

МОРФО-АНАТОМСКА СВОЈСТВА ПЕТЕЉКЕ РАЗЛИЧИТИХ ПРОВЕНИЈЕНЦИЈА БУКВЕ

ДУШАН ЈОКАНОВИЋ¹
ВЕСНА НИКОЛИЋ ЈОКАНОВИЋ¹
ЈОВАНА ПЕТРОВИЋ¹
ТАТЈАНА ЂИРКОВИЋ МИТРОВИЋ²

Извод: Истраживања су спроведена у провенијеничном тесту букве основаном на територији Наставне базе „Мајданпечка домена“ Шумарског факултета Универзитета у Београду. У раду су приказани резултати који се односе на морфолошка и анатомска својства петељке букве на нивоу 8 провенијенција са подручја југоисточне и средње Европе. Што се тиче морфолошких параметара, анализирани су: дужина, ширина и дебљина петељке. Од квантитативних анатомских параметара (које је могуће нумерички описати) истраживани су ширина и дебљина централног цилиндра, док су дескриптивно анализирани следећи елементи анатомске структуре петељке: тип, облик и број спроводних снопића. На бази добијених вредности коефицијента варијације, утврђено је да најмању варијабилност показују два елемента – ширина и дебљина петељке, док је највећа варијабилност забележена код дужине петељке.

Кључне речи: буква, провенијенични тест, анатомска својства, морфолошка својства.

MORPHO-ANATOMICAL FEATURES OF THE BEECH PETIOLE FROM DIFFERENT
PROVENANCES IN SERBIA

Abstract: The research was conducted as part of a beech provenance test established in the area of 'Maјdanpečka domena' Teaching Base of the Faculty of Forestry, University of Belgrade. The paper presents the results on morphological and anatomical features of the beech petiole from 8 provenances originating from southeastern and central Europe. Morphological parameters included the analysis of the length, width and thickness of the petiole. The quantitative anatomical elements that can be numerically described included the width and thickness of the central cylinder. Some elements related to the anatomical structure of the petiole such as the type, shape and number of vascular bundles were also described. Based on the obtained values of the coefficient of variation, the smallest variability was observed for the width and thickness of the petiole, while the length of the petiole showed the greatest variability

Keywords: beech, provenance test, anatomical features, morphological features

1. УВОД

Буква (*Fagus sylvatica* L.) простире се на подручју Европе на око 12 милиона хектара (Kramer, K. *et al.*, 2001) и због свог вишеструког значаја – еколошког, социјалног и економског – заузима изузетно важно место међу

1 др Душан Јокановић, доцент; др Весна Николић Јокановић, доцент; др Јована Петровић, доцент; Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд

2 др Татјана Ђирковић Митровић, научни сарадник, Институт за шумарство, Београд

шумским дрвећем на старом континенту (Ivanović, M. *et al.*, 2008). Има изузетно широк ареал и покрива већи део Европе. На основу података из Националне инвентуре шума Републике Србије (2009), у Србији је забележено 49 врста дрвећа, од чега 40 лишћарских и свега 9 четинарских. Буква у укупној запремини учествује са 40.5 %, а у запреминском прирасту са 30.6 %.

Чисте шуме букве у Србији су најраспрострањеније и покривају преко 600.000 хектара површине или 29.3 % укупно обрасле површине, док мешовите шуме букве, храстова и других лишћара, као и мешовите шуме букве и четинара заузимају површину од близу 380.000 хектара или 16.4 % обрасле површине (Стојановић, Љ., Крстић, М., 2000).

Треба истаћи да је буква једна од врста која је истраживана са веома различитих аспеката, а новије резултате истраживања код нас објавили су: Кошанин, О. *et al.*, 2012; Крстић, М., Томашевић Вељовић, Ј., 2015; Поповић, В., Шијачић Николић, М., 2015; Мирић, М. *et al.*, 2016 и други.

Провенијенични тестови се оснивају у циљу процене степена варијабилности, потенцијала и адаптивне способности неке врсте дрвећа у различитим условима средине, а њихово оснивања је посебно значајно код врста са јако широким ареалом распрострањења и израженим генетским полиморфизмом (Џијаčić Николић, М. *et al.*, 2010). Испитивања генетске разноликости и адаптивне способности букве започета су још крајем 19. века оснивањем првог провенијеничног теста у Немачкој, а нешто касније су ови тестови оснивани и у другим европским земљама – Белгији, Данској и Француској (Stojnić, S., 2013). Јокановић, Д. *et al.* (2018) истраживали су морфо-анатомска својства петељке букве у природним популацијама и утврдили да не постоје значајније разлике у вредностима посматраних параметара између локалитета. Поједини радови (Veselinović, M. *et al.*, 2017; Mitrović, S. *et al.*, 2017) закључују да морфо-анатомска структура вегетативних органа у великој мери зависи од услова спољашње средине, док други аутори (Јокановић, Д. *et al.*, 2017; Јокановић, Д. *et al.*, 2018) утврђују да различити станишни услови могу значајно утицати на динамику раста и процентуално учешће механичких и спроводних елемената у ксилему.

Циљ овог рада је да се утврде просечне вредности морфолошких и квантитативних анатомских елемената петељке букве и степен њихове варијабилности, као и да се дефинишу описни показатељи везани за унутрашњу грађу петељке попут: типа, броја и облика спроводних снопића.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Провенијенични тест букве основан на простору Наставне базе „Мајданпечка домена“ Шумарског факултета Универзитета у Београду, и постављен је на локалитету „Припор-Фељешана“ (N 44°19'34,01“, E 21°52'20,39“), чија је надморска висина 742 m. За оснивање теста коришћене су двогодишње и трогодишње саднице 22 европске провенијенције које су сађене у

блокове (50 садница по блоку) у два понављања са размаком садње 2.0x1.0 m. Саднице су произведене у Институту за шумарску генетику у Großhansdorf-у, Немачка, одакле су транспортоване за Србију.

Табела 1. Основни географски и орографски показатељи за истраживане провенијенције

Table 1 Basic geographic and orographic indicators of the investigated provenances

Регистарска ознака / Registration	Провенијенција / Provenance	Земља порекла / Country of origin	Геогр. дужина / Longitude	Геогр. ширина / Latitude	Надморска висина (m) / Altitude (m)	Експозиција / Aspect
HR 25	Vrani kamen	Хрватска	17°19'	45°37'	600	NS
SRB 36	Фрушка гора	Србија	19°55'	45°10'	370	N-NE
SRB 38	Копаоник	Србија	20°50'	43°10'	820	-
HU 42	Valkonya	Мађарска	16°45'	46°30'	300	S
DE 49	Hasbruch	Немачка	8°26'	53°08'	35	NS
BiH 60	Црни врх	Босна и Херцеговина	17°59'	44°33'	500	N
RO 63	Alesd	Румунија	22°15'	47°11'	490	S-W
RO 64	Alba-Iulia	Румунија	23°05'	46°10'	860	N

У погледу теренских истраживања, целокупан анализиран материјал потиче из 8 провенијенција (две српске, две румунске и по једне са подручја Хрватске, Мађарске, Немачке и БиХ). Семе из провенијенција DE 49, SRB 36, SRB 38, HR 25 и HU 42 сакупљено је 2003. године, док је репродуктивни материјал из преостале три провенијенције (BiH 60, RO 63 и RO 64) сакупљен током 2004. године, што значи да је старост биљака у тренутку узорковања материјала за потребе овог истраживања 13-14 година. Основни географски и орографски подаци за сваку провенијенцију приказани су у табели 1.

На нивоу сваке провенијенције сакупљено је по 30 листова. Листови су узимани из истог дела крошње и са исте стране света, како би добијени резултат био поуздан и униформан. Материјал је потом хербаризован и одмах по допремању у Лабораторију за Анатомију дрвета Шумарског факултета у Београду, петељке су потопљене у 70%-тни алкохолни раствор у трајању од 24 сата како би омекшале, а након тога се приступило сечењу. Сечење је обављено у попречном правцу, док су за узорковање одабрана сва три дела петељке (базални, централни и апикални) како би се могућност утицаја места узорковања на резултат смањила на минимум. Дебљина добијених сегмената износила је 15-17 μm , а након сечења помоћу клизећег микротомата марке „Reichert“, приступило се изради привремених анатомских препарата. Израђени сегменти су постављени на предметно стакло, а потом је преко њих стављено покривно. Следећа фаза је била везана за посматрање добијених

препарата на различитим микроскопским увеличањима (40, 60 и 100 пута). Микроскоп је снабдевен камером и системом за калибрацију са одговарајућим софтвером, што омогућава синхронизацију две радне операције – фоотографисање и мерење. Како би се спровеле одговарајуће анализе, мерени су морфолошки (дужина, ширина и дебљина петељке) и квантитативни анатомски параметри петељке (ширина и дебљина централног цилиндра). С обзиром да елементи повезани са анатомском структуром петељке попут: типа, облика и броја спроводних снопића немају нумерички карактер, анализирани су описно како би се утврдило да ли постоје значајније разлике између истраживаних провенијенција.

На нивоу сваке провенијенције узорковано је по 30 петељки, при чему су сви анализирани елементи изузев дужине петељке мерени на 3 различита места (у базалном, централном и апикалном делу петељке), а потом су, помоћу аритметичке средине, добијене просечне вредности поменутих параметара. На тај начин је могућност грешке мерења у зависности од узоркованог дела материјала сведена на минимум. Методама дескриптивне статистике одређени су следећи елементи: аритметичка средина, минимум, максимум, стандардна девијација и коефицијент варијације.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

У погледу анатомске структуре петељке (табела 2), утврђено је да је тип спроводног снопића заједнички за све провенијенције и то колатералан заворен (ксилем окренут ка лицу, а флоем ка наличју листа). Ово у потпуности коинцидира са резултатима добијеним за тип спроводног снопића код петељке букве из природних популација (Јокановић, Д. *et al.*, 2018). Облик спроводног снопића је код свих провенијенција округласт, изузев код две српске (SRB 36 и SRB 38) и хрватске (HR 25) код којих је благо пасуљастог облика (табела 2). Што се тиче броја спроводних снопића, код пет провенијенција се налази по један (DE 49, HU 42, BiH 60, RO 63 и RO 64), а код преостале три по два (SRB 36, SRB 38 и HR 25) спроводна снопића. Код свих пет провенијенција које садрже по један снопић, он није прекинут, а код преосталих које имају по два, један снопић није прекинут, а други је благо дисконтинуиран (табела 2). У погледу облика спроводног снопића, постоје бројне сличности између провенијенција и стабала из природних популација (Јокановић, Д. *et al.*, 2018), док су одређене разлике утврђене у броју и начину пружања спроводних снопића.

Треба истаћи да је анатомска грађа листа букве била предмет истраживања бројних аутора (Dengler, G.N., MacKay, L.B., 1975; Eschrich, W. *et al.*, 1989; Bussotti, F. *et al.*, 1995; Gravano, E. *et al.*, 1999). Анатомска грађа листа (Ceulemans, R., Mousseau, M., 1994) у великој мери утиче на размену гасова и интензитет фотосинтезе код биљака. Унутрашња структурна грађа листа попут развијености палисадног и сунђерастог паренхима утиче на размену гасова унутар листова (Dineva, S., 2004). Поједини аутори утврђују везу између анатомске грађе листа и продукције биомасе (Orlović, S., 1993), као и између анатомске грађе листа и фото-

синтетичке активности биљака (Orlović, S. *et al.*, 1998). Bussotti, F. *et al.* (2005) су истраживали популације букве на Апенинском полуострву и утврдили да су оне које су потицале са јужног дела поменутог локалитета имале већу дебљину појединих лисних ткива, што је последица њихове адаптираности на аридније услове станишта.

Табела 2. Основне карактеристике унутрашње грађе петељке букве у истраживаним провенијенцијама

Table 2 Basic characteristics of the internal structure of the beech petiole in the investigated provenances

Провенијенција/ Provenance	Тип спроводног снопића/ Type of vascular bundle	Облик спроводног снопића/ Shape of vascular bundles	Број спроводних снопића/ Number of vascular bun- dles	Прекинут низ/ Broken series	Непрекинут низ/ Unbroken series
HR 25	колатералан затворен	пасуљаст	2	+	+
SRB 36	колатералан затворен	пасуљаст	2	+	+
SRB 38	колатералан затворен	пасуљаст	2	+	+
HU 42	колатералан затворен	округласт	1	-	+
DE 49	колатералан затворен	округласт	1	-	+
BiH 60	колатералан затворен	округласт	1	-	+
RO 63	колатералан затворен	округласт	1	-	+
RO 64	колатералан затворен	округласт	1	-	+

Поједини аутори (Georgescu, C.C., Ciobanu, I.R., 1964) утврђују извесне анатомске разлике у структури петељке између две врсте храста - *Quercus pubescens* и *Quercus virgiliana*. Ове разлике се односе на број спроводних снопића (више их је код *Quercus virgiliana* него код *Quercus pubescens*) и на начин пружања спроводних снопића унутар лисне петељке (код *Quercus pubescens* су низови спроводних снопића прекинути, док су код *Quercus virgiliana* углавном цели). Имајући у виду да се ове две врсте храста не могу морфолошки једноставно разликовати, разлике у анатомској структури петељке могу у извесној мери олакшати њихову детерминацију.

Табела 3. Елементи дескриптивне статистике дужине петељке (cm) у свим истраживаним провенијенцијама
Table 3 Elements of descriptive statistics of the petiole length (cm) in all investigated provenances

	DE 49	SRB 38	SRB 36	HR 25	HU 42	BiH 60	RO 63	RO 64
\bar{X}	0,87	0,95	0,85	0,80	0,77	0,79	0,81	0,68
X_{\min}	0,45	0,58	0,49	0,44	0,45	0,48	0,36	0,35
X_{\max}	1,06	1,22	0,98	0,97	0,98	0,96	0,95	0,83
S	0,13	0,19	0,13	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13
C (%)	14,94	20,00	15,29	18,75	19,48	18,98	17,28	19,12

Maksymowych, A.V. *et al.* (1983) утврдили су постојање спљоштеног спроводног снопића унутар централног цилиндра код врсте *Quercus palustris*. Исти аутори код млеча, на попречном пресеку петељке, установљавају присуство спљоштеног централног цилиндра са прекинутим спроводним снопићем унутар њега. У поменутом раду је такође закључено да је много већи број спроводних снопића присутан код зељастих него код дрвенстих биљака, као и да постоје велике разлике у начину пружања спроводних елемената код ова два типа биљака.

На основу расположивих литературних извора, утврђено је да распоред спроводних снопића веома зависи од дела петељке који је узоркован (базални, централни или вршни). Isebrands, J.G., Larson, P.R. (1977) код врсте *Populus deltoides* налазе велике разлике у начину пружања спроводног снопића зависно од узоркованог дела петељке – највеће разлике су утврђене у апикалном и базалном делу, а најмање у средишњем. Tchoun, Y.T. (1926) утврдио је да се процес издуживања петељке одвија све док лиска не достигне кулминацију својих димензија.

Што се тиче резултата морфолошких параметара петељке букве у различитим провенијенцијама са подручја средње и југоисточне Европе, из табеле 3 јасно се види да су највеће просечне вредности дужине петељке забележене код провенијенције SRB 38 (0.95 cm), а најмање код провенијенција RO 64 (0.68 cm) и HU 42 (0.77 cm). Најмање варијационе ширине за дужину петељке су добијене код провенијенција RO 64 и BiH 60 (0.48 cm), а највећа код провенијенције SRB 38 (0.64 cm). Просечне вредности дужине петељке у природним популацијама букве (Јоковић, D. *et al.*, 2018), које износе 0.69 cm, као и оне из појединих провенијенција са територије Србије са подручја Авале, Борање, Фрушке горе и Цера (Шијачић Николић, M. *et al.*, 2012) су значајно мање у односу на добијени резултат за средњу дужину петељке у истраживаном провенијенцијном тесту који износи 0.82 cm.

Табела 4. Елементи дескриптивне статистике ширине петељке (mm) у свим истраживаним провенијенцијама
Table 4 Elements of descriptive statistics of the petiole width (mm) in all investigated provenances

	DE 49	SRB 38	SRB 36	HR 25	HU 42	BiH 60	RO 63	RO 64
\bar{X}	1,48	1,54	1,39	1,26	1,55	1,42	1,21	1,55
X_{\min}	1,04	1,05	0,94	1,07	1,16	1,08	0,89	1,19
X_{\max}	1,83	1,76	1,77	1,44	1,92	1,91	1,55	1,79
S	0,21	0,19	0,19	0,11	0,21	0,22	0,19	0,18
C (%)	14,19	12,34	13,67	8,73	13,55	15,49	15,70	11,61

Највеће просечне вредности ширине петељке забележене су код провенијенција RO 64 и HU 42 (1.55 mm), као и код провенијенције SRB 38 (1.54 mm), док су најмање вредности утврђене код провенијенције HR 25 и износе 1.26 mm (табела 4). Што се тиче степена варијабилности овог параметра, најмања варијациона ширина установљена је код провенијенције HR 25 (0.37 mm), а највећа код провенијенција BiH 60 и SRB 36 (0.83 mm). Добијени резултати за просечну ширину петељке у провенијеничном тесту (1.43 mm) знатно су већи од просечних вредности овог параметра у природним популацијама букве, које износе 1.19 mm (Jokanović, D. *et al.*, 2018).

У погледу дебљине петељке, највеће просечне вредности су регистроване код провенијенције SRB 38 (1.24 mm), а најмање код провенијенција HR 25 и RO 63 са вредностима 1.02, односно 1.05 mm (табела 5). Најмања варијациона ширина за дебљину петељке добијена је код провенијенције HU 42 (0.37 mm), а највећа код провенијенција RO 64 (0.82 mm). Као и код претходна два морфолошка показатеља, дебљина петељке је, такође, знатно већа у истраживаним провенијенцијама (1.12 mm) у односу на природне популације букве где достиже просечну вредност од 0.95 mm (Jokanović, D. *et al.*, 2018).

Табела 5. Елементи дескриптивне статистике дебљине петељке (mm) у свим истраживаним провенијенцијама
Table 5 Elements of descriptive statistics of the petiole thickness (mm) in all investigated provenances

	DE 49	SRB 38	SRB 36	HR 25	HU 42	BiH 60	RO 63	RO 64
\bar{X}	1,14	1,24	1,10	1,02	1,15	1,14	1,05	1,14
X_{\min}	0,80	0,72	0,86	0,62	0,93	0,59	0,68	0,54
X_{\max}	1,52	1,73	1,46	1,40	1,30	1,35	1,29	1,36
S	0,16	0,17	0,14	0,18	0,09	0,17	0,17	0,16
C (%)	14,04	13,71	12,73	17,65	7,83	14,91	16,19	14,04

Анализом квантитативних анатомских параметара петељке букве (ширине и дебљине централног цилиндра) утврђене су, такође, одређене разлике у односу на вредности ових елемената у природним популацијама букве, с тим што су те разлике нешто мање изражене у поређењу са морфолошким елементима (Jokanović, D. *et al.*, 2018). Највеће просечне вредности ширине централног цилиндра имају провенијенције SRB 38 (1.10 mm), RO 64 (1.07 mm) и DE 49 (1.05 mm), а најмање провенијенције RO 63 и HR 25 (0.79 mm) (табела 6). Најмања варијациона ширина за овај елемент утврђена је код провенијенције HR 25 (0.26 mm), а највећа код провенијенције DE 49 (1.20 mm). У просеку, ширина централног цилиндра у провенијеничном тесту износи 0.96 mm, а у природним популацијама 0.80 mm.

Табела 6. Елементи дескриптивне статистике ширине централног цилиндра (mm) у свим истраживаним провенијенцијама
Table 6 Elements of descriptive statistics of the central cylinder width (mm) in all investigated provenances

	DE 49	SRB 38	SRB 36	HR 25	HU 42	BiH 60	RO 63	RO 64
\bar{X}	1,05	1,10	0,89	0,79	0,99	1,00	0,79	1,07
X_{\min}	0,11	0,76	0,54	0,63	0,74	0,20	0,29	0,84
X_{\max}	1,31	1,36	1,03	0,89	1,31	1,38	1,03	1,43
S	0,22	0,14	0,10	0,07	0,15	0,24	0,16	0,14
C (%)	20,95	12,73	11,24	8,86	15,15	24,00	20,25	13,08

Највећа просечна вредност дебљине централног цилиндра утврђена је код провенијенција SRB 38 (0.79 mm) и DE 49 (0.72 mm), док су најмање вредности регистроване код провенијенција HR 25 (0.54 mm) и SRB 36 (0.58 mm) (табела 7). Најмања варијациона ширина за дебљину централног цилиндра утврђена је код провенијенције HU 42 (0.23 mm), а највећа код RO 64 (0.51 mm) и BiH 60 (0.52 mm). Просечне вредности дебљине централног цилиндра у провенијеничном тесту износе 0.65 mm, а у природним популацијама 0.56 mm.

Табела 7. Елементи дескриптивне статистике дебљине централног цилиндра (mm) у свим истраживаним провенијенцијама
Table 7 Elements of descriptive statistics of the central cylinder thickness (mm) in all investigated provenances

	DE 49	SRB 38	SRB 36	HR 25	HU 42	BiH 60	RO 63	RO 64
\bar{X}	0,72	0,79	0,58	0,54	0,61	0,71	0,59	0,68
X_{\min}	0,58	0,43	0,42	0,36	0,48	0,39	0,42	0,37
X_{\max}	0,99	0,90	0,74	0,75	0,71	0,91	0,78	0,88
S	0,12	0,11	0,07	0,11	0,06	0,12	0,10	0,11
C (%)	16,67	13,92	12,07	20,37	9,84	16,90	16,95	16,18

Уколико се упореде просечне вредности анализираних морфолошких и квантитативних анатомских елемената петељке у природним популацијама и у провенијеничном тесту, запажа се да су те вредности за сваки мерени параметар веће у провенијеничном тесту.

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу спроведеног истраживања, могу се извести следећи закључци:

- у раду су анализирана морфо-анатомска својства петељке букве из 8 различитих провенијенција (DE 49, SRB 36, SRB 38, HR 25, HU 42, BiH 60, RO 63 и RO 64) са подручја југоисточне и средње Европе;
- на основу дескриптивне анализе описних показатеља анатомске структуре петељке које немају нумерички карактер (тип, облик и број спроводних снопића) нису утврђене значајније разлике између провенијенција – одређене разлике регистроване су само код начина пружања спроводног снопића унутар централног цилиндра;
- највеће просечне вредности за све анализирани морфо-анатомске параметре има провенијенција SRB 38, а најмање провенијенција HR 25;
- у поређењу са просечним вредностима анализираних морфолошких и квантитативних анатомских показатеља петељке букве из природних популација, може се утврдити да су те вредности за све елементе знатно веће у провенијеничном тесту;
- на основу добијених вредности коефицијента варијације, може се закључити да су најваријабилнији елементи дужина петељке и ширина централног цилиндра, док најмању варијабилност показује ширина петељке;

Напомена: Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Шумски засади у функцији повећања пошумљености Србије“ (31041) које финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2019. године.

ЛИТЕРАТУРА

- Bussotti, F., Bottacci, A., Bartolesi, A., Grossoni, P., Tani, C. (1995): Morpho-anatomical alterations in leaves collected from beech trees (*Fagus sylvatica* L.) in conditions of natural water stress. *Environmental and Experimental Botany*, 35, 201-213.
- Bussotti, F., Pancrazi, M., Matteucci, G., Gerosa, G. (2005): Leaf morphology and chemistry in *Fagus sylvatica* (beech) trees as affected by site factors and ozone: results from CONECOFOR permanent monitoring plots in Italy. *Tree Physiology* 25, 211-219.
- Ceulemans, R., Mousseau, M. (1994): Effects of elevated atmospheric CO₂ on woody plants. *New Phytologist* 127, 425-446.
- Dengler, G.N., MacKay, L.B. (1975): The leaf anatomy of beech, *Fagus grandifolia*. *Canadian*

- Journal of Botany, 53: 2202-2211.
- Dineva, S. (2004): Comparative studies of the leaf morphology and structure of white ash (*Fraxinus americana* L.) and London plane tree (*Platanus acerifolia* Willd) growing in polluted area. Dendrobiology 52, 3-8.
- Eschrich, W., Burchardt, R., Essiamah, S. (1989): The induction of sun and shade leaves of the European beech (*Fagus sylvatica* L.): anatomical studies. Trees 3, 1-10.
- Georgescu, C.C., Ciobanu, I.R. (1964): On the anatomy of the petiole in the *Quercus* species belonging to the Lanuginosae and Sessiliflorae series in the Rumanian people's republic. Rev. Roum. Biol. 9 (3): 183-190.
- Gravano, E., Bussotti, F., Grossoni, P., Tani, C. (1999): Morpho-anatomical and functional modifications in beech leaves on the top ridge of the Apennines (central Italy). Phytion (Austria) special issue „Eurosilva“ 39, 41-46.
- Isebrands, J.G., Larson, P.R. (1977): Organization and ontogeny of the vascular system in the petiole of eastern cottonwood. American Journal of Botany. 64: 65-77.
- Ivanković, M., Bogdan, S., Božič, G. (2008): Varijabilnost visinskog rasta obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u testovima provenijencija u Hrvatskoj i Sloveniji. Šumarski list 11-12, 529-541.
- Jokanović, D., Vilotić, D., Nikolić, V., Nonić, M., Devetaković, J., Stanković, D. (2017): Latewood proportion inside growth rings by bald cypress stems in Serbia. Fresenius Environmental Bulletin. 26 (12 A): 7925-7930.
- Jokanović, D., Vilotić, D., Nikolić, V., Šijačić Nikolić, M., Lakušić, B., Jović, Đ. (2018): Growth rings width of bald cypress stems from two alluvial sites in Serbia. Fresenius Environmental Bulletin. 27 (1): 306-312.
- Jokanović, D., Vilotić, D., Nikolić, V., Šijačić Nikolić, M., Stanković, D. (2018): Morpho-anatomical petiole characteristics of the beech in natural populations in Serbia. Fresenius Environmental Bulletin. 27 (9): 6087-6092.
- Kramer, K., Van Hees, A.F.M., Jans, W. (2001): Variation in performance of beech saplings of 7 European provenances under shade and full light conditions. Wageningen, Alterra Green World Research, Alterra-report 291: 54.
- Maksymowych, A.B., Orkwiszewski, J.A.J., Maksymowych, R. (1983): Vascular bundles in petioles of some herbaceous and woody dicotyledons. American Journal of Botany. 70 (9): 1289-1296.
- Мирећ, М., Јелкић, В., Стефановић, М., Тешић, Т. (2016): Побољшање отпорности дрвета букве *Fagus moesiaca* (Domin, Mally/Czeczott.) на гљиве трулежнице *Trametes versicolor* (Fr.) Quel. и *Coniophora puteana* (Schum.: Fr.) Karst. контролисаним тополтним третманом и накнадним третирањем еколошки прихватљивим препаратом. Шумарство 3-4. УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. 105-114.
- Mitrović, S., Jokanović, D., Vilotić, D., Miljković, D., Veselinović, M., Stanković, D. (2017): Stomata characteristics of two *Paulownia* species under different conditions of light. Fresenius Environmental Bulletin. 26 (3): 1876-1882.
- Orlović, S. (1993): The variability and morphology of stomata of polars. M.Sc Thesis, University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade. 1-118.
- Orlović, S., Guzina, V., Krstić, B., Merkulov, Lj. (1998): Genetic variability in anatomical, physiological and growth characteristics of hybrid poplar (*Populus X euramericana* DODE (GUINIER) and eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) clones. Silvae Genetica 47 (4), 183-190.
- Кошанин, О., Кнежевић, М., Милошевић, Р. (2012): Оцена производног потенцијала неких типова шума букве на ранкеру и дистричном камбисолу на подручју Великог Јастрепца. Шумарство 3-4. УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. 17-31.

- Крстић, М., Томашевић Вељовић, Ј. (2015): Утицај потенцијала локалне топлоте на распрострањење шума букве на Јастрепцу. Шумарство 1-2. УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. 1-13.
- Поповић, В., Шијачић Николић, М. (2015): Анализа квалитета и морфометријских карактеристика семена букве (*Fagus moesiaca*/Domin, Maly/Czeczott.) у Србији. Шумарство 1-2. УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. 109-119.
- Стојановић, Љ., Крстић, М. (2000): Гајење шума III, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд, 250.
- Stojnić, S. (2013): Varijabilnost anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih provenijencija bukve u Srbiji. Doktorska disertacija u rukopisu, Univerzitet u Beogradu Šumar-ski fakultet, Beograd. 1-323.
- Tchoun, Y.T. (1926): Morphologie comparee des feuilles a l' etat jeune et a l' etat adulte. Doctoral dissertation, University of Nancy, France. 1-217.
- Veselinović, M., Vilotić, D., Mitrović, S., Čule, N., Stanković, D., Jokanović, D., Madžgalj, J. (2017): Air pollutant effects on chlorenchyma cell and chloroplasts of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) needles. Fresenius Environmental Bulletin. 26 (3): 1974-1979.
- Šijačić Nikolić, M., Orlović, S., Pilipović, A. (2010): Current state of Balkan beech (*Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica*) gene pool in the Republic of Serbia. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae. Forestry and Game Management Research Institute, 25: 210-219.
- Шијачић Николић, М., Миловановић, Ј., Нонић, М., Кнежевић, Р., Бабић, В. (2012): Екотипска карактеризација генетичке варијабилности провенијенција букве из југоисточне Европе на основу морфометријских својстава листова. Гласник Шумарског факултета. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. 106: 197-214.

MORPHO-ANATOMICAL FEATURES OF THE BEECH PETIOLE FROM DIFFERENT PROVENANCES IN SERBIA

Dušan Jokanović
Vesna Nikolić Jokanović
Jovana Petrović
Tatjana Ćirković Mitrović

Summary

The provenance beech test was established in the area of 'Majdanpečka domena' Teaching Base that belongs to the Faculty of Forestry, University of Belgrade. Two and three-year-old seedlings were used for the establishment of the test. The seedlings originate from 22 European provenances and they were planted in blocks with two replicates with 2.0*1.0 m distance between them. This paper presents the results of the study of different morpho-anatomical parameters of the beech petiole from eight provenances. In order to perform all the necessary analyses, morphological (length, width and thickness of the petiole) and quantitative anatomical elements (width and thickness of the central cylinder) of the petiole were measured. The elements related to the anatomical structure of the petiole such as the type, shape and number of vascular bundles were analyzed descriptively. Descriptive elements of the anatomical structure of the petiole did not show any significant differences between the provenances. Regarding the morphological elements such as the length, width and thickness of the petiole, their values were much greater in the provenance test than in the natural populations of the beech. The greatest value of all morpho-anatomical elements was recorded for Serbian provenance SRB 38 and the smallest was obtained for Croatian provenance HR 25. The least variable elements were the width and thickness of the petiole, while the length of the petiole showed the greatest variability.

