu\text{m}$ )*

Sorta		Kategorija rodno drveta	Godina	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$V_k$	t-test
I	Ajdared	Vita grana rodna	2011	110,33 $\pm$ 1,852	8,56	2,581**
			2012	121,03 $\pm$ 3,708	15,32	
		Mlado drvo rodno	2011	87,71 $\pm$ 2,121	12,33	2,239*
			2012	96,92 $\pm$ 3,523	17,81	
		Staro drvo rodno	2011	80,71 $\pm$ 3,042	19,22	1,148 <sup>nz</sup>
			2012	86,76 $\pm$ 4,301	27,15	
II	Mucu	Vita grana rodna	2011	119,50 $\pm$ 2,473	10,14	2,865**
			2012	107,26 $\pm$ 3,483	16,56	
		Mlado drvo rodno	2011	90,80 $\pm$ 1,644	8,87	1,834*
			2012	97,61 $\pm$ 3,330	17,06	
		Staro drvo rodno	2011	94,06 $\pm$ 2,937	15,92	1,051 <sup>nz</sup>
			2012	88,53 $\pm$ 4,363	25,13	
III	Čačanska pozna	Vita grana rodna	2011	107,33 $\pm$ 2,197	10,03	0,792 <sup>nz</sup>
			2012	110,67 $\pm$ 3,601	16,27	
		Mlado drvo rodno	2011	120,15 $\pm$ 4,833	20,51	3,981**
			2012	98,69 $\pm$ 2,386	12,33	
		Staro drvo rodno	2011	68,98 $\pm$ 4,259	32,67	1,043 <sup>nz</sup>
			2012	75,23 $\pm$ 4,216	28,58	

Test značajnosti razlika prosječne debljine sloja palisadnog tkiva lista fruktifikacionih prirasta posmatranih kategorija rodno drveta pokazuje visoko značajan uticaj godine na ovo svojstvo kod vitih rodni grana sorti Ajdared i Mucu i mladog rodno drveta kod sorte Čačanska pozna. Godina nije imala uticaj na ovo svojstvo listova na starom rodnom drvetu sve tri sorte, ali i kod vitih rodni grana kod sorte Čačanska pozna.

Tab. 2. Debljina sloja palisadnog tkiva lista jabuke u zavisnosti od kategorije rodnog drveta ( $\mu\text{m}$ ), bez obzira na sortu

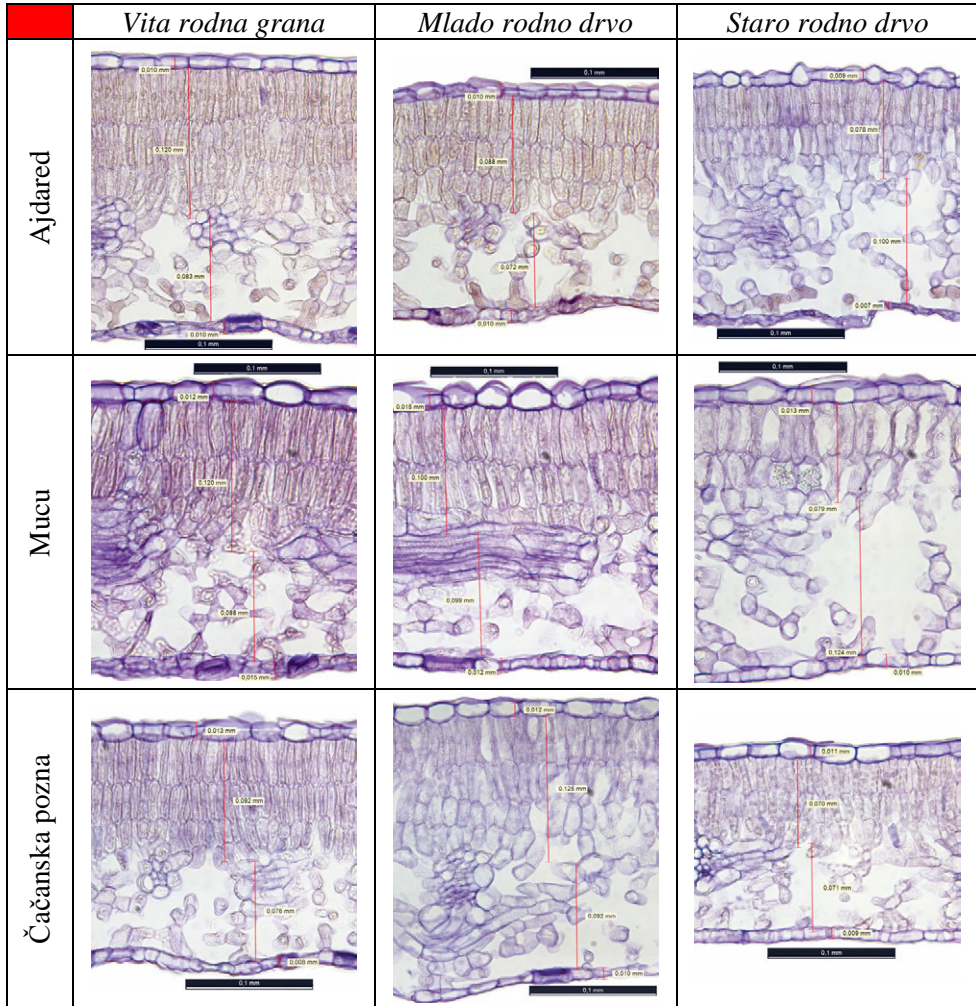
*The average thickness of the palisade tissue layer of apple depending on the fruiting wood ( $\mu\text{m}$ ) regardless of the cultivar*

Kategorija rodnog drveta	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	$V_k$	t – test
1. Vita rodna grana	$112,69 \pm 2,476$	10,76	1-2: 3,044**
2. Mlado rodno drvo	$98,65 \pm 3,892$	17,07	1-3: 6,716**
3. Staro rodno drvo	$82,38 \pm 3,773$	22,43	2-3: 3,001**

Testiranje značajnosti razlika u debljini sloja palisadnog tkiva lista različitih kategorija rodnog drveta, bez obzira na sortu i godinu (Tab. 2), ukazuju na opštu zakonitost debljeg palisadnog sloja kod listova fruktifikacionih prirasta koji se razvijaju iz mešovityh pupoljaka većeg stepena diferenciranosti, tj. na vitim rodnim granama i mladom rodnom drvetu, što je saglasno ovakvim istraživanjima kod drugih sorti jabuke (Mičić i sar., 2009), s tim da se uočavaju određene specifičnosti u ponašanju sorte Čačanska pozna u 2011. godini. Slične rezultate potvrđuje i istraživanje Warabeida et al. (1997), koji su utvrdili kod drugih sorti jabuke (Piros, Marvit i Katja) da je debljina palisadnog sloja listova fruktifikacionih prirasta formiranih iz pupoljaka vitih rodnih grana veća nego kod listova fruktifikacionih prirasta razvijenih iz mešovityh pupoljaka stapčica.

Ispoljene razlike u debljini sloja palisadnog tkiva listova fruktifikacionih prirasta formiranih na različitim kategorijama rodnog drveta su statistički visoko značajne. Ovdje je posebno indikativna razlika u korist vitih rodnih grančica u odnosu na mlado rodno drvo (14,23 %) i u korist mladog rodnog drveta u odnosu na staro rodno drvo (19,74 %).

Najmanja debljina sloja sunderastog tkiva zabeležena je kod sorte Ajdared na mladom rodnom drvetu u 2011. godini (72,75  $\mu\text{m}$ ), a najveća kod sorte Mucu na starom rodnom drvetu (123,25  $\mu\text{m}$ ) u istoj godini istraživanja (Tab. 3). Godina nije imala uticaj na ovo svojstvo listova kod vitih rodnih grana i mladog rodnog drveta kod sve tri sorte, dok su se visoko značajne razlike javile samo na starom rodnom drvetu kod sorti Mucu i Čačanska pozna, ali ne i kod sorte Ajdared. Podaci o debljini sunderastog sloja koje navodi MeXia et al. (2009) pokazuju da je i debljina sunderastog tkiva kod sorti jabuke tipa columnar veća u odnosu na standardne sorte. Warabeida et al. (1997) navode nešto manje vrednosti debljine sloja sunderastog tkiva u odnosu na debljinu sloja palisadnog tkiva, što je saglasno sa dobijenim rezultatima u ovom istraživanju.



Sl. 2. Histološki preseki lista različitih kategorija rodnog drveta kod tri sorte  
*Histological cross-section of leaves on different fruiting wood categories of three apple cultivars*

Prosečna debljina sloja suđerastog tkiva, bez obzira na sortu i godinu (Tab. 4) visoko značajno je veća kod listova sa starog rodnog drveta u odnosu na vite rodne grane i mlado rodno drvo, između kojih je razlika statistički slučajna. Dobijeni rezultati ukazuju na tendenciju veće razvijenosti sloja suđerastog tkiva kod listova fruktifikacionih prirasta koji se razvijaju iz mešovitih pupoljaka manjeg stepena diferenciranosti, što je ispoljeno i u ranijem istraživanju drugih sorti jabuke (Mičić i sar., 2009). Naravno,

debljina sloja sunderastog tkiva ima obrnuto proporcionalnu tendenciju u odnosu na debljinu sloja palisadnog tkiva kod listova fruktifikacionih prirasta iste kategorije rodnog drveta.

Tab. 3. Debljina sunderastog tkiva na različitim kategorijama rodnog drveta kod tri sorte jabuke ( $\mu\text{m}$ )

*Thickness of the spongy tissue layer from different fruiting wood categories in three apple cultivars ( $\mu\text{m}$ )*

Sorta	Kategorija rodnog drveta	Godina	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	$V_k$	t-test	
I	Ajared	Vita rodna grana	2011	$85,27 \pm 3,076$	17,67	1,133 <sup>nz</sup>
			2012	$89,53 \pm 2,159$	12,06	
		Mlado rodno drvo	2011	$72,75 \pm 2,284$	15,38	0,942 <sup>nz</sup>
			2012	$76,24 \pm 2,915$	19,12	
		Staro rodno drvo	2011	$93,83 \pm 5,347$	29,06	0,827 <sup>nz</sup>
			2012	$101,19 \pm 7,114$	37,20	
II	Mucu	Vita rodna grana	2011	$95,15 \pm 2,618$	13,76	1,353 <sup>nz</sup>
			2012	$101,52 \pm 3,913$	20,03	
		Mlado rodno drvo	2011	$86,40 \pm 2,842$	16,45	0,256 <sup>nz</sup>
			2012	$87,59 \pm 3,679$	21,42	
		Staro rodno drvo	2011	$123,25 \pm 5,042$	20,86	2,820 <sup>**</sup>
			2012	$102,36 \pm 5,425$	29,03	
III	Čačanska pozna	Vita rodna grana	2011	$75,50 \pm 1,856$	12,29	1,616 <sup>nz</sup>
			2012	$81,33 \pm 3,094$	19,02	
		Mlado rodno drvo	2011	$92,67 \pm 3,259$	17,93	0,646 <sup>nz</sup>
			2012	$96,12 \pm 4,230$	22,41	
		Staro rodno drvo	2011	$93,50 \pm 2,584$	14,09	3,066 <sup>**</sup>
			2012	$116,37 \pm 6,997$	30,66	

Tab. 4. Debljina sloja sunderastog tkiva u zavisnosti od kategorije rodnog drveta ( $\mu\text{m}$ )

*Thickness of the spongy tissue layer of apple depending on the fruiting wood ( $\mu\text{m}$ )*

Kategorije rodnog drveta	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	$V_k$	t-test
1. Vita rodna grana	$88,05 \pm 3,849$	10,71	1-2: 0,515 <sup>nz</sup>
2. Mlado rodno drvo	$85,29 \pm 3,731$	12,23	1-3: 2,709 <sup>**</sup>
3. Staro rodno drvo	$105,08 \pm 4,970$	11,58	2-3: 3,184 <sup>**</sup>

## Zaključak

Histološka građa listova fruktifikacionih prirasta jabuke zavisna je od tipa rodne grančice, starosti rodnog drveta, sorte i godine. Debljina sloja palisadnog tkiva listova fruktifikacionih prirasta (listovi koji se razvijaju uporedo sa razvojem cvasti i koji predstavljaju prve razvijene listove na stablu) indikativna je za fotosintetski potencijal u prvim fazama razvoja cvetova cvasti i pokazuje opštu tendenciju povećanih vrednosti na rodnom drvetu koje ima veći stepen diferenciranosti mešovitih pupoljaka. Vite rodne grane i mlado rodno drvo, imaju veće vrednosti ovog parametra u odnosu na staro rodno drvo. Veća razvijenost sloja palisadnog tkiva listova fruktifikacionih prirasta mladog rodnog drveta dokazuje veći potencijal ovih listova za fotosintetsku aktivnost, koja, izvesno, ima uticaj na veću održivost cvetova ovih prirasta, a što se u konačnom može dovesti u vezu sa većim realizovanim rodnim potencijalom ovih kategorija rodnog drveta. Debljina sloja sunderastog tkiva u listovima fruktifikacionih prirasta obrnuto je proporcionalna debljini sloja palisadnog tkiva u listovima istih kategorija rodnog drveta.

## Literatura

- Đurić, G. i Mičić, N. (1988). Karakteristike organa razvijenih iz mješovitih pupoljaka jabuke na rodnom drvetu različite starosti. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 35(40), 127-137.
- Hrnčić, S. (2002). *Biologija i uticaj uslova sredine na razvoj sivog grožđanog moljca Polychrosis (Lobesia) botrana SCIFF. (Lepidoptera, Tortricidae) (doktorska disertacija)* (str. 122). Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- MeiXia, L., Hong Yi, D. & Hong Juan, G. (2009). Comparasion of leaf strucutre and chloroplast ultrastrusture between columnar and standard apples. *Acta Horticulture Sinica*, 36(10), 1504-1510.
- Mičić, N., Đurić, G. i Tuzović, J. (1987). Uticaj starosti rodnog drveta na stepen diferenciranosti mješovitih pupoljaka jabuke i kruške. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 35(39), 65-75.
- Mičić, N., Đurić, G., Cvetković, M. i Lukić, D. (2009b). Anatomsko-histološka i hemijska svojstva organa i tkiva mladog rodnog drveta jabuke. *Agroznanje*, 10(4), 5–20.
- Mičić, N. (1993). *Organogeneza šljive (doktorska disertacija)*. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.



Warabeida, W., Olszak, R. & Dyki, B. (1997). Morphological and anatomical character of apple leaves associated with cultivar susceptibility to spider mite infestation. *Acta Agrobotanica*, 50(1-2), 53-64.

Primljeno: 4. septembar 2015.

Odobreno: 9. oktobar 2015.

# Histology of Fruitful Rosette Leaf on Different Fruiting Wood Categories in Apple (*Malus domestica* Borkh)

Nikola Mičić<sup>1,2</sup>, Gordana Đurić<sup>2,1</sup>, Miljan Cvetković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture, University of Banja Luka, Republic of Srpska, BiH*

<sup>2</sup>*Genetic Resources Institute, University of Banja Luka, Republic of Srpska, BiH*

## Abstract

Palisade layer of cells in the leaves, as the basis of photosynthetic productivity was studied in leaves formed on fruitful rosette (developed bourse) on different fruiting wood categories in apple. The leaves of developed bourse are differentiated in mixed buds and develop in parallel with the development of inflorescences, which they are the first developed leaves on the tree, or leaves whose photosynthetic activity even during flowering operationalizes sustainability flowers. Cultivar specificities in organogenesis of different apple bearing branches lead to differences in the degree of differentiation of their mixed buds, expressed, among other things, in number and degree of differentiation of primordia leaves and flowers in mixed bud. The thickness of the layer of palisade and spongy tissue layer was determined by histological sections of apple leaves in three categories of fruiting wood (long shoots, one-year old spurs on two-year wood and one-year old spur on bourse-over-bourse fruited in that year - old fruiting wood) in three apple cultivars with distinct differences in organogenesis of fruiting wood pests and fruiting type (Idared, Mutsu and Čačak' late). The thickness of the palisade layer of leaf on fruitful rosette significantly depends on the category of fruiting wood and cultivar.

*Key words:* palisade tissue, spongy tissue, young and old fruiting wood

Gordana Đurić  
E-mail address: [gordana.djuric@grunibl.rs.ba](mailto:gordana.djuric@grunibl.rs.ba)

Received: September 4, 2015  
Accepted: October 9, 2015