

**PRIMJENJIVOST PREPARATA ZA FOLIJARNU PRIMJENU HUNGAVIT  
U SVRHU POVEĆANJA KVALITETE SADNICA OBIČNE BUKVE  
(*Fagus sylvatica* L.) I HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus pedunculata* L.)  
U RASADNIČKOJ PROIZVODNJI**

USEABILITY OF HUNGAVIT, A PREPARATION FOR FOLIAR APPLICATION, FOR  
ENHANCEMENT OF QUALITY OF COMMON BEECH (*Fagus Sylvatica* L.)  
AND PEDUNCULATE OAK (*Quercus Pedunculata* L.)  
SEEDLINGS IN NURSERY PRODUCTION

Ivan SELETKOVIĆ<sup>1</sup>, Nenad POTOČIĆ<sup>1</sup>, Mario ŠANGO<sup>2</sup>

*SAŽETAK:* U radu se prikazuju rezultati rasadničkog pokusa, u kojemu se ispituje utjecaj preparata za folijarnu primjenu Hungavit na kvalitetu sadnica obične bukve i hrasta lužnjaka golog korijena. Pokusi su postavljeni kao randomizirani blok s tri tretmana i tri ponavljanja. Utvrđen je pozitivan utjecaj Hungavita na uspijevanje sadnica. Kod bukve, najveći je utjecaj Hungavit imao na povećanje koncentracija kalija, kalcija i magnezija u lišću, biomasu lišća i stabljika te porast broja vrhova korijena. Optimalna koncentracija za proizvodnju sadnica bukve je 2 %. Kod hrasta lužnjaka utjecaj Hungavita je nešto manje izražen, u smislu da je optimalna koncentracija 1 %, a Hungavit je djelovao pozitivno na koncentracije kalija, kalcija i magnezija u lišću te biomasu lišća i stabljika.

*Ključne riječi:* Hungavit, hrast lužnjak, obična bukva, rasadnik, stanje ishrane, biomasa, korijen

UVOD – Introduction

Moderna istraživanja na području mineralne ishrane šumskog drveća i ekofiziologije u Hrvatskoj započinju šezdesetih godina prošloga stoljeća, nakon osnivanja Jugoslavenskog instituta za četinjače u Jastrebarskom i njegovog Odjela za pedologiju i prehranu s pedološko-fiziološkim laboratorijem. Uz vrste, doze, najpovoljniji vremena i tehnike primjene mineralnih gnojiva, istražuje se utjecaj različitih oblika hraniva na uspijevanje šumskog drveća, odnos ishrane i otpornosti na utjecaj nepovoljnih biotskih i abiotskih čimbenika, odnos rasta i sadržaja hraniva u tlu i biljci. U novije vrijeme istražuje se primjena različitih supstrata i gnojiva s produženim djelovanjem u kontejnerskoj proizvodnji šumskih sadnica.

Već su prva naša istraživanja na običnom boru (Komlenović 1967) pokazala da se primjenom odgovarajućih mineralnih gnojiva može znatno utjecati na kvalitetu sadnica. Istražuju se najpovoljniji tipovi, doze i načini primjene mineralnih gnojiva u rasadničkom uzgoju obične smreke (Komlenović 1975), crnog bora (Komlenović 1993, 1994) i hrasta lužnjaka (Potočić i Seletković 2001). Kod jednakih uvjeta gnojidbe uspoređivana je reakcija sadnica različitih vrsta drveća (Komlenović, Rastovski i Markoja 1980, Komlenović 1993, Komlenović i Rastovski 1986, 1988, Komlenović, Gračan i Rastovski 1988). Istraživana je ishrana šumskih sadnica na raznim tipovima tala (Komlenović 1967, 1969) te primjena sporotopivih gnojiva (Potočić i dr. 2009, Seletković i dr. 2009, Potočić i Seletković 2001), kao i utjecaj gnojidbe jednostavnim gnojivima na rast i razvoj sadnica hrasta lužnjaka golog korijena (Seletković 2006).

<sup>1</sup> Dr. sc. Ivan Seletković, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, ivans@sumins.hr

<sup>1</sup> Dr. sc. Nenad Potočić, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

<sup>2</sup> Mario Šango, dipl. ing., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

U otežanim uvjetima obnove šumskih sastojina proizvodnja sadnica od velikog je značenja. Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) značajna je vrsta drveća središnje i južne Europe gdje zauzima dominantno mjesto i po površini i po gospodarskim te ostalim vrijednostima (Matić, Oršanić i Anić 2003). U Hrvatskoj bukva je ne samo najraširenija vrsta drveća (bukove zajednice zauzimaju 744 796 ha), nego je i prva po udjelu u drvnom fondu. Iako se bukva još uvijek dobro prirodno pomlađuje (Anić i Mikac 2011), ipak svakim danom raste potreba za bukovim sadnicama koja će biti još veća ako hrvatsko šumarstvo priđe nužnim konverzijama šumskih kultura i degradiranih šuma te intervencijama u prebornim bukovo-jelovim šumama zbog povlačenja jele i stvaranja prostora za bukvu (Matić, Oršanić i Anić 2003).

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) najvrjednija je gospodarska vrsta šumskog drveća u Hrvatskoj, a druga vrsta po zastupljenosti u drvnom fondu Republike Hrvatske (16 %). U cilju potpomaganja prirodne ili kod umjetne obnove, od velike je važnosti proizvodnja što kvalitetnijeg sadnog materijala. Potočić i Seletković (2001) na temelju dobivenih rezultata zaključuju da gnojidba nije utjecala samo na rast sadnica, već i na

promjenu kemijskog sastava biljne tvari. Iz rezultata dvogodišnjeg istraživanja utjecaja vremena i metode gnojidbe na uspijevanje sadnica hrasta lužnjaka korištenjem gnojiva s produženim djelovanjem "Osmocote Plus" zaključuju da je gnojidba pozitivno utjecala na koncentracije biogenih makroelemenata u lišću dvogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka.

Prema navodima proizvođača (Biolife 2000, d.d., Keszthely, Mađarska), preparati Hungavit nisu gnojiva, već biološki preparati za kondicioniranje biljaka na bazi aminokiselina, huminskih kiselina, enzima, koenzima i mikroelemenata. Hungavit je biološki proizvod i može se koristiti u šumarstvu, svim granama poljoprivrede te na područjima koja se vode kao rezervati prirode, parkovi prirode, nacionalni parkovi itd. Do sada preparati Hungavit nisu ispitani u šumarskoj praksi, ali iskustva s primjenom u voćarstvu su pozitivna (povećanje rodnosti, opće stanje stabala). U ovom trenutku nemamo spoznaja o drugim istraživanjima utjecaja preparata Hungavit provedenim na znanstvenoj osnovi. U ovome radu prikazat ćemo rezultate ispitivanja utjecaja preparata Hungavit U i G na kvalitetu sadnica bukve i hrasta lužnjaka golog korijena.

#### MATERIJALI I METODE – *Materials and methods*

Pokus je postavljen u rasadnicima Hajderovac (bukva – B) i Lukavec (hrast lužnjak – H) poduzeća Hrvatske šume d.o.o. Zagreb početkom srpnja 2010. godine, kao randomizirani blok s tri tretmana i tri ponavljanja. Tretmani su bili sljedeći: B0, H0 – kontrola,

B1, H1 – 1 % Hungavit, B2, H2 – 2 % Hungavit. Preparati su primijenjeni svaka dva tjedna u razdoblju od 1. srpnja 2010. do 15. kolovoza 2010. godine, s tim što je 1. i 15. srpnja korišten Hungavit U, a 1. i 15. kolovoza Hungavit G.

Tablica 1. Kemijski sastav tla

Table 1. Chemical composition of soil

Lokalitet – <i>Locality</i>	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Humus, %
Hajderovac	5,57	4,23	0,04	8,47	18,77	1,10
Lukavec	5,52	4,16	0,14	5,54	10,82	2,39

Listovi biljaka za kemijske analize uzorkovani su tako da je krajem ljeta uzet po jedan potpuno razvijeni list sa svake biljke u tretmanu i ponavljanju. Uzorci su sušeni na 105 °C do konstantne mase te izvagani na vagi točnosti 0,01 gram, a masa izračunata na bazi 100 listova. U usitnjenim uzorcima određen je ukupni dušik na elementarnom analizatoru Leco CNS 2000. Za analize ostalih biogenih elemenata (AOAC, 1996) usitnjeni uzorci su spaljeni mokrim postupkom koncentriranom sumpornom kiselinom (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) uz dodatak katalizatora, perklorne kiseline (HClO<sub>4</sub>). U uzorcima su određeni: fosfor kolorimetrijski na UV/VIS spektrofotometru PE Lambda 1A, a kalij, kalcij i magnezij izravno iz filtrata na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru PE 3110.

Visine i promjeri vrata korijena izmjereni su krajem vegetacije i izračunate srednje vrijednosti za svaki tret-

man/ponavljanje. Pet sadnica u svakom ponavljanju x tretmanu najbliže tim srednjim vrijednostima po visini, a zatim po promjeru, uzorkovane su radi određivanja biomase lišća i stabljike koja je određena kao masa suhe tvari nakon sušenja na 105 °C do konstantne mase.

Korijen je ispran vodom, osušen celuloznom staničevinom i skeniran. Pomoću softverskog paketa WinRhizo (<http://www.regentstruments.com/products/rhizo/Rhizo.html>) analizirana je ukupna duljina korijena, površina projekcije, oplošje korijena, prosječni promjer, volumen i broj vrhova.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM – *Results and discussion*

### Koncentracije biogenih elemenata u lišću *Concentrations of mineral nutrients in leaves*

Istraživanja Faulconera i Thompsona (1984) pokazuju da je fiziološka životna energija biljke glavni nositelj kvalitete, pa su stoga fiziološki parametri pouzdaniji od morfoloških pokazatelja. Fiziološki i morfološki pokazatelji zajedno daju realnu sliku kvalitete biljke i njezine životne sposobnosti. Iskazuju se kroz ishranjenost i odnos hraniva u biljci, rast izbojaka i korijena, otpornost pupova, izbojaka i korijena na sušu, stanje vode u biljci, otpornost biljke na stres itd.

Stanje ishrane biljke odražava stupanj u kojemu je rezerva hraniva u tlu (supstratu) sposobna odgovoriti zahtjevima biljaka za ishranom u određenim uvjetima. Koncentracije elemenata i njihovi odnosi u lišću omogu-

ćuju nam uvid u stanje ishrane stabala u smislu njihovog nedostatka ili previsoke koncentracije, u apsolutnom iznosu ili u odnosu na koncentracije drugih elemenata (De Vries i dr. 2000). Usvojena praksa interpretacije rezultata analiza biljnog materijala zasniva se na usporedbi koncentracija s graničnim vrijednostima (Raitio, 1993). U ovome radu, u nedostatku dostupnih podataka o koncentracijama biogenih elemenata u lišću sadnica bukve i hrasta, koristili smo za usporedbu normalne koncentracije biogenih elemenata kako ih prenosi Bergmann (1992, prema Fiedler i Hohne 1985), koje su dane za potpuno formirano lišće s ovogodišnjih izbojaka uzorkovano sredinom vegetacijskog razdoblja.

Tablica 2. Koncentracija biogenih elemenata u lišću sadnica obične bukve (tretmani B0, B1 i B2) i hrasta lužnjaka (tretmani H0, H1 i H2)

Table 2. Concentrations of mineral elements in leaves of beech (treatments B0, B1 and B2) and pedunculate oak seedlings (treatments H0, H1 and H2)

Tretman – Treatment	N – mg/g	P – mg/g	K – mg/g	Ca – mg/g	Mg – mg/g
B0	17,90	1,51	8,93	7,74	2,59
B1	19,90	1,69	8,95	8,12	2,71
B2	18,13	1,60	10,40	9,05	2,99
H0	31,97	1,90	6,25	4,57	1,99
H1	31,80	1,97	7,00	4,97	2,21
H2	31,40	1,89	8,02	6,37	2,45

Dušik je biogeni element koji se često smatra najvažnijim elementom biljne ishrane. Ako su prisutni i drugi čimbenici rasta, dušik odlučuje o veličini biljne proizvodnje, pa time i o prirastu drvene mase (Baulé i Fricker 1971, Mengel i Kirkby 2001). Više biljke za potrebe svoga rasta pretvaraju velike količine dušika iz mineralnog u organski oblik (Mengel i Kirkby, 2001). Kao što navodi Bergmann (1992) koncentracija dušika u lišću se mijenja sa starošću biljke i akumuliranom biomasom. Najveće koncentracije dušika u lišću sadnica bukve utvrđene su u tretmanu B1 (1 % Hungavit), a kod hrasta koncentracije padaju s povećanjem doze (Tablica 2), što ne možemo dovesti u vezu s porastom biomase, jer odgovarajući porast biomase nije zabilježen (Slika 3, Slika 4). Treba pritom uzeti u obzir da su normalne vrijednosti dušika u lišću bukve (19–25 mg/g suhe tvari, Bergmann 1992 prema Fiedler i Hohne 1985) postignute jedino kod tretmana B1, dok su kod hrasta vrijednosti svih tretmana veće od raspona normalnih koncentracija (20–30 mg/g suhe tvari, Bergmann 1992 prema Fiedler i Hohne 1985).

Fosfor je konstituent fosfatida, nukleotida, nukleinskih kiselina i enzima. Biljke koje pate od nedostatka fosfora zaostaju u rastu (Mengel i Kirkby 2001, Bergmann 1992). Kod obje vrste najveće koncentracije

fosfora u lišću zabilježene su u tretmanu 1. Sve se vrijednosti (Tablica 2) nalaze u okviru raspona normalnih vrijednosti (1,5–3,0 mg/g suhe tvari, Bergmann 1992 prema Fiedler i Hohne 1985).

Kod bukve najniža vrijednost dobivena je u kontrolnom tretmanu, a kod hrasta u tretmanu H2.

Jedna od važnijih uloga kalija u biljkama je reguliranje permeabilnosti živih membrana i rada puči. Održavanje turgora neophodno je radi pravilnog funkcioniranja fotosintetskih i metaboličkih procesa (Tisdale i Nelson 1975). Deficijencija kalija smanjuje rezistentnost biljaka prema različitim patogenima, suši i mrazu. Koncentracije kalija u lišću rastu s dozom Hungavita. Kod bukve normalna vrijednost postignuta je tek kod najveće doze, dok su kod hrasta u sva tri tretmana zabilježene vrijednosti niže ili na donjoj granici raspona normalne opskrbljenosti (10–15 mg/g suhe tvari, Bergmann 1992 prema Fiedler i Hohne 1985).

Kalcijeva uloga u biljkama, kao i proces njegovog usvajanja, nisu do kraja poznati, a rezultati pokusa namijenjenih upoznavanju fiziologije kalcija često su kontradiktorni. Nedostatak kalcija izaziva ozbiljne posljedice u biljkama: smanjenje rasta meristemskih tkiva, klorozu, a kasnije nekrozu uslijed autolize staničnih stijenki. Deficijencija kalcija povećava propusnost staničnih membrana. Turgor stanica pada, a tkiva na kraju

venu (Bergmann 1992). Novija istraživanja doprinose afirmaciji uloge kalcija u kontroliranju vodnog statusa drveća (Marigo i Peltier 1996.). Kao i kod kalija, koncentracije kalcija u lišću rastu s primijenjenom dozom Hungavita. Postignute vrijednosti u okviru su normalnih vrijednosti (3,0–15 mg/g suhe tvari, Bergmann 1992 prema Fiedler i Hohne 1985).

Magnezij ima svoju najpoznatiju ulogu u molekuli klorofila. Osim uloge u fotosintezi, magnezij također utječe na volumen koloida plazme i time na reguliranje

vodnog potencijala, to jest gospodarenje biljke vodom. Smanjenje rasta korijena kod deficijencije magnezija ima značajan utjecaj ne samo na usvajanje hraniva i vode i time na otpornost biljaka na sušu i adaptaciju na hranivima siromašna tla (Marschner 2002 prema Roberts i dr. 1989). Koncentracije magnezija rastu s dozom primijenjenog preparata, što je izraženije u lišću sadnica bukve. Sve se vrijednosti nalaze u granicama normalnih koncentracija (1,5–3,0 mg/g suhe tvari, Bergmann 1992 prema Fiedler i Hohne 1985).

#### Visine biljaka i promjer vrata korijena – Height of plants and root collar diameter

Rast sadnica bukve u prvoj godini je od posebne važnosti za kasnije preživljenje i razvoj biljaka (Larsen 2007). Dokazano je kako visina sadnica najbolje predviđa rast, a promjer vrata korijena preživljenje sadnica nakon presađnje (Walker i Hunt, 1999, prema

Mexal i Landis, 1990). Prema istraživanjima Stirlinovića (1987) promjer korijenovog vrata jedan je od najvažnijih kriterija kvalitete sadnica listača. Međutim, utjecaj Hungavita na promjer korijenovog vrata ili rast sadnica u visinu nije utvrđen.

Tablica 3. Visine i promjeri vrata korijena sadnica obične bukve, srednje vrijednosti po tretmanima

Table 3 Height of plants and root collar diameter of common beech seedlings, mean values by treatments

Tretman-Treatment	d(mm), početak pokusa diameter (mm), start of experiment, ,	h (cm), početak pokusa height (cm), start of experiment	d(mm), kraj pokusa diameter (mm), end of experiment	h (cm), kraj pokusa height (cm), end of experiment
B0	4,8	32,6	5,4	35,4
B1	5,1	32,8	5,1	32,8
B2	5,2	35,9	5,6	37,4

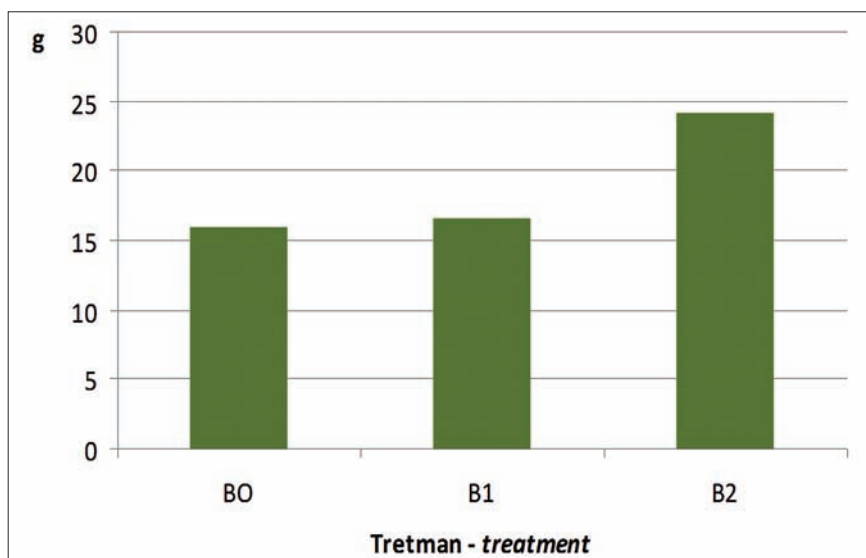
Tablica 4. Visine i promjeri vrata korijena sadnica hrasta lužnjaka

Table 4 Height of plants and root collar diameter of pedunculate oak seedlings

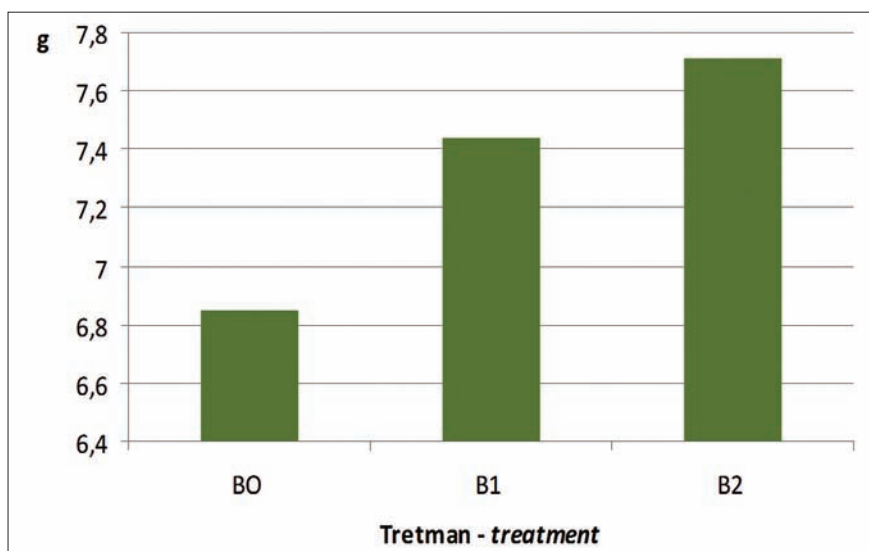
Tretman-Treatment	d(mm), početak pokusa diameter (mm), start of experiment, ,	h (cm), početak pokusa height (cm), start of experiment	d(mm), kraj pokusa diameter (mm), end of experiment	h (cm), kraj pokusa height (cm), end of experiment
H0	2,9	17,5	5,4	34,7
H1	2,8	16,9	5,3	32,8
H2	2,8	17,2	5,2	34,6

#### Biomasa nadzemnog dijela sadnica – Biomass of above-ground part of seedlings

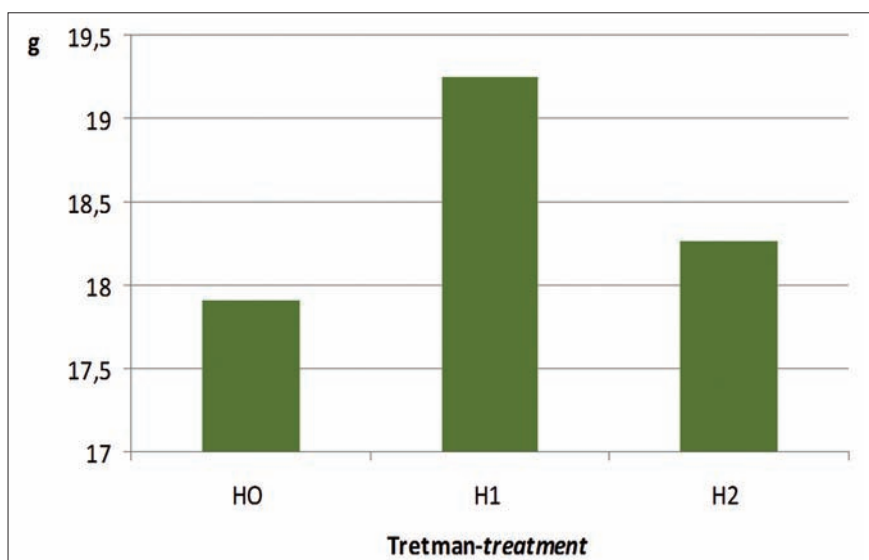
Pri većim dozama gnojiva, povećan je rast nadzemnog u odnosu na podzemni dio biljaka (Cannell i Dewar 1994). Biomasa (masa suhe tvari) lišća i stabljika sadnica bukve rasla je s dozom Hungavita, (slika 1., slika 2.) a negativan utjecaj doze na parametre korijena nije utvrđen, dapače, razvoj korijena bio je usklađen s rastom nadzemnog dijela sadnica.



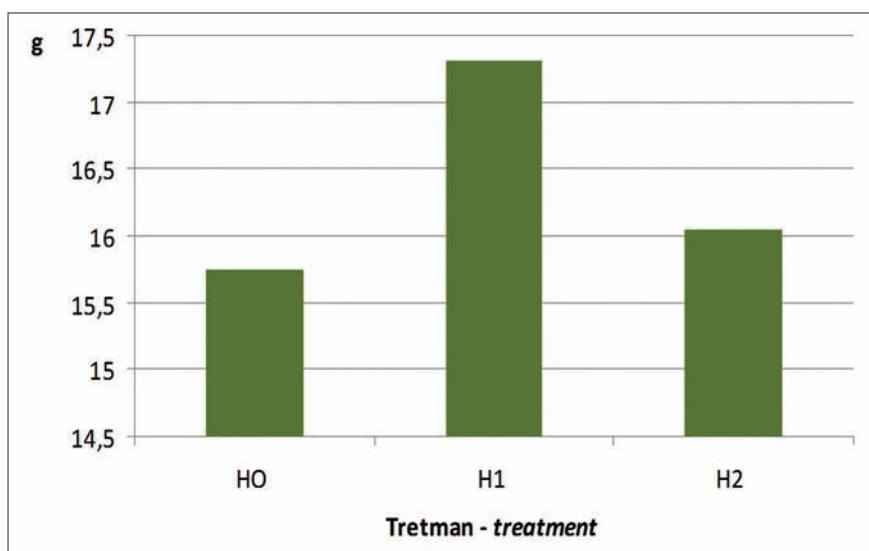
Slika 1. Biomasa stabljika obične bukve  
Figure 1 Biomass of common beech stems



Slika 2. Biomasa lišća obične bukve  
Figure 2 Biomass of common beech leaves



Slika 3. Biomasa stabljika hrasta lužnjaka  
Figure 3 Biomass of pedunculate oak stems



Slika 4. Biomasa lišća hrasta lužnjaka  
Figure 4 Biomass of pedunculate oak leaves

Kod hrasta lužnjaka masa lišća i stabljika kod tretiranih biljaka također je veća u odnosu na kontrolni tretman, međutim najveća biomasa zabilježena je u tretmanu H1, (slika 3., slika 4.), što se s druge strane negativno odrazilo na smanjenje duljine, oplošja i volumena korijena te broja vrhova u tom tretmanu.

**Morfološka svojstva korijena** – *Root morphological properties*

Pozitivan utjecaj gnojiva na uspijevanje sadnica vidi se i kroz formiranje dobro razvijenog korijenovog sustava s većim brojem postranih žila (Šijačić-Ni-

kolić, Vilović i Radošević 2006). Kod ocjene kvalitete sadnice veliku važnost ima razvijenost i kvaliteta korijenovog sustava.

Tablica 5. Morfološka svojstva korijena sadnica obične bukve

Table 5. Root morphological properties of common beech seedlings

Tretman-Treatments	Duljina korijena- Length (cm)	Oplošje korijena- Surface area (cm <sup>2</sup> )	Prosječni promjer korijena- Average root diameter (mm)	Volumen korijena- Root volume (cm <sup>3</sup> )	Broj vrhova - Tips
B0	235,61	103,98	1,47	3,73	483,60
B1	246,35	110,80	1,48	4,02	568,73
B2	336,18	138,25	1,37	4,61	699,87

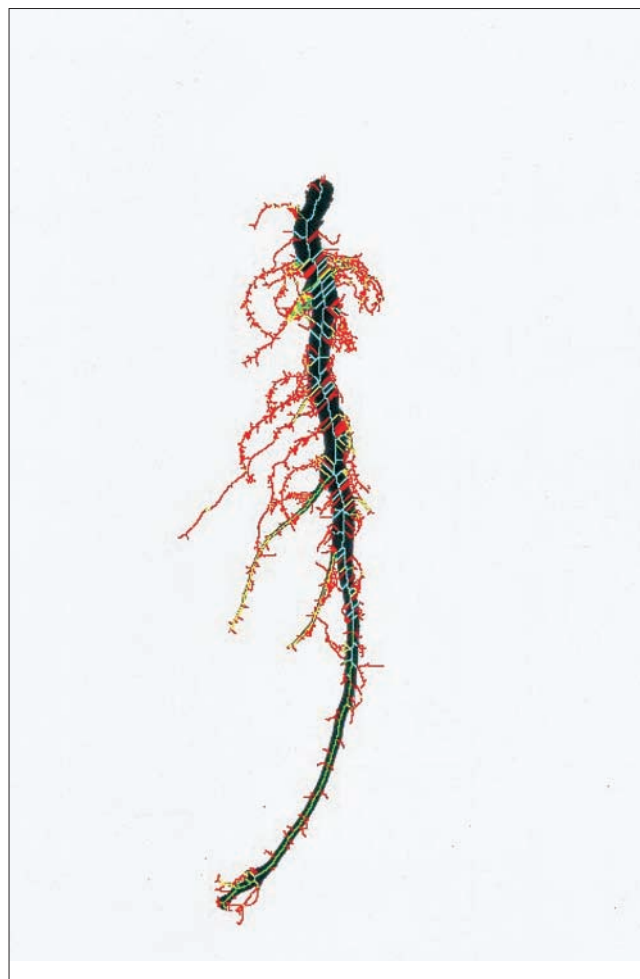
Tablica 6. Morfološka svojstva korijena sadnica hrasta lužnjaka

Table 6. Root morphological properties of pedunculate oak seedlings

Tretman-Treatments	Duljina korijena- Length (cm)	Oplošje korijena- Surface area (cm <sup>2</sup> )	Prosječni promjer korijena- Average root diameter (mm)	Volumen korijena- Root volume (cm <sup>3</sup> )	Broj vrhova - Tips
H0	304,99	154,29	1,66	6,54	722,60
H1	276,45	142,19	1,66	5,89	626,00
H2	323,72	162,04	1,67	6,60	683,60



Slika 5. Primjer korijena iz tretmana B0  
Figure 5 An example of root from B0 treatments



Slika 6. Primjer korijena iz tretmana H0  
Figure 6 An example of root from H0 treatments



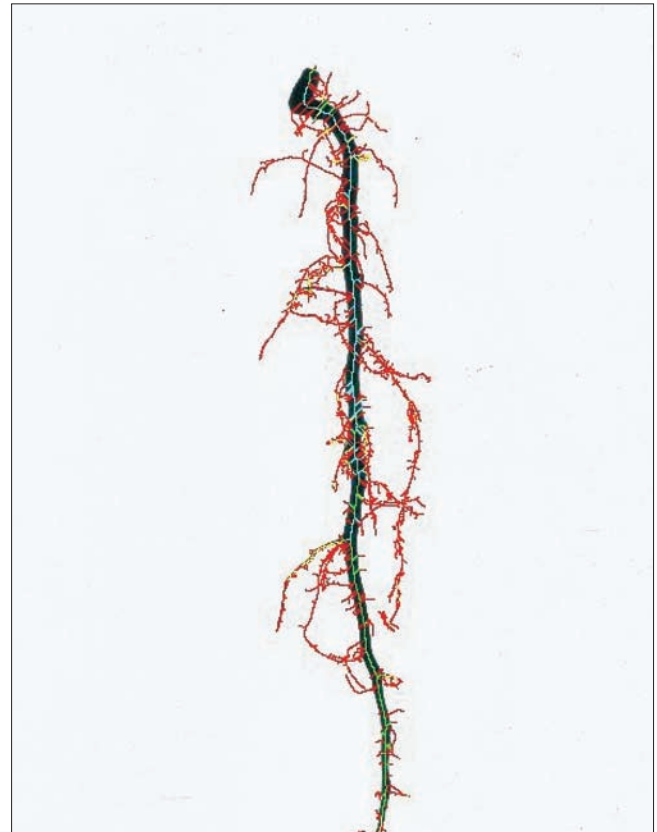
Slika 7. Primjer korijena iz tretmana B1  
*Figure 7 An example of root from B1 treatments*



Slika 8. Primjer korijena iz tretmana H1  
*Figure 8 An example of root from H1 treatments*



Slika 9. Primjer korijena iz tretmana B2  
*Figure 9 An example of root from H2 treatments*



Slika 10. Primjer korijena iz tretmana H2  
*Figure 10 An example of root from H2 treatments*

Kod sadnica bukve primjetno je bitno povećanje duljine, površine, volumena i broja vrhova korijena s primijenjenom dozom, dok prosječni promjer korijena opada s dozom, što je za očekivati s obzirom na pove-

ćanje broja aktivnog korijenja. Kod hrasta u tretmanu H2 u odnosu na kontrolu dobiveno je manje povećanje duljine i površine korijena.

#### ZAKLJUČCI – Conclusions

U ispitivanju utjecaja Hungavita U i Hungavita G utvrđen je njihov pozitivan utjecaj na uspijevanje sadnica obične bukve i hrasta lužnjaka u rasadniku.

Taj utjecaj bio je osobito primjetan kod bukve, gdje smo utvrdili kako je najveći utjecaj Hungavit imao na koncentracije kalija, kalcija i magnezija u lišću, bio-

masu lišća i stabljika, te bitne karakteristike korijena, kao što je porast broja vrhova.

Kod hrasta lužnjaka utjecaj Hungavita je nešto slabije izražen. Hungavit je djelovao pozitivno na koncentracije kalija, kalcija i magnezija te biomasu lišća i stabljika.

#### LITERATURA – References

- Anić, I., S. Mikac, 2011: Prirodno pomlađivanje sastojina obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) oplodnim sječama na malim površinama (*Natural Regeneration of Common Beech (Fagus sylvatica L.) Stands Using Small Scale Shelterwood System*). Croatian Journal of Forest Engineering 32(1): 19–29.
- AOAC, 1996: Official methods of analysis of AOAC International, Association of Official Analytic Chemists International, Arlington, VA.
- Baule, H. i C. Fricker, 1971: Đubrenje šumskog drveća. Jugoslavenski poljoprivredno šumarski centar, Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu br. 78, 223 str.
- Bergmann, W. (ed.), 1992: Nutritional Disorders of Plants – Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena etc., 361 pp.
- Cannell, MGR, RC Dewar, 1994: Carbon allocation in trees: a review of concepts for modelling. Adv. Ecol. Res. 25, p. 59–104.
- De Vries, W., G.J. Reinds, M.S. van Keerkvorder, C.M.A. Hendriks, E.E.J.M. Leeters, C.P. Gross, J.C.H. Voogd & E.M. Vel, 2000: Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe, FIMCI, EC-UN/ECE, Brussels, Geneva, 191 pp.
- Faulconer, J. R., B.E. Thompson, 1984: Benefits of knowing seedlings quality. Western forest nursery council-Intermountain nurseryman's Association, 84–87
- Komlenović, N., 1967: Istraživanje utjecaja mineralnih hraniva na rast sadnica običnog bora (*Pinus sylvestris* L.). (*Investigation on the influence of mineral fertilizers on the growth of seedlings of Scots pine*). Zemljište i biljka 16(1/3): 71–77, Beograd.
- Komlenović, N., 1969: Utjecaj mineralnih hraniva na rast sadnica običnog bora (*Pinus sylvestris* L.). Rad. Šumar. inst. Jastrebar. 2 (17/26), Jug. institut za četinjače, Jastrebarsko.
- Komlenović, N., 1975: Istraživanje utjecaja dušika na uspijevanje biljaka obične smreke (*Picea abies* Karts.). (*Investigation of the influence of nitrogen on the thriving of Norway spruce plants*). Šumar. list (3/4): 85–101, Zagreb.
- Komlenović, N., 1993: Primjena gnojiva s produženim djelovanjem u proizvodnji šumskih sadnica. (*Application of slowly soluble fertilizers in production of forest seedlings*). Rad. Šumar. inst. Jastrebar. 27 (2): 95–104, Jastrebarsko.
- Komlenović, N., 1994: Utjecaj gnojiva "Osmocote plus" na uspijevanje biljaka crnog bora (*Pinus nigra* Arn.). (*The impact of "Osmocote Plus" fertilizers on growth of Austrian pine (Pinus nigra Arn.) plants*). Rad. Šumar. inst. Jastrebar. 29 (1): 103–109, Jastrebarsko.
- Komlenović, N., P. Rastovski, 1986: Utjecaj biogenih elemenata na uspijevanje tri vrste četinjača. (*Influence of Bioelements on the Growth of Three Coniferous Species*). Šumar. list (1/2): 5–14, Zagreb.
- Komlenović, N., P. Rastovski, 1988: Utjecaj kalcijevog karbonata na uspijevanje biljaka sedam vrsta drveća, Cetinje, VIII Kongres JDPZ, 202–204.
- Komlenović, N., P. Rastovski, Dj. Markoja, 1980: Rast biljaka crnog bora (*Pinus nigra* var. *austriaca* Asch. et Gr.) i brucijskog bora (*Pinus brutia* Ten.) prema upotrebljenim sjetvenim supstratima i mineralnim gnojivima. Šumar. list (11/12):461–470, Zagreb.
- Komlenović, N., J. Gračan, P. Rastovski, 1988: First investigation results of genetic specificity of *Quercus* genus mineral nutrition. Acta Bot. Croat. 47: 207–207, Zagreb
- Larsen J. Bo, 2007: The influence of light, lime, and NPK-fertilizer on photosynthesis, respiration, transpiration and water use efficiency of different beech provenances (*Fagus sylvatica* L.). U: Improvement and Silviculture of Beech Procee-



- dings from the 7th International Beech Symposium, IUFRO Research Group 1.10.00, 10–20 May 2004, Tehran, Iran
- Marigo, G., J. P. Peltier, 1996. Analysis of the diurnal change in osmotic potential in leaves of *Fraxinus excelsior* L. *Jornal of Experimental Botany*, Vol. 47, No. 299, 763–769.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 2003: Osnivanje šuma obične bukve. U: (Matić, S., Ur.) Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb.
- Mengel, K., E.A. Kirkby, 2001: Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Bern.
- Potočić, N. I. Seletković, 2001: Utjecaj vremena i metode gnojidbe na uspijevanje sadnica hrasta lužnjaka. *Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama (Znanstvena knjiga)* str 367–371, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb
- Potočić, N., I. Seletković, M. Čater, T. Čosić, M. Šango, M. Vedriš, 2009: Ekofiziološki odziv suncu izloženih sadnica obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) pri različitim razinama gnojidbe. *Šumarski list* 5–6: 280–289.
- Raitio, H., 1993: Chemical needle analysis as a diagnostic and monitoring method. In: Nilsson, L.O., R.F. Huettl & U.T. Johansson (eds.), *Nutrient Uptake and Cycling in Forest Ecosystems*: 197–202, Kluwer, Dordrecht.
- Seletković, I., 2006: Utjecaj gnojidbe dušikom, fosforom i kalijem na rast i razvoj sadnica hrasta lužnjaka (*Q. robur* L.). Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Seletković, I., N. Potočić, A. Jazbec, T. Čosić, T. Jakovljević, 2009: Utjecaj različitih sjetvenih supstrata i vrsta sporotopivih gnojiva na rast i fiziološke parametre sadnica obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u rasadniku i nakon presadnje. *Šumarski list* 9–10: 469–481.
- Stilinović, S. 1987: Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja, Univerzitet u Beogradu, 454 str., Beograd.
- Šijačić-Nikolić, M., D. Vilotić, G. Radošević, 2006: Uticaj kontrolisano razlagajućeg đubriva na morfo-anatomske karakteristike jednogodišnjih sadnica bukve.
- Tisdale, S., W. Nelson, 1975: Soil fertility and fertilizers. Macmillan Publishing Co., Inc. 694 pp., New York.
- Walker, R. F., C. D. Hunt, 1999: Growth and Nutrition of Containerized Singleleaf Pinyon Seedlings in Response to Controlled Release Fertilization. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 13: 123–132.
- WinRhizo <http://www.regentstruments.com/products/rhizo/Rhizo.html> (15/03/2011)

*SUMMARY: In this paper the results of two nursery experiments dealing with the influence of preparation for foliar application "Hungavit" on the growth and development of common beech and pedunculate oak bare-root seedlings are given. The experiments were set up as randomized blocks with three treatments and three repetitions. A generally positive influence of Hungavit on the development of seedlings was established. With beech, Hungavit had the greatest influence on the potassium, calcium and magnesium concentrations in leaves, biomass of leaves and stems and several important root properties, such as number of root tips.*

*The highest concentrations of nitrogen in beech leaves were present in B1 treatment (1% Hungavit). In oak leaves concentrations decrease with dose. Normal values in beech were reached only in B1, and in oak in all treatments. Phosphorus concentrations were highest in treatment 1 in both species, and all values correspond to normal range of values (Bergmann 1992 according to Fiedler and Hohne 1985). Potassium, calcium and magnesium concentrations increase with Hungavit dose (Table 2). The influence of Hungavit on height or radial increment of seedlings was not established.*

*Leaf and stem biomass of beech seedlings was increasing with dose, and for oak it was highest in H1 treatment. An increase of length, surface area, volume and number of root tips with dose was recorded for beech seedlings (Table 5).*

*With pedunculate oak, the influence of Hungavit is less pronounced: Hungavit application had a positive influence on the potassium, calcium and magnesium concentrations in leaves and biomass of leaves and stems.*

*Key words: Hungavit, pedunculate oak, common beech, nursery, nutritional status, biomass, root*