

UTJECAJ POBOLJŠIVAČA TLA „HERBAFERTIL“ NA USPIJEVANJE KINESKOG JAVORA (*Acer tataricum* L. ssp. *ginnala* Maxim.) U RASADNIČKOM POKUSU

THE INFLUENCE OF SOIL CONDITIONER „HERBAFERTIL“ ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF AMUR MAPLE (*Acer tataricum* L. ssp. *ginnala* Maxim.) IN A NURSERY TRIAL

Mladen OGNJENOVIĆ¹, Ivica ČEHULIĆ¹, Ante KALIGER⁴, Maja KRIŽANEC³, Anamarija LASLO²,
Ivan SELETKOVIĆ*¹, Nenad POTOČIĆ¹

SAŽETAK

Prilikom sadnje stabala u urbanom okruženju često postoji potreba za popravljanjem kvalitete tla, što se može postići primjenom mineralnih gnojiva (utjecaj na kemijska svojstva tla) ili poboljšivača tla (utjecaj na kemijska i fizikalna svojstva tla). Kineski javor (*Acer tataricum* L. ssp. *ginnala* Maxim.) je listopadni grm ili niže stablo zanimljivo za uporabu u hortikulturi zbog atraktivne boje lišća, otpornosti na sušu i patogene, te dobrog podnošenja onečišćenja. Istraživanje je provedeno radi testiranja utjecaja poboljšivača tla „Herbafertil“ na prirast i stanje ishrane sadnica kineskog javora u usporedbi s klasičnom gnojidbom kompleksnim mineralnim gnojivom u poljskom pokusu. Pokus je postavljen kao slučajni blok dizajn s tri tretiranja i četiri ponavljanja. Najveći postotak visinskog prirasta ostvaren je kod tretiranja Herbafertilom, a najveća vrijednost postotka debljinskog prirasta utvrđena je u tretiranju Yara Mila Complex gnojivom. U oba ta tretiranja postignute su adekvatne koncentracije dušika u biljnom materijalu, ali uz neravnotežu prema ostalim biogenim elementima, što posebice vrijedi za tretiranje Herbafertilom.

KLJUČNE RIJEČI: poboljšivač tla, stanje ishrane, postotak prirasta, gnojidba, YaraMila Complex

UVOD INTRODUCTION

Stabla kao hortikulturni element u urbanom okruženju zahtijevaju posebnu brigu, pri čemu je potrebno osigurati kompromis između potreba stabala i zahtijeva pri gradnji. U praksi, zbog sigurnosnih i ekonomskih razloga zdravstveno

stanje stabala često je stavljeno u drugi plan (Munson, 2001). Zbog toga, unatoč genetskom potencijalu da rastu desetljećima u svom prirodnom okruženju, prosječni životni vijek stabala posađenih u urbanom okruženju rijetko prelazi 10 godina (Foster and Blaine, 1977; Gilbertson and Bradshaw, 1990; Nowak et al., 1990). Građevine zahtijevaju kompaktno

¹ Mladen Ognjenović, mag. ing. silv, e-mail: mladeno@sumins.hr; dr. sc. Ivan Seletković, e-mail: ivans@sumins.hr; Ivica Čehulić, dipl. ing. šum., e-mail: ivicac@sumins.hr; dr. sc. Nenad Potočić, e-mail: nenadp@sumins.hr, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, HR – 10450 Jastrebarsko

² Anamarija Laslo, mag.ing.silv, e-mail: anamarija.laslo@gmail.com, Sachova ulica 6, HR – 10000 Zagreb

³ Maja Križanec, mag.ing.silv., e-mail: mkrižanec19@gmail.com, Većeslava Kolara 23a, HR – 10430 Samobor

⁴ Ante Kaliger, mag. ing. silv, e-mail: thekala1992@gmail.com

*Autor za korespondenciju (corresponding author): Ivan Seletković, e-mail: ivans@sumins.hr

tlo kako bi im bila osigurana stabilnost, dok stabla, upravo suprotno, zahtijevaju rahlo tlo koje osigurava povoljne uvjete za uspijevanje biljaka. Stoga se sve češće za popravak strukture, ali i toplinskih svojstava, adsorpcijskog kapaciteta za katione te vodozračnih odnosa, primjenjuju poboljšivači tla – prirodni ili umjetni materijali koji unošenjem u tlo popravljaju fizikalna i kemijska svojstva tla.

Stanje ishrane biljaka je jedan od najvažnijih čimbenika kakvoće biljaka jer utječe na njihov rast, zalihe hraniva i otpornost na biotičke i abiotičke utjecaje (Landis, 1985). Nedostatak hraniva općenito se smatra glavnim čimbenikom koji ograničava rast. Osnovni zakoni biljne ishrane vrijede za sve biljke, a dobar i zdrav rast možemo postići samo ako su svi činitelji rasta dovoljno prisutni i nalaze se u pravilnom odnosu (Baule i Fricker, 1971). Stanje ishrane biljke odražava stupanj u kojem je rezerva hraniva u tlu sposobna odgovoriti zahtjevima biljaka za ishranom u određenim uvjetima. Koncentracije elemenata i njihovi odnosi u lišću omogućuju 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).

Stabla u urbanim uvjetima često su posađena u hranivima siromašna, zbijena, plitka ili građevinskim otpadom onečišćena tla, te iz tog razloga zahtijevaju gnojidbu, pogotovo prilikom sadnje. Primjena anorganskih gnojiva poboljšava zdravlje i vitalitet stabala (Rao et al. 2003; Smith 2003), kao i rast izbojaka (Ferrini et al. 2005). Gnojidba može ubrzati nadzemni i podzemni rast biljaka, mijenjati sadržaj hraniva u tkivima, a time i iznos raspoloživih rezervi, poboljšati zakorijenjivanje nakon presađnje i sposobnost rasta, te povećati otpornost na vodni stres, niske temperature i bolesti (Landis, 1985; van den Driessche, 1991, 1992; Timmer i Aidelbaum, 1996; Haase i Rose, 1997; Shaw i dr. 1998; Malik i Timmer, 1998; Grossnickle, 2000, Potočić i Seletković 2001, Potočić i dr. 2009, Seletković i dr. 2009, Seletković, Potočić i Šango 2011, Seletković i dr. 2011). Osnovni problem kod primjene klasičnih mineralnih gnojiva je laka topivost, što može dovesti do pojave toksičnih koncentracija nekih iona u supstratu (Komlenović 1995), kao i gubitaka uslijed ispiranja hraniva u površinske i podzemne vode, što rezultira onečišćenjem okoliša. Stoga se u nekoliko posljednjih desetljeća povećava uporaba sporotopivih gno-

jiva (Potočić i Seletković 2001, Potočić i dr. 2009, Seletković i dr. 2009, Seletković i dr. 2011, Buates i dr., 2014).

Prema navodima proizvođača (Herbafarm magnolija d.o.o.), Herbafertil (HF) je poboljšivač tla koji omogućuje kvalitetnu i dugotrajnu prihranu te poboljšava opskrbu biljaka vodom uz istovremeno poboljšanje vodozračnih odnosa. Također, proizvođač navodi kako je Herbafertil ekološki prihvatljiv, jer smanjuje otpuštanje hraniva u dublje slojeve tla i podzemne vode.

Kineski javor (*Acer tataricum* L. ssp. *ginnala* Maxim.) je listopadni grm ili niže stablo čije je prirodno područje rasprostranjenja sjeveroistočna Azija (Sjeverna i Južna Koreja, Mongolija, Japan). Unatoč zanimljivosti ove vrste i čestom korištenju u hortikulturi zbog atraktivne boje lišća, otpornosti na sušu i patogene, te dobrog podnošenja onečišćenja, istraživanja ekofiziologije kineskog javora su dosta rijetka. U istraživanju različitih vodnih režima na sadnice utvrđena je otpornost kineskog javora na sušu (Raček 2009). U uvjetima povećane vlažnosti može doći do pojave mrlja na lišću koje uzrokuje *Cristulariella depraedans* (Cho i dr. 2016). Kineski javor nije osjetljiv na zaslanjenje tla, što je čest problem urbanih područja (Marosz 2009).

S obzirom da nemamo spoznaja o prethodnim istraživanjima utjecaja gnojidbe na uspijevanje kineskog javora, u ovom istraživanju željeli smo utvrditi utjecaj poboljšivača tla „Herbafertil“ na prirast i stanje ishrane sadnica Kineskog javora u usporedbi s klasičnom gnojidbom kompleksnim mineralnim gnojivom.

MATERIJALI I METODE MATERIALS AND METHODS

Karakteristike tla, poboljšivača tla i gnojiva – *Soil, soil conditioner and fertilizer properties*

Tlo na kojem je zasnovan pokus je pseudoglej slabo kisele reakcije, osrednje opskrbljen lako pristupačnim fosforom i kalijem, a bogat dušikom i dosta humozan u površinskom sloju, dok je u sloju dubine 30–60 cm opskrbljenost tla hranivima slaba (Tablica 1).

Po kemijskom sastavu sredstvo Herbafertil nalazi se između supstrata i gnojiva, te ga prema rezultatima analize možemo klasificirati kao poboljšivač tla (Tablica 2). S obzirom da

Tablica 1. Kemijska svojstva tla.

Table 1 Chemical soil properties

Dubina tla	pH	mg/100g tla			N	Humus	C	C/N	CaCO ₃
Soil depth	pH	mg/100g of soil			N	Humus	C	C/N	CaCO ₃
Cm	H ₂ O	1M KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	%	%	%	%	%
0-30	6,91	5,69	11,46	15	0,21	3,07	1,78	8,48	-
30-60	7,15	5,6	1,73	9,57	0,05	1,02	0,59	11,8	0,32

Tablica 2. Kemijska svojstva poboljšivača tla Herbaferetil.

Table 2 Chemical properties of soil conditioner „Herbaferetil“

pH		mg/ 100g		N
pH		mg/100g		N
H ₂ O	1M KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	%
6,46	6,34	930,6	1415	1,75

djelovanje bilo kojeg preparata ne ovisi samo o koncentraciji aktivne tvari, već i o dozi, proizvođač preporučuje prilagoditi broj u tlo ugrađenih vrećica Herbaferetila veličini biljke. Poboljšivač je pakiran u jutenu vrećicu valjkastog oblika, 35 cm duljine, promjera 14 cm, neto mase oko 3200 g (ovisno o stupnju vlažnosti), a prosječna masa suhe tvari iznosi 2000 g.

YARA MILA™ COMPLEX 12-11-18 (YM) je granulirano kompleksno mineralno gnojivo s mikroelementima koje prema navodima proizvođača (Yara, <http://yara.com/about/>) ima sljedeći sastav: ukupni dušik 12,0%, ukupni P₂O₅ 11,0%, ukupni K₂O 18,0%, sumpor 8,0%, ukupni MgO 2,7%, uz dodatak bora, željeza, mangana i cinka.

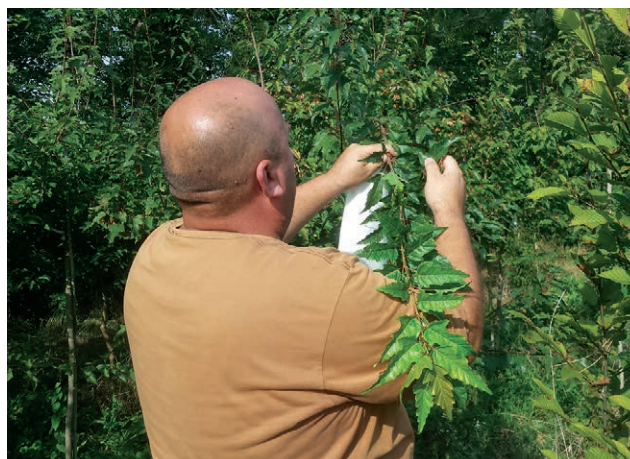
Shema pokusa i tretiranja – *Field trial design and treatments*

Gnojidbeni pokus postavljen je u rasadniku Hrvatskog šumarskog instituta krajem 2014. godine, kao slučajni blok dizajn s tri tretiranja i četiri ponavljanja, s ukupno 120 biljaka obuhvaćenih pokusom (svako tretiranje sastojalo se od 40 biljaka raspoređenih u četiri ponavljanja, 10 biljaka po ponavljanju). Tretiranja su bila sljedeća: KON-kontrola (bez gnojidbe), YM – YaraMila Complex NPK (Mg), (S) 12-11-18 (2,7), (20) (doza 100 grama po biljci), HF- Herbaferetil



Slika 1. Bušenje rupa za primjenu Herbaferetila u poljskom pokusu (Izvor: <http://www.herbaferetil.hr/hrvatski-sumarski-institut-jastrebarsko-ugradnja-herbaferetila-k7>)

Figure 1 Drilling holes for Herbaferetil application in the field trial (<http://www.herbaferetil.hr/hrvatski-sumarski-institut-jastrebarsko-ugradnja-herbaferetila-k7>)



Slika 2. Uzorkovanje biljnog materijala

Figure 2 Sampling of foliage

(dvije vrećice po sadnici). YaraMila gnojivo je primijenjeno površinski u količini 100 g u radijusu od 50 cm oko svake biljke, to jest svaka biljka je pognojena s 12 g ukupnog dušika, 11 g P₂O₅ i 18 g K₂O. Herbaferetil je primjenjivan na način da su motornim svrdlom na 2/3 radijusa krošnje napravljene dvije nasuprotne rupe promjera 15 cm i dubine 40 cm, u njih postavljen Herbaferetil, te je rupa zatrpana tlom. Svakoj biljci u tretiranju HF na taj je način dodano 70 g ukupnog dušika, 37,2 g P₂O₅ i 56,6 g K₂O.

Uzorkovanja i izmjere – *Sampling and measurements*

Listovi biljaka za kemijske analize uzorkovani su tako da je u prvom tjednu rujna 2015. godine prikupljeno po pet potpuno razvijenih listova s postranih grana u gornjoj trećini krošnje svake biljke u pokusu, te su uzorci objedinjeni u kompozitne uzorke za svako tretiranje i ponavljanje.

Izmjere stabala obavljene su na svim stablima u pokusu, na početku i na kraju pokusa (proljeće i jesen 2015. godine). Visine stabala mjerene su pomoću mjerne letve na točnost od 1 cm, pri čemu je mjerena visina vrha najviše grane u krošnji. Promjer stabala mjereno je pomoću digitalne promjerke, pri čemu su se mjerila dva unakrsna promjera na točnost od 1 mm na visini 50 cm od tla. Na osnovi ta dva promjera izračunat je srednji promjer za svako stablo. U analizi su korišteni podaci o postotnom debljinskom i visinskom prirastu, a ne apsolutne vrijednosti prirasta, budući da su za pokus korištene biljke koje su posađene ranije, te su naknadno podvrgnute tretiranjima.

Tlo je uzorkovano na početku pokusa, prije primjene gnojiva i poboljšivača tla, pomoću Holandskog svrdla, kao kompozitni uzorak s dubina 0 do 30 i 30-60 cm.

Kemijske analize – *Chemical analyses*

Uzorci biljnog materijala su sušeni na 105°C do konstantne mase te izvagani na vagi točnosti 0,01 gram, a masa

preračunata na bazi 100 listova. U usitnjenim uzorcima određen je ukupni dušik na elementarnom analizatoru Leco CNS 2000 (LECO corporation USA: Organic application note form No. 203 –821 –172, Carbon, Nitrogen and Sulphur in Plant Tissue, 2000. i Leco corporation USA: CNS-2000 Instruction Manual, St. Joseph, 2002.). Za analize ostalih biogenih elemenata usitnjeni uzorci su pripremljeni u mikrovalnoj ETHOS ONE (Milestone) te su u uzorcima određeni: fosfor kolorimetrijski na UV/VIS spektrofotometru, a kalij, kalcij i magnezij izravno iz filtrata na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru PE AAS 3110, u skladu s metodama preporučenim u ICP Forests Manual Part XII (Rautio i dr. 2016).

Uzorci tla i Herbafertila obrađeni su prema sljedećim metodama: priprema uzorka za analizu makroelemenata (Cools i De Vos 2016), određivanje pH u H₂O i n-KCl (ISO 10390, 1995: Soil Quality – Determination of pH), određivanje ukupnog dušika na CNS 2000 (ISO 13878, 1995: Soil Quality – Determination of total nitrogen content by dry combustion (“elemental analysis”), te određivanje lako pristupačnog P₂O₅ i K₂O (Škorić 1982).

Analize uzoraka rađene su u Laboratoriju za fizikalno-kemijska ispitivanja Hrvatskog šumarskog instituta u Jastrebarskom.

Analiza podataka – Data analyses

S ciljem ispitivanja statistički značajnih razlika između tretiranja provedena je jednostruka analiza varijance uz zadanu razinu značajnosti $\alpha=95\%$. Shapiro-Wilk i Levene-ovim testom potvrđeno je da gotovo svi podaci zadovoljavaju pretpostavke za provođenje analize varijance. Za analizu podataka koji nisu zadovoljili pretpostavku homogenosti varijance korišten je Welch-ov test. Nakon utvrđivanja značajne razlike proveden je Tukey HSD post-hoc test, odnosno Games-Howell test, kako bismo ispitali razlike između pojedinih tretmana.

Statistička obrada podataka i analiza provedena je u R verziji 3.3.2. (R Core Team, 2016). Deskriptivna statistika izračunata je paketom ‘psych’ (Revelle, 2017), Levene-ov test proveden je pomoću paketa ‘car’ (Fox i Weisberg, 2011), a Games-Howell test pomoću paketa ‘userfriendlyscience’ (Peters, 2017). Paket ‘stats’ korišten je za Shapiro-Wilk test, Welch-ov test te za analizu varijance (R Core Team, 2016). Za izradu grafikona korišten je paket ‘lattice’ (Sarkar, 2008).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA RESULTS AND DISCUSSION

Usvojena praksa interpretacije rezultata analiza biljnog materijala zasniva se na usporedbi koncentracija s graničnim vrijednostima (Raitio, 1993). Kako u postojećoj literaturi nisu dostupne granične vrijednosti za kineski javor, rezul-

Tablica 3. Granične vrijednosti adekvatne opskrbljenosti nekim biogenim elementima za klen (Van den Burg, 1990).

Table 3 Limit values of adequate concentrations of several mineral nutrients in leaves of *Acer campestre* (Van den Burg, 1990)

Element	Koncentracija (mg/g)
Element	Concentration (mg/g)
N	17 - 22
P	1,4 - 1,6
K	8 - 14
Ca	7,5 - 9,5
Mg	1,2 - 2,2

tate analiza biljnog materijala dajemo u usporedbi s koncentracijama dušika (N), fosfora (P), kalija (K), kalcija (Ca) i magnezija (Mg) u lišću klena (*Acer campestre* L.) (Van den Burg, 1990), (Tablica 3.).

Iz vrijednosti u Tablici 3 proizlaze preračunati adekvatni odnosi: N/P = 10,6 - 15,7, N/Ca = 1,7 - 3,5, N/K = 1,2 - 2,8, te N/Mg = 7,7 - 18,3.

Rezultati Welch-ove analize varijance pokazali su značajne razlike između pojedinih tretiranja (Tablica 4.). Najveća prosječna koncentracija dušika utvrđena je u tretiranju HF te se ona, po rezultatima Games-Howell testa, značajno razlikuje od tretiranja YM, dok je kod kontrole utvrđena prosječno najmanja koncentracija N koja se statistički ne razlikuje od ostalih tretiranja (Slika 1.). Međutim, ukupno usvojene količine dušika (sadržaj N) najveće su kod tretiranja HF i značajno se razlikuju od ostalih tretiranja (Slika 2.). Utvrđene su adekvatne koncentracije dušika u tretiranjima HF i YM, dok je u kontroli koncentracija dušika niža od adekvatne prema Van den Burg (1990) (Tablica 3.). Visoke vrijednosti koncentracije N u lišću biljaka u tretiranju HF su očekivane s obzirom na veliku količinu N u primijenjenom poboljšivaču tla. Dušik je od svih dodanih hraniva najviše utjecao na kemijski sastav lišća: odnosi dušika s ostalim elementima (P, K, Ca, Mg) prate količine dušika dodanog određenim tretiranjem, pa tako najviše odnose dušika i ostalih elemenata nalazimo u tretiranju HF, a najniže u kontrolnom tretiranju. Ti se odnosi za sve elemente, osim za fosfor, nalaze u rasponu povoljnog omjera (Tablica 5.).

Analizom varijance utvrđena je značajna razlika u koncentraciji P između tretiranja (Tablica 4.), međutim koncentracije u lišću ne prate ukupnu količinu fosfora dodanu različitim tretiranjima (Slika 1). Naprotiv, post-hoc test pokazao je kako biljke u tretiranju HF imaju značajno niže koncentracije P od ostalih tretiranja koja se međusobno statistički ne razlikuju. Pri tome treba uzeti u obzir kako su čak i koncentracije fosfora u tretiranju HF znatno iznad literaturnih adekvatnih vrijednosti (1,4-1,6 mg/g). Smatramo

Tablica 4. Rezultati analize varijance i post-hoc testa za sve analizirane varijable. Vrijednosti u zagradama statistički se značajno razlikuju. Za rezultate pod * korišten je Welch-ov test za analizu varijance te Games-Howell post hoc test.

Table 4 The results of variance analysis and post-hoc test for for all analysed variables. Values in brackets are significantly different. Results under * were obtained by the use of Welch test for variance analysis and Games-Howell post hoc test.

Varijable Variables	Stupnjevi slobode df	F vrijednost F value	p p	Post-hoc Post-hoc
Dušik - koncentracija * Nitrogen - concentration*	2	11,221	0,0153	(YM,HF)
Dušik - sadržaj Nitrogen - content	2	5,447	0,0282	(KON,HF) (YM,HF)
Fosfor - koncentracija Phosphorus - concentration	2	48,208	1,55E-05	(KON,HF) (YM,HF)
Fosfor - sadržaj * Phosphorus- content*	2	44,962	9,12E-04	(YM,HF)
Kalij - koncentracija Potassium - concentration	2	3,900	0,0603	(KON,HF) (YM,HF) (KON,YM)
Kalij - sadržaj * Potassium - content *	2	0,079	0,9257	(KON,HF) (YM,HF) (KON,YM)
Kalcij - koncentracija Calcium - concentration	2	18,012	0,0007	(KON,HF) (YM,HF)
Kalcij - sadržaj Calcium - content	2	4,419	0,0460	(YM,HF)
Magnezij - koncentracija Magnesium - concentration	2	17,943	0,0007	(KON,HF) (YM,HF)
Magnezij - sadržaj * Magnesium - content *	2	13,164	0,0130	(KON,HF)
Masa suhog uzorka Unit dry weight	2	0,963	0,4179	(KON,HF) (YM,HF) (KON,YM)
Postotak visinskog prirasta Percentage of height increment	2	14,296	2,92E-06	(KON,HF) (KON,YM)
Postotak debljinskog prirasta Percentage of diameter increment	2	11,704	2,40E-05	(KON,HF) (KON,YM)

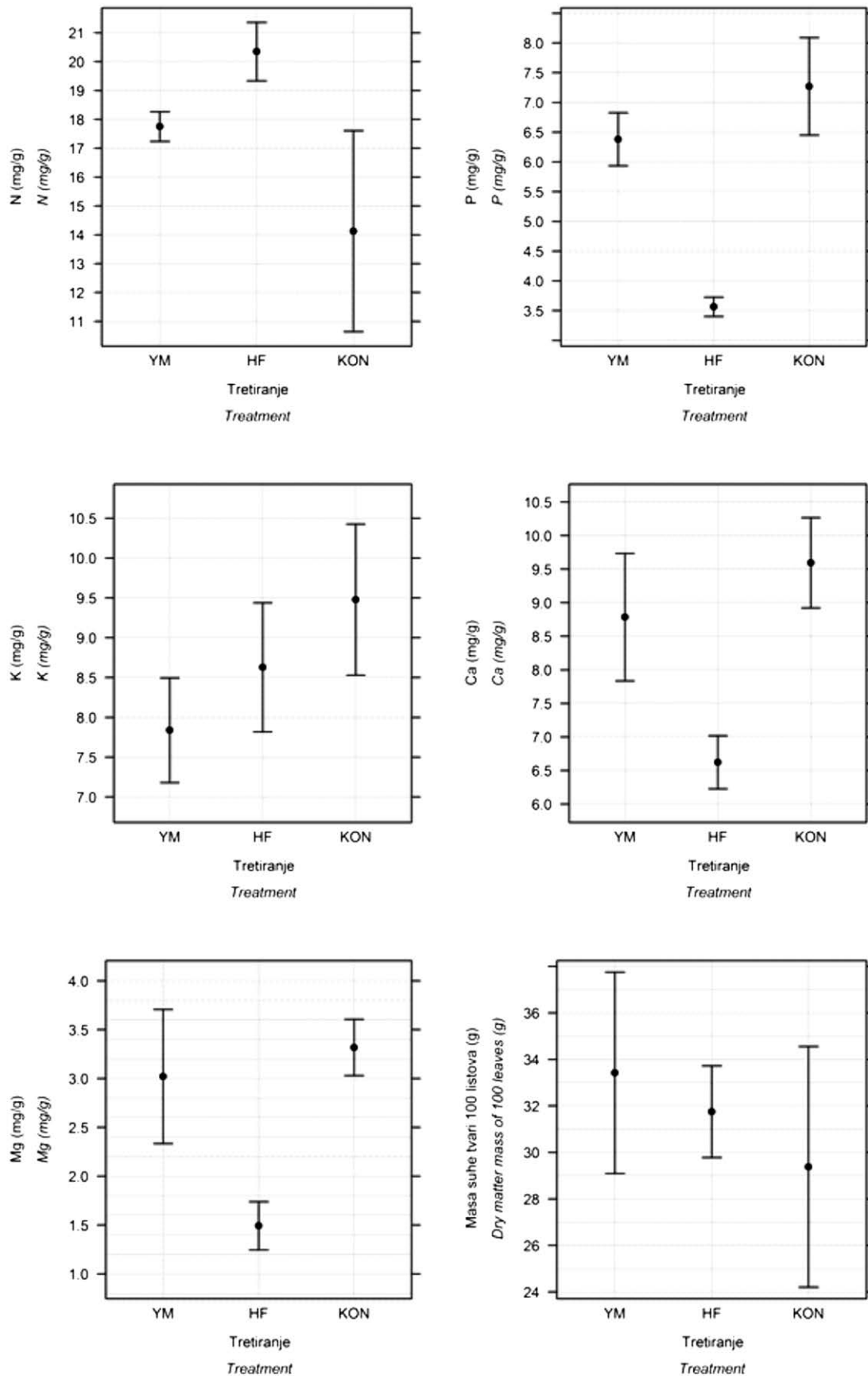
kako te literaturne vrijednosti ne odgovaraju za kineski javor. Naime, u tretiranju HF dobivene su najviše koncentracije dušika i istovremeno najniže koncentracije fosfora, što odgovara utvrđenim mehanizmima koji reguliraju odnos N:P u lišću. Visoke koncentracije dušika u tlu mogu smanjiti koncentracije fosfora u lišću zbog intenzivnog rasta lišća ili pak uslijed smanjenog rasta korijena uzrokova-

nog prekomjernom dostupnosti dušika i negativnim utjecajem dušika na rast mikoriza (Penuelas i dr. 2012., Nilsson i Wallander 2003., Kjølner i dr. 2012), što igra vrlo važnu ulogu u usvajanju fosfora (Wallander, 2000). Međutim, prosječni odnos N:P u tretiranju HF (5,72) izuzetno je nizak, a za ostala tretiranja još niži, što upućuje na prekomjernu opskrbljenost biljaka fosforom. U pokusu Tessiera i

Tablica 5. Odnosi dušika s fosforom, kalijem, kalcijem i magnezijem u lišću *Acer tataricum* ssp. *ginnala* pod utjecajem različitih tretiranja.

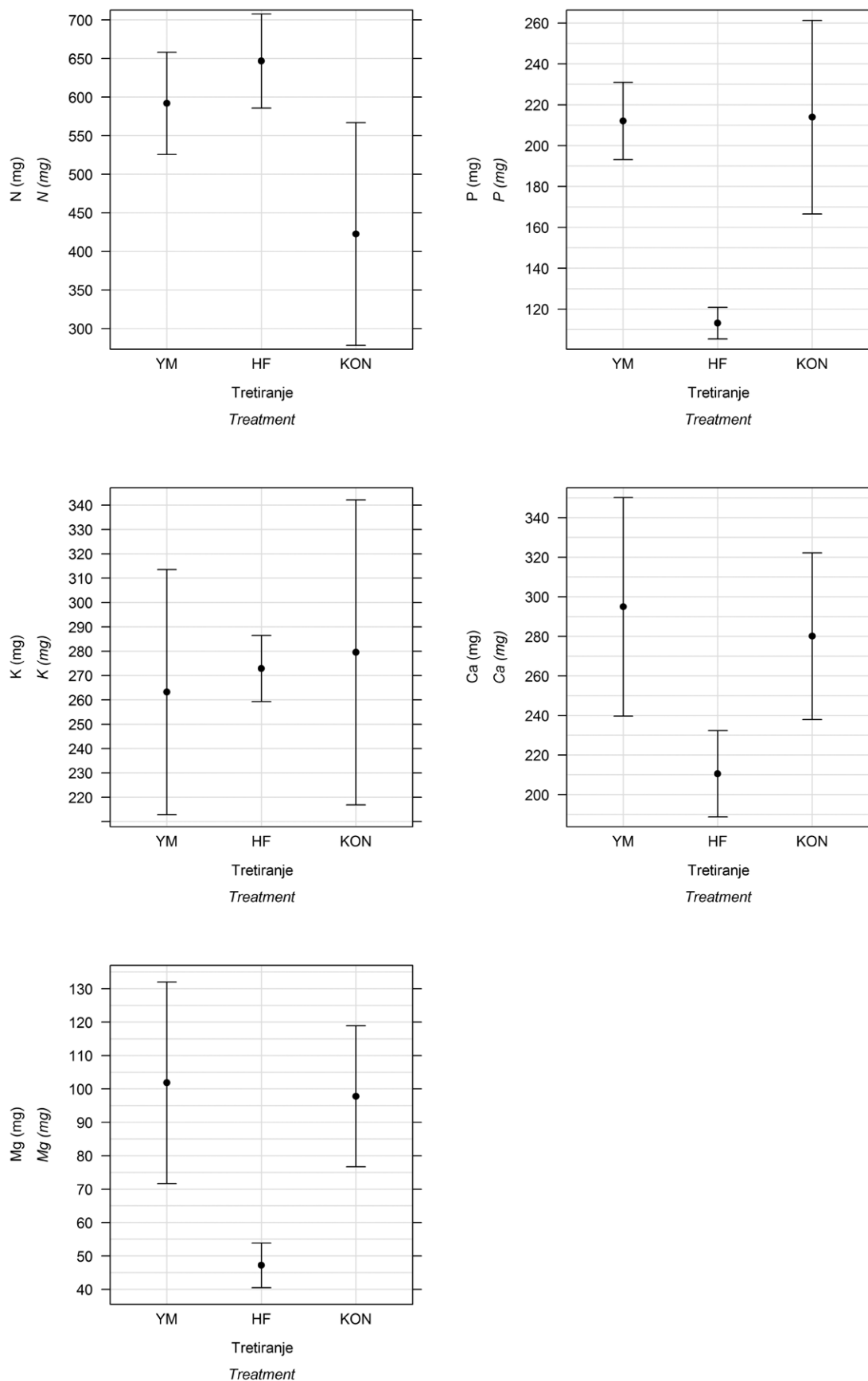
Table 5 Nitrogen ratio to phosphorus, potassium, calcium and magnesium in leaves of *Acer tataricum* ssp. *ginnala* under various treatments

Tretiranje Treatment	Odnos Ratio			
	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg
HF	5,7	2,4	3,1	13,7
YM	2,8	2,3	2	5,9
KON	1,9	1,5	1,5	4,3
Raspon adekvatnih vrijednosti Limit value range	10,6-15,7	1,2-2,8	1,7-3,5	7,7-18,3



Slika 3. Koncentracije hraniva (mg/g suhe tvari) u lišću i masa suhe tvari 100 listova *Acer tataricum* ssp. *ginnala* prema tretiranju. Okomiti stupci predstavljaju 0,95 interval pouzdanosti.

Figure 3 Nutrient concentration (mg/g DW) in leaves and dry mass of 100 leaves of *Acer tataricum* ssp. *ginnala*, by treatment. Vertical bars represent 0,95 confidence intervals



Slika 4. Sadržaj hraniva (mg suhe tvari) u lišću *Acer tataricum* ssp. *ginnala* prema tretiranju. Okomiti stupci predstavljaju 0,95 interval pouzdanosti.

Figure 4 Nutrient content (mg DW) in *Acer tataricum* ssp. *ginnala* leaves by treatment. Vertical bars represent 0,95 confidence intervals.

Raynala (2003) potvrđeno je kako se koncentracije fosfora u biljnom materijalu povećavaju gnojidbom biljaka kod kojih je fosfor bio u nedostatku. Možemo pretpostaviti kako biljke i prije uspostavljanja pokusa nisu oskudjevale fosforom, što je vidljivo iz visokih koncentracija fosfora u lišću biljaka iz kontrolnog tretiranja, kao i nepostojanja odziva koncentracija i sadržaja fosfora u lišću biljaka iz gnojidbenih tretiranja na gnojidbu. Biljke su razvile dvije strategije za usvajanje fosfora i njegovo korištenje u okolišu siromašnom fosforom: 1) strategije usmjerene prema niskoj potrošnji i 2) strategije koje povećavaju unos fosfora (Lajtha i Harrison, 1995; Horst i dr. 2001; Vance, 2001). Proces koji dovode do efikasnijeg usvajanja P uključuju povećano otpuštanje fosfataza i organskih kiselina, povećanu duljinu korijena uz modificiranu korjensku arhitekturu, povećanje površine korijena kroz povećanu proizvodnju korjenovih dlačica, te povećanu ekspresiju P_i transportera (Marschner i dr., 1986; Duff i dr. 1994; Schachtman i dr., 1998; Gilroy i Jones, 2000; Lynch i Brown, 2001), a najčešća evolucijska adaptacija kopnenih biljaka za usvajanje P je kroz mikorizne simbioze (Vance i dr. 2003). Ovakav rezultat nalaže potrebu dodatnih istraživanja ishrane Kineskog javora, pogotovo s obzirom na generalni trend smanjenja opskrbljenosti šumskih vrsta drveća fosforom (Talkner i dr. 2015, Jonard i dr. 2014).

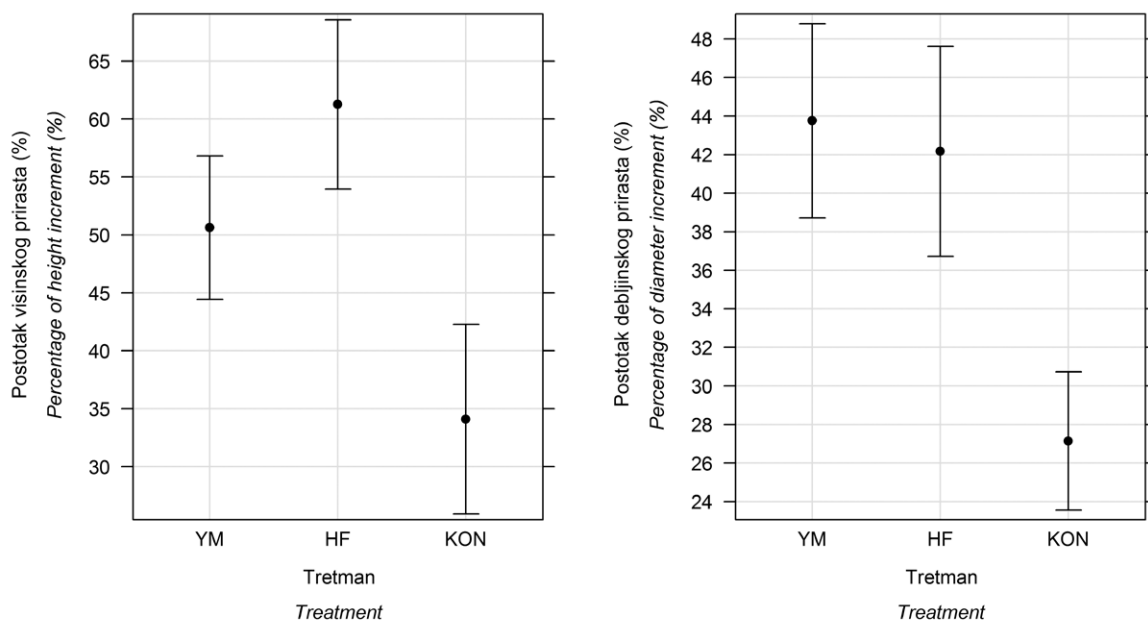
Rezultati analize varijance za kalij nisu pokazali značajne razlike između tretiranja ($F = 3.8998$, $p = 0.06029$). Koncentracija kalija najviša je u kontroli, a najniža u tretiranju YM, gdje se prosječna vrijednost nalazi u području nedovoljne opskrbljenosti. Unatoč očiglednom utjecaju dušika na usvajanje kalija (Slika 1.), dodavanje većih količina kalija

u tretiranju HF u odnosu na tretiranje YM ipak je osiguralo zadovoljavajuće koncentracije kalija u lišću biljaka.

Za koncentracije kalcija utvrdili smo kako postoji statistički značajna razlika između tretiranja (Tablica 4.), dok takva razlika nije utvrđena za sadržaj Ca. Kao i kod fosfora, post-hoc test pokazao je da lišće kineskog javora u tretiranju HF ima značajno niže koncentracije Ca od ostalih tretiranja koja se međusobno statistički ne razlikuju. Za kontrolno tretiranje i tretiranje YaraMila gnojivom koncentracije u su u okviru adekvatnih vrijednosti, dok su u tretiranju Herbaferilom u području nedovoljne opskrbljenosti. U istraživanjima ishrane drveća odnosu dušika i kalcija se do sada nije poklanjala veća pozornost. Potočić (2006) je utvrdio utjecaj tog odnosa na volumni prirast različitih vrsta i klonova topole (*Populus* spp.), pri čemu je pad postotka prirasta utvrđen iznad granice od 1,5 do 2,8 (u ovisnosti o vrsti i klonu). Odnos N/Ca u tretiranju HF u iznosu od 3,1, međutim, kod kineskog javora nije doveo do pada postotka prirasta.

Koncentracije magnezija u lišću biljaka najviše su u kontrolnom tretiranju, a najniže u tretiranju Herbaferilom. Kao i kod P i Ca, post-hoc test je pokazao da HF ima značajno nižu koncentraciju Mg od ostalih tretiranja koja se međusobno statistički ne razlikuju. Optimalne vrijednosti magnezija u lišću kineskog javora tretiranoga gnojivom YM posljedica su činjenice da je magnezij prisutan u značajnoj količini u sastavu toga gnojiva, za razliku od HF.

Provedenom jednostrukom analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika između tretiranja za visinski i debljinski postotak prirasta (Tablica 4.). Najveći postotak



Slika 5. Postotak visinskog i debljinskog prirasta prema različitim tretiranjima. Okomiti stupci predstavljaju 0,95 interval pouzdanosti.
Figure 5 Percentage of height and radial increment under various treatments. Vertical bars represent 0,95 confidence intervals

visinskog prirasta ostvaren je u tretiranju HF, a najniži u kontroli. Tukey HSD testom utvrđeno je da se tretiranje KON, koje ima najmanji postotak visinskog prirasta, značajno razlikuje od tretiranja HF i YM koja se međusobno ne razlikuju. Kod postotka debljinskog prirasta najveća je vrijednost utvrđena u tretiranju YM (Slika 3.) Kao i kod visinskog prirasta, post-hoc testom je utvrđeno da se tretiranje KON, koja ima najmanji postotak debljinskog prirasta, značajno razlikuje od ostalih tretiranja koja se međusobno ne razlikuju.

Budući da biljke zahtijevaju velike količine dušika, u odnosu na druge mineralne elemente, nedostatak dušika predstavlja ograničavajući faktor za rast biljaka (Coruzzi i Bush, 2001; Coruzzi, 2003; Miller *et al.*, 2007; Schachtman and Shin, 2007; Krouk *et al.*, 2010), te smo očekivano u kontrolnom tretiranju zabilježili najmanji prirast. Usporedbom postotka visinskog prirasta (Slika 3.) i koncentracija dušika u lišću (Slika 1.), vidimo da su najveće vrijednosti postotka visinskog prirasta ostvarene u tretiranju HF, gdje je također utvrđena najveća koncentracija dušika, a sličan odnos vrijedi i za ostala dva tretiranja, iako u svim slučajevima ne postoje značajne razlike. Međutim, kod debljinskog prirasta tretiranje HF nije polučilo najbolji rezultat. Učinci gnojidbe dušikom, koji utječu na status hraniva i morfologiju biljaka na različite načine, dobro su istraženi (e.g. Moorby and Besford, 1983; Newton, 1991): obično gnojidba dušikom potiče u najvećoj mjeri visinski prirast, što je u skladu s rezultatima našeg istraživanja (Slika 3.).

Dodavanjem visokih doza dušika može se smanjiti visinski prirast zbog posljedičnog nedostatka kalija u biljkama (Baule i Fricker 1971). Poznato je kako kalij u biljkama aktivira enzimatske reakcije, sudjeluje pri sintezi proteina i fotosintezi, pa iako sam nema gradivnu ulogu, utječe na stvaranje biomase. Potočić (2006) je utvrdio da odnos N/K iznad 2,0 utječe na smanjenje prirasta kod *Populus deltoides* Marsh. klon 'S 6-36', a Harrington, Radwan i DeBell (1997) pozitivan utjecaj koncentracija K u lišću na visinski prirast *P. deltoides* x *P. trichocarpa*. Nedostatak kalija izaziva smanjenje rasta biljaka, smanjenu otpornost na patogene, sušu i mraz (Tisdale i Nelson 1975, Bergmann 1992, Marschner 2002, Diminić, Potočić i Seletković 2012) tako da poremećeni odnos dušika i kalija može imati i druge negativne posljedice osim pada prirasta. Međutim, iako je primjena gnojiva i poboljšivača tla u našem pokusu utjecala na smanjenje koncentracija K u lišću, nismo primijetili nepovoljan utjecaj nedostatka K na prirast.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Tretiranjima poboljšivačem tla Herbafermil i gnojivom YaraMila Complex postignute su adekvatne koncentracije dušika u biljnom materijalu, ali uz neravnotežu prema ostalim

biogenim elementima, što pogotovo vrijedi za tretiranje Herbafermilom (osim u slučaju kalija).. Za razliku od nekih drugih poboljšivača tla, na primjer Hungavita (Seletković, Potočić i Šango 2011), koji se oslanja na djelovanje bioaktivnih spojeva, Herbafermil je u osnovi supstrat obogaćen mineralnim gnojivom produženog djelovanja. Stoga možemo reći da se Herbafermil ponaša više kao gnojivo nego kao poboljšivač tla, što je u vezi ne samo sa sastavom, nego i s velikom od proizvođača preporučenom količinom HF. Svakako prednost Herbafermila u odnosu na klasično mineralno gnojivo je u tome što se može primijeniti nakon sadnje, pri čemu ima učinak i na dublje slojeve tla. Preporuka proizvođaču bi bila da smanji količine dušičnog gnojiva dodanog supstratu kako bi se smanjilo luksuzno usvajanje i neracionalno trošenje dušika, te moguće ispiranje iz zone rizosfere u pjeskovitim tlima. U isto vrijeme zadržala bi se mogućnost korištenja dvije, tri ili (kod većih stabala) četiri doze Herbafermila po stablu radi ostvarivanja poboljšanja disanja korijena u zbijenim tlima, što je česta potreba u urbanim uvjetima.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Autori se zahvaljuju gospodinu Maksu Udovu, dipl. ing. šum., i poduzeću Herbafermil magnolija d.o.o., proizvođaču poboljšivača tla „Herbafermil“, na ustupljenom materijalu i pomoći pri osnivanju pokusa.

LITERATURA REFERENCES

- Baule, H., C. Fricker, 1971: Đubrenje šumskog drveća, Jugoslavenski poljoprivredno šumarski centar, Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu br. 78.
- Bergmann, W., 1992: Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis, Gustav Fischer Verlag, 741 str., Jena
- Buates, J., P. Chawakitchareon, R. Anuwattana, 2014: The effect of pH in the tap water on nutrient release from slow release fertilizers, *Advanced Materials Research*, 931-932: 754-757, Switzerland
- Cho, S.E., J.H. Park, Y.J. Choi, S.H. Lee, C.K. Lee, H.D. Shin, 2016: Occurrence of leaf spot caused by *Cristulariella depraedans* on *Acer ginnala*, *Forest Pathology*: 1-4.
- Cools, N., B. De Vos, 2016: Part X: Sampling and Analysis of Soil. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 115 p. [<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>]
- Coruzzi, G.M., 2003: Primary N-assimilation into Amino Acids in Arabidopsis, *The Arabidopsis Book*, American Society of Plant Biologists, <http://doi.org/10.1199/tab.0010>

- Coruzzi G., DR. Bush, 2001: Nitrogen and carbon nutrient and metabolite signaling in plants, *Plant Physiology*, 125: 61–64.
- De Vries, W., G.J. Reinds, M.S. van Keerksvoorde, 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.
- Diminić, D., N. Potočić, I. Seletković, 2012: Uloga staništa u predispoziciji crnoga bora (*Pinus nigra* Arnold) na zarazu fitopatogenom gljivom *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton u Istri, *Šumarski list*, Vol.136:1–2.
- Duff, SMG, G. Sarath, WC. Plaxton, 1994: The role of acid phosphatases in plant phosphorus metabolism, *Physiologia Plantarum*, 90: 791–800.
- Ferrini, F., A. Giuntoli, F.P. Nicese, S. Pellegrini, N. Vignozzi, 2005: Effect of fertilization and backfill amendments on soil characteristics, growth and leaf gas exchanges of English oak (*Quercus robur* L.), *Journal of Arboriculture*, 31(4): 182–190.
- Foster, R.S., J. Blaine, 1977: Urban tree survival: trees in the sidewalk, *J. Arboric.*, 4(1): 14–17
- Fox, J., S. Weisberg, 2011: An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>
- Gilbertson, P., A.D. Bradshaw, 1990: The survival of newly planted trees in inner cities, *J. Arboric.*, 14(4): 287–309
- Gilroy, S., DL. Jones, 2000: Through form to function: root hair development and nutrient uptake, *Trends in Plant Science*, 5: 56–60.
- Grossnickle, S.C., 2000: Ecophysiology of Northern Spruce Species: The Performance of Planted Seedlings, NRC Research Press, 409 pp., Ottawa, Ontario, Canada
- Harrington, C.A., Radwan, M.A. i DeBell, D.S., 1997: Leaf characteristics reflect growth rates of 2-year old *Populus* trees. *Canadian Journal of Forest Research* 27:8, 1321–1325.
- Haase, D.L., R. Rose, 1995: Vector analysis and its use for interpreting plant nutrient shifts in response to silvicultural treatments, *Forest Science*, Vol 41 (1): 54–66.
- Haase, D.L., R. Rose, 1997: Proceedings of the Symposium on Forest Seedling Nutrition from the Nursery to the Field, Nursery Technology Cooperative, Oregon State University
- Horst, WJ, M. Kamh, JM Jibrin, VA. Chude, 2001: Agronomic measures for increasing P availability to crops, *Plant and Soil*, 237: 211–233.
- <http://www.herbafertil.hr/hrvatski-sumarski-institut-jastrebar-sko-ugradnja-herbafertila-k7> (pristupljeno 02. listopada 2017.)
- Imo, M., V.R. Timmer, 1999: Vector competition analysis of black spruce seedling responses to nutrient loading and vegetation control, *Can. J. For. Res.*, 29(4): 474–486.
- Jonard, M., Fürst, A., Verstraeten, A., Thimonier, A., Timmermann, V., Potočić, N., Waldner, P., Benham, S., Hansen, K., Merilä, P., Ponette, Q., de la Cruz, A., Roskams, P., Nicolas, M., Croisé, L., Ingerslev, M., Matteucci, G., Decinti, B., Bascietto, M., Rautio, P., 2015: Tree mineral nutrition is deteriorating in Europe. *Global Change Biology*. *Global Change Biology* 21:418–430.
- Kjoller, R., LO. Nilsson, K. Hansen et al., 2012: Dramatic changes in ectomycorrhizal community composition, root tip abundance and mycelial production along a stand-scale nitrogen deposition gradient, *New Phytologist*, 194, 278–286.
- Komlenović, N., 1995: Primjena kompleksnih gnojiva u uzgoju šumskih biljaka obloženog korijenovog sustava, *Rad. Šumar. inst.* 30(1): 1–10, Jastrebarsko
- Krouk, G., N.M. Crawford, G.M. Coruzzi, Y.F Tsay, 2010: Nitrate signaling: adaptation to fluctuating environments, *Current Opinion in Plant Biology*, 13: 266–273.
- Lajtha, K., AF. Harrison, 1995: Strategies of phosphorus acquisition and conservation by plant species and communities. In: H., Tiessen (ed.), *Phosphorus in the global environment*, John Wiley Sons Ltd, 140–147., Chichester, UK.
- Landis, T.D., 1985: Mineral nutrition as an index of seedling quality. In: Duryea, M. (Ed.), *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Tests*, Forest Research Laboratory, Oregon State University, pp. 29–48.
- Lynch, JP, KM. Brown, 2001: Topsoil foraging—an architectural adaptation of plants to low phosphorus, *Plant and Soil*, 237: 225–237.
- Malik, V., V.R. Timmer, 1998: Biomass partitioning and nitrogen retranslocation in black spruce seedlings on competitive mixedwood sites: a bioassay study, *Can. J. For. Res.*, 28: 206–215.
- Marosz, A., 2009: Effect of fulvic and humic organic acids and calcium on growth and chlorophyll content of tree species grown under salt stress, *Dendrobiology*, vol. 62, 47–53.
- Marschner, H., 2002: Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 2nd edition.
- Marschner, H., V. Römheld, WJ Horst, P. Martin, 1986: Root induced changes in the rhizosphere: importance for mineral nutrition of plants, *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 149: 441–456.
- Miller, A.J., X. Fan, M. Orsel, S.J. Smith, D.M. Wells, 2007: Nitrate transport and signalling, *Journal of Experimental Botany*, 58: 2297–2306.
- Moorby, J., R. T. Besford, 1983: Mineral nutrition and growth. In: Lauchli, A., Bielecki, R. L., (eds), *Encyclopedia of Plant Physiology*, Springer-Verlag, 15: 481–527, Berlin.
- Munson, D., 2001: Live Right, Eat Healthy - Die Anyway, *Tree care ind.*, Vol. XII (4): 72–73, Milford
- Newton, P. C. D., 1991: Direct effects of increasing carbon dioxide on pasture plants and communities, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 34: 1–24.
- Nilsson, LO., H. Wallander, 2003: Production of external mycelium by ectomycorrhizal fungi in a Norway spruce forest was reduced in response to nitrogen fertilization, *New Phytologist*, 158, 409–418.
- Nowak, D.J., J.R. McBride, R.A. Beatty, 1990: Newly planted street tree growth and mortality, *J. Arboric.* 16 (5): 124–129.
- Penuelas, J., J. Sardans, A. Rivas-Ubach et al., 2012: The human-induced imbalance between C, N, and P in Earth's life system, *Global Change Biology*, 18, 3–6.
- Peters, G., 2017: userfriendlyscience: Quantitative analysis made accessible. doi:10.17605/OSF.IO/TXEQU
- Potočić, N., 2006: Utjecaj gnojidbe dušikom na rast i razvoj klonova nekih vrsta topola (*Populus* spp.) u porječju Drave kod Varaždina. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 209 str.
- Potočić, N., I. Seletković, 2001: Utjecaj vremena i metode gnojidbe na uspijevanje sadnica hrasta lužnjaka, *Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama (Znanstvena knjiga)*,

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, str 367-371, 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.
- Raček, M., H. Lichtnerova, M. Dragunova, M. Kubus, 2009: The reactions of seedlings of *Acer tataricum* ssp. *ginnala* Maximowicz, Vesmael (1980) to changed life conditions, Acta Horticulturae et regiotecturae, 2: 49-50.
- Raitio, H., 1993: Chemical needle analysis as a diagnostic and monitoring method, In: Nilsson, L.O., R.F. Huettl i U.T. Johansson (Eds.), Nutrient Uptake and Cycling in Forest Ecosystems: 197-202, Kluwer, Dordrecht.
- Rao, B., B. Jeffers, L. Burkhart, 2003: The effect of fertilization and mycorrhizae on newly planted red oaks and sugar maples, In: Siewert, A., B., Rao, and D., Marion, (Eds.), Tree and Shrub Fertilization, Dixon Graphics Publishing, pp.105-111, Champaign, IL.
- Rautio, P., A. Fürst, K. Stefan, H. Raitio, U. Bartels, 2016: Part XII: Sampling and Analysis of Needles and Leaves. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 19 p. [<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>]
- R Core Team, 2016: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Revelle, W., 2017 psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.Rproject.org/package=psych> Version = 1.7.3
- Salifu, K.F., V.R. Timmer, 2003: Optimizing nitrogen loading of *Picea mariana* seedlings during nursery culture. Can. J. For. Res., 33: 1287-1294.
- Sarkar, D., 2008: Lattice: Multivariate Data Visualization with R. Springer, New York. ISBN 978-0-387-75968-5
- Schachtman, DP, RJ Reid, SM. Ayling, 1998: Phosphorus uptake by plants: from soil to cell, Plant Physiology, 116: 447-453.
- Schachtman DP, R. Shin, 2007: Nutrient sensing and signaling: NPKS, Annual Review of Plant Biology, 58: 47-69
- 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.
- Seletković, I., N. Potočić, V. Topić, L. Butorac, G. Jelić, A. Jazbec, 2011: Utjecaj različitih tipova kontejnera i doza sporotopivog gnojiva na rast i fiziološke parametre sadnica crnog bora (*Pinus nigra* Arn.), Šumarski list, Vol. 135, posebni broj str. 90-102.
- Seletković, I., N. Potočić, M. Šango, 2011: 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, Šumarski list, Vol. 135, posebni broj str. 239-247.
- Shaw, T.M., J.A. Moore, J.D. Marshall, 1998: Root chemistry of Douglas-fir seedlings grown under different nitrogen and potassium regimes, Can. J. For. Res., 28:1566-1573.
- Smith, E., 2003: Tree growth as influenced by fertilizer treatment, In: Siewert, A., B., Rao, and D., Marion (Eds), Tree and Shrub Fertilization, Dixon Graphics Publishing, pp. 79-81., Champaign, IL.
- Swift, K.I., R.P. Brockley, 1994: Evaluating the nutrient status and fertilization response potential of planted spruce in the interior of British Columbia, Can. J. For. Res., 24: 594-602. doi:10.1139/x94-078.
- Škorić, A., 1982: Priručnik za pedološka istraživanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
- Talkner, U., Meiwes, K., Potočić, N., Seletković, I., Cools, N., De Vos, B., Rautio, P., 2015: Phosphorus nutrition of beech (*Fagus sylvatica* L.) is decreasing in Europe. Annals of Forest Science Volume 72, Issue 7, pp 919-928. doi:10.1007/s13595-015-0459-8.
- Tessier, J.T., D.J. Raynal, 2003: Use of nitrogen to phosphorus ratios in plant tissue as an indicator of nutrient limitation and nitrogen saturation, Journal of Applied Ecology, 40: 523-534.
- Timmer, V.R., 1991: Interpretation of seedling analysis and visual symptoms. Mineral nutrition of conifer seedlings, U: R. van den Driessche (ur.), Mineral nutrition of conifer seedlings, CRC Press, Boca Raton, Fla. 113-134.
- Timmer, V.R., A.S. Aidelbaum, 1996: Manual for exponential nutrient loading of seedlings to improve outplanting performance on competitive forest sites. NODA/NFP Technical Report No. TR-25. Natural Resource Canada, Canadian Forest Service, 21 pp., Sault Ste. Marie, Ont.
- Tisdale, S., W. Nelson, 1975: Soil fertility and fertilizers, Macmillan Publishing Co., Inc. 694 pp., New York.
- Vance, CP, 2001: Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition: plant nutrition in a world of declining renewable resources, Plant Physiology, 127: 390-397.
- Vance, CP, C. Uhde-Stone, DL Allan, 2003: Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a non-renewable resource, New Phytologist, 157: 423-447.
- Van den Burg, J., 1990: Foliar analysis for determination of tree nutrient status – a compilation of literature data. Literature 1985-1989. "De Dorschkamp", Institute for Forestry and Urban Ecology, Wageningen
- van den Driessche, R., 1991: Mineral Nutrition of Conifer Seedlings, CRC Press, 274 pp, Boca Raton, FL
- van den Driessche, R., 1992: Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen and potassium treatments. Can.J.For.Res. 22, 740-749.
- Wallander, H., 2000: Uptake of phosphorus from apatite by *Pinus sylvestris* seedlings colonised by different ectomycorrhizal fungi, Plant and Soil, 218, 249-256.

SUMMARY

When planting trees in urban environment, often there is a need for enhancing the soil quality, which can be achieved by the use of mineral fertilizers (for enhancing chemical soil properties) or soil conditioners (influencing both soil chemical and physical properties). Amur maple (*Acer tataricum* L. ssp. *ginnala* Maxim.) is a broadleaved bush or a small tree which is interesting for use in horticulture because of attractive leaf colour and drought, pollution and patogen tolerance. We tested the influence of soil conditioner Herbafertil on the growth and nutrition of Amur maple young trees in comparison with classic fertilization with complex mineral fertilizer (YaraMila Complex 12-11-18) in a field trial. The trial was established as a random block design with three treatments and four repetitions. The highest height increment percentages, nitrogen concentration and content were achieved in Herbafertil treatment (Figure 1,2 and 3). We determined that the use of Herbafertil has effects similar to fertilizers, which is due to large quantities suggested for use. Herbafertil may have an edge over mineral fertilizers due to the possibility of its use after planting and its potential beneficial effects in deeper soil horizons.

KEY WORDS: soil conditioner, nutrient status, increment percentage, fertilization, YaraMila Complex