

Grbić M., Skočajić D., Đukić M., Đunisijević-Bojović D., Obratov-Petković D., Bjedov I. 2012. *Quick-dip and contact method of cutting rooting of Zelkova carpinifolia (Pall.) K. Koch as alternative non-invasive species*. Bulletin of the Faculty of Forestry 105: 51-60.

Михаило Грбић  
Драгана Скочајић  
Матилда Ђукић  
Данијела Ђунисијевић-Бојовић  
Драгица Обратов-Петковић  
Ивана Бједов

UDK: 630\*232.328:582.635.1  
Оригинални научни рад  
DOI: 10.2298/GSF1205051G

## ОЖИЉАВАЊЕ РЕЗНИЦА ЗЕЛКОВЕ КАО АЛТЕРНАТИВНЕ НЕИНВАЗИВНЕ ВРСТЕ „QUICK-DIP” И КОНТАКТ МЕТОДОМ

**Извод:** У раду су анализирани две методе ожиљавања зелених резница зелкове (*Zelkova carpinifolia (Pall.) K. Koch*): (1) „quick-dip“ метода и (2) контакт метода код које је танка полиетиленска фолија (20 mm) стављана директно на резнице током ожиљавања. Контрола за контакт методу били су ниски тунели са дебљом фолијом. Једна група резница из контакт методе третирана је са  $2.500 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ИВА раствореном у етил алкохолу у трајању од 5 секунди, друга група воденим раствором ИВА ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) 24 часа, а трећа контролна група побадана је без третмана. Исте групе коришћене су и код ниских тунела. Код ожиљених резница констатовани су број и дужина примарних и секундарних коренова, а резултати свих третмана показују да је контакт метода у комбинацији са воденим раствором ИВА била најбоља са 92% ожиљених резница. Значајне разлике не постоје ни између овог третмана и „quick-dip“ методе комбиноване са контакт методом (85,3%). Ожиљавање резница у ниском тунелу било је значано ниже. Генерално, контакт метод је био бољи од ниског тунела без обзира на инертни носач. Резултати препоручују скоро непознати контакт метод расадничкој пракси за производњу зелкове као алтернативне неинвазивне врсте за услове Србије.

др Михаило Грбић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (e-mail: mihailo.grbic@sfb.bg.ac.rs)

др Драгана Скочајић, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд  
др Драгица Обратов Петковић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

мр Ивана Бједов, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд  
др Матилда Ђукић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд  
мр Данијела Ђунисијевић Бојовић, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

**Кључне речи:** зелкова, резнице, „quick-dip”, контакт метода, алтернативна неинвазивна украсна врста

**QUICK-DIP AND CONTACT METHOD OF CUTTING ROOTING OF *Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch AS AN ALTERNATIVE NON-INVASIVE SPECIES**

**Abstract:** Two methods of rooting of *Zelkova* softwood cuttings were analyzed: (1) quick-dip method and (2) contact method - the thin polyethylene film (20 mm) laid directly over the cuttings during the rooting process. The control for contact method was a low tunnel with a thick polyethylene film. One group of cuttings in the contact method was treated with quick-dip (IBA 2,500  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , carrier - ethyl alcohol) during 5 sec, and the other group was treated with water solution of IBA (50  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) in 24-hour treatment. The third group was control - untreated cuttings. The same groups of cuttings were also used in low tunnels. The number and length of primary and secondary roots were measured on rooted cuttings. The results of all treatments show that contact method in combination with water solution of IBA was the best with 92% of rooted cuttings. No significant differences were obtained between this treatment and quick-dip + contact method (85.3%). Rooting of cuttings under low tunnel was significantly lower. In general, contact method was better than low tunnel, disregarding the carrier used. These results recommend the almost unknown contact method in nursery propagation of *Zelkova*, as an alternative, non-invasive species for the conditions in Serbia.

**Key words:** *Zelkova*, cuttings, quick-dip, contact method, alternative non-invasive woody ornamental.

## 1. УВОД

Значај зелкове или кавкаске зелкове (*Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch, *Zelkova ulmoides* С.К. Schneid., fam. *Ulmaceae*) за орнаменталну хортикултуру и пејзажну архитектуру је у изразитој декоративности њене коре и специфичном вазоликом изгледу круне, са кратким широким деблом ниско подељеним на бројне скоро усправне гране. Јапански назив за јапанску зелкову (*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino) врло сродну врсту је *keyaki* (榎, ケヤキ), а идеограми значе дрво и човек са подигнутим рукама што верно описује хабитус обе врсте (Andrews, 1994).

Сличност и сродност са брестовима, као и висока отпорност на холандску болест (првенствено због тога што је брестови поткорњаци, вектори болести ретко користе као домаћина) сврставају ову врсту у групу биљака погодних за дрвореде и солитерну садњу на травњацима. У Европи је релативно распрострањена као украсно дрво, а ређе у Америци где је јапанска зелкова популарнија. У тражењу замене за пољске брестове, који су готово нестали због поменуте болести, у Србију је пре више од пола века интродукован сибирски брест, који се интензивно користи у дрворедима, масивима и појединачној садњи, а чест је и у ветрозаштитним појасевима, посебно у Војводини. Новија проучавања (Grbić *et al.*, 2007, 2008) указују

на инвазивни карактер ове врсте. Како је један од видова борбе против већ интродукованих инвазивних врста њихова замена алтернативним неинвазивним, то коришћење зелкове и овде налази своје оправдање.

Особине зелкове које су различите од инвазивних особина сибирског бреста пре свега се огледају у начину дисперзије њених плодова, који нису окриљени, па нису, за разлику од брестова, анемохорни. Врло слабо плодоношење, најчешће штурог семена у Србији су гаранција слабих инвазивних потенцијала. Са друге стране низ повољних особина као што су дуговечност, брз раст, релативна отпорност на ветар, толерантност на стресне факторе градске средине, поправљање земљишта су разлог више за њено шире гајење. У условима украјинске шумостепе, донекле лимитирајући фактор је осетљивост на ниске температуре, што се у условима Београда до сада није испољило. Искуства са њеним гајењем у САД сврставају је у зоне 6-9 што одговара условима Србије (Heinze, 1984).

Према проученој литератури и уобичајеној расадничкој пракси, доминантан начин размножавања зелкове је сетва семена. У вези генеративне репродукције, Милев и сарадници (2004) и Iskender (2006) износе низ детаља у вези са овом врстом размножавања.

Заобљене суве орашичасте коштунице сазревају од септембра до октобра и расејавају се до краја зиме. У једном килограму има око 60.000 зрна. Пре сетве препоручује се двонедељна до двомесечна хладно-влажна стратификација на 5-10°C,

као метод за отклањање дормантности или потапање у воду 24 сата. Семе је ексалбуминско, а ембрион испуњава потпуно семену шупљину. Рендгенском анализом установљена је пунозрност од 52% и виталитет од 26%. Препоручује се сетва по површини стратификованог, влажног семена под стаклом или пластичном фолијом. За клијање је потребна светлост. Пожељна густина је 250-400 клијаваца по  $m^2$ .

Сличне особине су запажене и код *Zelkova sicula* Di Pasquale, Garfi & Quézelby ендемичне и реликтне врсте Сицилије, где полинација до сада није примећена, и скоро сво семе је стерилно. Због тога је порекло највећег броја биљака на природном станишту из коренских избојака. Ове чињенице и потпуно одсуство плодоношења, што су приметили многи аутори, увде



Слика 1. Изглед резнице зелкове пре побадања  
Figure 1. Zelkova cutting before sticking

вегетативне методе размножавања у расаднике. Са друге стране за хибриде *Z. x verschaffeltii* (Dippel) G. Nicholson (*Z. carpinifolia* x *Z. serrata*), и неколико култивара *Z. serrata* 'Goshiki', *Z. serrata* 'Yatsubusa', *Z. serrata* 'Yatsubusa variegata', *Z. serrata* 'Variegata', *Z. serrata* 'Green Vase' и *Z. serrata* 'Village Green' вегетативно размножавање је једини начин да се очувају жељене особине.

Ваздушно полагање са прстеновањем, током лета, даје ожиљенице за 6-8 недеља. Лучно полагање је такође успешно. Резнице се ожиљују упроче уз грејање су-пстрата и употребу прашкастих фитохормона. Окулирање на отвореном је погодно за дрворедне култиваре (као *Zelkova serrata* 'Village Green'). Најчешћа подлога је *Zelkova serrata*, док постоје различита мишљења о употребљивости *Ulmus* врста као подлоге.

Циљ истраживања је био да се испита могућност размножавања зелкове зеленим резницама, прецизније, анализирани су две методе: (1) „quick-dip“ и (2) контакт метода. Због проблема са генеративним размножавањем и недостатака подробнијих информација о вегетативном размножавању у литератури, добијени резултати биће корисни за расадничку производњу.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Активни леторастии сакупљени су 30. јуна у Арборетуму Шумарског факултета (надморска висина: 120 m; географске координате: лонгитуда:  $\lambda=+20^{\circ}25'25,75''$ ; латитуда:  $\phi=+44^{\circ}46'53,18''$ ), са три матичне биљке. Неке морфолошке карактеристике матичних стабала дате су у табели 1.

Табела 1. Морфолошке карактеристике матичних стабала  
Table 1. Morphological characters of mother trees

Стабло / Tree	I	II	III
Укупна висина / Total height [m]	12	10	12
Висина дебла / Height of trunk [m]	0,54	1,05	0,95
Прсни пречник стабла / D.B.H. [cm]	44,6	45,2	54,5
Ширина круне / Spread [m]	12	14	14

Резнице су кројене са петом од прошлогодишњег дрвета. Да би се смањила транспирација све лисне ламине скраћиване су на половину (слика 1). Припремљене резнице (укупно 900) потапане су у раствор Benlate® ( $600 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), а затим третиране на два начина са ИВА: једна група третирана је „quick-dip“ методом (ИВА  $2.500 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , носач - етил алкохол) 5 s, а друга воденим раствором ИВА ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) 24 сата. Трећа група су биле фитохормоном нетретиране резнице - контрола.

Половина сваке од три група резница побадана је у ниском тунелу, а друга половина је директно прекривана танком фолијом (20 mm) без било какве потпорне

конструкције (слика 2). Оглед је обављен у стакленику, а резнице су побадане у супстрат за ожиљавање - мешавину тресета и песка (2:1 запремински) 1. јула.

Процент ожиљавања и дужина примарних и секундарних жила констатовани су 34 дана по пободању. Добијени резултати анализирани су и интерпретирани преко анализе варијансе (Anova table & multiple range tests).

### 3. РЕЗУЛТАТИ

#### 3.1. Процент ожиљавања

Најбољи резултат ожиљавања (92%) добијен је са резницама третираним воденим раствором ИВА, и стављених под танку пластичну фолију - контакт метод. Значајно ниже ожиљавање (на нивоу значајности 95%), али још увек високо око 75%), било је код групе резница у ниском тунелу без обзира на начин апликације ИВА. Док је „quick-dip“ у комбинацији са контакт методом омогућио ожиљавање 85,3% резница, и припада обема хомогеним групама (табела 2). Обе контроле сврстане су у хомогене групе „с“ и „d“ са знатно нижим вредностима.

Табела 2. Утицаји примењених третмана на ожиљавање резница зелкове

Table 2. The impacts of the treatments on rooting cuttings of Zelkova

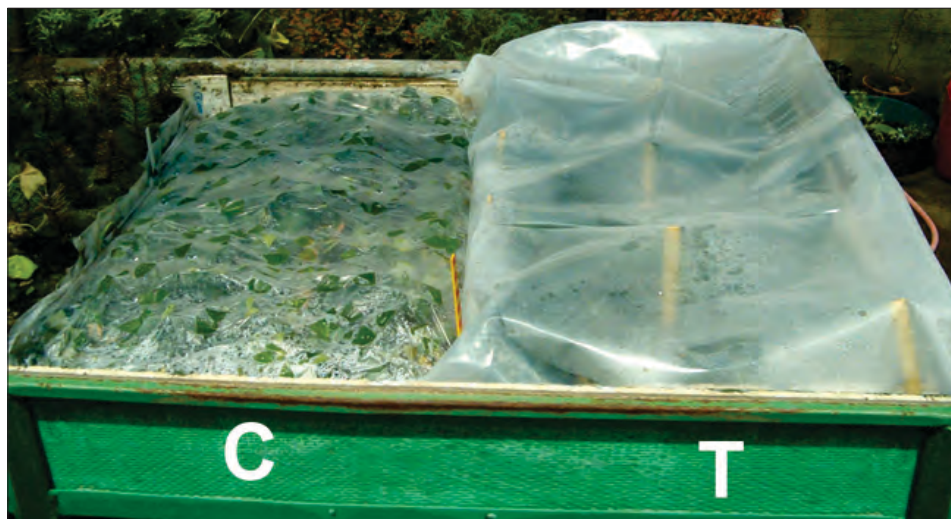
Третман Treatment	Процент ожиљавања Percent of rooting	Просечна дужина коренова Mean length of roots	Просечан број примарних коренова Mean number of primary roots	Просечан број секундарних коренова Mean number of secondary roots
	%	mm		
CW	92 <sup>a</sup>	12,64 <sup>a</sup>	2,93 <sup>a</sup>	5,37 <sup>a</sup>
CQ	85,3 <sup>ab</sup>	11,25 <sup>ab</sup>	3,15 <sup>a</sup>	3,51 <sup>b</sup>
CC	62 <sup>c</sup>	1,51 <sup>d</sup>	0,94 <sup>d</sup>	0,26 <sup>c</sup>
TW	79,3 <sup>b</sup>	7,61 <sup>c</sup>	1,88 <sup>c</sup>	3,35 <sup>b</sup>
TQ	76,7 <sup>b</sup>	10,03 <sup>b</sup>	2,27 <sup>b</sup>	3,89 <sup>b</sup>
TC	32,7 <sup>d</sup>	1,21 <sup>d</sup>	0,50 <sup>e</sup>	0,25 <sup>c</sup>

Легенда: CW - контакт+водени носач, CQ - контакт+„quick-dip“, CC - контакт+контрола, TW - тунел+водени носач, TQ-тунел+quick-dip, TC-тунел+контрола

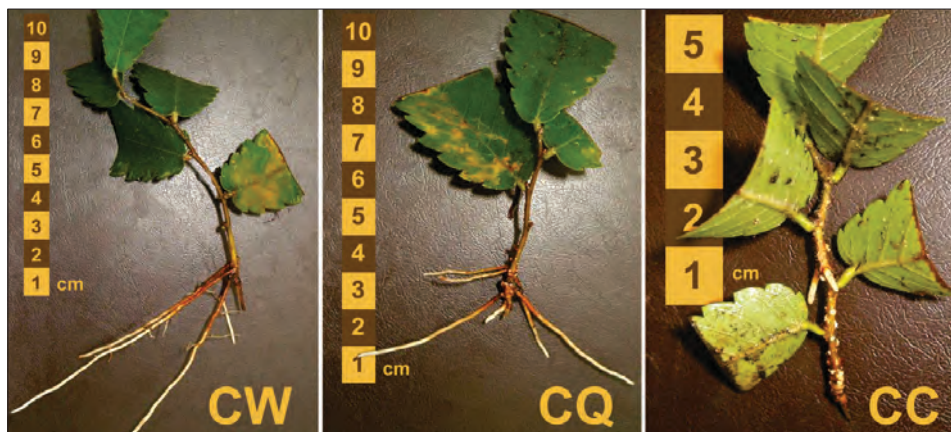
Legend: CW - contact+water as carrier, CQ - contact+quick-dip, CC - contact+control, TW - tunnel+water as carrier, TQ - tunnel+quick-dip, TC - tunnel+control

#### 3.2. Укупна дужина примарних и секундарних коренова

Укупна дужина примарних и секундарних коренова приказана је у табели 2. И примарни и секундарни коренови били су најдужи код истог третмана - ИВА у



Слика 2. Контакт метода (С) и ниски тунел (Т)  
Figure 2. Contact method (C) and low tunnel (T)



Слика 3. Изглед ожиљених резница зелкове 34 дана по побадању (CW - контакт+водени носач, CQ - контакт+„quick-dip“, CC - контакт+контрола)  
Figure 3. Zelkova rooted cuttings 34 days after sticking (CW - contact+water as carrier, CQ - contact+quick-dip, CC - contact+control).

воденом раствору + контакт метода, слабији резултати забележени су код остала три третмана са ИВА и распоређени су у три хомогене групе са или без преклапања. Код контакт методе, разлике у коришћењу носача за апликацију ауксина нису на високом статистичком нивоу (појава преклапања хомогених група), док се код тунела, quick-dip метод показао знатно бољим у односу на водени раствор. Контроле су имале сигнификантно краће примарне и секундарне коренове (слика 3).

### 3.3. Број примарних коренова

Број примарних коренова показује скоро идентичну тенденцију као претходни показатељ, издвајајући поновно контакт методу као најбољу. Под тунелом као средином за ожиљавање, резнице третиране воденим раствором дају сигнификантно већи број примарних коренова од оних које су третиране концентрисаним ауксином (табела 2). Бројност секундарних коренова код контакт методе и резница третираних воденим раствором значајно је већи у односу на све остале третмане. Резнице које су третиране концентрисаним ауксином раствореним у алкохолу и код контакт методе и у тунелу формирају секундарне коренове чија је бројност без значајних статистичких разлика. Разлика се не појављује ни за вредност овог параметра код третмана резнице тунел+ водени носач. Контролни третмани су за оба случаја, као најлошији, издвојени у посебну хомогену групу (табела 2).

## 4. ДИСКУСИЈА

У литератури је релативно мало навода о вегетативном размножавању кавкаске зелкове, а методе које се наводе спадају у компликованије. Од аутовегетативних се наводе углавном различите варијанте постризогених метода, односно полагања, које имају мале факторе мултипликације. Lamb и сарадници (1975) наводе да се зелене резнице под мист системом у стакленику у јулу ожиљују 63% после 8 недеља у супстрату од тресета и песка у односу 2:1, и уз претходно третирање са ИВА у праху 0,8%. Grbić (2004) даје резултате паралелног ожиљавања под мистом и у ниским тунелима резница *Zelkova serrata* са незнатним разликама у корист миста (мист 94-95%, фолија 86-95%).

Како често врло сродне врсте имају различит ризогени потенцијал, релативно висок број ожиљених резница јапанске зелкове није морао да значи да ће и кавкаска зелкова показати сличне резултате, поготово што се у литератури врло ретко наводе преризогене методе као могућност размножавања ове врсте.

Изведени огледи су показали да је проценат ожиљавања сличан ономе код јапанске зелкове, а пасивно влажење (покривањем фолијом) има увек предност над мистом као сигурније и истовремено јефтиније. Контакт метода, код нас у пракси готово непозната, показала је још неке предности у односу на ниски тунел: лакше одржавање влажне атмосфере око резница, због мање запремине, благо хлађење због кондензације, што је веома пожељно, јер загрејанији супстрат допунски стимулише ожиљавање.

Покушај да се вода као растварач ауксина замени органским растварачем (етанолом) и тиме постигне дубљи продор егзогеног фитохормона у ткиво, уз истовремено скраћење времена третмана (од 24 сата на 5 секунди) - „quick-dip“, показао је своје добре стране код многих врста (посебно код четинара, што се доводи у везу са растварањем смоле). Код других врста бољим се показао третман са воденим

раствором што је забележено код платана (*Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd.), а објашњава се растварањем инхибитора ожиљавања у води (Grgić, 2004).

Код кавкаске зелкове ова метода нема предност у односу на водене растворе, јер даје мањи број ожиљеница, мањи број примарних и секундарних жила код контакт методе. Код ниског тунела проценат ожиљавања и број секундарних жила се не разликују на значајном нивоу код два примењена растварача, али су број примарних жила и укупна дужина корена значајно на страни „quick-dip“-а. Овакви резултати говоре о релативно малој улози растварача на процес ожиљавања, па се оба могу препоручити пракси.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Кавкаска зелкова на основу досадашњих искустава са малобројним стаблима у Србији не показује инвазивне карактеристике. Истовремено њене декоративне особине и успешна аклиматизација представљају разлог због ког би ову врсту требало ставити на листу алтернативних неинвазивних као и врста погодних за шире коришћење у климатски измењеним условима урбаних простора у Србији.

Одсуство плодоношења или образовање штурога семена код нас представља пожељну особину са аспекта неконтролисаног ширења, али за производњу садница представља сметњу која налаже изналажење погодних вегетативних метода за њено размножавање.

Полазећи од чињенице да су резнице стабла најједноставнији начин размножавања, у оквиру вегетативних метода, опробана је ова метода у неколико варијанти.

Зелене резнице са петом представљају успешан начин размножавања кавкаске зелкове (*Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch) у стакленику. Од примењених варијанти предност се даје контакт методи уз третман фитохормоном (ИВА) без давања предности некој од опробаних концентрација, дужина третирања ( $2.500 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  на 5 s или  $50 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  на 24<sup>h</sup>) или врсти инертног носача (етанол или вода). Варијанте су релативно једноставне и применљиве у нашој пракси без посебних захтева, те представљају добар начин за производњу садница кавкаске зелкове, а тиме и за њену ширу примену код нас посебно у условима климатских промена које ће се, по многим предвиђањима, у будућности интензивирати.

**Напомена:** Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (43007), који финансира Министарство за просвету и науку РС у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

**Acknowledgement::** This paper was realized as a part of the project “Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation” (43007) financed by the Ministry of Education & Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research for the period 2011-2014.



## ЛИТЕРАТУРА

- Andrews S. (1994): *Tree of the year: Zelkova*, International Dendrology Society Yearbook 1993, (11-30)
- Grbić M. (2004): *Proizvodnja sadnog materijala - Vegetativno razmnožavanje ukrasnog drveća i žbunja*, I.K.P Ne & Bo i I.P. Tragovi, Beograd
- Grbić M., Đukić M., Skočajić D., Đunisijević-Bojović D. (2007): *Role of invasive plant species in landscapes of Serbia*, 18<sup>th</sup> International Annual ECLAS Conference Landscape Assessment - From Theory to Practice, Applications in Planning and Design“ Proceedings, Belgrade (219-228)
- Grbić M., Đukić M., Skočajić D., Đunisijević-Bojović D., Lakićević M. (2008): *Invasive plant species in urban landscapes*, III International symposium of ecologists of the Republic of Montenegro, Book of abstracts, Bijela - Herceg Novi (152-153)
- Heinze W, Schreiber D. (1984): *Eine neue Kartierung der Winterharteyonen fur Geholye in Europa*, Mittlungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft Nr. 75
- Iskender E., Zeynalov Y., Ozaslan M., Incik F., Yayla F. (2006): *Investigation and introduction of some rare and threatened plants from Turkey*, Biotechnology & Biotechnological Equipment 3, Vol. 20, Diagnosis Press (60-68)
- Lamb J.G.D., Kelly J.C., Bowbrick P. (1975): *Nursery Stock Manual*, Grower Books, London
- Милев М., Александров П., Петкова К., Илиев Н. (2004): *Посевни материали от широколистни видове*, София

Mihailo Grbić  
Dragana Skočajić  
Matilda Đukić  
Danijela Đunisijević-Bojović  
Dragica Obratov-Petković  
Ivana Bjedov

### QUICK-DIP AND CONTACT METHOD OF CUTTING ROOTING OF *ZELKOVA CARPINIFOLIA* (PALL.) K. KOCH AS AN ALTERNATIVE NON-INVASIVE SPECIES

#### Summary

The significance of zelkova or Caucasian zelkova (*Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch, *Zelkova ulmoides* C. K. Schneid., fam. *Ulmaceae*) for ornamental horticulture and landscape architecture is in its marked decorativeness of colorful bark, and a highly distinctive vase-shape crown, with a short broad trunk, dividing low down into numerous nearly erect branches.

The similarity to elm species, and the resistance to highly epiphytotic Dutch elm disease (DED) (primarily because the main carrier of the disease, the elm bark beetle, rarely feeds on this tree) also classifies this species into a group of very suitable plants for street trees and solitary planting on lawns, adaptptive to abiotic stress in climate changed environments. Recent studies of invasive species find out potential invasiveness of Siberian elm, the most frequent replacement for field elms attacked by DED in Serbia. Zelkova, as a non-invasive species, can be used instead of Siberian elm.

According to available references and common nursery practice, the dominant method of zelkova production is generative propagation. In this respect, Милев *et al.* (2004), and Iskender (2006) pointed out a series of details regarding this type of reproduction. The aim of the research was to determine the possibility of zelkova propagation by softwood cuttings, more precisely two methods were analyzed: (1) quick-dip and (2) contact method. Because of the problems with generative propagation and the lack of information on vegetative propagation in the literature, the results obtained will be useful for nursery practice.

Cuttings (twigs) were gathered on June 30<sup>th</sup> at the Arboretum of the Faculty of Forestry, Belgrade (elevation: 120 m above sea level; geographic coordinates: longitude:  $\lambda=+20^{\circ} 25' 25.75''$ ; latitude:  $\varphi=+44^{\circ} 46' 53.18''$ ), from three mother trees. The cuttings were made from twigs with the basal part containing a small section of the previous season wood - heel cuttings. To reduce transpiration, all leaf laminas of cuttings were reduced to about one-half. The prepared cuttings (900 in total) were immersed in Benlate<sup>®</sup> solution ( $600 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), and treated with IBA in two ways: one group of cuttings was treated with quick-dip (IBA  $2,500 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , carrier - ethyl alcohol) during 5 s, and the other one with water solution of IBA ( $50 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) in 24-hour treatment. The third group was the control - untreated cuttings.

One half of each of three groups of cuttings was used in low tunnel, and the other half was covered directly with a thin polyethylene film (20 mm) without any supporting construction. The trial was carried out in a glasshouse and the cuttings were inserted in the rooting medium (2:1 peat/sand mix) on July 1<sup>st</sup>. Rooting percentage, number and length of primary and secondary roots were measured 34 days after sticking.

The best results of rooting (92%) were obtained in cuttings treated with water solution of IBA, and placed under a thin polyethylene film - contact method. Significantly lower percentage (at 95% confidence level), but still high (above 75%), was achieved in groups of cuttings rooted under low tunnel exposed to IBA influence, disregarding the method, while quick-dip + contact method gave roots to 85.3% of cuttings, and belong to both homogenous groups. The two controls were ranged in homogenous groups c and d with a much lower percentage.

Concerning total lengths of primary and secondary roots, the best result was obtained with the same group - water solution of IBA + contact method, followed by other three IBA treatments and distributed in three homogenous groups with or without overlapping. The controls were with significantly smaller root lengths. The number of primary roots reflected almost identical tendencies as the previous parameters.

Generally, softwood heel cuttings are a successful method of propagation of *Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch as an alternative non-invasive species - a replacement for potentially invasive Siberian elms. The recommended variant is the contact method and IBA treatment, without any special advantage given to concentration and time of exposition ( $2,500 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  for 5 s vs.  $50 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  for 24<sup>h</sup>), or inert carrier used (ethanol or water respectively).