

2. znanstvena konferenca z mednarodno udeležbo

**Konferenca VIVUS – s področja naravovarstva, kmetijstva, hortikulture in živilstva**

»ZNANJE IN IZKUŠNJE ZA NOVE PODJETNIŠKE PRILOŽNOSTI«

24. in 25. april 2013, Biotehniški center Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenija

-----  
2nd Scientific Conference with International Participation

**Conference VIVUS – Environmentalism, Agriculture, Horticulture, Food Production and Processing**

»KNOWLEDGE AND EXPERIENCE FOR NEW ENTREPRENEURIAL OPPORTUNITIES«

24th – 25th April 2013, Biotechnical Centre Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenia

## **Učinek dodatka zeolitnih delcev v rastne substrate na rast pelargonij (*Pelargonium zonale* L.)**

**Maja Kolar**

Biotehniški center Naklo, Zavod Demeter, Slovenija, [maja.kolar@demeter.si](mailto:maja.kolar@demeter.si)

**Tomaž Čufer**

Podjetje Humko d.o.o., Slovenija, [tomaz@humko.si](mailto:tomaz@humko.si)

**Marina Pintar**

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Slovenija, [marina.pintar@bf.uni-lj.si](mailto:marina.pintar@bf.uni-lj.si)

### **Izvleček**

Rastni substrat označuje podlago, to so hranilna tla, katerih volumen je omejen. Cilj spreminjanja in optimiziranja lastnosti rastnih substratov za okrasne rastline je zadržati več vode in hranil ter hkrati zagotoviti optimalno kakovost končnega proizvoda. Dodatki zeolita v rastnih substratih vplivajo na spreminjanje njihovih lastnosti. Z vidika uporabe zeolitov v rastnih substratih je pomembna predvsem njihova velika sposobnost zadrževanja vode in izmenjave kationov brez spremembe v njihovi kristalni strukturi. Namen raziskave je bil primerjati učinek granuliranih in mikronskih zeolitnih delcev na rast pelargonij *Pelargonium zonale* L. 'Esprit' ter jih po kakovosti primerjati z rastnimi substrati, ki na trgu že obstajajo. Poskusne rastline so bile v rastlinjaku razporejene naključno, merjene rastlinske parametre, ki vplivajo na kakovost rastlin, smo ob koncu poskusa statistično ovrednotili. Ugotovili smo, da je sestava rastnih substratov vplivala na rast in kakovost rastlin. Rastline v rastnih substratih z dodatkom mikronskega zeolita so bile bolj kakovostne kot rastline v rastnih substratih z dodatkom granuliranega zeolita in so v nekaterih merjenih parametrih pokazale celo boljšo kakovost kot rastline iz tržnih rastnih substratov.

**Ključne besede:** rastni substrat, okrasne rastline, *Pelargonium zonale* L. 'Esprit', zeolitni delci.

## **The Effect of the Addition of the Natural Zeolite into Growing Media on the growth of Pelargoniums (*Pelargonium zonale* L.)**

## Abstract

Growing medium indicates the base, nutritious soil, the volume of which is limited. The aim of the changing and optimizing the properties of the growing media for ornamental plants is intensifying and retaining more water and nutrients and ensuring optimum quality of the final product at the same time. Zeolite amendment changes the properties of the growing media. The aim of the use of zeolites in growing media is the ability to lose and gain water reversibly and to exchange weakly bonded extra framework cations, both without a change in the crystal structure. The study is focussing on comparing the effect of granulated and powdered zeolite on the growth of *Pelargonium Zonale* L., and consequently ensure the comparison of these zeolite amended growing media with commercial growing media used in Slovenian horticultural enterprises. The experiment was set up in a randomised design, the plant's quality parameters were evaluated and statistically analyzed in the final phase of the experiment. The findings of the experiment confirmed the thesis that the composition of growing media influence the growth and quality of tested plants. Plants in growing media containing powdered zeolite showed far higher quality than plants in the growing media with the addition of granulated zeolite, in some measured parameters the quality was even higher than plants from commercial growing media.

**Key words:** growing medium, ornamental plants, *Pelargonium zonale* L. 'Esprit', zeolite

## 1 Uvod

Področje proizvodnje kakovostnih rastnih substratov za okrasne rastline je v Sloveniji še vedno premalo raziskano, čeprav imamo na voljo tudi lokalno dostopne alternativne vire, ki lahko v določenem deležu nadomestijo šoto, saj je le-ta zaščiten naravni vir.

Pojem rastni substrat označuje podlago, hranilna tla, katerih volumen je omejen. Navadno pripada rastlini v lončku le 1/20 ali 1/30 prostornine ravnega prostora, ki bi jo imela rastlina na prostem. Rastni substrat daje rastlini oporo in ima takšne lastnosti, ki ji omogočajo življenje: določeno zračno in vodno kapaciteto ter toplotno prevodnost. Glavni kriterij za dober rastni substrat je stalni dotok vode, hranil in kisika iz medija v koreninski sistem (Reinikainen, 2003, 27).

Uporaba kakovostnega ravnega substrata je nujna za optimalni razvoj koreninskega sistema. Potrebno je ustvariti strukturo, ki bo zagotavljala okolje, v katerem se bodo korenine izvrstno počutile in bodo lahko opravljale svojo nalogo. Rastni substrat daje rastlini štiri osnovne funkcije: zagotavlja preskrbo z vodo, preskrbuje rastlino s hranili, dopušča izmenjavo zraka iz in v korenine in omogoča oporo. Zaradi majhnega volumna je sposobnost lončka za zbiranje vode majhna, majhna višina ravnega substrata v lončku vpliva na izsuševanje le-tega. Kadar govorimo o ravnem substratu, je za rastline zelo pomembno upoštevanje podpovršinskega okolja, ki je ustvarjeno v treh glavnih korakih: z mešanjem izbranih sestavin in dodatkov, s polnjenjem lončkov, z začetnim zalivanjem rastlin. To okolje ni konstantno, pač pa se spreminja z rastjo in prodiranjem korenin v rastni substrat. V tipičnem proizvodnem dnevu se podpovršinsko okolje spreminja vsako uro, ko rastline vodo porabljajo, vrtnar jo dodaja (Fonteno, 1996, 231).

Pri sestavljanju ravnih substratov za okrasne rastline uporabljamo organske, mineralne ali sintetične sestavine. Zeoliti in druge mineralne sestavine se v ravnih substratih uporabljajo kot dodatki za spreminjanje njihovih kemijskih in fizikalnih lastnosti. Sodiijo v izredno pomembno skupino kamenotvornih mineralov, med alumosilikatne gline vulkanskega izvora s tridimenzionalno kristalno strukturo. Imajo izredno porozno strukturo, ki sestoji iz medsebojno povezanih kanalčkov in votlinic, vzdolž katerih potekajo procesi ionske izmenjave, adsorbcije in hidratizacije (Cattivello, 1995, 253; Mumpton, 1999, 3465). Edinstvene lastnosti zeolitov omogočajo njihovo široko uporabo. V kmetijstvu in hortikulturi jih uporabljajo kot sestavine

rastnih substratov pri hidro kulturi (Challinor et al., 1995, 296; Samartzidis et al., 2005, 206), dodatke tlem (Mumpton, 1999, 3471; Baninasab, 2009, 14) in dodatke rastnim substratom (Cativello, 1995, 255), kjer so ugotovili njihov pozitiven učinek na rast rastlin.

Cilj spreminjanja in optimiranja rastnih substratov za okrasne rastline je zadržati več vode in hranil v rastnih substratih ter hkrati zagotoviti optimalno kakovost končnega proizvoda. Ravnanje s takšnimi rastnimi substrati je zahtevnejše, saj morajo vrtnarji spremeniti in prilagoditi način namakanja in gnojenja. Za vrtnarje je pomembno tudi to, da so surovine, ki sestavljajo rastni substrat, lokalno dostopne in posledično je takšen rastni substrat tudi ekonomsko bolj dosegljiv.

Namen raziskave je primerjati učinek različnih velikosti zeolitnih delcev, ki so dodani šotnim rastnim substratom, na rast pelargonij *Pelargonium zonale* L. in jih primerjati z ostalimi rastnimi substrati, ki se uporabljajo za gojenje okrasnih rastlin v Sloveniji.

Želeli smo tudi raziskati, ali je možno pripraviti kakovosten rastni substrat za okrasne rastline z dodatkom granuliranega zeolita v manjših in večjih količinah.

## 2 Materiali in metode

### 2.1 Rastni substrati

Na podlagi pregledane literature in praktičnih izkušenj smo sestavili homogene substratne mešanice z različno vsebnostjo in velikostjo zeolitnega tufa. Le-te smo primerjali s tržnima rastnima substratoma Humko (H=K) in Jongkind (J6). Substratne mešanice so bile pripravljene iz litvanske bele šote velikosti 0-20 mm, litvanske frakcionirane bele šote velikosti 8-16 mm, avstrijske črne šote velikosti 0-10 mm, oasis fenolne smole velikosti 0-20 mm in zeolita v velikosti 0-4 mm ter velikosti 300  $\mu$ m z območja Žalca, natančneje Zaloških Goric. Glina v frakciji 0-6 mm z območja Komende, natančneje glinokopa z ledinskim imenom Kuharjev boršt, je bila dodana namesto zeolita v rastni substrat kontrola (Humko). Substratne mešanice so bile pripravljene na osnovi volumskih odstotkov in zmešane z rokami. Izgled enega izmed rastnih substratov je prikazan na sliki 1.



Slika 1: Izgled rastnega substrata z dodatkom granuliranega zeolita  
Vir: Osebni arhiv, 2007

### 2.2 Poskus z rastlinami na Biotehniški fakulteti

Kot poskusno rastlino smo izbrali pokončno pelargonijo (*Pelargonium zonale* L. 'Esprit'), ker hitro raste in je enostavna za vzgojo. Pomembni rastlinski parametri, ki nakazujejo tržno kakovost, so naslednji: intenzivnost rasti in končna velikost rastline (premer in masa rastline), število listov (morajo biti trdni, temno zeleni in brez lezij), bogato cvetenje, korenine naj bi bile bele in obilno razvejane (Riviere in sod. 1995, Strojny in Nowak 2004).

Poskus z rastlinami je potekal v rastlinjaku na Biotehniški fakulteti od 12. marca 2007 do 9. aprila 2007. V poskus smo zajeli 6 obravnavanih rastnih substratov: Z30, Z40, Z50, Z150, J6, H. Vsak rastni substrat je imel 10 ponovitev – 1 rastlina v lončku je bila 1 ponovitev, skupno 60 rastlin. Poskusne rastline so bile na mizo razporejene naključno. Za zagotovitev enakih poskusnih pogojev smo okrog poskusnih rastlin na robovih mize razporedili rastline, ki niso bile vključene v poskus. Razdalja med lončki je bila 20 x 20 cm. V poskus je bilo zajetih tudi 30 rastlin – 5 rastlin posameznega rastnega substrata. Vsak teden smo po eno rastlino iz posameznega rastnega substrata stehali in izmerili višino, da smo spremljali potek razvoja rastlin. Poskus je potekal na dveh mizah, saj ob vsakokratnem namakanju nismo namakali vseh rastnih substratov. Na prvi so bile razporejene rastline, na drugi mizi se je izvajalo namakanje. Tja smo preselili rastline, ki smo jih namočili, in jih po eni uri odcejanja zopet postavili na stalno mesto. Ko smo rastline razporedili na mizo, smo jih poplavalili do višine 4 cm. Poplavljanje oziroma polnjenje mize z vodo in odtekanje je trajalo 19 minut. Eno uro potem, ko na mizi ni bilo več vode, smo lončke stehali in jim določili kontejnersko kapaciteto po eni uri odcejanja. Naslednje namakanje s poplavljanjem smo izvedli, ko je teža lončkov posameznega rastnega substrata padla na 45 % laboratorijsko določene kontejnerske kapacitete. Rastline smo po vsakem namakanju, po eni uri odcejanja, stehali in nato še vsak dan, dokler ni teža polovice lončkov posameznega rastnega substrata padla na 45 % laboratorijsko določene kontejnerske kapacitete. Mase, do katere naj bi se osušili rastni substrati, so se vsak teden spreminjale glede na prirast rastlin.

Ponoči je bila povprečna temperatura v rastlinjaku 12 °C, podnevi pa 20 °C. Povprečna minimalna zračna vlaga je znašala 68,5 %, maksimalna pa 90,4 %. Potrebe po dodatnem osvetljevanju ni bilo. Do konca rastne dobe ni prišlo do pojave bolezni in škodljivcev, zato rastline niso bile tretirane s fitofarmaceutskimi sredstvi.

S poskusom smo končali 9. 4. 2007, rastline so dosegle tehnološko zrelost in bile primerne za prodajo (slika 2). Korenine rastlin v vseh rastnih substratih so prerastle lončke in razvile močan spodnji venec, bile so bele barve. Rastlinam smo določili dolžino nadzemnega dela, dolžino korenin, širino rastlin, svežo maso nadzemnega dela, svežo maso korenin, število listov, število cvetov, suho maso nadzemnega dela, suho maso korenin in ocenili habitus (slika 3).

Podatke meritev smo statistično obdelali. Statistično značilne razlike med obravnavanji smo ugotavljali po metodi analize variance (ANOVA) in Duncanovega testa mnogoterih primerjav. Povsod smo upoštevali 5 % tveganje.



Slika 2: Poskusne rastline v rastlinjaku  
Vir: Osebni arhiv, 2007



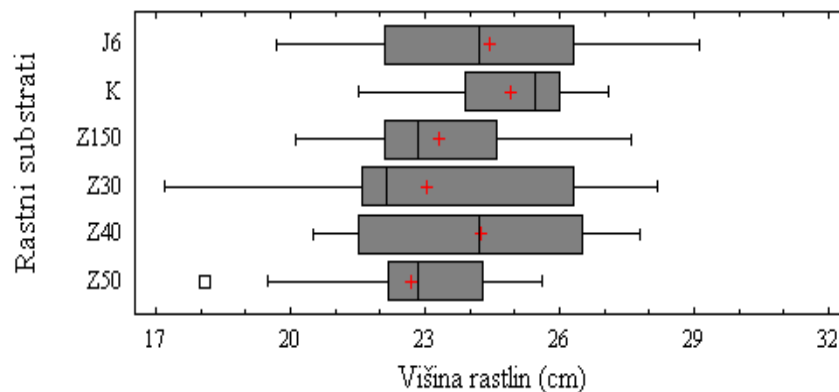
Slika 3: Določevanje zveže mase korenin rastlin  
Vir: Osebni arhiv, 2007

### 3 Rezultati

#### 3.1 Višina rastlin, (cm) dosežena v obravnavanih rastnih substratih

P-vrednost F-testa je več kot 0,05, zato med povprečnimi višinami, ki so jih dosegle rastline v obravnavanih rastnih substratih, ne obstajajo statistično značilne razlike (slika 4).

Največjo povprečno višino so dosegle rastline iz kontrolnega ravnega substrata (K=H) (24,91 cm) in iz tržnega ravnega substrata J6 (24,44 cm). Najmanjšo povprečno višino so dosegle rastline iz ravnih substratov Z50 (22,7 cm) in Z30 (23,0 cm).

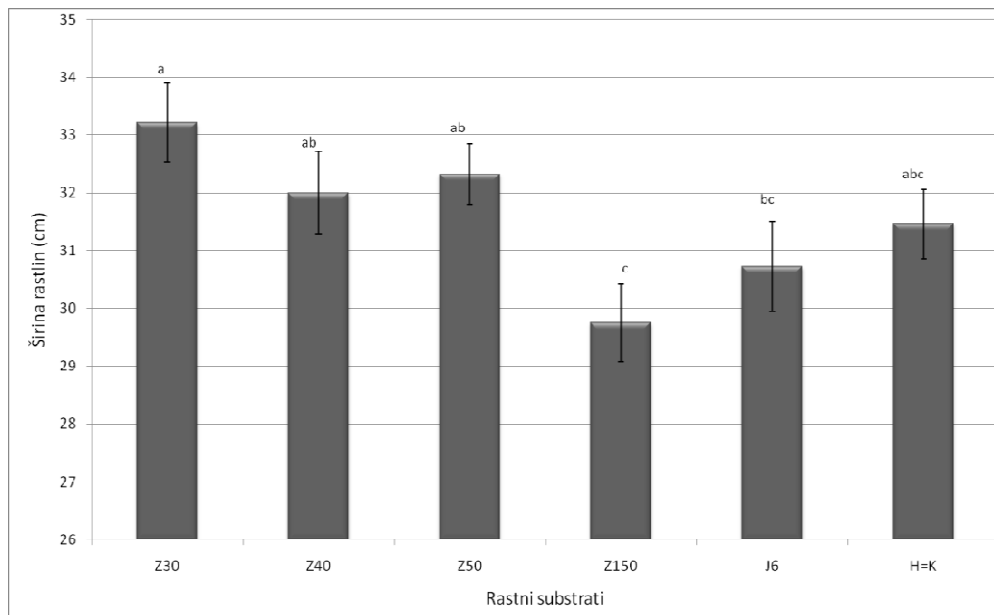


Slika 4: Povprečna višina (cm), ki so jo rastline dosegle v obravnavanih rastnih substratih,  $P > 0,05$ , (N=10)

#### 3.2 Povprečna širina rastlin (cm), dosežena v obravnavanih rastnih substratih

P-vrednost F-testa je manj kot 0,05, zato med povprečnimi širinami, ki so jih dosegle rastline v obravnavanih rastnih substratih, obstajajo statistično značilne razlike (slika 5). Rastline, ki so rasle v ravnem substratu Z30 z dodatkom mikronskega zeolita, so dosegle statistično značilno največjo širino. Najmanjšo doseženo širino so dosegle rastline iz ravnega substrata Z150 z

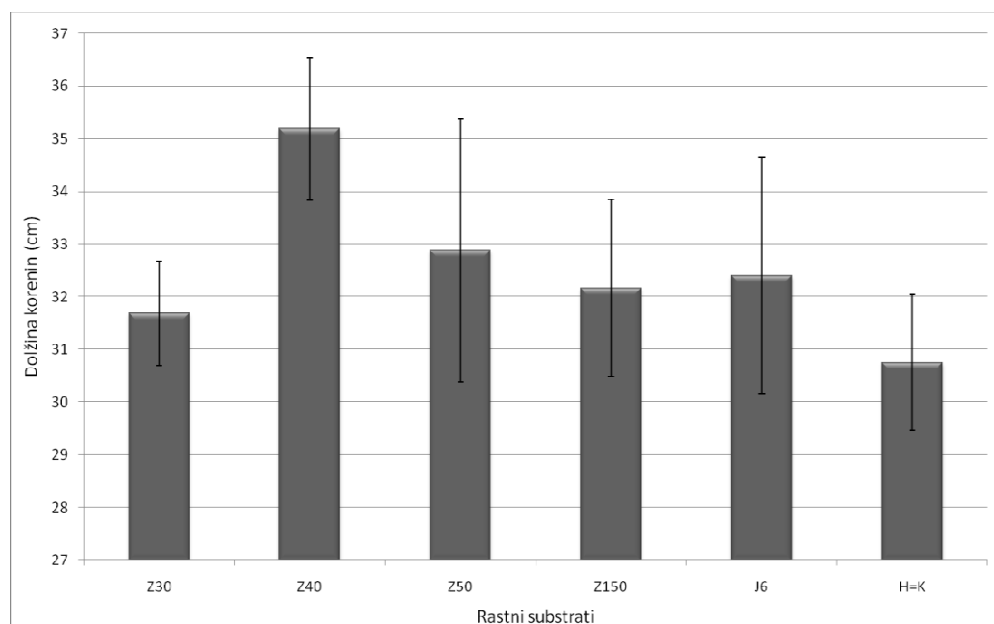
dodano največjo količino granularanega zeolita. Ostali rastni substrati se v tem parametru med seboj statistično značilno ne razlikujejo.



Slika 5: Povprečna širina rastlin (cm), dosežena v obravnavanih rastnih substratih.  $P < 0,05$ , (N=10).

### 3.3 Povprečna dolžina korenin (cm), dosežena v obravnavanih rastnih substratih

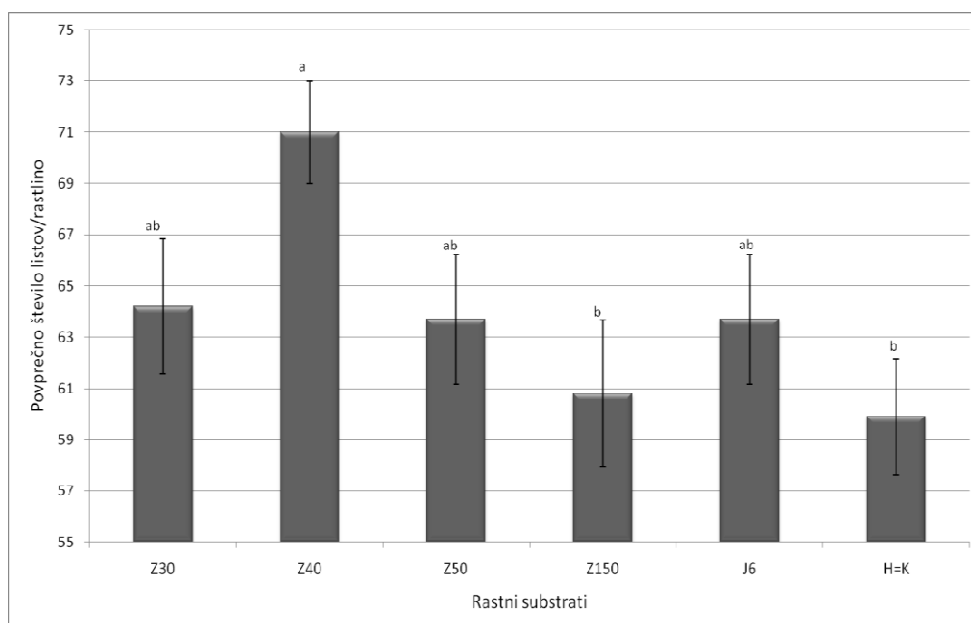
Povprečne dolžine korenin se med obravnavnimi rastnimi substrati med seboj statistično značilno ne razlikujejo, saj je P-vrednost F-testa večja od 0,05 (slika 6). Meritve znotraj posameznih obravnavanj (rastnih substratov) so med seboj zelo variabilne. Največjo povprečno dolžino korenin so dosegle rastline iz ravnega substrata Z40 z največjo dodano količino mikronskega zeolita, najmanjšo pa rastline iz ravnega substrata kontrola. (H=K).



Slika 6: Povprečna dolžina korenin rastlin (cm), dosežena v obravnavanih rastnih substratih.  $P > 0,05$ , (N=10)

### 3.4 Povprečno število listov na rastlino v obravnavanih rastnih substratih

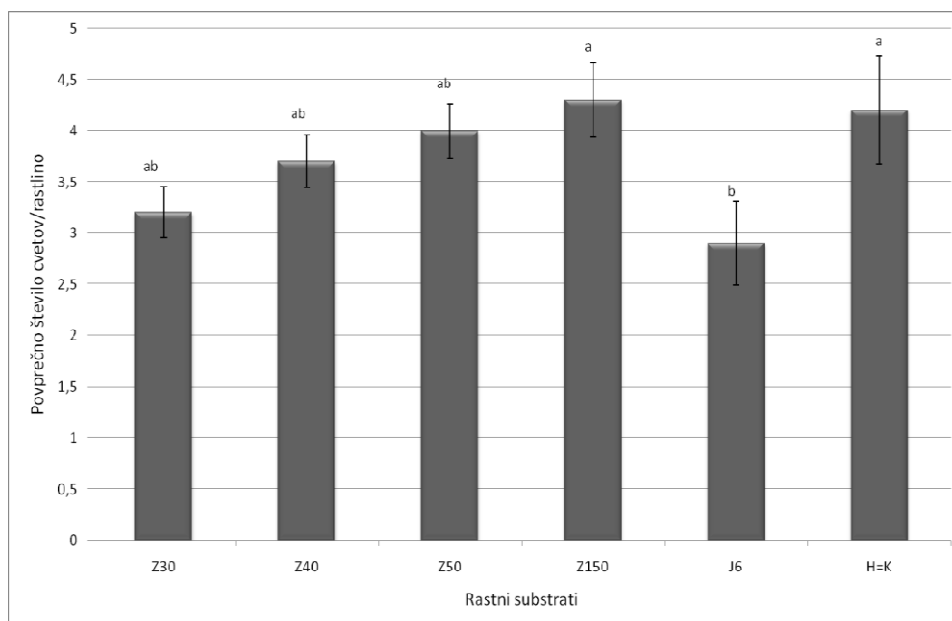
Obravnavani rastni substrati se v povprečnem številu listov na rastlino med seboj statistično značilno razlikujejo (slika 7). Statistično značilno največ listov so proizvedle rastline iz rastnega substrata Z40 z največjo dodano količino mikronskega zeolita. Naslednjo skupino, ki se med seboj statistično značilno ne razlikuje, sestavljajo rastni substrati J6, Z30 in Z50. Statistično značilno najmanjše število listov so proizvedle rastline iz rastnih substratov Z150 in H=K.



Slika 7: Povprečno število listov na rastlino, doseženo v obravnavanih rastnih substratih.  $P < 0,05$ , (N=10)

### 3.5 Povprečno število cvetov na rastlino v obravnavanih rastnih substratih

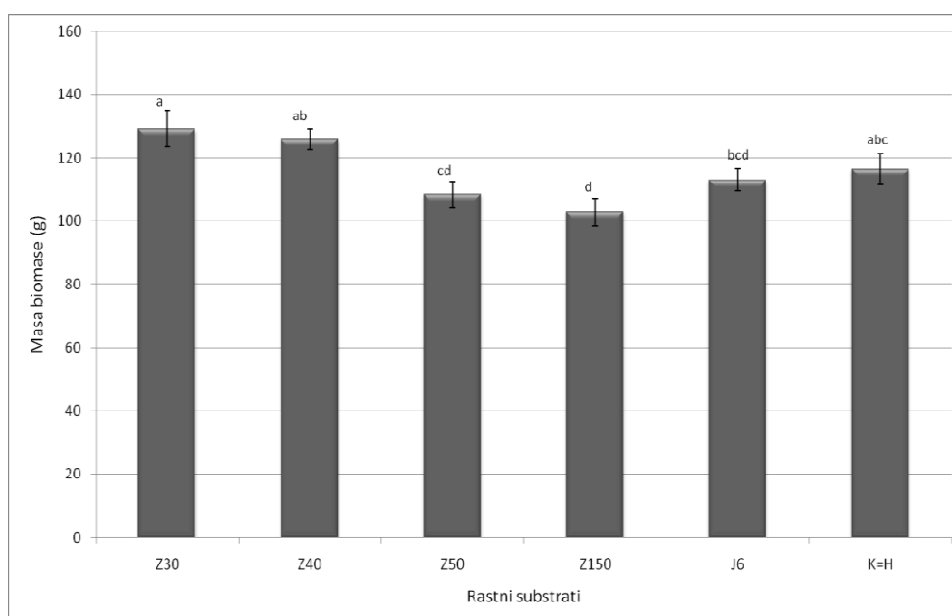
Povprečno število cvetov na rastlino se med posameznimi rastnimi substrati statistično značilno razlikuje (slika 8). Statistično značilno največ cvetov so proizvedle rastline iz rastnega substrata Z150 in H=K. Manjše število cvetov so proizvedle rastline iz rastnih substratov Z50 in rastnih substratov z mikronskim zeolitom Z40 in Z30. Ta obravnavanja se med seboj statistično značilno ne razlikujejo. Najmanjše, statistično značilno število cvetov so proizvedle rastline iz tržnega rastnega substrata J6.



Slika 8: Povprečno število cvetov na rastlino, doseženo v obravnavanih rastnih substratih.  $P < 0,05$ , (N=10)

### 3.6 Povprečna masa biomase rastlin (g) v obravnavanih rastnih substratih

Povprečne mase biomase, ki so jih dosegle rastline iz obravnavanih rastnih substratov, se med seboj statistično značilno razlikujejo, saj je P- vrednost F- testa manjša od 0,05 (slika 9). Največja, statistično značilna razlika obstaja med rastnimi substrati z mikronskimi in granuliranimi zeoliti. Mase biomase rastlin iz rastnih substratov z mikronskimi zeoliti Z30 in Z40 so statistično značilno večje od tistih, doseženih v rastnih substratih z granuliranimi zeoliti Z50 in Z150. Kontrolni rastni substrat in tržni rastni substrat statistično dosegata vmesne vrednosti.



Slika 9: Povprečna masa biomase (g), dosežena v obravnavanih rastnih substratih.  $P < 0,05$ , (N=10)

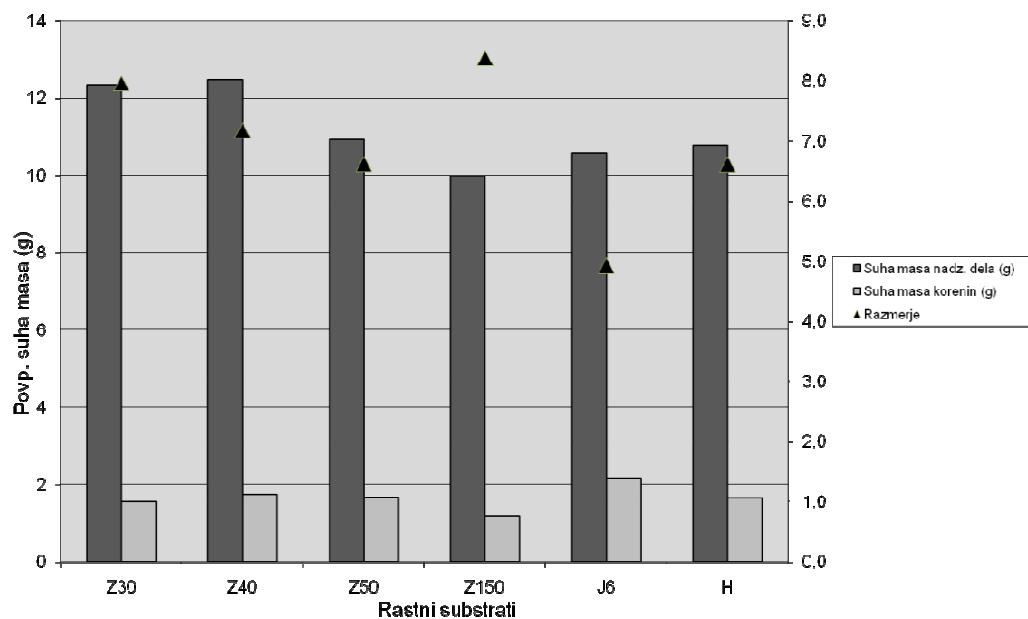


### 3.7 Povprečna suha masa nadzemnega dela in korenin rastlin (g) ter njuno razmerje v obravnavanih rastnih substratih

Povprečna suha masa rastlin iz rastnih substratov z mikronskim zeolitom Z30 in Z40 je statistično značilno večja od rastlin iz ravnega substrata Z150 (slika 9). Ostali rastni substrati se v tem parametru med seboj statistično značilno ne razlikujejo.

Statistično značilno največjo maso korenin so dosegle rastline iz ravnega substrata J6. Naslednjo statistično značilno manjšo skupino predstavljajo rastni substrati Z30, Z40, Z50 in rastni substrat kontrola. Statistično značilno najmanjšo maso korenin so dosegle rastline iz ravnega substrata Z150 z največjo dodano količino granuliranega zeolita.

Največje razmerje med povprečno suho maso nadzemnega dela rastlin in korenin je doseženo v ravnem substratu z največjo količino granuliranega zeolita Z150, najmanjše pa v tržnem ravnem substratu J6. Razmerja med ostalimi rastnimi substrati so med seboj primerljiva.



Slika 9: Povprečna suha masa nadzemnega dela in korenin rastlin (g) ter njuno razmerje, doseženo v obravnavanih rastnih substratih.  $P < 0,05$ , (N=10)

## 4 Razprava

Sestava rastnih substratov je imela učinek na rast rastlin. Povprečna višina, ki so jo dosegle rastline, se med obravnavanimi rastnimi substrati ni statistično značilno razlikovala. Največjo višino so dosegle rastline iz kontrolnega ravnega substrata (H=K) in tržnega ravnega substrata J6.

Rastline iz ravnega substrata Z30 z dodatkom mikronskega zeolita so dosegle statistično značilno največjo širino. Tudi rastline iz drugih rastnih substratov z dodatkom zeolita (Z40, Z50) so bile glede tega parametra boljše od kontrole (H=K) in tržnega ravnega substrata (J6). Rastline iz ravnega substrata Z150 so imele statistično značilno manjši premer kot rastline iz ostalih obravnavanih rastnih substratov.

Povprečne dolžine korenin se med obravnavanimi rastnimi substrati statistično značilno ne razlikujejo, smo pa izmerili, da so največjo dolžino razvile korenine iz ravnega substrata Z40 z največjo dodano količino mikronskega zeolita, sledijo mu rastline iz ravnega substrata Z50 z dodanim granuliranim zeolitom, kar pomeni, da dodatek zeolita stimulatивно vpliva na razvoj

koreninskega sistema rastlin. Korenine rastlin so v vseh rastnih substratih prerasle lončke in razvile močan spodnji venec, bile so bele barve.

Največ listov so proizvedle rastline iz rastnega substrata Z40 z največjo količino mikronskega zeolita in najmanj v rastnih substratih Z150 in kontrola (H=K). Ravno obratno so statistično značilno največ cvetov proizvedle rastline iz rastnih substratov Z150 in kontrola (H=K). Statistično značilno se po številu cvetov med seboj ne razlikujejo rastni substrati z mikronskim zeolitom (Z30, Z40) in rastni substrat z manjšo količino granuliranega zeolita (Z50).

Največje razlike so bile ugotovljene med masami biomas rastlin iz rastnih substratov Z30 in Z40 na eni strani in Z50 ter Z150 na drugi strani. Rastline iz rastnih substratov Z30 in Z40 ter kontrola (H=K) so dosegle statistično značilno večjo maso biomase kot rastline iz rastnih substratov Z50 in Z150. Povprečna masa nadzemnega dela rastlin iz rastnih substratov z mikronskim zeolitom (Z30 in Z40) je bila statistično značilno večja kot v rastnih substratih z granuliranim zeolitom (Z50, Z150) in tržnem rastnem substratu J6. Statistično značilno največjo koreninsko maso so dosegle rastline iz tržnega rastnega substrata J6, najmanjšo pa rastline iz rastnega substrata z granuliranim zeolitom Z150. Povprečne mase korenin so med ostalimi rastnimi substrati so med seboj primerljive. Največje razmerje med povprečno maso nadzemnega dela in povprečno maso korenin je doseženo za rastni substrat z največjo količino granuliranega zeolita (Z150), najmanjše v tržnem rastnem substratu J6. Razmerja za ostale rastne substrate so med seboj primerljiva.

Rastni poskus je pokazal, da je najboljša kakovost rastlin dosežena pri rastnih substratih z dodatkom mikronskega zeolita, še posebej v količini 40 kg/m<sup>3</sup>, saj so rastline pokazale boljšo kakovost kot pri primerjalnih tržnih rastnih substratih. Rastline iz rastnega substrata (Z50) z manjšim deležem granuliranega zeolita so pokazale nekoliko slabšo kakovost, najslabša kakovost rastlin je bila ugotovljena v rastnem substratu z največjo dodano količino granuliranega zeolita (Z150), kar pomeni, da bi pogojno lahko zagotovili primerno kakovost rastlin, če bi v rastne substrate dodajali granulirane zeolite v manjših deležih. Poskus je pokazal, da lahko gojimo kakovostne rastline tudi v rastnih substratih z dodatkom cenejšega granuliranega zeolita, vendar le v količinah 50 kg/m<sup>3</sup> ali manj. Naj navedemo, da se v Sloveniji giblje cena mikronskega zeolita okrog 150 eur/m<sup>3</sup> in granuliranega okrog 20 eur/m<sup>3</sup>.

Ugotovili smo, da imajo zeolitni delci, tako mikronski kot cenejši granulirani, pozitiven učinek na zadrževanje in s tem manjšo porabo vode kot tudi na zadrževanje hranil, saj smo gnojila s počasi in z nadzorovanim sproščanjem dodali le na začetku rastne dobe in so bile rastline kljub temu v dobri kondiciji. Rastline iz rastnih substratov z mikronskim zeolitom so v nekaterih merjenih parametrih pokazale boljšo kakovost kot rastline iz tržnih rastnih substratov. Na podlagi vseh ugotovitev menimo, da bi uvajanje v Sloveniji proizvedenih rastnih substratov z lokalno dostopnimi zeolitnimi delci lahko imelo pozitiven učinek na ekonomičnost vrtnarske pridelave ter tudi na zmanjšanje onesnaževanja vodnih virov z izpiranjem hranil v podtalne vode.

## 5 Literatura in viri

Baninasab B. 2009. Effects of the application of natural zeolite on the growth and nutrient status of radish (*Raphanus sativus* L.). Journal of Horticultural Science Biotechnology, 84, str. 13-16.

Cativello C. 1995. Use of Substrates with Zeolites for Seedling Vegetables and Pot Plant Production. Acta Horticulturae, 401, str. 251-257.

Challinor P.F., Le Pivert J. M., Fuller M.P. 1995. The Production of Standard Carnations on Nutrient Loaded Zeolite. Acta Horticulturae, 401, str. 293-299.

Fonteno W.C. 1996: Growing media: Types and physical/chemical properties.V: Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops. In Reed. D. W. (ur): Ball

Mumpton F. A. 1999: La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. Proceedings Natland Academic Science USA, 96, str. 3463-3470. Publishing, Batavia, Illinois USA, str. 93-122.

Reinikainen O. 2003. Peat as a Growing Medium in Horticulture. The World of Horticulture, 43, 4, str. 26-27.

Riviere L. M., Coulomb N., Morel P. 1995. The use of clay in organic substrates for pot plants. Acta Horticulturae, 410, str. 97-105.

Samartzidis, C., Awada, T., Maloupa, E., Radoglou, K., Constantinidou, H.I.A. 2005. Rose productivity and physiological responses to different substrates for soil-less culture. Science Horticulture. 106, str. 203-212.

Strojny Z., Nowak J.S. 2004. Effect of different growing media on the growth of some bedding plants. Acta Horticulturae, 644, str. 115-122 .