Tehnologija uzgoja presadnica Rosa canina L. i Pelargonium zonale L. u kulturi tkiva i njihova adaptacija u različitim supstratima

Tkalec, Monika

Doctoral thesis / Disertacija

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:497015

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Monika Tkalec, mag.ing.agr.

TEHNOLOGIJA UZGOJA PRESADNICA *Rosa canina* L. I *Pelargonium zonale* L. U KULTURI TKIVA I NJIHOVA ADAPTACIJA U RAZLIČITIM SUPSTRATIMA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2017.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Monika Tkalec, mag.ing.agr.

TEHNOLOGIJA UZGOJA PRESADNICA *Rosa canina* L. I *Pelargonium zonale* L. U KULTURI TKIVA I NJIHOVA ADAPTACIJA U RAZLIČITIM SUPSTRATIMA

- Doktorska disertacija -

Osijek, 2017.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Monika Tkalec, mag.ing.agr.

TEHNOLOGIJA UZGOJA PRESADNICA *Rosa canina* L. I *Pelargonium zonale* L. U KULTURI TKIVA I NJIHOVA ADAPTACIJA U RAZLIČITIM SUPSTRATIMA

- Doktorska disertacija -

Mentor: prof. dr. sc. Nada Parađiković

Povjerenstvo za ocjenu:

1. **dr. sc. Zdenko Lončarić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik**
2. **dr. sc. Nada Parađiković, redovita profesorica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentor i član**
3. **dr. sc. Brigita Popović, izvanredna profesorica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, član**
4. **dr. sc. Ivna Štolfa Čamagajevac, docentica Odjela za biologiju u Osijeku, član**
5. **dr. sc. Tomislav Vinković, docent Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, član**

Osijek, 2017.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Monika Tkalec, mag.ing.agr.

TEHNOLOGIJA UZGOJA PRESADNICA *Rosa canina* L. I *Pelargonium zonale* L. U KULTURI TKIVA I NJIHOVA ADAPTACIJA U RAZLIČITIM SUPSTRATIMA

- Doktorska disertacija -

Mentor: prof. dr. sc. Nada Parađiković

Javna obrana doktorske disertacije održana je 6.2.2017. godine pred Povjerenstvom za obranu:

1. **dr. sc. Zdenko Lončarić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik**
2. **dr. sc. Nada Parađiković, redovita profesorica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentor i član**
3. **dr. sc. Brigita Popović, izvanredna profesorica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, član**
4. **dr. sc. Ivna Štolfa Čamagajevac, docentica Odjela za biologiju u Osijeku, član**
5. **dr. sc. Tomislav Vinković, docent Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, član**

Osijek, 2017.

Veliku zahvalu dugujem svojoj dragoj profesorici i mentorici prof.dr.sc. Nadi Parađiković na svesrdnoj i nesebičnoj pomoći te podršci tijekom vođenja i pisanja disertacije. Hvala Vam na ukazanom povjerenju te korisnim savjetima kako o znanosti i struci tako i o malim životnim vrijednostima koje će mi uvijek biti nit vodilja.

Također, veliku zahvalu dugujem izv.prof.dr.sc. Brigiti Popović na velikoj pomoći, konstruktivnim savjetima te nesebičnom odvajanju svoga vremena kada god je to bilo potrebno kako bi ova disertacija upravo u ovakvom obliku ugledala svjetlo dana.

Zahvaljujem i prof.dr.sc. Zdenku Lončariću na pomoći prilikom osmišljavanja i realizacije istraživanja, na svim savjetima i sugestijama od samog početka istraživanja do napisanog rada.

Zahvalu upućujem i doc.dr.sc. Ivni Štolfa Čamagajevac i doc.dr.sc. Tomislavu Vinković na konstruktivnim sugestijama koje su doprinijele unaprjeđenju ove disertacije.

Na kraju veliko hvala i mojim dragim prijateljima i kolegama Meri, Jasni, Svjetlani, Miri te mom Davoru kao i članovima moje obitelji mami, tati, bratu i baki!

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorska disertacija

Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti
Smjer: Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo

UDK: 631.53'543.1:635.914
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Poljoprivreda
Grana: Bilinogojstvo

Tehnologija uzgoja presadnica *Rosa canina* L. i *Pelargonium zonale* L. u kulturi tkiva i njihova adaptacija u različitim supstratima

Monika Tkalec, mag.ing.agr.

Disertacija je izrađena na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc. Nada Parađiković

Cilj rada bio je utvrditi mogućnost dobivanja sadnog materijala *Rosa canina* L. i *Pelargonium zonale* L. u kulturi tkiva te pogodnost alternativnih komponenti i njihovih mješavina kao supstrata za adaptaciju proizvedenih *in vitro* presadnica navedenih cvjetnih vrsta. U istraživanju analizirano je četiri alternativne komponente (ljuske od kakaovca (A), vrbina kora (B), supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona (C), piljevina (D)) te šest njihovih mješavina za uzgoj cvjetnih presadnica. Kao kontrolni supstrat analizirani su Klasman Potgrond P (za divlju ružu) (E) i Balkon – blumenerde (za pelargoniju) (F). Statističkom obradom podataka utvrđene su značajne razlike između svih tretmana (supstrata) i njihovih analiziranih svojstava. Prosječan postotak adaptiranih presadnica u svim istraživanim supstratima iznosio je 54,68 % za divlju ružu te 99,68 % za pelargoniju. Najveće vrijednosti morfoloških pokazatelja divlje ruže utvrđene su na mješavni supstrata M2 (30 % A + 20 % B + 40 % C + 10 % D) gdje je zabilježen najveći broj izboja, broj listova, svježa nadzemna masa, ukupna svježa masa presadnice te odnos mase nadzemnog dijela i korijena u svježem i suhom stanju. Kemijski sastav presadnica divlje ruže varirao je među tretmanima no najviši sadržaj većine makro- i mikroelemenata utvrđen je na presadnicama uzgajanim na supstratu od piljevine (D) te kontrolnom supstratu (E). Kod pelargonije, najveće vrijednosti gotovo svih morfoloških pokazatelja zabilježene su također na mješavinama supstrata M4 (18 % A + 22 % B + 40 % C + 20 % D) i M6 (18 % A + 42 % B + 20 % C + 20 % D). Nadalje, dok su najveće vrijednosti morfoloških pokazatelja utvrđene na presadnicama pelargonija uzgajanim na mješavinama, najviši sadržaj mikro- i makroelemenata utvrđen je u presadnicama uzgajanim na alternativnim komponentama.

Broj stranica: 178
Broj slika: 23
Broj tablica: 66
Broj literaturnih navoda: 170
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: kultura tkiva, *Rosa canina* L., *Pelargonium zonale* L., alternativni supstrati, adaptacija
Datum obrane: 6.2.2017.

Povjerenstvo za obranu:

1. **prof. dr. sc. Zdenko Lončarić** – predsjednik
2. **prof. dr. sc. Nada Parađiković** – mentor i član
3. **izv.prof. dr. sc. Brigita Popović** – član
4. **doc.dr.sc. Ivna Štolfa Čamagajevac** – član
5. **doc.dr.sc. Tomislav Vinković** - član

Disertacija je pohranjena u:
Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

PhD thesis

Faculty of Agriculture in Osijek
Postgraduate university study: Agricultural sciences
Course: Plant breeding and seed science

UDK: 631.53'543.1:635.914
Scientific Area: Biotechnical Sciences
Scientific Field: Agriculture
Branch: Plant production

The technology of growing *Rosa canina* L. and *Pelargonium zonale* L. seedlings in tissue culture and their adaptation in different substrates

Monika Tkalec, MSc

Thesis performed at Faculty of Agriculture in Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Supervisor: Prof. dr. sc. Nada Parađiković

The aim of this study was to establish the possibility of growing *Rosa canina* L. and *Pelargonium zonale* L. in tissue culture and suitability of alternative components and their mixtures as a substrate for adaptation of *in vitro* seedlings of these floral species. In this research, four alternative components (cocoa shell (A), willow bark (B), spent mushroom substrate (C), sawdust (D)) and six of their mixtures were analysed. KlasmanPotgrond P (for wild rose) and Balkon – blumenerde (for pelargonium) were analysed as a control substrate. Statistical analysis has revealed significant differences between all the treatments (substrates) and their analysed properties. Average percentage of adapted seedlings in all of the substrates was 54,68 % for wild rose, and 99,68 % for pelargonium. Largest values of morphological properties for a wild rose were determined on a M2 (30 % A + 20 % B + 40 % C + 10 % D) substrate mixture, where the greatest number of shoots, leaf number, fresh overground mass, total fresh mass of seedling and the ratio of fresh and dry overground mass and root were recorded. Chemical composition of wild rose seedlings varied among the treatments, but the highest content of macro and micro elements was determined in the seedlings grown on sawdust (D) and control substrate (E). The largest values of almost all morphological properties of pelargonium were also recorded on substrate mixtures M4 (18 % A + 22 % B + 40 % C + 20 % D) and M6 (18 % A + 42 % B + 20 % C + 20 % D). Further, while the largest morphological properties of pelargonium seedlings were recorded in the mixtures, highest content of macro and micro elements determined in seedlings was on those grown on alternative components, especially in seedlings grown on a willow bark substrate.

Number of pages: 178
Number of figures: 23
Number of tables: 66
Number of references: 170
Original in: croatian

Key words: tissue culture, *Rosa canina* L., *Pelargonium zonale* L., alternative substrates, adaptation

Date of the thesis defense: 6.2.2017.

Reviewers:

1. **PhD Zdenko Lončarić, full professor** – chair
2. **PhD Nada Parađiković, full professor** – supervisor and member
3. **PhD Brigita Popović, associate professor** – member
4. **PhD Ivna Štolfa Čamagajevac, assistant professor** – member
5. **PhD Tomislav Vinković, assistant professor** - member

Thesis deposited in:
National and University Library, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

KAZALO

1. UVOD **1**

1.1. PREGLED LITERATURE 4
1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA 19

2. MATERIJAL I METODE RADA **20**

2.1. *IN VITRO* UZGOJ PRESADNICA DIVLJE RUŽE I PELARGONIJE 20
2.1.1. Laboratorijska oprema korištena za in vitro uzgoj presadnica *20*
2.1.2. Uvođenje u kulturu *21*
2.1.3. Sastav hranjive podloge *22*
2.1.4. Umnožavanje biljnog materijala *24*
2.1.5. Ukorjenjivanje in vitro *25*
2.1.6. Priprema biljaka za presađivanje u supstrate *25*
2.2. POSTAVLJANJE POKUSA U PRAKTIKUMU 26
2.2.1. Priprema supstrata *26*
2.2.2. Sadnja in vitro presadnica divlje ruže i pelargonije *28*
2.2.3. Uzorkovanje biljnog materijala i priprema za analize *28*
2.3. LABORATORIJSKE ANALIZE SUPSTRATA I BILJNOG MATERIJALA 29
2.3.1. Laboratorijske analize supstrata *29*
2.3.2. Kemijske analize biljnog materijala *33*
2.4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA 34

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA **35**

3.1. OSNOVNA KEMIJSKA SVOJSTVA SUPSTRATA ZA SADNJU DIVLJE RUŽE 35
3.2. SADRŽAJ MAKROELEMENATA U SUPSTRATIMA ZA SADNJU DIVLJE RUŽE 37
3.3. SADRŽAJ MIKROELEMENATA U SUPSTRATIMA ZA SADNJU DIVLJE RUŽE 40
3.4. OSNOVNA KEMIJSKA SVOJSTVA SUPSTRATA ZA SADNJU PELARGONIJE 44
3.5. SADRŽAJ MAKROELEMENATA U SUPSTRATIMA ZA SADNJU PELARGONIJE 46
3.6. SADRŽAJ MIKROELEMENATA U SUPSTRATIMA ZA SADNJU PELARGONIJE 49
3.7. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA – SUPSTRATI ZA SADNJU DIVLJE RUŽE 52
3.7.1. Sadržaj vode i suhe tvari u supstratima za sadnju divlje ruže *52*
3.7.2. Kompaktna gustoća, pH i EC vrijednosti supstrata za sadnju divlje ruže *53*
3.7.3. Sadržaj pepela, organske tvari i intenzitet disanja supstrata za sadnju divlje ruže *54*
3.7.4. Sadržaj ugljika, dušika i C/N odnos supstrata za sadnju divlje ruže *55*
3.7.5. Sadržaj ukupnih makroelemenata u supstratima za sadnju divlje ruže *56*
3.7.6. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u vodi u supstratima za sadnju divlje ruže *57*
3.7.7. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u CAT otopini u supstratima za sadnju divlje ruže *58*
3.7.8. Sadržaj ukupnih mikroelemenata u supstratima za sadnju divlje ruže *59*
3.7.9. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u vodi u supstratima za sadnju divlje ruže *60*
3.7.10. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u CAT otopini u supstratima za sadnju divlje ruže *61*
3.8. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA – SUPSTRATI ZA SADNJU PELARGONIJE 62
3.8.1. Sadržaj vode i suhe tvari u supstratima za sadnju pelargonije *62*
3.8.2. Kompaktna gustoća, pH i EC vrijednosti supstrata za sadnju pelargonije *63*
3.8.3. Sadržaj pepela, organske tvari i intenzitet disanja supstrata za sadnju pelargonije *63*
3.8.5. Sadržaj ukupnih makroelemenata u supstratima za sadnju pelargonije *65*
3.8.6. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u vodi supstratima za sadnju pelargonije *66*
3.8.7. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u CAT otopini u supstratima za sadnju pelargonije *68*
3.8.8. Sadržaj ukupnih mikroelemenata u supstratima za sadnju pelargonije *69*
3.8.9. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u vodi u supstratima za sadnju pelargonije *70*
3.8.10. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u CAT otopini u supstratima za sadnju pelargonije *71*
3.9. *IN VITRO* UMNOŽAVANJE BILJAKA DIVLJE RUŽE I PELARGONIJE 72
3.9.1. Indeks multiplikacije *72*
3.9.2. Broj biljaka divlje ruže i pelargonije po supkultivaciji *73*
3.9.3. Kontaminacije po supkultivaciji *74*
3.9.4. Morfološka svojstva presadnica divlje ruže i pelargonije *75*

3.10. MORFOLOŠKA I KEMIJSKA SVOJSTVA KOMERCIJALNIH PRESADNICA DIVLJE RUŽE I PELARGONIJE NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 77
3.10.1. Divlja ruža *77*
3.10.2. Pelargonija *84*
3.11. STATISTIČKA OBRADA MORFOLOŠKIH SVOJSTVA KOMERCIJALNIH PRESADNICA DIVLJE RUŽE NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 91
3.12. KEMIJSKA SVOJSTVA PRESADNICA DIVLJE RUŽE NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 94
3.12.1. Nadzemni dio presadnica divlje ruže *94*
3.12.2. Korijen presadnica divlje ruže *97*
3.13. STATISTIČKA OBRADA MORFOLOŠKIH SVOJSTVA KOMERCIJALNIH PRESADNICA PELARGONIJE NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 100
3.14. KEMIJSKA SVOJSTVA PRESADNICA PELARGONIJE NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 102
3.14.1. Nadzemni dio presadnica pelargonija *102*
3.14.2. Korijen presadnica pelargonije *105*
3.15. KOEFICIJENT AKUMULACIJE HRANJIVIH ELEMENATA 108
3.16. KOEFICIJENTI LINEARNE KORELACIJE 124

4. RASPRAVA **127**

4.1. OSNOVNA KEMIJSKA SVOJSTVA SUPSTRATA ZA SADNJU DIVLJE RUŽE 127
4.2. SADRŽAJ MAKROELEMENATA U SUPSTRATIMA ZA SADNJU DIVLJE RUŽE 129
4.3. SADRŽAJ MIKROELEMENATA U SUPSTRATIMA ZA SADNJU DIVLJE RUŽE 130
4.4. OSNOVNA KEMIJSKA SVOJSTVA SUPSTRATA ZA SADNJU PELARGONIJE 132
4.5. SADRŽAJ MAKROELEMENATA U SUPSTRATIMA ZA SADNJU PELARGONIJE 133
4.6. SADRŽAJ MIKROELEMENATA U SUPSTRATIMA ZA SADNJU PELARGONIJE 134
4.7. *IN VITRO* UMNOŽAVANJE BILJAKA DIVLJE RUŽE I PELARGONIJE 136
4.7.1. Indeks multiplikacije *136*
4.7.2. Broj biljaka divlje ruže i pelargonije po supkultivaciji *137*
4.7.3. Kontaminacije po supkultivaciji *137*
4.7.6. Morfološka svojstva presadnica divlje ruže i pelargonije *138*
4.8. MORFOLOŠKA SVOJSTVA KOMERCIJALNIH PRESADNICA DIVLJE RUŽE NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 138
4.9. KEMIJSKA SVOJSTVA PRESADNICA DIVLJE RUŽA NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 140
4.9.1. Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu divlje ruže *140*
4.9.2. Sadržaj makroelemenata u korijenu divlje ruže *142*
4.9.3. Koncentracija mikroelemenata u nadzemnom dijelu divlje ruže *142*
4.9.4. Koncentracija mikroelemenata u korijenu divlje ruže *143*
4.10. MORFOLOŠKA SVOJSTVA KOMERCIJALNIH PRESADNICA PELARGONIJE NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 144
4.11. KEMIJSKA SVOJSTVA PRESADNICA PELARGONIJE NAKON ADAPTACIJE U SUPSTRATIMA 145
4.11.1. Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu pelargonije *145*
4.11.2. Sadržaj makroelemenata u korijenu pelargonije *145*
4.11.3. Koncentracije mikroelemenata u nadzemnom dijelu pelargonije *146*
4.11.4. Koncentracije mikroelemenata u korijenu pelargonije *147*
4.12. KOEFICIJENT AKUMULACIJE HRANJIVIH ELEMENATA 148
4.13. KOEFICIJENTI LINEARNE KORELACIJE 153

5. ZAKLJUČCI **154**

6. LITERATURA **157**

7. SAŽETAK **170**

8. SUMMARY **172**

9. PRILOG **174**

ŽIVOTOPIS **178**

1. UVOD

Mikrorazmnožavanje je postupak multipliciranja biljnog materijala u posebno specijaliziranim laboratorijima. Postoje više termina koji se koriste za mikrorazmnožavanje, a najtočniji i najpotpuniji bio bi *in vitro* kultura stanica, tkiva i organa (Jelaska, 1994.). Osnovna ideje multipliciranja biljnih dijelova proizlazi iz činjenice da su pojedinačne biljne stanice totipotentne. Naime, mnoge biljne stanice su sposobne formirati bilo koji drugi tip stanica ili tkiva koji su na kraju potrebni za regeneraciju cijele biljke. Teoriju totipotentnosti postavili su njemački biolozi Schwann 1837. i Schleiden 1838. (Gautheret, 1983.). *In vitro* tehnike omogućuju masovnu multiplikaciju i propagaciju bezvirusnog biljnog materijala neovisno o sezoni, a na površniski manjem prostoru u odnosu na ostale metode vegetativnog umnožavanja bilja (Babbar, 2009.). Sam postupak osigurava vrlo brz proces dobivanja velikog broja serija biljaka koje su istovjetne po razvoju, rastu i genetičkom potencijalu vrste. To je proces kloniranja, jer sve proizvedene biljke predstavljaju matične kopije razmnoženog majčinskog uzorka (Međedović, 2003.). Karakteristika mikropropagacije u smislu multiplikacije biljnog materijala je u tome da se kulture održavaju kao tzv. „kulture izdanka“ koje u principu nemaju korjenov sustav sve dok se za njim ne ukaže potreba (Pintarić, 2008.). Stoga, ova metoda razmnožavanja našla je primjenu i u proizvodnji presadnica cvijeća, posebno rezanog, gdje su najrašireniji gerber (Hempel i sur., 1985.; Laliberte i sur., 1985.; Aswath i Choudhary, 2011.; 2002.), krizantema (Prasad i sur., 1983.; Belarmino i Gabon, 1999.; Kumari i sur., 2001.) i ruže (Skirvin i sur., 1979.; Carelli i Echeverrigaray, 2002.). Mogućnost primjene kulture *in vitro* za klonsko razmnožavanje cvijeća je velika, ali s obzirom i na veliku raznolikost cvjetnih vrsta ne postoji neka zajednička strategija uzgoja već svaka vrsta zahtjeva standardizirani protokol *in vitro* uzgoja (Vinterhalter i Vinterhalter, 1996.).

U Hrvatskoj se godišnje uvozi oko 4 milijuna sadnica pelargonija i oko milijun sadnica ruža (za rezani cvijet i parkovne ruže). Također, sve je veća potražnja za sadnicama određenih vrsta divlje ruže za potrebe plantažnog uzgoja visokovrijednog ljekovitog ploda šipka što opravdava izbor ovakvog načina razmnožavanja za navedene kulture.

Divlja ili pasja ruža (*Rosa canina* L.) grmolika je biljka iz porodice *Rosaceae*. Drugi nazivi pod kojima je poznata jesu: šipak, divlji šipak, ščipak, šibek, šip, šipkovina, šipurika, šipurina, pasja drača, pasja roža i drugi. U hrvatskoj flori zastupljeno je nekoliko desetaka

vrsta i međuvrsnih križanaca divlje ruže. Prema bazi *Flora Croatica* u Hrvatskoj se može naći oko 35 samoniklih vrsta divljih ruža. Najrasprostranjenije su ruže iz sekcije *Caninae* u koju pripada i *Rosa canina*. Divlja ruža je visoko vrijedna biljka te osim što je dekorativna vrsta, ima i široku upotrebnu vrijednost. Našla je svoje mjesto u raznim industrijama kao što su drvna, kozmetička, prehrambena i farmaceutska, ali koristi se i kao bioindikator te u sprečavanju erozije tla. Odličan je izbor za integrirani i organsko-biološki uzgoj uslijed kojeg ne dolazi do narušavanja okoliša. Također, s aspekta hortikulture, iznimno je važna kao podloga u komercijalnoj proizvodnji hibridnih ruža. Razmnožavanje divlje ruže u prirodi je generativno sjemenom (Šindrak i sur., 2013.).

Porodica *Geraniaceae*, prema Becker i Brawner, (1996.) broji 230 – 300 vrsta i podvrsta rodova *Pelargonium* i *Geranium*. Biljke roda *Pelargonium* uključuju jednogodišnje i višegodišnje vrste među kojima su najpoznatije one uspravnog (*zonale*) i padajućeg (*peltatum*) oblika. Prema Lis-Balchin (2002.) uzgoj pelargonije *Pelargonium triste* zabilježen u botaničkom vrtu u Leidenu 1631. godine smatra se prvim uzgojem u Europi. Početkom uzgoja pelargonija botaničari su često *Pelargonium zonale* (sin. *Pelargonium x hortorum*) svrstavali u rod *Geranium*, kasnije su uočili razlike u odnosu na ostale pripadnike toga roda te su ustanovili poseban rod *Pelargonium*. Različita građa cvijeta jasno ukazuje na činjenicu da su to dva posebna roda, cvijet geranija je pravilnog oblika s pet latica jednaka oblika i veličine, a kod pelargonija su dvije gornje latice odijeljene od donjih triju (Pagliarini, 2003.). Većina pelargonija razmnožava se vegetativno preko reznica kako bi se održala željena boja, oblik i miris cvijeta i lista.

Kako se u praksi nerjetko pri generativnom razmnožavanju divlje ruže suočavamo s poteškoćama izazvanim slabom klijavošću sjemena ili lošeg ukorjenjivanja reznica ako ih razmnožavamo vegetativno (Šindrak i sur., 2013.), a kod komercijalnog uzgoja pelargonija vegetativnim načinom razmnožavanja često puta dolazi do upitnog zdravstvenog statusa biljke uslijed pojave različitih bakterijskih i gljivičnih oboljenja (Mastalerz, 1971.; Ghanem i sur., 2008.; Ćosić i sur., 2010.; Parađiković, 2012.), uspješno razmnožavanje pelargonija i divlje ruže može se postići *in vitro* razmnožavanjem kojim neovisno o sezoni dobivamo u kratkom vremenu veliki broj bezvirusnog sadnog materijala. Nakon uspješnog uzgoja presadnica mikrorazmnožavanjem u laboratoriju, problem se javlja u adaptaciji kod ožiljavanja presadnice u supstratu. Cvjetne vrste pa tako i divlja ruža i pelargonije danas se

uspješno uzgajaju na komercijalnim supstratima iz uvoza. Kvalitetan supstrat mora posjedovati laganu konzistenciju koja će omogućiti dobru aeraciju, drenažu te dobar puferni kapacitet s kojim se osigurava uredno i konstantno snabdijevanje hranivima. Upotreba određenog supstrata mora biti prilagođena zahtjevima uzgajanih kultura (Parađiković, 2009.). Većina specijaliziranih supstrata za uzgoj pelargonije i ruže sastoji se od mješavine crnog i bijelog treseta. Unatoč svemu navedenome, broj ožiljenih *in vitro* presadnica u supstratima često ne prelazi više od 50 % što može biti direktno vezano za izbor supstrata kao i za mikroklimatske uvjete ožiljavanja. Da bi se povećao postotak prijema presadnica tj. sadnog materijala, potrebno je izabrati i utvrditi mješavinu supstrata koji će pogodovati brzom razvoju korijena i nadzemnog dijela biljke. Također, uslijed širenja hortikulturne proizvodnje bilja došlo je do sve veće eksploatacije prirodnih tresetišta i narušavanja okoliša te su se znanstvenici okrenuli traženju alternativnih riješenja. Organski otpad dobiven kao nusprodukt raznih industrija kao što su ljuske kakaovca, vrbina kora, supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona *Agaricus bisporus* te piljevina mogle biti jedno od rješenja oba problema.

1.1. Pregled literature

Mnoge cvjetne vrste te ukrasno bilje se češće razmnožavaju vegetativnim načinom razmnožavanja u odnosu na generativni. Prednost takvog načina razmnožavanja očituje se kod vrsta s relativno dugim periodom klijanja te nepravilnostima u cvjetanju i plodonošenju (Amri, 2010.). Nadalje, biljke se dobivaju upotrebom materijala samo jednog roditelja te ne dolazi do izmjene genetičkog materijala što omogućuje zadržavanje poželjnih osobina ukrasnih biljaka kao što su oblik, boja i miris cvijeta i lista (Adams i sur., 2011.).

Konvencionalni načini vegetativnog razmnožavanja su široko rasprostranjeni te su još uvijek jedan od najčešćih načina razmnožavanja ukrasnog bilja u svijetu. No, uz sve prednosti, ne osiguravaju uvijek zdrave presadnice te se kao limitirajući faktor javlja ovisnost o sezoni i pojava slabog indeksa umnožavanja.

Pojava biotehnologije se nametnula kao značajna alternativa konvencionalnim metodama propagacije i uzgoja ukrasnog bilja. Pronašla je mnoge potencijalne i praktične koristi u područjima povezanim s razmnožavanjem i uzgojem ukrasnog bilja poput brzog umnožavanja, *in vitro* mutageneze, razvoja kultivara preko somaklonske varijabilnosti te genetske transformacije. Biotehnologija može prevladati neke od problema sterilnosti korištenjem protokola kulture sjemenog zametka i skratiti uzgojne cikluse kroz *in vitro* klijanje (Canli i Kazaz, 2009.). Također, određene prednosti mikropropagacije u odnosu na makropropagaciju su uzgoj zdravog sadnog materijala, proizvodnja presadnica neovisno o sezoni, dugoročno skladištenje zdravog matičnog biljnog materijala, postizanje velikog broja presadnica na relativno malom uzgojnom području (Markoska-Petrovska i sur., 2003.).

Kultura biljnog tkiva predstavlja znanost uzgoja biljnih stanica, tkiva i organa izoliranih od matične biljke na umjetnim hranjivim podlogama. Uključuje tehnike i metode istraživanja mnogih botaničkih disciplina te se temelji na nekoliko praktičnih ciljeva (George, 2008.).

Ruža je jedna od najvažnijih komercijalnih cvjetnih vrsta. Općenito se razmnožava vegetativnim načinima kao što su reznicama, nagrtanjem, izdancima, kalemljenjem (Parađiković, 2009.), a posljednjih nekoliko desetljeća sve je raširenija *in vitro* način umnožavanja.

Izbor hranjive podloge ovisi o biljnoj vrsti te tipu kulture koji se želi uspostaviti. No, neovisno o različitosti između hranjivih podloga, sve sadržavaju mineralne soli, ugljikohidrate, vitamine i regulatore rasta. Hranjiva podloga Murashige i Skoog (MS) najviše je upotrebljavana podloga koja se uspješno primjenjuje za velik broj kultura i njihovih tipova (Jelaska, 1994.).

Toma i sur. (2014.) uspješno su multiplicirali vrstu *Rosa canina* na tri različite hranjive podloge, WPM, B5 i MS, a Pahnekolayi i sur. (2015.) na MS te Van der Salm (VS) hranjivim podlogama.

Prema Pati i sur. (2006.) MS hranjiva podloga se najčešće koristi za propagaciju ruže *in vitro*, no navodi kako su zabilježene uspješne propagacije i na Linsmair & Skoog hranjivoj podlozi (cit. Pittet i Moncousin, 1980.; Norton i Boe, 1982.), Gambor i Lee i Fossard hranjivim podlogama (cit. Alekhno i Vysotskii, 1986.), Quorine Lepoivre (QL) i hranjivoj podlozi za drvenaste kulture (WPM) (cit. van der Salm i sur., 1994).

Uspješno *in vitro* umnožavanja između ostalog ovisi i o tipu eksplantata koji se uvodi u kulturu odnosno dijelu matične biljke koji je najpogodniji za stvaranje novih izboja.

Carelli i Echeverrigaray (2002.) navode kako su lateralni pupovi kao eksplantati uzeti s biljaka starosti 2 do 5 godina postigli multiplikacijski indeks od 30,3 biljaka po eksplantatu tijekom 180 dana. Nadalje, multiplikacijski indeks šest od devet ispitivanih kultivara iznosio je od 1,85-2,88 biljaka po eksplantatu nakon 60 dana.

Pati i sur. (2004.) uspješno su inducirali pojavu izboja iz lisnih eksplantata *Rosa damascena* Mill. uzetih s *in vitro* uzgajanih biljaka. Elitne biljke dobivene uvođenjem eksplantata nodija uzgajane su 2 godine *in vitro* na MS hranjivoj podlozi za multiplikaciju uz dodatak 5 mM benzilaminopurina te 3 % saharoze. Petiole potpuno razvijenih mladih listova uzetih sa četiri tjedna starih izboja pokazale su se kao idealni eksplantati za regeneraciju novih izboja. Autori zaključuju kako bi ovakav protokol bio koristan pri održavanju klonske vjerodajnosti i genetske transformacije vrste *Rosa damascena* Mill.

Kumar i sur. (2001.) uspostavili su učinkovit protokol umnožavanja vrste *Rosa damascena* Mill. uvodeći kao eksplantate pojedinačne segmente nodija sa zrelih grmova.

Dok su Tian i sur. (2008.) i Gao i sur. (2013.) uspostavili protokol regeneracije biljaka iz tijela nalik na protkrome (PLB) dobivene od rizoida razvijenih iz lisnih eksplantata *Rosa* sp. vrsta (*R. canina* L., *R. multiflora* var. *cathayensis* Rehd. *et* Wils. i R. *multiflora* f. *carnea* Thory).

Prema XiaoLi i sur. (2005.) glavni čimbenici koji utječu na regeneraciju vrste *Rosa canina* su regulatori rasta naftil octena kiselina (NAA) i 6- benzil aminopurin (BAP) te $AgNO_3$ i saharoza. Na MS hranjivoj podlozi koja sadrži 40 g saharoze te 6,0 g agara s dodatkom 1,5 mg/L BAP, 0,1 mg/L NAA, 3,5 mg/L $AgNO_3$ postiže se regeneracija divlje ruže i do 96, 3%.

Ukorjenjivanje je jedna od vrlo važnih faza mikropropagacije bilo koje kulture. Tijekom faze umnožavanja može doći do pojave korjenčića kod nekih biljaka, no obično je potrebno biljke supkultivirati na posebnu hranjivu podlogu za ukorjenjivanje kako bi razvile korijen (George i Debergh, 2008.).

Šiško (2011.) navodi kako je najbolja hranjiva podloga za ukorjenjivanje specifična za svaki pojedini genotip ruže. U svom istraživanju, autor je izboje 3 različita genotipa ruže dužine 1,5 - 3 cm supkultivirao na tri različite hranjive podloge za ukorjenjivanje. Prvi genotip je razvio najviše korijenja (82 %) na upola smanjenoj koncentraciji MS hranjive podloge uz dodatak 30 g/L saharoze te bez indol-butilne kiseline (IBA) regulatora rasta nakon 24 dana. Najuspješnije zakorjenjivanje (55,6 %) drugog genotipa zabilježeno je na MS hranjivoj podlozi s dodatkom 30 g/L saharoze te 0,5 mg/L IBA. Dok je treći genotip razvio najviše korijenja (65,9 %) na hranjivoj podlozi ¼ koncentracije MS hranjive podloge uz dodatak 30 g/L saharoze te bez IBA regulatora rasta.

Uspješna aklimatizacija biljaka dobivenih mikropropagacijom te njihov prijenos u supstrat je kritičan korak u cijelom procesu komercijalnog iskorištenja *in vitro* tehnologija. Posebice aklimatizacija biljke ruže za koju su broji autori naveli kao težak postupak zbog brzog isušivanja uslijed smanjenja vlage ili pak pojave bolesti uslijed povećane vlage (Pati i sur., 2006.)

Prema Tkalec i sur. (2012.) u postupku razmnožavanja divlje ruže *in vitro* prosječni prijem biljaka na hranjivoj podlozi iznosio je 95%. Međutim, u fazi aklimatizacije prijem se

smanji na svega 50%, a sama faza traje dosta dugo. Primjena biostimulatora (arginin + aspargin) u ovom istraživanju povećala je prijem biljaka u fazi aklimatizacije na preko 90% i vremenski skratila period ukorjenjivanja.

Xing i sur. (2010.) navode uspješnu aklimatizaciju od 80% adaptiranih *in vitro* biljaka vrste *Rosa rugosa* u stakleniku nakon 2-3 tjedna. Ukorijenjene biljčice s više od 4 korijena te dužine veće od 10 mm posađene su u mješavinu tla koja se sastojala od travnjačkog tla, vrtnog tla i pijeska u omjer 2: 2: 1.

Pelargonija je jedna od najpoznatijih i prepoznatljivih cvjetnih vrsta u svijetu. Štoviše, posjeduje značajnu ekonomsku važnost na tržištu ukrasnog bilja (García-Sogo, 2012.). Tijekom 2012. godine zabilježena je prodaja 20 milijuna lončića pelargonije procijenjenih na nešto više od 17 milijuna eura (Zawadzińska i sur., 2013.).

Poznata je kao proljetno ljetna cvjetna vrsta koja se može uzgajati kao lončanica ili u cvjetnim gredicama, iako većina današnjih hibrida ima tendenciju cvjetanja tijekom cijele sezone, posebno u krajevima bez mraza (Wazir, 2015.). Pelargonije se razmnožavaju reznicama uzetim s jednogodišnjih izboja u kasnu zimu ili rano proljeće kako bi nove biljke bile spremne za prodaju na ljeto (Currey i Lopez, 2013.). Proces uzimanja reznica zahtjeva održavanje velikog broja biljaka što za posljedicu može imati pojavu i širenje ozbiljnih bakterijskih i gljivičnih oboljenja (Mastalerz, 1971.) te virusa putem sustava za navodnjavanje (Krczal i sur., 1995.). Kvaliteta sadnog materijala osnova je za proizvodnju zdravih biljaka (Rout i sur., 2006.), a moguće ju je osigurati biotehnološkim postupcima (Chebet i sur., 2003.) kao što je *in vitro* propagacija.

Kao i divlja ruža, pelargonija zahtjeva prilagođeni protokol *in vitro* uzgoja, stoga su se brojna istraživanja temeljila na proučavanju najpogodnijih hranjivih podloga, koncentracije regulatora rasta, tipova eksplantata i drugim čimbenicima u ovisnosti o tipu kulture.

Agarwal i Ranu (2000.) proučavali su *in vitro* propagaciju vrste *Pelargonium x hortorum*. Razvili su protokol regeneracija *in vitro* biljaka iz eksplantata mladih listova i peteljke tri kultivara pelargonija. Učinkovitost regeneracije ovisna je o kultivaru te je

kultivar Samba pokazao najveći potencijal regeneracije, zatim kultivar Yours Truly pa kultivar Sincerity. Također, kod kultivara Samba zabilježen je najveći broj izbojaka kod oba tipa eksplantata, peteljke (57 izboja po eksplantatu peteljke u prisustvu 3 mM zeatina i 1 mM indol -3- octene kiseline (IAA)) i eksplantata lista (43 izboja po eksplantatu u mediju s dodatkom 10 mM zeatina i 2 mM IAA). Izdanci su preneseni na MS hranjivu podlogu uz dodatak 0,44 mM N6-benziladenina i 0,11 mM IAA gdje su dosegli dužinu 1 ± 2 cm u 3 ± 4 tjedna. Postignuta je 100 % učinkovitosti ukorjenjivanja na MS hranjivoj podlozi te su dobivene biljke pokazale normalan rast i cvatnju u stakleničkih uvjetima.

Saxena i sur. (2000.) zabilježili su 20 – 66 % regeneriranih izboja kod nodalnih eksplantata pelargonije nakon 14 – 21 dana u svim istraživanim kombinacijama hranjive podloge u odnosu na eksplantate lista kod kojih je zabilježena regeneracija 24 – 76 % izboja i to samo na pojedinim kombinacijama hranjive podloge. Maksimum od 44,29 ± 2,5 izboja po eksplantatu lista zabilježen je u hranjivoj podlozi s kombinacijom 5,0 mg/L kinetina i 1,0 mg/L NAA dok je maksimalni broj izboja nodalnih eksplantata 10,89 ± 1,07 zabilježen u podlozi s 8,0 mg/L kinetina i 1,0 mg/L NAA. Autori zaključuju kako ovakav protokol za izravnu regeneraciju može biti koristan u budućim eksperimentima za genetičku transformaciju te za velike komercijalne eksploatacije bilo kojeg odabranog elitnog klona.

Hassanein i Dorion (2005.) uspostavili su brzu i učinkovitu regeneraciju uspravnih i mirisnih tipova pelargonije inducirajući diskove lišća s *in vitro* biljaka kao eksplantate. Rezultati su pokazali bolju učinkovitost eksplantata uzetih s *in vitro* biljaka ostvarivši veći postotak regeneracije izboja u odnosu na biljke uzgojene u plasteniku. Nadalje, ukorijenjivanje biljaka mirisnih pelargonija postiže se za 2 - 3 mjeseca, a biljaka vrste *P. x hortorum* za 3 - 4 mjeseca. Iz jednog lista mirisnih pelargonija moguće je dobiti 25 eksplantata, dok iz lista vrste *P. x hortorum* i do 40.

Zuraida i sur. (2013.) navode uspješnu adaptaciju *in vitro* presadnica vrste *Pelargonium radula* u različitim mješavinama tla. Najveći postotak preživjelih biljaka nakon 60 dana zabilježen je u mješavini organskog tla i vrtnog tla (96 %), zatim u mješavini pijeska i vrtnog tla (57 - 67 %), a najmanji u mješavini vermikulita i vrtnog tla (54 - 56 %). Sterilizacija različitih mješavina nije imala utjecaj na adaptaciju presadnica.

Tembe i Deodhar (2010.) koristili su mješavinu kokosovog supstrata i pijeska (1:1) za inicijalnu aklimatizaciju *in vitro* biljaka tri kultivara *Pelargonium graveolens* (L' Herit.). Sva tri ispitivana kultivara imala su visok postotak aklimatiziranih biljaka i to Reunion 98 %, Bourbon 95% i Egiptyan 90%. Biljke su tada presađene u mješavinu pijeska, tla i komposta (2:2:1) gdje je zabilježen 100 %-tni prijem biljaka svih kultivara. Nakon 6 mjeseci dobivene su presadnice pelargonije spremne za sadnju u polje.

Tkalec i Parađiković (2013.) uspješno su uzgojili *in vitro* presadnice vrste *Pelargonium peltatum* uvodeći kao eksplantate mlade listove. Svi eksplantati razvili su bočne izboje što je potvrdilo efikasnost i mogućnost uporabe takvog regeneracijskog sustava. Također, utvrđeno je kako je pojava izboja moguća bez faze induciranja kalusa. Nadalje, autori navode uspješnu aklimatizaciju *in vitro* presadnica u supstratima porijeklom od nusprodukata raznih industrija (vrbina kora, ljuske kakaovca i supstrat nakon proizvodnje šampinjona).

Za uzgoj pelargonija pogodni su supstrati pH vrijednosti 5,5 - 6,5, a optimalne EC vrijednosti (električnog konduktiviteta) od 1,0 do 2,5 mS/cm (Kessler, 1998.).

Unazad nekoliko desetljeća došlo je do ekspanzije tržišta lončanica koje su postale ljudima dostupnije prodajom ne samo u specijaliziranim vrtnim centrima već i trgovinama mješovitom robom. Utrživost takvog proizvoda uvelike ovisi o kvaliteti samog proizvoda. Posljedica toga je povećanje potražnje za kvalitetnim i homogenim medijem uzgoja koji će osigurati pravilan rast biljaka. Zbog poteškoća u dobivanju konzistentne kvalitete tla i mogućih fizikalnih problema prilikom punjenja lonaca tlom, većina uzgajivača koristi supstrate za sadnju biljaka u loncima. Sustavi uzgoja bilja bez upotrebe tla u hortikulturi opće su prihvaćeni pogotovo u komercijalnoj proizvodnji zbog visokog proizvodnog potencijala supstrata te neovisnosti o kondiciji tla i patogenima koji se u njemu nalaze (Di Benedetto, 2007.).

Glavne odlike supstrata leže u visokoj sposobnosti zadržavanja vode u kombinaciji s visokim kapacitetom za zrak. Oba parametra se mogu kontrolirati specifičnim strukturama različitih sirovina. Tako se treset može optimizirati prema zahtjevima biljaka, kao i prema zahtjevima proizvođača. Treset, kao čista organska tvar, osigurava visok puferski kapacitet

(KIK = kationski izmjenjivački kapacitet). Huminske kiseline sadržane u tresetu mogu upiti hranjive tvari i otpuštati ih kada postoji potreba od strane biljke. Dodaci poput gline mogu čak povećati KIK i hranjivi pufer. Tresetna mahovina je također odličan pufer za održavanje stabilnog pH za vrijeme uzgoja usjeva (FAQs about Klasmann products, 2013.).

Međutim, u nekim dijelovima svijeta intenzivno iskorištenje tresetišta dovelo je do potpune izmjene ekosustava močvara te utjecalo na izmjenu okoliša, dok je u drugim upotreba bila nešto ograničenija uzrokovajući manje promjene na prirodnim staništima. Većina artičkih i subartičkih tresetišta su još uvijek netaknuta. U Europi se treset prestao akumulirati u preko 50 % bivših močvarnih područja, a gotovo 20 % ih uopće više i ne postoji, dok je u Indoneziji od 1980. iskrčeno i isušeno 45 % močvarnih tresetišta radi dobivanja poljoprivrednih površina i plantaža. Približno 80 % izvornih područja tropskih i netropskih močvara su još uvijek netaknute, no uslijed prirodnih procesa i globalnih klimatskih promjena zaustavljena je akumulacija treseta za 25 %. Stoga je procijenjeno kako se trenutno treset aktivno akumulira na samo 55 % izvornih globalnih močvarnih područja (Clarke i Rieley, 2010.).

Upravo zbog toga je u mnogim zemljama zabranjena eksploatacija tresetišta dok je pak u drugima pod nadzorom nadležnih tijela u cilju očuvanja tresetišta čime se doprinosi zaštiti klime i okoliša. Iako je treset značajan medij uzgoja za hortikulturno bilje, smanjenje prirodnih resursa eksploatacijom te time povećanje cijena koštanja treseta dovelo je do potrebe za alternativnim rješenjima. Znanstvenici već godinama potvrđuju u svojim istraživanjima prednosti tresetnih supstrata u hortikulturi, no nude i brojne alternativne materijale za dobivanje kvalitetnih supstrata.

Kod supstrata koji sadrže samo organske komponente često dolazi do gubitka makroporoziteta tijekom vremena. Razgradnja organske tvari stvara prekobrojne male čestice koje zadržavaju suvišnu vodu te time smanjuju poroznost zraka. Mješavina organskih i neorganskih komponenti, kao što je perlit, omogućuje zadržavanje velikih pora tijekom cijelog proizvodnog ciklusa (Bilderback i sur., 2005.).

Quinteroc i sur. (2012.) navode upotrebu tostiranih rižinih pljevica kao supstrata u proizvodnji karanfila. Napominju da fizikalno kemijska svojstva supstrata ovise o načinu

tostiranja i miješanja pljevica te da nakon proizvodnog ciklusa dolazi do promjene istih. Autori su ispitali fizikalna i kemijska svojstva supstrata tostiranih rižinih pljevica prije i nakon proizvodnog ciklusa te utvrdili kako vremenske promjene u distribuciji veličine čestica i njihove prostorne reorganizacije utječu na sva hidro-fizikalna svojstva supstrata. Općenito sposobnost zadržavanja vlage supstrata se povećava te dolazi do izmjene odnosa vode/zraka u odnosu na početno stanje supstrata. Ove promjene ukazuju na primjenu pravovremene i odgovarajuće strategije fertirigacije tijekom cijelog proizvodnog ciklusa karanfila.

Gariglio i sur. (2002.) proučavali su utjecaj procesa kompostiranja piljevine vrbinog drveta na klijavost salate te suhu masu nevena. Proces kompostiranja reducira negativni učinak nekompostirane piljevine i povećava klijavost salate s 5 % bez kompostiranja na 93,3 % pri 40 dana kompostiranja. Nadalje, zabilježeno je povećanje suhe mase nevena s 8 g/biljci bez kompostiranja do 17,1 g/biljci pri 40 i 60 dana kompostiranja.

Kemijskom analizom treseta te ljuske lješnjaka i stabljike kukuruza zabilježen je najveći sadržaj organske tvari u tresetu, duplo veći sadržaj N u pilećem gnoju u odnosu na treset te veće vrijednosti P i K u svim istraživanim komponentama u odnosu na treset. Nadalje, pH vrijednost svih ispitivanih mješavina bila je veća u odnosu na treset te se kretala od 5,42 – 6,88. EC vrijednosti kretale su se od 2,41 – 4,95, dok je na tresetu zabilježena EC vrijednost 3,19 (Dede i sur., 2006.).

Dodatak površinskog sloja kokosovih vlakana u perlit rezultirao je većim vodnim potencijalom u listu (-0,74 u odnosu na -0,84 MPa), većim vrijednostima asimilacije (13,7 u odnosu na 12,1 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) i transpiracije (6,01 u odnosu na 5,19 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}) u biljaka gerbera u odnosu na biljke uzgajane samo na perlitu (Paradiso i De Pascale, 2008.).

Abad i sur. (2005.) navodi kako su supstrati na bazi borove kore obično pH vrijednosti 7, dok su supstrati na bazi kokosovog vlakna pH vrijednosti 6, što odgovara zahtjevima za uzgoj ukrasnog bilja u loncima (Hernandez-Apaolaza i Guerrero, 2008.).

Otpad drvenog podrijetla, kao što je piljevina, ima širok C:N omjer (400:1 do 1300:1), ovisno o kemijskom sastav pojedine vrste drveta. Takav kompostni materijal obično

se kompostira sa stajskim gnojem ili mu se dodaju gnojiva kako bi se obogatio potrebnim dušikom (Di Benedetto i Pagani, 2012.).

Fizikalna svojstva supstrata koja se smatraju povoljnim za uzgoj bilja mogu se mijenjati tijekom uzgojnog procesa uslijed nekoliko čimbenika (Jackson i sur., 2009.). Neki od kemijskih i fizikalnih svojstava analiziraju se na početku kao i na kraju uzgoja te moraju biti u oba slučaja u granicama optimalnih vrijednosti za uzgoj hortikulturnog bilja (Wright i sur., 2008.).

Fizikalna svojstva supstrata čine ukupan porozitet, kapacitet za vodu i zrak te kompaktna gustoća. Ukupni porozitet izračunava se iz ukupnog volumena koji se umanjuje za volumen strukturnih agregata. Kapacitet za zrak je razlika između ukupnog poroziteta i kapaciteta za vodu pri 1kPa vodnog potencijala. Kapacitet za vodu predstavlja postotak volumena zasićenog, a potom dreniranog supstrata te podijeljenog na vezanu i pristupačnu vodu. Vezana voda se zadržava u supstratu pri tlaku > 1,5 MPa. Kompaktna gustoća te analiza veličine čestica imaju važnu ulogu u fizikalnim svojstvima tla. Kompaktna gustoća predstavlja odnos mase suhih strukturnih agregata te volumena supstrata. Kompaktna gustoća supstrata različitih komponenti nikada nije jednaka. Kada se kombiniraju tri različite komponente supstrata, dolazi do smanjivanja pora što značajno utječe na rast biljaka (Blok i Verhagen, 2009.).

Komponente supstrata moraju imati stabilna fizikalna i kemijska svojstva tijekom cijelog uzgojnog perioda biljaka. Bio stabilnost alternativnih supstrata uvelike varira, što utječe na izmjenu kemijskih svojstava te rast biljaka. Prema Abad i sur. (2001.) idealni supstrat sadrži slijedeće karakteristike: pH 5,2 - 6,3, EC 0,75 – 3,49 dS m^{-1}, organska tvar > 80 %, NO_3-N 100 – 199 μg mL^{-1}, K^+ 150 – 249 μg mL^{-1}, Na^+ < 115 μg mL^{-1}, Cl^- < 180 μg mL^{-1}, SO_4^{2-} - S < 960 μg mL^{-1}.

Poželjna pH vrijednost supstrata nešto je niža od one tla te bi trebala iznositi 5,4 – 6,0. EC vrijednosti supstrata trebala bi se kretati u vrijednostima 1,5 – 2,0 mS cm^{-1}, dok bi se kationsko izmjenjivački kapacitet trebao kretati između 6-15 meq 100 cc^{-1}. Preporučeni sadržaj N unutar supstrata trebao bi biti 15-25 g kg^{-1}, P 5-12 g kg^{-1} te K 5-10 g kg^{-1}, iako se ove vrijednosti mogu razlikovati u ovisnosti o uzgajanoj biljnoj vrsti (Chavez i sur., 2008.).

Obzirom na cijenu komponenti i energije potrebne za njihovo miješanje bilo bi korisno moći predvidjeti utjecaj pojedinih komponenti na fizikalna svojstva supstrata. Na primjer, ova svojstva mogu biti predviđena kod tla ukoliko je poznata kompozicija njegove teksture. Beardesell i sur. (1979.) pokušali su predvidjeti fizikalna svojstva supstrata od više komponenti iz svojstava svake pojedine komponente. Koristeći aditivni model za kombinacije kore, treseta, piljevine i stabljike maka s pijeskom ili troskom dobili su približno iste rezultate izmjerenih i predviđenih fizikalnih svojstava. Međutim, istraživanje se svodilo na jednake omjere samo dvije komponente za pojedini supstrat.

Ako se koristi organska tvar kao supstrat od velike je važnosti odrediti stupanj njene humifikacije kako bi se utvrdila njena pogodnost za intenzivan uzgoj u hortikulturi. Produktivnost uzgojnog medija određuje se većinom s obzirom na količinu elemenata ishrane te strukturnu stabilnost. Oba parametra ovise o stupnju humifikacije uzgojnog medija. U uzgojnom mediju organskog podrijetla količina elemenata ishrane povećava se sa stupnjem humifikacije. Stabilna struktura je osnova za konstantnu i pogodnu poroznost koja uspostavlja pravilan sadržaj vode, odnosno omjer zraka za biljke i mikroorganizme. Zrak u uzgojnom mediju regulira apsorpciju i topljivost nutrijenata (Sári i Forró, 2008.).

Gandolfo i sur. (2016.) proučavajući utjecaj dva alternativna supstrata S1 (*Sphagnum maguellanicum*-organsko tlo-perlit, 40-40-20, v/v/v) i S2 (*Sphagnum maguellanicum*-otpadne vode-perlit, 40-40-20, v/v/v) različitih fizikalnih i kemijskih osobina na rast i razvoj 6 genotipova maćuhica navode značajne razlike u svim ispitivanim parametrima u ovisnosti o supstratu. Autori također navode kako dobiveni rezultati ukazuju na to da bi se kvaliteta supstrata trebala uzeti u obzir kao izvor abiotskog stresa.

Istraživanje Pinamonti i sur. (1997.) provedeno na krastavcu, rajčici, jagodama i gerberu na četiri vrste supstrata (kamena vuna; bijeli treset; mješavina 40 % bijelog treseta i 35 % rižine pljevice i 25 % komposta, mješavina 50 % bijelog treseta i 50 % komposta) pokazalo je jasnu prednost dodavanja komposta u uzgojni supstrat, kod svih ispitivanih biljnih vrsta. Rezultati ukazuju na poboljšanu ishranu biljaka, bolji vegetativni porast i povećanje kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja produktivnosti.

Parađiković i sur. (2012.) ispitivali su utjecaj dva tipa supstrata (kokosov supstrat te mješavini kokosa (60 %) i rižinih pljevica (40 %)) te različitog osvjetljenja na uzgoj dvije sorte gerbera. Obzirom na varijante osvjetljenja i vrstu supstrata, obje sorte su najveću produktivnost u ispitivanom razdoblju ostvarile na varijantama s dopunskim osvjetljenjem i supstratu koji se sastojao od kokosovih vlakana s dodatkom rižine pljeve. Utjecaj supstrata na produktivnost cvijeta bio je značajan na supstratu s dodanom rižinom pljevom na kojem je ubrano ukupno 17,7 % više cvjetova po biljci u odnosu na supstrat bez rižine pljeve, na istom supstratu ubrano je 20,8 % više komercijalnih cvjetova, dok na broj nekomercijalnih cvjetova po biljci supstrat nije značajno utjecao.

Ispitivanje različitih supstrata s ciljem identifikacije optimalnih uvjeta u proizvodnji ruža u istraživanju Samartzidis i sur. (2005.) pokazalo je da kumulativni prinos cvijeta nije značajno varirao između supstrata s različitim omjerom zeolita i perlita. Zeolit nije pozitivno utjecao na veću produktivnost ruža, kao ni perlit, iako je primjena perlita rezultirala poboljšanjem fotosinteze, ali bez značajnijeg povećanja produkcije cvijeta.

Caballero i sur. (2007.) smatraju da nedostaci hraniva u uzgajanim biljkama mogu nastati uslijed velikog broja svojstava supstrata. Neki supstrati na bazi treseta mogu uzrokovati željezo (Fe) - klorozu kod osjetljivih biljaka, što se tradicionalno pripisivalo povećanoj pH i EC vrijednosti uzgojnog medija. U njihovom istraživanju na gerberu kao vrsti osjetljivoj na Fe - klorozu, povećanjem pH uzgojnog medija smanjivao se sadržaj Fe u biljkama, međutim sadržaj klorofila mjeren klorofilmetrom nije bio povezan s pH.

Prema Anda i sur. (2008.) visoka degradacija rižinih pljevica, uslijed velike proizvodnje CO_2-C (40-71 $\mu g g^{-1} h^{-1}$), dogodila se u prvih 53 dana, što je rezultiralo visokim vrijednostima pH, EC, i NH_4^+, ali niskim vrijednostima C i KIK-a. Ostatak razdoblja kompostiranja (54.-116. dana) zabilježeno je smanjenje CO_2-C s prosjekom od 10 $\mu g g^{-1} h^{-1}$. Nakon toga je uslijedilo i smanjenje vrijednosti C, NH_4^+, NO_3^- i hlapivih krutih tvari, ali i povećanje ukupnog N, EC, KIK-a i sadržaja pepela. Dodatkom kompostiranih rižinih pljevica u Oxisol tlo povećava se njegova pH vrijednost te sadržaj Ca, Mg, Na, K i Si, a smanjuje sadržaj Al, Mn i Fe.

Prema Fironda i sur. (2012.) najveći broj ožiljenih reznica pelargonija zabilježen je kod reznica veličine 8 cm, dok je najmanji broj utvrđen kod onih veličine 3 cm. Najveći broj ožiljenih reznica pelargonije zabilježen je na mješavini supstrata za uzgoj cvijeća i treseta u omjeru 1:1, dok je najmanji broj ožiljenih reznica zabilježen na mješavini treseta i perlita u omjeru 2:1.

Lazarević i sur. (2011.) istraživali su najpogodniji supstrat i koncentraciju hormona IBA za razvoj adventivnog korijena i ukorjenjivanje reznica pelargonija. Pokus je postavljen po split-plot shemi sa supstratom kao glavnim faktorom (Substrat 2, Valentin za sjetvu i pikiranje i Steckmedium), a tretmanima IBA (0 %, 1 % i 2 %) kao podfaktorom. Najveći postotak ukorjenjivanja postignut je u supstratu Valentin 100 % te kod tretmana 1% IBA 91,7%.

U istraživanju Ahmad i sur. (2012.) ispitivan je utjecaj različitih supstrata, kombinacija tla, mulja, pijeska, nusproizvoda od šećerne trske i rižnih pljevica na rast, prinos i kvalitetu kultivara ruže. Ruže uzgajane u mješavini vrtnog tla uz dodatak biomase šećerne trske i rižinih pljevica dale su raniju cvatnju. Mješavine s biomasom šećerne trske i rižinim pljevicama pridonijele su većem sadržaju K, dok je mješavina mulja i biomase šećerne trske pridonijela najvećem sadržaju Ca i Mg u listu.

U istraživanju Vukobratović (2008.) cilj je bio utvrditi promjene fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava stajskih gnojiva iz govedarske, konjogojske, svinjogojske i peradarske proizvodnje tijekom procesa kompostiranja. Svi se istraživani komposti mogu uspješno koristiti za proizvodnju presadnica u hortikulturi, mada je posebno pogodan svinjski kompost. Kvalitetu svinjskog komposta dokazuje i pozitivan učinak na pokazatelje rasta presadnica u usporedbi s lumbripostom, a posebice komercijalnim supstratima.

Di Benedetto i sur. (2006.) formirali su 13 različitih supstrata koristeći alternativne materijale otpadne vode, argentinski sphagnum i Carex treset, rižine pljevice, perlit i vermikulit te ih usporedili s komercijalnim supstratom na bazi treseta. Autori navode sličan ili veći omjer korijena i izboja te veću dužinu korijena vrste *Viole wittrokiana* i *Petunia x hybrida* na većini ispitivanih alternativnih supstrata u odnosu na komercijalni supstrat na kojem je zabilježena najveća lisna površina kod vrste *Viole wittrokiana*.

Wright i Browder (2005.) navode veću suhu masu izboja vrste *Rhododendron obtusum* Planch. pri uzgoju u supstratu kore bora u odnosu na supstrat od borovine i mješavine ta dva supstrata. Najmanja suha masa izboja vrste *Tagetes erecta* Big. zabilježena je na supstratu od borovine, dok kod suhe mase izboja vrste *Ilex cernata* nije zabilježena razlika među supstratima. Razlike u kemijskim i fizikalnim svojstvima supstrata zabilježene su u sadržaju P, Mg, Fe, Mn, Zn, B i Al, KIK-u, porozitetu te kapacitetu za vodu.

Jackson i sur. (2009.) istraživali su ukupno 27 supstrata borovine različitih veličina čestica drveta s različitim omjerima organskih dodataka te pijeska kako bi dobili supstrat dobrih fizikalnih svojstava za uspješan rast biljaka. Smanjenjem veličine čestica te dodatkom treseta ili kore bora povećavali su se kapacitet za zrak i vodu te rast kadifice. Kapacitet za zrak i vodu svih supstrata s dodatkom treseta ili borove kore bili su u preporučenim granicama, no samo supstrati sa sitnim česticama su rezultirali povećanim rastom kadifica. Međutim, na supstratu s najvećim česticama uz dodatak 25 % treseta i 25 % borove kore rast kadifica je bio jednak kontrolnim supstratima. Nadalje, dodatkom 25 % borove kore i 10 % pijeska supstratu s najvećim česticama zabilježena je najveća suha masa vrsta *Rhododendron* × *hybrida* i *Spiraea nipponica* Maxim i rezultiralo je jednakim rastom kao i na supstratu borove kore. Autori zaključuju kako grubo usitnjen supstrat borovine uz dodatak manjih čestica istog ili drugih materijala kao što su trest, borova kora ili pijesak može rezultirati supstratom sličnih fizikalnih svojstava (kapacitet za vodu i zrak) i optimalnog rasta biljaka kao i na komercijalnim supstratima.

U istraživanju Dede i sur. (2006.) trest, ljuska lješnjaka i stabljika kukuruza upotrebljavani su kao osnovne komponente za miješanje supstrata, a kompost dobiven od kućanskog otpada te pileći gnoj dodavani su u mješavine supstrata u svojstvu gnojiva. Miješanjem ovih komponenti dobiveno je osam supstrata čija se pogodnost ispitivala uzgojem vodenika. Najmanji porast biljaka vodenika zabilježen je na supstratu od samog treseta dok je najveći biljni porast zabilježen na mješavini treseta, stabljike kukuruza te pilećeg gnoja. Prisustvo komposta kućnog otpada u supstratu rezultiralo je manji brojem cvjetova po biljci iako nisu zabilježene značajno manje vrijednosti svježe i suhe vegetativne mase biljaka u odnosu na ostale supstrate. Autori zaključuju da je moguća upotreba organskih materijala kao alternativnih supstrata te zamjena tresetu.

Segula i sur. (1987.) navode da se u proizvodnji šampinjona koriste dva različita supstrata: kompost (fermentirana slama i humificirani pileći gnoj) u kojem rastu šampinjoni i pokrivni sloj u kojem fizikalni, kemijski i biološki uvjeti stimuliraju inicijaciju fruktifikacijskih tijela. Pokrivni supstrat sastoji se od crnog i bijelog treseta kojemu je dodan kalcijev karbonat ($CaCO_3$) za neutralizaciju pH i vode tako da vlažnost bude oko 80 % (Chikthimmah i sur., 2008.).

U istraživanju Zeljković i sur. (2015.) ispitan je utjecaj supstrata nastalog nakon proizvodnje šampinjona na rast i razvoj presadnica pelargonija i surfinija u odnosu na komercijalni supstrat. Dobiveni rezultati pokazali su značajno veće vrijednosti svih morfoloških svojstava (visina biljke, broj listova, broj cvjetova) kod obje cvjetne vrste uzgajane na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona.

Zrno kakaa je plod kakaovca (lat. *Theobroma Cacao*). Praktičnu primjenu imaju samo kultivirani oblici Criollo i Forestero, čija zrna imaju specifične osobine i vrijednosti za industrijsku primjenu i preradu. Analiza malča ljuske kakaova zrna laboratorija Auburn University za ispitivanje svojstava tla pokazala je visoke vrijednosti EC-a, topivih soli, fosfora, kalija i magnezija, a niske vrijednosti pH, dušika i kalcija. Također ljuske kakaovca zajedno s tresetom daju odličan medij za uzgoj krizantema za rezani cvijet i multifloru. Zbog dobre opskrbljenosti s P, K i Mg odličan je medij za ožiljavanje različitih cvjetnih kultura (Sanderson, 1994.)

Nadalje Sanderson (1994.) navodi kako se ljuska kakaovca u zadnjih 30 godina koristi kao malč kod uzgoja ruža, ali i kao kondicioner tla u kontejnerskom uzgoju različitih cvijetnih vrsta. Malč od ljuske kakaova zrna se polako raspada, a sadrži oko 2,5 % dušika, 1,0 % fosfora i 3,0 % kalija.

Tariq i sur. (2012.) ispitali su pogodnost različitih otpadnih materijala kao što su mulj, kokosova prašina, kanalizacijski mulj, supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona, rižine pljevice za uzgoj vrsta *Dahlia hortensis* u lončanicama. Najveće vrijednosti visine biljke, broja izboja po biljci, broja gomolja po biljci, dijametra cvijeta te najmanji broj dana do pojave cvijeta zabilježeni su na biljkama uzgajanim na supstratu od kokosove prašine, dok je najveća masa gomolja zabilježena kod biljaka uzgajanih na mješavini supstrata rižinih

pljevica i mulja. Na supstratu s jednakim omjerom mulja, kokosove prašine, kanalizacijskog mulja, supstrata nastalog nakon proizvodnje šampinjona i rižinih pljevica zabilježen je najveći broj cvjetova po biljci. Najmanja vrijednost ovog parametra zabilježena je na supstratu od kanalizacijskog mulja te na mješavini supstrata kanalizacijskog mulja i mulja. Visoka pH vrijednost supstrata kanalizacijskog mulja rezultirala je najmanjim vrijednostima svih ispitivani parametara rasta ukoliko je pomiješan u supstrat u omjeru većem od 50%.

Prema Parađiković i sur. (2003.) mikrobiološka aktivnost supstrata od vrbove kore u organsko-biološkom načinu uzgoja omogućuje kontinuiranu opskrbljenost potrebnim biljnim hranivima, što pridonosi dobivanju visoko kvalitetnih plodova rajčice visoke tržišne vrijednosti.

Prema Chizzola (2012.) makroelementi se akumuliraju u biljci redom K > Ca > Mg, dok se koncentracija korisnih mikroelemenata smanjuje obično od Fe > Mn > Zn > Cu > Ni > Mo. Veće koncentracije elemenata nalaze se u listu u odnosu na ostale biljne dijelove.

Gâlea i sur. (2015.) utvrdili su koncentracije mikroelemenata u korijenu, lignificiranoj stabljici, zelenoj stabljici, listovima i cvatu vrste *Pelargonium roseum*. Koncentracije Fe i Cu kretale su se od najnižih (Fe 606 mg/kg, Cu 4,8 mg/kg) utvrđenih u listu i 4,5 mg/kg Cu utvrđenih u zelenoj stabljici do najvećih (Fe 1175,6 mg/kg, 19,2 mg/kg) utvrđenih u korijenu. Najveća koncentracija Zn utvrđena je u lignificiranoj stabljici 74,6 mg/kg, dok je najmanja koncentracija zabilježena u listovima 31,5 mg/kg. Koncentracije Mn kretale su se od 29.7 u lignificiranoj stabljici do 40,8 u listovima.

U istraživanju Orroño i Lavado (2009.) utvrđenene su koncentracija Cu, Zn, Cd, Ni, Cr i Pb u korijenu, stabljici i listovima vrste *Pelargonium hortorum* uzgajanim na tlu tretiranom teškim metalima u dvije koncentracija te kontroli (netretirano tlo). U prosjeku su najveće koncentracije Cu i Zn na netretiranom tlu utvrđene u korijenu zatim u listu, a najmanje u stabljici pelargonije. Koncentracije Cu kretale su se od 6,3 – 84,3 ppm, a Zn od 14,9 – 77,8 ppm.

1.2. Cilj istraživanja

Osnovni ciljevi istraživanja su:

1. Utvrditi mogućnost dobivanja sadnog materijala vrsta *Rosa canina* L. i *Pelargonium zonale* L. mikrorazmnožavanjem.
2. Utvrditi morfološke karakteristike dobivene *in vitro* presadnice koja će biti odgovarajuća za sadnju i brzu adaptaciju u novim istraživanim supstratima.
3. Utvrditi agrokemijska svojstva pojedinih supstrata i njihovih mješavina (usporedba novih prirodnih supstrata i komercijalnog supstrata).
4. Utvrditi pogodnost pojedinog supstrata i mješavine za brzo ožiljavanje *in vitro* presadnica vrsta *Rosa canina* L. i *Pelargonium zonale* L. u odnosu na supstrat komercijalnog proizvođača.
5. Ispitati postoji li povezanost mineralnog sastava pojedinog supstrata s pokazateljima kvalitete presadnice vrsta *Rosa canina* L. i *Pelargonium zonale* L. sa stanovišta mogućeg utjecaja karakteristika supstrata i specifičnosti ispitivanih kultura.
6. Kvantitativnim određivanjem morfoloških pokazatelja (visina stabljike presadnice, broj listova, masa nadzemnog dijela i korijena) povezati kvalitetu presadnica s uvjetima uzgoja (karakteristikama supstrata).

Osnovne hipoteze istraživanja su:

1. Vrste *Rosa canina* L. i *Pelargonium zonale* L. mogu se multiplicirat mikrorazmnožavanjem.
2. Ožiljavanje vrsta *Rosa canina* L. i *Pelargonium zonale* L zahtjeva različite tehnologije proizvodnje supstrata.
3. Pogodnost supstrata za ožiljavanje ovisi o vrsti i razgrađenosti komponenti.
4. Presadnice uzgojene mikrorazmnožavanjem poslije presađivanja u istraživane supstrate mogu poboljšati adaptaciju na abiotski stres i time osigurati optimalni razvoj kao preduvjet za dobru kvalitetu cvatnje.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno u kontroliranim uvjetima u Laboratoriju i Praktikumu za povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito, začinsko i aromatično bilje na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku u razdoblju od 2013. do 2016. godine. Istraživanje se odvijalo u dvije etape: umnožavanje biljnog materijala *in vitro* te adaptacije dobivenih presadnica u različitim alternativnim supstratima, njihovim mješavinama i komercijalnim supstratima za sadnju divlje ruže i pelargonija. Kemijske analize supstrata i biljnog materijala provedene su u Laboratoriju za agroekologiju na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.

2.1. *In vitro* uzgoj presadnica divlje ruže i pelargonije

Pokus je postavljen u Laboratoriju za povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito, začinsko i aromatično bilje koji je u potpunosti opremljen za *in vitro* uzgoj biljaka te sadrži osnovne komponente potrebne za rad:

- autoklav (Inko lab d.o.o., vertikalni autoklav) – uređaj za sterilizaciju opreme, pribora i kemikalija za analize vrućom parom i povišenim tlakom,

- laminarna komora (Iskra PIO, MC 15-1) – komora u kojoj struji sterilni zrak za uspješnu manipulaciju biljnim materijalom bez mogućnosti kontaminacija

- komora s kontroliranim uvjetima svjetla, temperature i vlage zraka.

2.1.1. Laboratorijska oprema korištena za *in vitro* uzgoj presadnica

Laboratorijska oprema korištena prilikom postavljanja pokusa može se podijeliti u slijedeće grupe:

1. Oprema za pripremu hranjive podloge
2. Oprema za sterilno rukovanje biljnim materijalom
3. Opća oprema
4. Klima komora

Za pripremu hranjive podloge korišteni su električno kuhalo, rostfrei posuđe, plastična kuhača, destilirana voda, analitička vaga (0,0001 g), precizna vaga (0,01 g), špatule za vaganje, pH metar, kemikalije, epruvete, Erlenmeyer tikvice, teglice, plastične i staklene menzure i čaše, čepovi od vate, stalak za epruvete, metalne košare, pipete, autoklav.

Za sterilno rukovanje biljnim materijalom korišteni su laminarna komora, špiritna lamapa, Petrijeve zdjelice, nožići, pincete, čaše, natrijev hipoklorit, 96 % i 70 % etanol, flomasteri i upaljač.

Od opće opreme korišteni su hladnjak, sušionik, kolica, T-rex za čišćenje posuđa, detergenti za posuđe, četke raznih veličina.

Klima komora je prostor unutar kojeg se čuvaju kulture i sastoji se od polica, fluorescentnih cijevi za osvjetljenje, timera, izvora struje, klima uređaja, stola za opažanje, sudopera i izvora vode.

2.1.2. Uvođenje u kulturu

Istraživanje je provedeno na dvije cvjetne vrste različite anatomske građe stabljike, divljoj ruži (*Rosa canina* L.) s drvenastom građom stabljike te pelargoniji (*Pelargonium zonale* L.) sa zeljastom građom stabljike. Matične biljke pelargonije s kojih su uzeti eksplantati kupljene su kod specijaliziranog proizvođača ukrasnog bilja. Biljni materijal divlje ruže potreban za izolaciju eksplantata prikupljen je na ruderalnim površinama na području Osječko-baranjske županije.

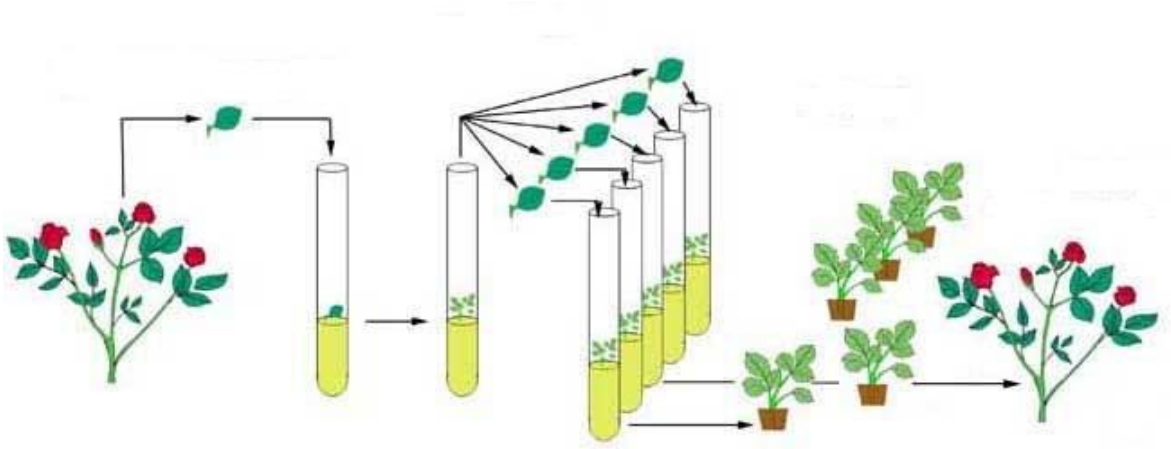
Kako se svi postupci kod *in vitro* umnožavanja biljaka moraju odvijati u strogo sterilnim uvjetima, neophodna je površinska sterilizacija biljnog materijala. Biljni materijal divlje ruže i pelargonije steriliziran je provedbom slijedećih postupaka:

- Ispiranje biljnog materijala običnom vodom iz slavine u trajanju od 30 minuta. Na ovaj se način osigurava smanjenje kontaminacije s biljnog materijala posebice uzgajanog na otvorenom polju.
- Uranjanje biljnog materijala u otopinu 70 %-tnog etanola u trajanju 1 minute. Ovim postupkom osim dezinfekcije biljnog materijala, odstranjujemo mjehuriće zraka kako se u njima ne bi zadržali patogeni.
- Uranjanje biljnog materijala u otopinu 2 %-tnog NaClO uz dodatak nekoliko kapi detergenta u trajanju od 20 minuta
- Ispiranje biljnog materijala sterilnom (autoklaviranom) vodom pet puta.

Od tako pripremljenog biljnog materijala izolirani su eksplantati za uvođenje u kulturu. Kod divlje ruže izrezivani su nodiji stabljike matične biljke koji su uvedeni na MS hranjivu podlogu (Murashige i Skoog, 1962.) bez regulatora rasta. Eksplantate pelargonije činili su mladi neotvoreni listovi pelargonije koji su uvedeni na QL hranjivu podlogu (Quoirin i Lepoivre, 1997.) bez regulatora rasta. Početno je uvedeno po 40 eksplantata svake cvjetne vrste po jedan u epruvetu s 10 mL hranjive podloge.

Uvođenje divlje ruže u kulturu obavljeno je 12.11.2013. godine, dok je uvođenje pelargonije u kulturu obavljeno 13.1.2015. godine.

Nakon dva tjedna, esksplantati koji su se primili te se nisu osušili ili kontaminirali, supkultivirani su na novu hranjivu podlogu uz dodatak hormona rasta s ciljem multiplikacije biljnog materijala.



Slika 1. Prikaz faza *in vitro* propagacije biljaka *Rosa canina* L.

Izvor: Internet

2.1.3. Sastav hranjive podloge

Osnovna hranjiva podloga za osnivanje kulture kao i podloga za umnožavanje (multiplikaciju) sastojala se od mikro i makro otopina hranjivih tvari, otopina vitamina i željeza ovisno o cvjetnoj vrsti te 3 % saharoze, 0,7 % agara i 100 mg/L mioinositola. Podešavanje pH vrijednosti hranjive podloge na 5,8 učinjeno je svaki put prije autoklaviranja. Sastav makro- i mikro- elemenata otopina te otopina vitamina i željeza hranjivih podloga za istraživane cvjetne vrste nalazi se u tablici 1. Sadržaj pojedinog elementa ishrane ovisno o hranjivoj podlozi (cvjetnoj vrsti) prikazan je u tablici 2.

Tablica 1. Sastav hranjivih podloga

	Rosa canina L.	*Pelargonium zonale* L.
	MS* hranjiva podloga	QL* hranjiva podloga
	Makroelementi (g/L)	
NH_4NO_3	16,5	4
KNO_3	19	18
KH_2PO_4	1,7	2,7
$CaCl_2 \times 2H_2O$	4,4	-
$Ca(NO_3)_2 \times 4H_2O$	-	8,33
$MgSO_4 \times 7H_2O$	3,7	3,59
	Mikroelementi (g/100 mL)	
$MnSO_4 \times 4H_2O$	2,2	0,1
$ZnSO_4 \times 7H_2O$	0,86	0,86
H_3BO_3	0,62	0,62
KI	0,083	0,008
$Na_2MoO_4 \times 2H_2O$	0,025	0,025
$CuSO_4 \times 5H_2O$	0,0025	0,0025
$CoCl_2$ x $6H_2O$	0,0025	0,0025
	Fe otopina (g/100 mL)	
$FeSO_4 \times 7H_2O$	0,744	0,373
$C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \times 2H_2O$	0,557	0,278
	Vitamini (g/100 mL)	
Timani hidroklorid	0,01	0,01
Pirodoksin hidroklorin	0,05	0,05
Nikotinska kiselina	0,05	0,05
Glicin	0,22	0,22

*MS - (Murashige & Skoog, 1962.); *QL - (Quoirin i Lepoivre, 1997.)

Tablica 2. Usporedba sadržaja pojedinog elementa ovisno o hranjivoj podlozi

	Rosa canina L.	*Pelargonium zonale* L.
	MS	QL
	g/L hranjive podloge	g/L hranjive podloge
N	0,9621	0,62217
P	0,03869	0,06145
K	1,12427	1,094728
Ca	0,11994	0,1697
Mg	0,03648	0,03539
Na	0,000475	0,000475
Fe	0,00111	0,00055
Mn	0,054921	0,002462
Zn	0,01975	0,01975
Cu	0,00063	0,000063
Mo	0,000991	0,000991
Co	0,000061	0,000061
B	0,01084	0,01084
I	0,006344	0,000611

2.1.4. Umnožavanje biljnog materijala

Glavna svrha faze umnožavanja jest dobivanje što većeg broja izboja na eksplantatima kako bi se razmnožio što veći broj biljaka. Prilagodbom faktora hranjive podloge, posebice regulatora rasta i njihove međusobne ravnoteže uspostavlja se povoljni uvjeti za indukciju bočnih izboja.

Eksplantati divlje ruže supkultivirani su na osnovnu MS hranjivu podlogu s dodatkom regulatora rasta citokinina u koncentraciji 1 mg/L benzilaminopurina (BAP) te auksina u koncentraciji 0,1 mg/L indol maslačne kiseline (IBA). Eksplantati pelargonije supkultivirani su na osnovnu QL hranjivu podlogu uz dodatak regulatora rasta citokinina i auksina u istim koncentracijama kao i kod divlje ruže. Eksplantati obje istraživane cvjetne vrste supkultivirani su 2 tjedna nakon uvođenja u kulturu u Erlenmeyer tikvice širokog grla od 100 mL koje su sadržavale 50 mL hranjive podloge.

Supkultiviranje eksplantata divlje ruže obavljeno je 26.11.2013. godine, dok je supkultiviranje eksplantata pelargonije obavljeno 27.1.2015. godine.

Daljnje supkultivacije vršene su svakih 3 - 4 tjedana sve dok nije postignuti dovoljan i reprezentativan broj biljaka za daljnje istraživanje. Prilikom pojedine supkultivacije eksplantati divlje ruže i pelargonije obrađeni su unutar laminarne komore u sterilnim uvjetima. Bočni izboji koji su se razvili tijekom posljednje faze umnožavanja se odvajaju i uvode na svježu hranjivu podlogu kao zasebne biljke. Prilikom svake supkultivacije zabilježen je broj izboja pojedinog eksplantata te je po završetku umnožavanja zabilježen indeks multiplikacije.

2.1.5. Ukorjenjivanje *in vitro*

Nakon faze umnožavanja dobivene biljke divlje ruže i pelargonije supkultiviraju se na hranjivu podlogu za zakorjenjivanje kako bi im se inducirao razvoj korijena, a ne bočnih izbojaka. Hranjiva podloga za zakorjenjivanje biljaka divlje ruže bila je osnovna MS hranjiva podloga s dodatkom regulatora rasta u koncentracijama 1 mg/L IBA-e te 0,1 mg/L BAP-a. Pelargonije su supkultivirane na osnovnu QL hranjivu podlogu s dodatkom regulatora rasta u istim koncentracijama kao i kod divlje ruže.

Supkultiviranje biljaka divlje ruže na podlogu za zakorjenjivanje obavljeno je 22.12.2014. godine, dok je supkultiviranje biljaka pelargonije obavljeno 27.1.2015. godine.

2.1.6. Priprema biljaka za presađivanje u supstrate

U ovoj fazi, ožiljene biljke divlje ruže i pelargonije prenose se iz posuda s hranjivom podlogom u supstrat. Biljke su nježno odvojene od hranjive podloge i isprane u mlakoj vodi kako bi se s korijena odstranio ostatak agara. Svakoj je biljci potom izmjerena dužina korijena, visina biljke, masa biljke te zabilježen broj izboja. Biljke su pažljivo odvojene i označene kako bi se i nakon presađivanja mogao pratiti točan razvoj svake pojedine biljke. Prije presađivanja u supstrat, biljke su uronjene u 0,2 % otopinu Previcur-a® (Bayer) kako bi se spriječila zaraza gljivom roda *Pythium*.

2.2. Postavljanje pokusa u praktikumu

U Praktikumu za povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito, začinsko i aromatično bilje postavljena je druga etapa pokusa odnosno *in vitro* presadnice istraživanih cvjetnih vrsta posađene su u supstrate.

2.2.1. Priprema supstrata

U istraživanju korišteno je četiri alternativna supstrata, dva komercijalna supstrata te šest mješavina spomenutih supstrata.

Alternativni supstrati:

Supstrat od ljuski kakaovca **(A) i (Ag)**

Supstrat dobiven mikrobiološkom razgradnjom kakao ljusaka kao nusprodukta pri preradi kakaovog zrna za proizvodnju čokolade iz konditorske industrije.

Supstrat od vrbine kore **(B) i (Bg)**

Supstrat dobiven mikrobiološkom razgradnjom kuhane vrbine kore kao nusprodukta pri preradi vrbine šibe za proizvodnju pletenih proizvoda.

Supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona **(C) i (Cg)**

Supstrat nastao kao nusprodukt poslije uzgoja šampinjona (star 4 mjeseca).

Supstrat od piljevine **(D) i (Dg)**

Supstrat dobiven mikrobiološkom razgradnjom piljevine kao nusprodukta pri preradi drveta topole u drvnoj industriji.

Komercijalni supstrati:

Klasman Potgrond P (Klasmann-Deilmann GmbH, Geeste, Njemačka) - Mješavina smrznutog crnog sphagnum treseta i finog bijelog sphagnum treseta. S dodatkom vodotopivog gnojiva i mikroelemenata **(E)**

Balkon – blumenerde (Frux, Einheitserde Werkverband e.V., Njemačka) – supstrat s optimalnim hranjivima za balkonsko cvijeće i pelargonije. Zbog visokog sadržaja gline dobro zadržava vlagu tijekom toplih razdoblja **(F)**

U cilju istraživanja utjecaja mješavine supstrata u odnosu na komercijalni supstrat na adaptaciju i ukorjenjavanje presadnice te prema specifičnosti cvjetne vrste određeni su omjeri komponenta prema kemijskoj analizi pojedinačnog supstrata za divlju ružu i pelargoniju.

Mješavine supstrata

Za divlju ružu

1. 20 % A + 30 % B + 30 % C + 20 % D **(M1)**
2. 30 % A + 20 % B + 40 % C + 10 % D **(M2)**
3. 20 % A + 20 % B + 50 % C + 10 % D **(M3)**

Za pelargoniju

1. 18 % Ag + 22 % Bg + 40 % Cg + 20 % Dg **(M4)**
2. 18 % Ag + 32 % Bg + 10 % Cg + 40 % Dg **(M5)**
3. 18 % Ag + 42 % Bg + 20 % Cg + 20 % Dg **(M6)**

Kompostni materijal za pripremu alternativnih supstrata prikupljen je tijekom 2012. godine na slijedećim lokacijama:

Ljuske kakaovaca – Zvečevo prehrambena industrija d.d., Požega

Vrbina kora – Sikirevci, lokalni uzgajivač vrbe te pletenih proizvoda

Supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona – Slavonski Brod, obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo Romanjek

Piljevina – Črnkovci, pilana

Prikupljeni kompostni materijal složen je u zasebne boksove kako bi prošao proces dodatnog kompostiranja odnosno mikrobiološke razgradnje. Ovakav tip kompostiranja naziva se kompostiranje u hrpi ili stogu te spada u otvorene sustave kompostiranja. Tijekom kompostiranja praćena je temperatura i vlažnost u supstratu u periodu od 25.4. – 20.9.2013. Najviša temperatura supstrata kretala se od 26 – 45 °C, a vlažnost supstrata s početnih 100 % na kraju je iznosila 55 – 65 %. Prozračivanje hrpe se vršilo mehaničkim putem miješanjem lopatom.

2.2.2. Sadnja *in vitro* presadnica divlje ruže i pelargonije

Pokus u praktikum je postavljen u polistirenske plitice od 40 sadnih mjesta.

Dimenzije: 530 x 310 x 60 mm

Otvor: Ø 53/ 33 x 55 mm

Volumen sadnog mjesta: 78 mL

Ukupni volumen: 3120 mL

Pojedina istraživana cvjetna vrsta posađena je u četiri alternativna supstrata, jedan komercijalni te tri mješavine. Svaki supstrat predstavljao je jedan tretman te se pokus ukupno sastojao od 8 tretmana za pojedinu cvjetnu vrstu, a svaki tretman od 4 ponavljanja po 10 biljaka. Ukupno je posađeno 320 biljaka divlje ruže te 320 biljaka pelargonije.

Sadnja *in vitro* presadnica divlje ruže u supstrate obavljena je 12.1.2015. godine, dok je sadnja *in vitro* presadnica pelargonije obavljena 17.2.2016. godine.

Posađene biljke raspoređene su slučajnim rasporedom u plastenik gdje su uzgajane do faze komercijalne presadnice. **Komercijalna presadnica podrazumijeva adaptiranu presadnicu na supstratu uzgojenu *in vitro* metodom.**

Tijekom cijelog istraživanja dnevna temperatura iznosila je 25 °C ± 2 °C, dok je noćna temperatura iznosila 19 °C. Relativna vlaga zraka tijekom prvog tjedna održavana je na 90 % te je potom postepeno snižavana do konstantnih 60 %. Kao izvor svjetlosti korištene su žarulje s halogenim elementima i cijevi s natrijem HID (High Intensity Discharge) lampe snage od 400 W. Ove lampe omogućavaju intenzitet preko 10 000 lux-a. Biljke su bile izložene fotoperiodu od 12 h. Tijekom uzgoja su se redovno provodile mjere njege, zalijevanje, prozračivanje te odvajanje uvenulih biljaka.

2.2.3. Uzorkovanje biljnog materijala i priprema za analize

Po završetku istraživanja, kada su biljke bile u fazi komercijalne presadnice, obavljeno je uzorkovanje biljnog materijala. Uzorkovane su cijele biljke divlje ruže i pelargonije te su zabilježeni morfološki pokazatelji (dužina i masa korijena, visina i masa nadzemnog dijela, broj listova i broj izboja) svake biljke posebno. Odvojeni korijen i nadzemna masa odvagani su, spakirani u papirnate vrećice s pripadajućom oznakom i stavljeni u sušionik na sušenje. Biljni materijal sušio se pola sata na 105°C da se zaustavi enzimatska aktivnost, a zatim na temperaturi od 70°C do konstantne mase, nakon čega je izvršeno vaganje suhe mase te je određen postotak suhe tvari. Osušena biljna masa

samljevena je na HMF (heavy metal free) mlinu i spremljena u papirnate vrećice za analizu biljne tvari.

2.3. Laboratorijske analize supstrata i biljnog materijala

Laboratorijske analize supstrata i biljnog materijala provedene su u Laboratoriju za ishranu i fiziologiju bilja Zavoda za Agroekologiju na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Supstrati alternativnih komponenti analizirani su inicijalno kako bi se na temelju njihovih kemijskih i fizikalnih svojstava odredile mješavine za pojedinu cvjetnu vrstu. Nadalje, prije sadnje pojedine cvjetne vrste analizirani su ponovo supstrati alternativnih komponenti te njihove mješavine i komercijalni supstrat (ovisno o cvjetnoj vrsti).

2.3.1. Laboratorijske analize supstrata

Priprema uzoraka

Svježi zaprimljeni uzorak temeljito je promiješan te je odvojena dovoljna količina uzorka koja je predstavljala reprezentativni laboratorijski uzorak s dovoljno uniformnog materijala za sve fizikalne i kemijske analize.

Određivanje kompaktne gustoće

Određivanje kompaktne gustoće obavljeno je na svježem uzorku pomoću jednolitarskog cilindra s nastavkom i protočnim lijevkom. Na odvagani prazan test cilindar postavljen je nastavak cilindra i lijevak. Iznad lijevka postavljeno je sito na koje se ručno homogenizirani uzorak prenosio lopaticom sve dok se ne napuni cilindar iznad ruba nastavka. Uklonjeni su sito i lijevak te je ravnalom uklonjen višak uzorka iznad gornjeg ruba nastavka cilindra. Na uzorak je spušten uteg u trajanju od 180 sekundi. Nakon toga uklonjeni su uteg i nastavak cilindra te ravnalom uklonjen višak uzorka s gornjeg ruba cilindra. Jednolitreni cilindar se potom ponovno stavio na vagu te se zabilježila odvaga. Postupak je ponovljen tri puta, uvijek sa svježim materijalom (EN 13040:1999).

pH reakcija

pH reakcija određena je na svježem uzorku prema načelu ekstrakcije uzorka supstrata vodom pri temperaturi 22 ± 3°C u odnosu 1:5 (1 V uzorka + 5 V vode). Odvagana je masa uzorka ekvivalentna volumenu uzorka od 60 mL i prenesena u bočicu za mućkanje (volumena 500 mL) te prelivena s 300 mL deoionizirane vode. Tako pripremljeni uzorci

stavljeni su na mućkanje 1 sat. pH reakcija mjeri se direktno u uzorku tijekom taloženja suspenzije na prethodno iskalibriranom pH metru prema uputama proizvođača. pH vrijednost očitava se nakon stabilizacije vrijednosti (promjena vrijednosti manja od 0,1 pH jedinice tijekom 15 s) i zabilježi (EN 13037:2011).

Električni konduktivitet (EC)

Električni konduktivitet određen je na svježem uzorku prema načelu ekstrakcije uzorka supstrata vodom pri temperaturi 22 ± 3°C u odnosu 1:5 (1 V uzorka + 5 V vode) radi otapanja elektrolita. Odvagana je masa uzorka ekvivalentna volumenu uzorka od 60 mL i prenesena u bočicu za mućkanje (volumena 500 mL) te je prelivena s 300 mL deoionizirane vode. Tako pripremljeni uzorci stavljeni su na mućkanje 1 sat. EC se mjeri direktno u uzorku tijekom taloženja suspenzije na prethodno iskalibriranom konduktometru prema uputama proizvođača. Rezultati EC u mS/cm zabilježavaju se nakon stabilizacije vrijednosti (EN 13038:2011).

Određivanje sadržaja suhe tvari

Sadržaj suhe tvari određen je sušenjem 100g (± 0,001g) svježeg uzorka, odvaganog u keramičke zdjelice u sloju debljine do 1 cm. Uzorak je do konstantne mase osušen u sušioniku na 103 ± 2 ºC. Postotak vlage izračunava se iz odvaga svježe i suhe tvari nakon sušenja i izražava u g suhe tvari kg^{-1} svježe tvari (EN 13040:1999).

Sadržaj pepela i ukupne organske tvari

Sadržaj pepela i ukupne organske tvari određen je sušenjem uzorka na 103 °C te žarenjem na 450 °C. Pepeo se određuje kao ostatak nakon žarenja, a organska tvar kao gubitak mase pri žarenju. Posudice za žarenje pripremljene su grijanjem na 550 °C tijekom 16 sati. Ohlađene posudice u eksikatoru odvagane su na analitičkoj vagi (± 0,0001 g) te im je vrijednost odvage zabilježena kao *(m_0)*. U posudicu za žarenje preneseno je 5 g suhog mljevenog uzorka te stavljeno u sušnicu na temperaturu 103 °C tijekom 4 sata. Po hlađenju uzorka u eksikatoru izvršena je ponovna odvaga, a ukoliko razlika u dvije uzastopne odvage ne bude manja od 0,01 g postupak sušenja, hlađenja i odvage se ponavlja. Vrijednost odvage zabilježena je kao *(m_1)*. Posudica s uzorkom prenesena je u muflon pećnicu na temperaturu 450 °C tijekom 6 sati. Po hlađenju uzorka u eksikatoru izvršena je ponovna odvaga, a ukoliko razlika u dvije uzastopne odvage ne bude manja od 0,01 g postupak žarenja, hlađenja i

odvage se ponavlja. Vrijednost odvage nakon žarenja zabilježena je kao *(m_2)* (EN 13039:1999).

Ukupni dušik

Ukupni dušik određen je digestijom suhog i homogeniziranog materijala u prikladnoj kiveti sa sumpornom kiselinom. U kivetu za spaljivanje odvagano je 1 g uzorka kojem je dodana smjesa 10 mL koncentrirane H_2SO_4. Uzorak se važe na papir (Weighing paper Macherey – Nagel), smota u tuljac i prenese u kivetu za spaljivanje. Paralelno s uzorcima pripremljena je i slijepa proba u kojoj je samo papir. Uzorci su pažljivo miješani do potpune homogenizacije i ostavljeni stajati preko noći. Nakon stajanja u uzorke je dodano 2,5 g smjese katalizatora (smjesa K_2SO_4, Ti_2O, $CuSO_4$), a zatim su grijani na bloku za razaranje KjelDigester K-437 na 360 °C do potpunog bistrenja. Kad se mješavina ohladila, kvantitativno je prenesena u odmjerne tikvice od 100 mL i nadopunjene destiliranom vodom do oznake (EN 13654-1).

Određivanje ukupnog organskog ugljika

Sadržaj ukupnog organskog ugljika u supstratu određen je bikromatnom metodom (HRN ISO 14235:1994) koja predstavlja mokro spaljivanje organske tvari supstrata kalijevim bikromatom. U 50 mg suhog uzorka dodano je 5 mL otopine $K_2Cr_2O_7$ (c = 0.27 mol L^{-1}) i 7,5 mL koncentrirane H_2SO_4. Nakon polusatnog razaranja u sušioniku na 135ºC uzorak je kvantitativno prenijet u odmjernu tikvicu od 100 mL. Ohlađen, nadopunjen i promućkan uzorak stoji jedan sat. Paralelno s uzorcima pravi se i slijepa proba za koju je korišten žareni kvarcni pijesak. Koncentracija organskog ugljika u uzorcima određena je spektrofotometrijski na spektrofotometru Varian Cary 50. Metoda se kalibrira pomoću glukoze kao izvora organskog ugljika. Sadržaj organskog ugljika izračunat je po formuli:

$$OC\ [g\ kg^{-1}] = masa\ organskog\ C\ u\ uzorku\ (mg) / masa\ analiziranog\ uzorka\ (g)$$

C/N odnos

C/N odnos dobiven je matematički iz odnosa ukupnog organskog ugljika i ukupnog dušika. Obje su veličine izražena u odnosu na suhu tvar.

$$C/N = OC\ (g/kgST) \div ukupni\ N\ (g/kgST)$$

Ekstrakcija pepela za određivanje P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Mn i Fe

Pepeo se nakon žarenja, hlađenja i vaganja kvantitativno prenio u Erlemeyer tikvicu od 100 mL pomoću špric boce s 20 mL 1 M HCl. Tako pripremljen uzorak se digestira uz povratno hlađenje u vodenoj kupelji tijekom 30 minuta nakon čega se filtrirao kroz filter papir u odmjernu tikvicu od 1000 mL. Filtrat se nadopunio destiliranom vodom do oznake. Tako pripremljena matična otopina, koja sadrži 2 g suhe tvari supstrata, koristi se za određivanje koncentracije P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Mn i Fe.

Mjerenjem na atomskom adsorpcijskom spektrofotometru PerkinElmer Analyst 200 utvrđene su koncentracije Ca, Mg, Na i K.

Mjerenjem na induktivno spregnutoj plazmi (ICP-OES) utvrđene su koncentracije Fe, Zn, Mn i Cu.

Ukupni fosfor u organskim supstratima određuje se iz matične otopine pepela supstrata. Otpipetirano je 10 mL matične otopine pepela supstrata u odmjerne tikvice od 50 mL, dodano im je 10 mL nitrovanadomolibdenskog reangensa i nadopunjene su destiliranom vodom do oznake. Nakon sat vremena mjeren je intenzitet žute boje na spektrofotometru Varian Cary 50 na 430 nm. Utvrđene koncentracije P izražene su kao g P kg^{-1} suhe tvari (Vajberger, 1966.).

Vodena i CAT ($CaCl_2$/DTPA) ekstrakcija makro i mikro elemenata

Pristupačne frakcije makro- i mikro- elemenata u supstratima određene su ekstrakcijskim metodama u vodenom i CAT ekstraktu, a njihove koncentracije izmjerene su na ICP-OES-u (ISO 11885).

Određivanje vodotopivih makro i mikro elemenata

Uzorak se ekstrahira vodom pri temperaturi 22 ± 3 °C u odnosu 1:5 (60 mL svježeg uzorka + 300 mL vode) te se mućka jedan sat na rotacijskoj mućkalici (EN 13652). Profiltrira se kroz filter papir odbacujući najmanje prvih 10 mL filtrata. Pripremi se slijepa proba bez uzorka, ali sa svim otopinama, filter papirom i laboratorijskim posuđem kao u cijelom postupku za uzorak. Koncentracije P, K, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn izmjerene su na ICP-OES-u (ISO 11885) ili metodom plamene spektrofotometrije na AAS (ISO 11047). Rezultati se izražavaju u mg/L svježeg uzorka.

Određivanje makro i mikro elemenata topivih u CAT ($CaCl_2$/DTPA) otopini

Uzorak se ekstrahira CAT otopinom pri temperature 22 ± 3°C u odnosu 1:5 (60 mL svježeg uzorka + 300 mL CAT otopine) te se mućka jedan sat na rotacijskoj mućkalici (EN 13651). Profiltrira se kroz filter papir odbacujući najmanje prvih 10 mL filtrata. Pripremi se slijepa proba bez uzorka, ali sa svim otopinama, filter papirom i laboratorijskim posuđem kao u cijelom postupku za uzorak. Koncentracije P, K, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn izmjerene su na ICP-OES-u (ISO 11885) ili metodom plamene spektrofotometrije na AAS (ISO 11047). Rezultati se izražavaju u mg/L svježeg uzorka.

Intenzitet disanja

Intenzitet disanja mjeren je hvatanjem izdvojenog ugljikovog dioksida u predložak s NaOH. Korišteni su svježi uzorci mase 50 g nakon dvodnevne inkubacije na sobnoj temperaturi (oko 25°C). Uzorci su vagani u hermetički zatvorene boce volumena 500 mL u kojima se, uz uzorke, nalazio i predložak s 20 mL 1 mol L^{-1} NaOH. Boce s uzorcima stavljene su u mračnu komoru na 25 °C na tri dana. Za slijepu probu je kao uzorak korišteno 100 g kvarcnog pijeska. Nakon isteka propisanog vremena u predložak je dodano 5 mL 20% $BaCl_2$ i izvršena je titracija preostale lužine pomoću 1 mol L^{-1} HCl. Rezultat je izražen u mg CO_2/g suhe tvari/dan.

2.3.2. Kemijske analize biljnog materijala

Uzorci biljnog materijala pripremljeni su za mjerenje koncentracije makro i mikroelemenata razaranjem mokrim postupkom na bloku za razaranje. U kivetu za spaljivanje odvagano je 1 g uzorka kojem je dodano 5 mL smjese za razaranje (koncentrirana sulfatna kiselina koja sadrži 4 % perkloratne kiseline). Uzorci su pažljivo miješani do potpune homogenizacije i ostavljeni preko noći. Neposredno prije razaranja im je dodano 5 mL vodikovog peroksida, a zatim su grijani na bloku za razaranje KjelDigester K-437 na 360 °C do potpunog bistrenja. Ohlađena otopina razrijeđena je s 50 mL destilirane vode i kvantitativno prenesena u tikvicu od 100 mL te nadopunjena do oznake destiliranom vodom. Koncentracija Fe, Mn, Zn i Cu određena je izravno iz dobivene otopine pomoću ICP-OES-a, dok su koncentracije Ca, Mg, Na i K određene izravno iz otopine pomoću atomsko adsorpcijskog spektrofotometra PerkinElmer Analyst200.

Ukupni dušik u uzorcima biljnog materijala određen je destilacijom osnovne otopine po Kjeldahlu.

2.4. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka obrađena je analizom varijance (ANOVA) podataka svih ispitivanih svojstava 8 tretmana na dvije cvjetne vrste.

Za statističku obradu podataka korišten je statistički paket SAS 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC), a za usporedbu srednjih vrijednosti izračunate su najmanje značajne razlike LSD (engl. *Least Significant Differences*) za statističku značajnost $p < 0,05$ u skladu s Fisher-ovim testom.

Značajna razlika između srednjih vrijednosti u svim tablicama obilježena je u skladu s Duncan-ovim slovnim označavanjem, gdje su srednje vrijednosti koje se međusobno ne razlikuju obilježene istim slovom.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Osnovna kemijska svojstva supstrata za sadnju divlje ruže

Supstrati korišteni za sadnju divlje ruže porijeklom su bili od takozvanih alternativnih komponenti: ljuske kakaovca (A), vrbina kora (B), supstrat ostao nakon proizvodnje šampinjona (C), piljevina (D), kao i njihove mješavine u različitim omjerima (M1, M2, M3). Kao kontrolna varijanta korišten je komercijalni supstrat za proizvodnju ruža (E).

S ciljem utvrđivanja kemijskih svojstava alternativnih supstrata, njihovih mješavina te komercijalnog supstrata, prije sadnje ruže, provedena su mjerenja sljedećih svojstava: kompaktna gustoća supstrata (Ld), pH reakcija, električni konduktivitet - pokazatelj sadržaja topivih soli (iona) u supstratu (EC), sadržaj suhe tvari (ST), sadržaj vode (H_2O), sadržaj pepela, sadržaj organske tvari (OT), sadržaj ukupnog organskog C, sadržaj N, C/N odnos i intenzitet disanja (ID).

Tablica 3. Osnovna kemijska svojstva alternativnih supstrata i njihovih mješavina za sadnju divlje ruže

	Ld	**pH**	**EC**	**ST**	**H_2O**	**Pepeo**	**OT**	**C**	**N**	**C/N**	**ID**
	g/cm^3	(H_2O)	mS/cm	%	%	%	%	g/kgST	g/kgST		$mgCO_2$/ gST/dan
A	0,93	7,34	0,49	77,51	22,49	85,71	14,29	74,88	7,36	10	0,31
B	0,36	7,77	0,16	38,75	61,25	11,17	88,84	362,58	19,52	19	2,16
C	0,83	7,02	2,63	69,24	30,76	67,49	32,51	146,00	15,79	9	0,45
D	0,20	7,37	0,21	43,76	56,24	36,99	63,01	415,20	3,85	108	1,95
M1	0,78	6,97	1,56	55,53	44,47	59,65	40,35	160,00	10,03	16	0,59
M2	0,86	6,88	1,88	59,04	40,96	68,29	31,71	150,00	9,38	16	0,47
M3	0,77	6,92	1,96	62,59	37,41	64,94	35,06	152,00	10,46	15	0,45
E	0,47	5,89	0,41	29,33	70,67	8,77	91,24	286,00	12,74	22	0,28

U supstratu A utvrđena je kompaktna gustoća od 0,93 g/cm^3, pH reakcija bila je 7,34, EC 0,49 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 77,51 %, a vode 22,49 %. Sadržaj pepela iznosio je 85,71 %, organske tvari 14,29 %, ugljika 74,88 g/kg ST, dušika 7,36 g/kg ST, a

C/N odnos bio je 10:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,31 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 3.).

U supstratu B utvrđena je kompaktna gustoća od 0,36 g/cm^3, pH reakcija 7,77, EC 0,16 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 38,75 % te vode 61,25 %. Sadržaj pepela iznosio je 11,17 %, organske tvari 88,84 %, sadržaj ugljika 362,58 g/kg ST, dušika 19,52 g/kg ST, a C/N odnos bio je 19:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 2,16 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 3.).

U supstratu C utvrđena je kompaktna gustoća od 0,83 g/cm^3, pH reakcija 7,02, EC 2,63 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 69,24 % i vode 30,76 %. Sadržaj pepela iznosio je 67,49 %, organske tvari 32,51 %, sadržaj ugljika 146,00 g/kg ST, dušika 15,79 g/kg ST, a C/N odnos bio je 9:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,45 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 3.).

U supstratu D utvrđena je kompaktna gustoća od 0,20 g/cm^3, pH reakcija 7,37, EC 0,21 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 43,76 %, a vode 56,24 %. Sadržaj pepela iznosio je 36,99 %, organske tvari 63,01 %, sadržaj ugljika 415,20 g/kg ST, dušika 3,85 g/kg ST, a C/N odnos bio je 108:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 1,95 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 3.).

U mješavini supstrata M1 utvrđena je kompaktna gustoća od 0,78 g/cm^3, pH reakcija 6,97, EC 1,56 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 55,53 % te vode 44,47 %. Sadržaj pepela iznosio je 59,65 %, organske tvari 40,35 %, sadržaj ugljika 160,00 g/kg ST, dušika 10,03 g/kg ST, C/N odnos bio je 16:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,59 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 3.).

U mješavini supstrata M2 utvrđena je kompaktna gustoća od 0,86 g/cm^3, pH reakcija 6,88, EC 1,88 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 59,04 %, a vode 40,96 %. Sadržaj pepela iznosio je 68,29 %, organske tvari 31,71 %, sadržaj ugljika 150,00 g/kg ST, dušika 9,38 g/kg ST, a C/N odnos bio je 16:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,47 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 3.).

U mješavini supstrata M3 utvrđena je kompaktna gustoća od 0,77 g/cm^3, pH reakcija 6,92, EC 1,96 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 62,59 % i vode 37,41 %. Sadržaj pepela iznosio je 64,94 %, organske tvari 35,06 %, sadržaj ugljika 152,00 g/kg ST, dušika 10,46 g/kg ST, a C/N odnos bio je 15:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,45 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 3.).

U supstratu E utvrđena je kompaktna gustoća iznosila je 0,47 g/cm^3, pH reakcija 5,89, EC 0,41 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 29,33 % i vode 70,67 %. Sadržaj pepela iznosio je 8,77 %, organske tvari 91,24 %, sadržaj ugljika 286,00 g/kg ST, dušika 12,74 g/kg ST, a C/N odnos bio je 22:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,28 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 3.).

Iz dobivenih rezultata vidljivo je kako je najveća kompaktna gustoća utvrđena na supstratu A, dok je najmanju kompaktnu gustoću imao supstrat D. Vrijednosti pH kretale su se od 5,89 na komercijalnom supstratu E do 7,77 na supstratu B, dok je najveća EC vrijednost 2,63 mS/cm zabilježena na supstratu C, a najmanja 0,16 mS/cm na supstratu B. Najveći sadržaja suhe tvari utvrđen je na supstratu C, a najmanji na supstratu E. Nadalje, najveći sadržaj organske tvari zabilježen je na komercijalnom supstratu E, a najmanji na supstratu A. Sadržaj organskog C u istraživanim supstratima kretao se od 74,88 g/kg ST utvrđenih u supstratu A do 415,2 g/kg ST utvrđenih u supstratu D. Nadalje, najveći sadržaj N 19,52 g/kg ST zabilježen je na supstratu B, dok je najmanji sadržaj N 3,85 g/kg ST zabilježen na supstratu D. Slijedom dobivenih rezultata sadržaja C i N, određen je C/N odnosu koji se kretao od 9/1 u supstratu C do 108/1 u supstratu D. Najveći intenzitet disanja utvrđen je na supstratu B, dok je najmanji zabilježen na komercijalnom supstratu E.

U odnosu na supstrate alternativnih komponenti te njihovih mješavina na komercijalnom supstratu je utvrđena najniža pH vrijednost, najmanji sadržaj suhe tvari i pepela, a najveći sadržaj vode i organske tvari.

3.2. Sadržaj makroelemenata u supstratima za sadnju divlje ruže

Tijekom istraživanja utvrđen je sadržaj ukupnih i pristupačnih makroelemenata fosfora, kalija, kalcija, magnezija, natrija u istraživanim supstratima. Sadržaj ukupnih elemenata dobiven je razaranjem mokrim postupkom, dok je sadržaj pristupačnih elemenata određen u otopini CAT-a ($CaCl_2$ i DTPA) i vode.

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u supstratu A iznosio je 0,005 % P, 0,12 % K, 0,02 % Ca, 0,02 % Mg te 0,01 % Na (Tablica 4.). Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,018 % P, 0,17 % K, 0,10 % Mg te 0,01 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,20 % P, 0,98 % K, 0,09 % Ca, 0,46 % Mg te 0,11 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi

u supstratu A kretao se u nizu: K>Mg>Ca>Na>P, a u CAT-u: K>Mg>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: K>Mg>P>Na>Ca (Tablica 4.).

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u supstratu B iznosio je 0,007 % P, 0,10 % K, 0,38 % Ca, 0,04 % Mg te 0,07 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,019 % P, 0,11 % K, 0,10 % Mg, 0,07 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,13 % P, 0,16 % K, 2,30 % Ca, 0,22 Mg % te 0,08 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratu B kretao se u nizu: Ca>K>Na>Mg>P, a u CAT-u: K>Mg>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>Mg>K>P>Na (Tablica 4.).

Tablica 4. Sadržaj makroelemenata u alternativnim supstratima za sadnju divlje ruže

		% P	% K	% Ca	% Mg	% Na
A	**H_2O**	0,005	0,117	0,021	0,020	0,013
	CAT	0,018	0,169	-	0,103	0,013
	Ukupni	0,199	0,982	0,085	0,464	0,106
B	**H_2O**	0,007	0,097	0,380	0,036	0,065
	CAT	0,019	0,112	-	0,095	0,070
	Ukupni	0,128	0,163	2,304	0,218	0,083
C	**H_2O**	0,027	0,171	0,977	0,128	0,024
	CAT	0,072	0,180	-	0,169	0,022
	Ukupni	0,753	0,752	0,975	0,683	0,085
D	**H_2O**	0,013	0,120	0,021	0,0034	0,055
	CAT	0,043	0,376	-	0,162	0,112
	Ukupni	0,226	0,658	0,689	0,355	0,115

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u supstratu C iznosio je 0,02 % P, 0,17 % K, 0,98 % Ca, 0,13 % Mg, 0,02 % Na. Očekivano, sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,07 % P, 0,18 % K, 0,17 % Mg i 0,02 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,75 % P, 0,75 % K, 0,97 % Ca, 0,68 % Mg te 0,09 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratu C kretao se u nizu: Ca>K>Mg>P>Na, a u CAT-u: K>Mg>P>Na, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>P>K>Mg>Na (Tablica 4.).

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u supstratu D iznosio je 0,01 % P, 0,12 % K, 0,02 % Ca, 0,0034 % Mg, 0,06 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,04 % P, 0,38 % K, 0,16 % Ca, 0,1 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,23 % P, 0,66 % K, 0,69 % Ca, 0,36 % Mg, 0,11 % Na. Nadalje, sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratu D kretao se u nizu: K>Mg>Ca>Na>P, a u CAT-u: K>Mg>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: K>Mg>P>Na>Ca (Tablica 4.).

Tablica 5. Sadržaj makroelemenata u mješavinama alternativnih supstrata za sadnju divlje ruže

		% P	% K	% Ca	% Mg	% Na
M1	**H_2O**	0,014	0,145	0,356	0,073	0,030
	CAT	0,028	0,163	-	0,109	0,030
	Ukupni	0,470	0,900	1,140	0,406	0,069
M2	**H_2O**	0,011	0,137	0,279	0,068	0,020
	CAT	0,025	0,153	-	0,103	0,020
	Ukupni	0,393	0,848	0,943	0,441	0,087
M3	**H_2O**	0,011	0,099	0,332	0,056	0,013
	CAT	0,024	0,105	-	0,077	0,015
	Ukupni	0,550	0,805	0,965	0,462	0,073

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M1 iznosio je 0,01 % P, 0,36 % Ca, 0,07 % Mg, 0,03 % Na. Očekivano, sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,02 % P, 0,16 % K, 0,11 % Mg, 0,03 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,47 % P, 0,90 % K, 1,14 % Ca, 0,41 % Mg te 0,07 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u mješavini supstrata M1 kretao se u nizu: K>Na>Ca>Mg>P, a u CAT-u: K>Mg>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>K>P>Mg>Na (Tablica 5.).

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M2 iznosio je 0,01 % P, 0,14 % K, 0,28 % Ca, 0,07 % Mg, 0,02 % Na. Očekivano, sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,02 % P, 0,15 % K, 0,10 % Mg, 0,02 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,39 % P, 0,85 % K, 0,94 % Ca, 0,44 % Mg te 0,09 % Na. Općenito se može reći da sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u mješavini supstrata M2 kretao se u nizu: Ca>K>Mg>Na>P, a u

CAT-u: K>Mg>P>Na, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>K>Mg>P>Na (Tablica 5.).

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M3 iznosio je 0,01 % P, 0,10 % K, 0,33 % Ca, 0,06 % Mg, 0,015 % Na. Očekivano, sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,02 % P, 0,11 % K, 0,08 % Mg, 0,013 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,55 % P, 0,81 % K, 0,97 % Ca, 0,46 % Mg te 0,07 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u mješavini supstrata M3 kretao se u nizu: Ca>K>Mg>Na>P, a u CAT-u: K>Mg>P>Na, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>K>P>Mg>Na (Tablica 5.).

Tablica 6. Sadržaj makroelemenata u komercijalnom supstratu za sadnju divlje ruže

		% P	% K	% Ca	% Mg	% Na
E	**H_2O**	0,037	0,112	0,204	0,086	0,035
	CAT	0,036	0,126	-	0,241	0,017
	Ukupni	0,054	0,167	1,581	0,301	0,037

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u komercijalnom supstratu E iznosio je 0,03 % P, 0,11 % K, 0,20 % Ca, 0,09 % Mg, 0,03 % Na (Tablica 6.). Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,03 % P, 0,13 % K, 0,24 % Mg, 0,03 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,05 % P, 0,17 % K, 1,58 % Ca, 0,30 % Mg te 0,04 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u komercijalnom supstratu kretao se u nizu: Ca>K>Mg>Na>P, a u CAT-u: Mg>K>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>Mg>K>P>Na (Tablica 6.).

3.3. Sadržaj mikroelemenata u supstratima za sadnju divlje ruže

Tijekom istraživanja ustanovljen je sadržaj ukupnih i pristupačnih mikroelemenata bakra, željeza, mangana i cinka.

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u suspstratu A iznosio je 0,17 mg/kg Cu, 11,31 mg/kg Fe, 0,07 mg/kg Mn i 0,14 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 2,92 mg/kg Cu, 118,93 mg/kg Fe, 72,13 mg/kg Mn, 13,98 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 29,54 mg/kg Cu, 14551,41 mg/kg Fe, 411,42 mg/kg Mn te 71,83 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih

mikroelemenata u vodi u supstratu A kretao se u nizu: Fe>Cu>Zn>Mn, a u CAT-u: Fe>Cu>Zn>Mn, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 7.).

Tablica 7. Sadržaj mikroelemenata u alternativnim supstratima za sadnju divlje ruže

		Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
A	**H_2O**	0,17	11,31	0,07	0,14
	CAT	2,92	118,93	72,13	13,98
	Ukupni	29,54	14551,41	411,42	71,83
B	**H_2O**	0,52	1,84	0,20	0,89
	CAT	3,00	1316,18	26,39	85,43
	Ukupni	16,96	7902,19	68,8	140,88
C	**H_2O**	0,51	0,70	0,23	0,50
	CAT	5,04	81,71	16,16	37,6
	Ukupni	61,77	11560,34	443,09	158,03
D	**H_2O**	1,15	16,67	0,43	1,57
	CAT	13,57	471,85	152,15	44,92
	Ukupni	29,10	6719,61	205,12	81,07

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u supstratu B iznosio je 0,52 mg/kg Cu, 1,84 mg/kg Fe, 0,20 mg/kg Mn te 0,89 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 3,00 mg/kg Cu, 1316,18 mg/kg Fe, 26,39 mg/kg Mn, 85,43 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 16,96 mg/kg Cu, 7902,19 mg/kg Fe, 68,80 mg/kg Mn te 140,88 mg/kg Zn. Može se reći da sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu B kretao se u nizu: Fe>Zn>Cu>Mn, a u CAT-u: Fe>Zn>Mn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Zn>Mn>Cu (Tablica 7.).

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u supstratu C iznosio je 0,51 mg/kg Cu, 0,70 mg/kg Fe, 0,23 mg/kg Mn, 0,50 mg/kg Zn. Očekivano, veći sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 5,04 mg/kg Cu, 81,71

mg/kg Fe, 16,16 mg/kg Mn, 37,60 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 61,77 mg/kg Cu, 11560,34 mg/kg Fe, 443,09 mg/kg Mn te 158,03 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu C kretao se u nizu: Fe>Cu>Zn>Mn, a u CAT-u: Fe>Zn>Mn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 7.).

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u supstratu D iznosio je: 1,15 mg/kg Cu, 16,67 mg/kg Fe, 0,43 mg/kg Mn, 1,57 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 13,57 mg/kg Cu, 471,85 mg/kg Fe, 152,15 mg/kg Mn, 44,92 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 29,10 mg/kg Cu, 6719,61 mg/kg Fe, 205,12 mg/kg Mn te 81,07 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu D kretao se u nizu: Fe>Zn>Cu>Mn, a u CAT-u: Fe>Mn>Zn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 7.).

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M1 iznosio je: 0,23 mg/kg Cu, 0,64 mg/kg Fe, 0,14 mg/kg Mn, 0,21 mg/kg Zn. Očekivano, veći sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 3,13 mg/kg Cu, 92,99 mg/kg Fe, 9,98 mg/kg Mn, 25,86 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 41,55 mg/kg Cu, 7499,55mg/kg Fe, 305,42 mg/kg Mn te 121,02 mg/kg Zn. Općenito može se reći da sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u mješavini supstrata M1 kretao se u nizu: Fe>Cu>Zn>Mn, a u CAT-u: Fe>Zn>Mn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 8.).

Tablica 8. Sadržaj mikroelemenata u mješavinama alternativnih supstrata za sadnju divlje ruže

		Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
M1	**H_2O**	0,23	0,64	0,14	0,21
	CAT	3,13	92,99	9,98	25,86
	Ukupni	41,55	7499,55	305,42	121,02
M2	**H_2O**	0,18	0,36	0,09	0,17
	CAT	2,50	54,78	7,22	20,57
	Ukupni	45,87	10767,04	394,75	122,81
M3	**H_2O**	0,18	0,32	0,04	0,18
	CAT	2,21	53,25	5,69	18,88
	Ukupni	45,28	8573,60	360,10	130,64

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M2 iznosio je: 0,18 mg/kg Cu, 0,36 mg/kg Fe, 0,09 mg/kg Mn, 0,17 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 2,50 mg/kg Cu, 54,78 mg/kg Fe, 7,22 mg/kg Mn, 20,57 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 20,57 mg/kg Cu, 10767,04 mg/kg Fe, 394,75 mg/kg Mn te 122,81 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u mješavini supstrata M2 kretao se u nizu: Fe>Cu>Zn>Mn, a u CAT-u: Fe>Zn>Mn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 8.).

Sadržaj lako pristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M3 iznosio je: 0,18 mg/kg Cu, 0,32 mg/kg Fe, 0,04 mg/kg Mn, 0,18 mg/kg Zn. Očekivano, veći sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 2,21 mg/kg Cu, 53,25 mg/kg Fe, 5,69 mg/kg Mn, 18,88 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 45,28 mg/kg Cu, 8573,60 mg/kg Fe, 360,10 mg/kg Mn te 130,64 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u mješavini supstrata M3 kretao se u nizu: Fe>Cu>Zn>Mn, a u CAT-u: Fe>Zn>Mn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 8.).

Tablica 9. Sadržaj mikroelemenata u komercijalnom supstratu za sadnju divlje ruže

		Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
E	**H_2O**	0,32	4,33	2,91	1,37
	CAT	6,50	131,37	41,96	9,02
	Ukupni	20,99	830,63	58,11	20,58

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u komercijalnom supstratu E iznosio je: 0,32 mg/kg Cu, 4,33 mg/kg Fe, 2,91 mg/kg Mn, 1,37 mg/kg Zn. Očekivano, veći sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 6,50 mg/kg Cu, 131,37 mg/kg Fe, 41,96 mg/kg Mn, 9,02 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 20,99 mg/kg Cu, 830,63 mg/kg Fe, 58,11 mg/kg Mn te 20,58 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu E kretao se u nizu: Fe>Mn>Zn>Cu, a u CAT-u: Fe>Mn>Zn>Cu, dok je ukupni sadržaj mikroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Cu>Zn (Tablica 9.).

3.4. Osnovna kemijska svojstva supstrata za sadnju pelargonije

Na isti način kao i za divlju ružu utvrđena su i kemijska svojstava alternativnih supstrata (Ag, Bg, Cg, Dg), te njihovih mješavina (M4, M5, M6) prije sadnje pelargonije: pH reakcija, električni konduktivitet - pokazatelj sadržaja topivih soli (iona) u supstratu (EC), sadržaj suhe tvari (ST), sadržaj N, sadržaj organskog C, C/N odnos, sadržaj pepela, sadržaj organske tvari (OT), intenzitet disanja (ID). Istovremeno, analiziran je i komercijalni supstrat za sadnju pelargonija kao kontrolni supstrat (F).

U supstratu Ag utvrđena je kompaktna gustoća od 0,88 g/cm^3, pH reakcija 7,15, EC 0,59 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 69,68 %, a vode 30,32 %. Sadržaj pepela iznosio je 80,99 %, organske tvari 19,01 %, sadržaj ugljika 76,00 g/kg ST, dušika 7,91 g/kg ST, a C/N odnos bio je 10:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,29 mg CO_2/gST/dan (Tablica 10.).

U supstratu Bg utvrđena je kompaktna gustoća od 0,35 g/cm^3, pH reakcija 7,68, EC 0,15 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 33,82 % i vode 66,18 %. Sadržaj pepela iznosio je 11,03 %, organske tvari 88,97 %, sadržaj ugljika 398,00 g/kg ST, dušika 20,12 g/kg ST, a C/N odnos bio je 20:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 2,08 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 10.).

U supstratu Cg utvrđena je kompaktna gustoća od 0,72 g/cm^3, pH reakcija 6,89, EC 2,41 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 59,52 %, a vode 40,48 %. Sadržaj pepela iznosio je 64,27 %, organske tvari 35,73 %, sadržaj ugljika 151,30 g/kg ST, dušika 15,32 g/kg ST, a C/N odnos bio je 10:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,41 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 10.).

U supstratu Dg utvrđena je kompaktna gustoća od 0,22 g/cm^3, pH reakcija 5,63, EC 0,64 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 36,43 % i vode 63,57 %. Sadržaj pepela iznosio je 26,22 %, organske tvari 73,79 %, sadržaj ugljika 370,00 g/kg ST, dušika 3,08 g/kg ST što daje C/N odnos od 123:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 1,93 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 10.).

U mješavini supstrata M4 utvrđena je kompaktna gustoća od 0,54 g/cm^3, pH reakcija 7,41, EC 1,24 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 54,91 % i vode 45,09 %. Sadržaj pepela iznosio je 59,65 %, organske tvari 40,35 %, sadržaj ugljika 180,00 g/kg ST, dušika 12,75 g/kg ST, a C/N odnos bio je 14:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 1,29 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 10.).

Tablica 10. Osnovna kemijska svojstva alternativnih supstrata i njihovih mješavina za sadnju pelargonije

	Ld	**pH**	**EC**	**ST**	**H_2O**	**Pepeo**	**OT**	**C**	**N**	**C/N**	**ID**
	g/cm^3	(H_2O)	mS/cm	%	%	%	%	g/kgST	g/kgST		$mgCO_2$/ gST/dan
Ag	0,88	7,15	0,59	69,68	30,32	80,99	19,01	76,00	7,91	10	0,29
Bg	0,35	7,68	0,15	33,82	66,18	11,03	88,97	398,00	20,12	20	2,08
Cg	0,72	6,89	2,41	59,52	40,48	64,27	35,73	151,30	15,32	10	0,41
Dg	0,22	5,63	0,64	36,43	63,57	26,22	73,79	370,00	3,02	123	1,93
M4	0,54	7,41	1,24	54,91	45,09	59,65	40,35	180,00	12,75	14	1,29
M5	0,49	7,59	0,58	49,98	50,02	68,29	31,71	232,00	11,4	20	1,74
M6	0,53	7,6	0,85	50,92	49,08	64,94	35,06	204,00	13,55	15	1,21
F	0,33	6,16	0,94	46,07	53,93	8,77	91,24	258,00	15,19	17	0,54

U mješavini supstrata M5 utvrđena je kompaktna gustoća od 0,49 g/cm^3, pH reakcija 7,59, EC 0,58 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 49,98 % i vode 50,02 %. Sadržaj pepela iznosio je 68,29 %, organske tvari 31,71 %, sadržaj ugljika 232,00 g/kg ST, dušika 11,40 g/kg ST, a C/N odnos bio je 20:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 1,74 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 10.).

U mješavini supstrata M6 utvrđena je kompaktna gustoća od 0,53 g/cm^3, pH reakcija 7,60, EC 0,85 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 50,92 % i vode 49,08 %. Sadržaj pepela iznosio je 64,94 %, organske tvari 35,06 %, sadržaj ugljika 204,00 g/kg ST, dušika 13,55 g/kg ST, a C/N odnos od 15:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 1,21 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 10.).

U komercijalnom supstratu F utvrđena je kompaktna gustoća od 0,33 g/cm^3, pH reakcija 6,16, EC 0,94 mS/cm, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 46,07 % i vode 53,93 %. Sadržaj pepela iznosio je 8,77 %, organske tvari 91,24 %, sadržaj ugljika 258,00 g/kg ST, dušika 15,19 g/kg ST, a C/N odnos bio je 17:1. Utvrđeni intenzitet disanja iznosio je 0,54 mg CO_2/g ST/dan (Tablica 10.).

Iz dobivenih rezultata vidljivo je kako je najveća kompaktna gustoća utvrđena na supstratu Ag, dok je najmanju kompaktnu gustoću imao supstrat Dg. Vrijednosti pH kretale su se od 5,63 na supstratu Dg do 7,68 na supstratu Bg, dok je najveća EC vrijednost 2,41

mS/cm zabilježena na supstratu Cg, a najmanja 0,15 mS/cm na supstratu Bg. Najveći sadržaja suhe tvari utvrđen je na supstratu Ag, a najmanji na supstratu Dg. Suprotno, najveći sadržaj vode zabilježen je supstratu Dg, a najmanji na supstratu Ag. Nadalje, najveći sadržaj pepela zabilježen je na supstratu Ag, a najmanji na supstratu F, dok, suprotno, najveći sadržaj organske tvari zabilježen je na supstratu F, a najmanji na supstratu Ag. Sadržaj organskog C u istraživanim supstratima se kretao od 76 g/kg ST utvrđenih u supstratu Ag do 390 g/kg ST utvrđenih u supstratu Bg. Nadalje, najveći sadržaj N 20,12 g/kg ST zabilježen je na supstratu Bg, dok je najmanji sadržaj N 3,02 g/kg ST zabilježen na supstratu Dg. Slijedom dobivenih rezultata sadržaja C i N, određen je C/N odnosu koji se kretao od 10:1 u supstratima Ag i Cg do 123/1 u supstratu Dg. Najveći intenzitet disanja utvrđen je na supstratu Bg, dok je najmanji zabilježen na supstratu od kakaovca Ag.

U odnosu na supstrate alternativnih komponenti te njihovih mješavina na komercijalnom supstratu F je utvrđen najveći sadržaj vode i organske tvari.

3.5. Sadržaj makroelemenata u supstratima za sadnju pelargonije

Tijekom istraživanja ustanovljen je sadržaj ukupnih i pristupačnih makroelemenata fosfora, kalija, kalcija, magnezija, natrija u supstratima za sadnju pelargonije.

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u supstratu Ag iznosio je 0,015 % P, 0,12 % K, 0,04 % Ca, 0,03 % Mg, 0,01 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,031 % P, 0,14 % K, 0,09 % Mg, 0,01 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,27 % P, 1,16 % K, 0,10 % Ca, 0,50 % Mg te 0,12 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratu Ag kretao se u nizu: K>Ca>Mg>P>Na, a u CAT-u: K>Mg>P>Na, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: K>Mg>P>Na>Ca (Tablica 11.).

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u supstratu Bg iznosio je 0,004 % P, 0,05% K, 0,04 % Ca, 0,01 % Mg, 0,05 % Na. Očekivano, sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,012 % P, 0,08 % K, 0,09 % Mg, 0,07 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,09 % P, 0,16 % K, 2,60 % Ca, 0,16 % Mg te 0,09 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratu Bg kretao u nizu: K>Na>Ca>Mg>P, a u CAT-u: Mg>K>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>K>Mg>P>Na (Tablica 11.).

Tablica 11. Sadržaj makroelemenata u alternativnim supstratima za sadnju pelargonije

		% P	% K	% Ca	% Mg	% Na
Ag	**H_2O**	0,015	0,12	0,04	0,03	0,01
	CAT	0,031	0,14	-	0,09	0,01
	Ukupni	0,27	1,16	0,1	0,5	0,12
Bg	**H_2O**	0,004	0,05	0,04	0,01	0,05
	CAT	0,012	0,08	-	0,09	0,07
	Ukupni	0,09	0,16	2,6	0,16	0,09
Cg	**H_2O**	0,018	0,12	0,5	0,08	0,01
	CAT	0,034	0,14	-	0,11	0,01
	Ukupni	0,71	0,82	1,09	0,67	0,1
Dg	**H_2O**	0,024	0,11	0,03	0,01	0,06
	CAT	0,026	0,18	-	0,09	0,06
	Ukupni	0,09	0,32	0,29	0,13	0,08

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u supstratu Cg iznosio je 0,018 % P, 0,12 % K, 0,50 % Ca, 0,08 % Mg, 0,01 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,034 % P, 0,14 % K, 0,11 % Mg, 0,01 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,71 % P, 0,82 % K, 1,09 % Ca, 0,67 % Mg te 0,10 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratu Cg kretao se u nizu: Ca>K>Mg>Na, a u CAT-u: K>Mg>P>Na, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>K>P>Mg>Na (Tablica 11.).

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u supstratu Dg iznosio je 0,024 % P, 0,11 % K, 0,03 % Ca, 0,01 % Mg, 0,06 % Na. Očekivano sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,026 % P, 0,8 % K, 0,09 % Mg, 0,06 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,09 % P, 0,32 % K, 0,29 % Ca, 0,13 % Mg te 0,08 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratu Dg kretao se u nizu: K>Na>Ca>P>Mg, a u CAT-u: K>Mg>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: K>Ca>Mg>P>Na (Tablica 11.).

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M4 iznosio je 0,009 % P, 0,14 % K, 0,24 % Ca, 0,05 % Mg, 0,02 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,031 % P, 0,15 % K, 0,10 % Mg, 0,02 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,44 % P, 0,81 % K, 1,09 %

Ca, 0,54 % Mg te 0,12 % Na. Može se reći da sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u mješavini supstrata M4 kretao se u nizu: Ca>K>Mg>Na>P, a u CAT-u: K>Mg>P>Na, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>K>Mg>P>Na (Tablica 12.).

Tablica 12. Sadržaj makroelemenata u mješavinama alternativnih supstrata za sadnju pelargonije

		% P	% K	% Ca	% Mg	% Na
M4	**H_2O**	0,009	0,14	0,24	0,05	0,02
	CAT	0,031	0,15	-	0,10	0,02
	Ukupni	0,44	0,81	1,09	0,54	0,12
M5	**H_2O**	0,007	0,13	0,09	0,02	0,03
	CAT	0,035	0,17	-	0,10	0,03
	Ukupni	0,27	0,69	1,36	0,32	0,11
M6	**H_2O**	0,008	0,13	0,14	0,03	0,03
	CAT	0,029	0,16	-	0,1	0,03
	Ukupni	0,32	0,81	0,56	0,45	0,13

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M5 iznosio je 0,007 % P, 0,13 % K, 0,09 % Ca, 0,02 % Mg, 0,03 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,035 % P, 0,17 % K, 0,10 % Mg, 0,03 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,27 % P, 0,69 % K, 1,36 % Ca, 0,32 % Mg te 0,11 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u mješavini supstrata M5 kretao se u nizu: K>Ca>Na>Mg>P, a u CAT-u: K>Mg>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>K>Mg>P>Na (Tablica 12.).

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M6 iznosio je 0,008 % P, 0,13 % K, 0,14 % Ca, 0,03 % Mg, 0,03 % Na. Očekivano, sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,029 % P, 0,16 % K, 0,10 % Mg, 0,03 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,32 % P, 0,81 % K, 0,56 % Ca, 0,45 % Mg te 0,13 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u mješavini supstrata M6 kretao se u nizu: Ca>K>Mg>Na>P, a u CAT-u: K>Mg>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: K>Ca>Mg>P>Na (Tablica 12.).

Tablica 13. Sadržaj makroelemenata u komercijalnom supstratu za sadnju pelargonije

		% P	% K	% Ca	% Mg	% Na
F	**H_2O**	0,003	0,16	0,18	0,03	0,03
	CAT	0,020	0,23	-	0,11	0,04
	Ukupni	0,13	0,52	0,64	0,26	0,09

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u komercijalnom supstratu F iznosio je 0,003 % P, 0,16 % K, 0,18 % Ca, 0,03 % Mg, 0,03 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u bio je veći i iznosio je 0,020 % P, 0,23 % K, 0,11 % Mg, 0,04 % Na. Sadržaj ukupnih makroelemenata iznosio je 0,13 % P, 0,52 % K, 0,64 % Ca, 0,26 % Mg te 0,09 % Na. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u komercijalnom supstratu kretao se u nizu: Ca>K>Mg>Na>P, a u CAT-u: K>Mg>Na>P, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Ca>K>Mg>P>Na (Tablica 13.)

3.6. Sadržaj mikroelemenata u supstratima za sadnju pelargonije

Tijekom istraživanja ustanovljen je sadržaj ukupnih i pristupačnih mikroelemenata bakra, željeza, mangana i cinka u supstratima za sadnju pelargonije.

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u supstratu Ag iznosio je: 0,17 mg/kg Cu, 2,35 mg/kg Fe, 0,14 mg/kg Mn, 0,14 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 2,10 mg/kg Cu, 100,54 mg/kg Fe, 38,17 mg/kg Mn, 15,50 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 28,16 mg/kg Cu, 14289,38 mg/kg Fe, 446,24 mg/kg Mn te 74,07 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu Ag kretao se u nizu: Fe>Cu>Mn>Zn, a u CAT-u: Fe>Mn>Zn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 14.).

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u supstratu Bg iznosio je: 0,65 mg/kg Cu, 8,51 mg/kg Fe, 0,20 mg/kg Mn, 0,89 mg/kg Zn. Očekivano, veći sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 3,06 mg/kg Cu, 1102,72 mg/kg Fe, 28,59 mg/kg Mn, 67,55 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 14,58 mg/kg Cu, 7287,42 mg/kg Fe, 66,60 mg/kg Mn te 135,90 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu Bg kretao se u nizu: Fe>Zn>Cu>Mn, a u CAT-u: Fe>Zn>Mn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Zn>Mn>Cu (Tablica 14.).

Tablica 14. Sadržaj mikroelemenata u alternativnim supstratima za sadnju pelargonije

		Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
Ag	**H_2O**	0,17	2,35	0,14	0,14
	CAT	2,1	100,54	38,17	15,5
	Ukupni	28,16	14289,38	446,24	74,07
Bg	**H_2O**	0,65	8,51	0,33	0,84
	CAT	3,06	1102,72	28,59	67,55
	Ukupni	14,58	7287,42	66,6	135,9
Cg	**H_2O**	0,29	0,35	0,1	0,22
	CAT	3,28	40,93	6,39	24,63
	Ukupni	57,06	10827,97	430,21	156,16
Dg	**H_2O**	1,12	6,15	1,43	1,85
	CAT	7,29	331,98	60,39	55,64
	Ukupni	8,87	2164,15	72,19	67,47

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u supstratu Cg iznosio je: 0,29 mg/kg Cu, 0,35 mg/kg Fe, 0,10 mg/kg Mn, 0,22 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 3,28 mg/kg Cu, 40,93 mg/kg Fe, 6,39 mg/kg Mn, 24,63 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 57,07 mg/kg Cu, 10827,97 mg/kg Fe, 430,21 mg/kg Mn te 156,16 mg/kg Zn. Općenito može se reći da sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu Cg kretao se u nizu: Fe>Cu>Zn>Mn, a u CAT-u: Fe>Zn>Mn>Cu., dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 14.).

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u supstratu Dg iznosio je: 1,12 mg/kg Cu, 6,15 mg/kg Fe, 1,43 mg/kg Mn, 1,85 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 7,29 mg/kg Cu, 331,98 mg/kg Fe, 60,39 mg/kg Mn, 24,63 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 8,87 mg/kg Cu, 2164,15 mg/kg Fe, 72,19 mg/kg Mn te 64,47 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu Dg kretao se u nizu: Fe>Zn>Mn>Cu, a u CAT-u: Fe>Mn>Zn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 14.).

Tablica 15. Sadržaj mikroelemenata u mješavinama alternativnih supstrata za sadnju pelargonije

		Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
M1	**H_2O**	0,26	2,24	0,15	0,22
	CAT	2,9	111,76	22,71	26,05
	Ukupni	36,11	9989,3	352,59	112,31
M2	**H_2O**	0,33	28,85	0,12	0,45
	CAT	3,59	297,89	63,37	28,38
	Ukupni	25,14	7610,29	269,48	91,25
M3	**H_2O**	0,27	8,71	0,21	0,26
	CAT	2,91	190,79	36,84	27,35
	Ukupni	29,91	15204,6	339,95	101,83

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M4 iznosio je: 0,26 mg/kg Cu, 2,24 mg/kg mg/kg Fe, 0,15 mg/kg Mn, 0,22 mg/kg Zn. Očekivano veći sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 2,90 mg/kg Cu, 111,76 mg/kg Fe, 22,71 mg/kg Mn, 26,05 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 36,11 mg/kg Cu, 9989,30 mg/kg Fe, 352,59 mg/kg Mn te 112,31 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u mješavini supstrata M4 kretao se u nizu: Fe>Cu>Zn>Mn, a u CAT-u: Fe>Zn>Mn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 15.).

Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M5 iznosio je: 0,33 mg/kg Cu, 28,85 mg/kg mg/kg Fe, 0,12 mg/kg Mn, 0,45 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 3,59 mg/kg Cu, 297,89 mg/kg Fe, 63,37 mg/kg Mn, 28,38 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 25,14 mg/kg Cu, 7610,29 mg/kg Fe, 269,48 mg/kg Mn te 91,25 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u mješavini supstrata M5 kretao se u nizu: Fe>Zn>Cu>Mn, a u CAT-u: Fe>Mn>Zn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 15.).

Sadržaj lako pristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u mješavini supstrata M6 iznosio je: 0,27 mg/kg Cu, 8,71 mg/kg mg/kg Fe, 0,21 mg/kg Mn, 0,26 mg/kg Zn. Sadržaj

lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 2,91 mg/kg Cu, 190,79 mg/kg Fe, 36,84 mg/kg Mn, 27,35 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 29,91 mg/kg Cu, 15204,60 mg/kg Fe, 339,95 mg/kg Mn te 101,83 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u mješavini supstrata M6 kretao se u nizu: Fe>Cu>Zn>Mn, a u CAT-u: Fe>Mn>Zn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 15.).

Tablica 16. Sadržaj mikroelemenata u komercijalnom supstratu za sadnju pelargonije

		Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
F	**H_2O**	0,4	5,46	3,81	0,59
	CAT	4,67	518,63	108,89	17,2
	Ukupni	18,84	10449,78	245,94	63,99

Sadržaj lako pristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u komercijalnom supstratu F iznosio je: 0,40 mg/kg Cu, 5,46 mg/kg mg/kg Fe, 3,81 mg/kg Mn, 0,59 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u iznosio je 4,67 mg/kg Cu, 518,63 mg/kg Fe, 108,89 mg/kg Mn, 17,20 mg/kg Zn. Sadržaj ukupnih mikroelemenata iznosio je 18,84 mg/kg Cu, 10449,78 mg/kg Fe, 245,94 mg/kg Mn te 63,99 mg/kg Zn. Sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata u vodi u supstratu F kretao se u nizu: Fe>Mn>Zn>Cu, a u CAT-u: Fe>Mn>Zn>Cu, dok je ukupni sadržaj makroelemenata slijedio niz: Fe>Mn>Zn>Cu (Tablica 16.).

3.7. Statistička obrada podataka – supstrati za sadnju divlje ruže

Dobiveni rezultati statistički su obrađeni analizom varijance (SAS 9.3, $p<0,05$, Fisher test) kako bi se utvrdilo postoje li značajne razlike između istraživanih svojstava supstrata.

Svaka alternativna komponenta činila je zaseban supstrat (tretmani A, B, C, D), njihove mješavine još tri dodatna supstrata (M1, M2, M3), a kao kontrolni supstrat analiziran je komercijalni supstrat (E). Svi supstrati činili su svaki zasebno jedan tretman.

3.7.1. Sadržaj vode i suhe tvari u supstratima za sadnju divlje ruže

Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika za ispitivani parametar % ST između svih tretmana (Tablica 17.). Najveća vrijednost ispitivanog parametara % ST zabilježena je kod tretmana A i iznosila je 77,51 %, dok je najmanja zabilježena kod tretmana

E (29,33 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % ST iznosila je 54,47 % (Tablica 17.). Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar % H_2O između svih tretmana. Obrnuto proporcionalno % ST, najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra % H_2O zabilježena je kod tretmana E (70,67 %), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana A (22,49 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % H_2O iznosila je 45,53 %.

Tablica 17. Sadržaj vode i suhe tvari u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	% ST	% H_2O
A	$77,51^{A}$	$22,49^{H}$
B	$38,75^{G}$	$61,25^{B}$
C	$69,24^{B}$	$30,76^{G}$
D	$43,76^{F}$	$56,24^{C}$
M1	$55,53^{E}$	$44,47^{D}$
M2	$59,04^{D}$	$40,96^{E}$
M3	$62,59^{C}$	$37,41^{F}$
E	$29,33^{H}$	$70,67^{A}$
Prosjek	**54,47**	**45,53**
Minimum	**29,33**	**22,49**
Maksimum	**77,51**	**70,67**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

3.7.2. Kompaktna gustoća, pH i EC vrijednosti supstrata za sadnju divlje ruže

Vrijednosti parametra kompaktne gustoće statistički su se značajno razlikovale među tretmanima. Na tretmanu A zabilježena je najveća vrijednost kompaktne gustoće (0,9327 g/cm^3), dok je na tretmanu D zabilježena najmanja vrijednost kompaktne gustoće (0,1960 g/cm^3). Prosječna vrijednost ovog parametra iznosila je 0,6494 g/cm^3.

Također, statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar pH između svih tretmana. Najveća pH vrijednost zabilježena je na tretmanu B (7,77), a najmanja na tretmanu E (5,88). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra pH iznosila je 7,02 (Tablica 18.). Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar EC između svih tretmana. Najveća EC vrijednost zabilježena je na tretmanu C (2,62 mS/cm), dok je najmanja EC vrijednost zabilježena na tretmanu B (0,15 mS/cm). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra pH iznosila je 1,16 mS/cm.

Tablica 18. Kompaktna gustoća (Ld), pH i EC vrijednosti u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	Ld g/cm^3	pH (H_2O)	EC mS/cm
A	$0,9327^{A}$	$7,34^{C}$	$0,491^{E}$
B	$0,3643^{G}$	$7,77^{A}$	$0,156^{H}$
C	$0,8313^{C}$	$7,02^{D}$	$2,628^{A}$
D	$0,1960^{H}$	$7,37^{B}$	$0,208^{G}$
M1	$0,7785^{D}$	$6,97^{E}$	$1,563^{D}$
M2	$0,8580^{B}$	$6,88^{G}$	$1,884^{C}$
M3	$0,7666^{E}$	$6,92^{F}$	$1,955^{B}$
E	$0,4685^{F}$	$5,88^{H}$	$0,408^{F}$
Prosjek	**0,65**	**7,02**	**1,16**
Minimum	**0,19**	**5,89**	**0,15**
Maksimum	**0,93**	**7,77**	**2,62**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

3.7.3. Sadržaj pepela, organske tvari i intenzitet disanja supstrata za sadnju divlje ruže

Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika za ispitivani parametar % pepela između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara % pepela zabilježena je kod tretmana A i iznosila je 85,71 %, dok je najmanja zabilježena kod tretmana E (8,77 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % pepela iznosila je 50,38 % (Tablica 19).

Tablica 19. Sadržaj pepela, organske tvari i intenzitet disanja (ID) u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	% pepeo	% organske tvari	ID $mgCO_2/g$ ST/dan
A	$85,71^{A}$	$14,29^{H}$	$0,309744^{G}$
B	$11,17^{G}$	$88,84^{B}$	$2,162159^{A}$
C	$67,49^{C}$	$32,51^{F}$	$0,452834^{E}$
D	$36,99^{F}$	$63,01^{C}$	$1,953753^{B}$
M1	$59,65^{E}$	$40,35^{D}$	$0,596671^{C}$
M2	$68,29^{B}$	$31,71^{G}$	$0,472902^{D}$
M3	$64,94^{D}$	$35,06^{E}$	$0,450976^{F}$
E	$8,77^{H}$	$91,24^{A}$	$0,289859^{H}$
Prosjek	**50,38**	**49,63**	**0,836112**
Minimum	**8,77**	**14,29**	**0,289859**
Maksimum	**85,71**	**91,24**	**2,162159**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar % organske tvari između svih tretmana. Obrnuto proporcionalno % pepela, najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra % organske tvari zabilježena je kod tretmana E (91,24 %), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana A (14,29 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % organske tvari iznosila je 49,63 %. Statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar intenziteta disanja između svih tretmana. Na tretmanu B zabilježena je najveća vrijednost intenziteta disanja (2,1621 mgCO_2/g ST/dan), dok je na tretmanu E zabilježena najmanja vrijednost intenziteta disanja (0,2898 mgCO_2/g ST/dan). Prosječna vrijednost ovog parametra iznosila je 0,8361 mgCO_2/g ST/dan.

3.7.4. Sadržaj ugljika, dušika i C/N odnos supstrata za sadnju divlje ruže

Vrijednosti ispitivanog parametra sadržaja ugljika statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveći sadržaj ugljika zabilježen je na tretmanu D (415,20 g/kg), dok je najmanji sadržaj ugljika zabilježen na tretmanu A (74,88 g/kg). Prosječan sadržaj ugljika svih tretmana iznosio je 218,33 g/kg. Također, utvrđena je statistički značajna razlika ispitivanog parametra sadržaja dušika među svim tretmanima.

Tablica 20. Sadržaj ugljika, dušika i C/N odnos u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	**C g/kg ST**	**N g/kg ST**	**C/N**
A	$74,88^{H}$	$7,36^{G}$	$10,2^{G}$
B	$362,58^{B}$	$19,52^{A}$	$18,6^{C}$
C	$146,00^{G}$	$15,79^{B}$	$9,2^{H}$
D	$415,20^{A}$	$3,847^{H}$	$107,9^{A}$
M1	$160,00^{D}$	$10,04^{E}$	$15,9^{E}$
M2	$150,00^{F}$	$9,38^{F}$	$16,0^{D}$
M3	$152,00^{E}$	$10,46^{D}$	$14,5^{F}$
E	$286,00^{C}$	$12,74^{C}$	$22,4^{B}$
Prosjek	**218,33**	**11,14**	**26,9**
Minimum	**74,88**	**3,85**	**9,2**
Maksimum	**415,20**	**19,52**	**107,9**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Na tretmanu B zabilježen je najveći sadržaj dušika i iznosi je 19,52 g/kg, dok je najmanji sadržaj dušika zabilježen na tretmanu D (3,84 g/kg.). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 11,14 g/kg. Nadalje, statistički značajna razlika za

ispitivani parametar C/N utvrđena je između svih tretmana. Najveća vrijednosti ispitivanog parametra C/N zabilježena je na tretmanu D (108:1), a najmanja vrijednost zabilježena je na tretmanu C (9:1). Prosječna vrijednost C/N odnosa iznosila je 27:1. (Tablica 20.).

3.7.5. Sadržaj ukupnih makroelemenata u supstratima za sadnju divlje ruže

Statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar % P između svih istraživanih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % P zabilježena je na tretmanu C i iznosila je 0,75 %, a najmanja vrijednost zabilježena je kod tretmana E i iznosila je 0,05 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % P iznosila je 0,35 %. Također, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % K između svih tretmana.

Tablica 21. Sadržaj ukupnih makroelemenata u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
A	$0,20^{F}$	$0,98^{A}$	$0,09^{H}$	$0,46^{B}$	$0,11^{A}$
B	$0,13^{G}$	$0,16^{H}$	$2,30^{A}$	$0,22^{H}$	$0,08^{E}$
C	$0,75^{A}$	$0,75^{E}$	$0,97^{D}$	$0,68^{A}$	$0,09^{D}$
D	$0,23^{E}$	$0,66^{F}$	$0,69^{G}$	$0,36^{F}$	$0,11^{B}$
M1	$0,47^{C}$	$0,90^{B}$	$1,14^{C}$	$0,41^{E}$	$0,07^{G}$
M2	$0,39^{D}$	$0,85^{C}$	$0,94^{F}$	$0,44^{D}$	$0,09^{C}$
M3	$0,55^{B}$	$0,81^{D}$	$0,97^{E}$	$0,46^{C}$	$0,07^{F}$
E	$0,05^{H}$	$0,17^{G}$	$1,58^{B}$	$0,30^{G}$	$0,04^{H}$
Prosjek	**0,35**	**0,66**	**1,09**	**0,42**	**0,08**
Minimum	**0,05**	**0,16**	**0,09**	**0,22**	**0,02**
Maksimum	**0,75**	**0,98**	**2,30**	**0,68**	**0,11**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Na tretmanu A zabilježen je najveći postotak kalija i iznosi je 0,98 %, dok je najmanji postotak kalija zabilježen na tretmanu B (0,16 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,66 %. Nadalje, statistički značajna razlika utvrđena je između svih tretmana i za ispitivani parametar % Ca. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Ca zabilježena je na tretmanu B i iznosila je 2,30 %, a najmanja vrijednost zabilježena je kod tretmana A i iznosila je 0,09 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % Ca iznosila je 1,09 %. Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Mg između svih tretmana. Na tretmanu C zabilježen je najveći postotak magnezija i iznosi je 0,68 %, dok je najmanji postotak magnezija zabilježen na tretmanu B (0,22 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,42 %. Naposljetku, vrijednosti

ispitivanog parametara % Na statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je na tretmanu A i iznosila je 0,11 %, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je kod tretmana E i iznosila je 0,04 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % Na iznosila je 0,08 % (Tablica 21.).

3.7.6. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u vodi u supstratima za sadnju divlje ruže

Određivanjem pristupačnih makroelemenata u vodi utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % P između svih tretmana. Na tretmanu E zabilježen je najveći postotak fosfora i iznosi je 0,37 %, dok je najmanji postotak fosfora zabilježen na tretmanu A (0,005 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,015 %.

Tablica 22. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u vodi u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
A	0,005^{H}	0,117^{E}	0,021^{G}	0,019^{G}	0,013^{H}
B	0,007^{G}	0,097^{H}	0,380^{B}	0,036^{F}	0,065^{A}
C	0,027^{B}	0,172^{A}	0,977^{A}	0,128^{A}	0,024^{E}
D	0,013^{D}	0,120^{D}	0,021^{H}	0,003^{H}	0,055^{B}
M1	0,014^{C}	0,145^{B}	0,356^{C}	0,073^{C}	0,030^{D}
M2	0,011^{E}	0,137^{C}	0,279^{E}	0,068^{D}	0,020^{F}
M3	0,011^{F}	0,099^{G}	0,332^{D}	0,055^{E}	0,015^{G}
E	0,037^{A}	0,112^{F}	0,204^{F}	0,086^{B}	0,035^{C}
Prosjek	**0,015**	**0,125**	**0,321**	**0,059**	**0,032**
Minimum	**0,005**	**0,097**	**0,021**	**0,003**	**0,013**
Maksimum	**0,037**	**0,171**	**0,977**	**0,128**	**0,065**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Također, statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar % K između svih istraživanih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % K zabilježena je na tretmanu C i iznosila je 0,172 %, a najmanja vrijednost zabilježena je kod tretmana B i iznosila je 0,097 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % K iznosila je 0,125 %. Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Ca između svih tretmana. Na tretmanu C zabilježen je najveći postotak kalcija i iznosi je 0,977 %, dok je najmanji postotak kalcija zabilježen na tretmanu D (0,021 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,321 %. Nadalje, statistički značajna razlika utvrđena je

između svih tretmana i za ispitivani parametar % Mg. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Mg zabilježena je na tretmanu C i iznosila je 0,128 %, a najmanja vrijednost zabilježena je kod tretmana D i iznosila je 0,003 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % Mg iznosila je 0,059 %. Naposljetku, vrijednosti ispitivanog parametara % Na statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je na tretmanu B i iznosila je 0,065 %, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je kod tretmana A i iznosila je 0,013 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % Na iznosila je 0,032 % (Tablica 22.).

3.7.7. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u CAT otopini u supstratima za sadnju divlje ruže

Određivanjem pristupačnih makroelemenata u CAT otopini, utvrđene su značajne razlike za istraživani parametar % P između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara % P zabilježena je kod tretmana C i iznosila je 0,072 %, dok je najmanja zabilježena kod tretmana A (0,018 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % P iznosila je 0,033 % (Tablica 23.).

Tablica 23. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u CAT otopini u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	P %	K %	Mg %	Na %
A	$0,018^{H}$	$0,169^{C}$	$0,103^{F}$	$0,013^{H}$
B	$0,019^{G}$	$0,112^{G}$	$0,095^{G}$	$0,070^{B}$
C	$0,072^{A}$	$0,180^{B}$	$0,169^{B}$	$0,022^{E}$
D	$0,043^{B}$	$0,376^{A}$	$0,162^{C}$	$0,099^{A}$
M1	$0,029^{D}$	$0,163^{D}$	$0,109^{D}$	$0,030^{D}$
M2	$0,025^{E}$	$0,153^{E}$	$0,103^{E}$	$0,020^{F}$
M3	$0,024^{F}$	$0,105^{H}$	$0,077^{H}$	$0,013^{G}$
E	$0,036^{C}$	$0,126^{F}$	$0,241^{A}$	$0,037^{C}$
Prosjek	**0,033**	**0,173**	**0,132**	**0,039**
Minimum	**0,018**	**0,105**	**0,077**	**0,013**
Maksimum	**0,072**	**0,376**	**0,241**	**0,112**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Nadalje, vrijednosti ispitivanog parametra % K statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % K zabilježena je na tretmanu D i iznosila je 0,376 %, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra % K zabilježena je kod tretmana M3 i iznosila je 0,105 %. Prosječna vrijednost ispitivanog

parametra % K iznosila je 0,173 %. Također, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Mg između svih tretmana. Na tretmanu E zabilježen je najveći postotak magnezija i iznosi je 0,241 %, dok je najmanji postotak magnezija zabilježen na tretmanu M3 (0,077 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,132 %. Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Na između svih tretmana. Na tretmanu D zabilježen je najveći postotak natrija i iznosi je 0,112 %, dok je najmanji postotak natrija zabilježen na tretmanu A (0,013 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,039 %.

3.7.8. Sadržaj ukupnih mikroelemenata u supstratima za sadnju divlje ruže

Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika za ispitivani parametar sadržaja Cu između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara sadržaja Cu zabilježena je kod tretmana C i iznosila je 61,77 mg/kg, dok je najmanja zabilježena kod tretmana B (16,96 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Cu iznosila je 36,38 mg/kg (Tablica 24.). Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar sadržaja Fe između svih tretmana. Najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Fe zabilježena je kod tretmana A (14551,41 mg/kg), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana E (830,60 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Fe iznosila je 8555,54 mg/kg.

Tablica 24. Sadržaj ukupnih mikroelemenata u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
A	$29,54^{E}$	$14551,41^{A}$	$411,42^{B}$	$71,83^{G}$
B	$16,96^{H}$	$7902,19^{E}$	$68,80^{G}$	$140,88^{B}$
C	$61,77^{A}$	$11560,34^{B}$	$443,09^{A}$	$158,03^{A}$
D	$29,10^{F}$	$6719,61^{G}$	$205,12^{F}$	$81,07^{F}$
M1	$41,55^{D}$	$7499,55^{F}$	$305,42^{E}$	$121,02^{E}$
M2	$45,87^{B}$	$10767,04^{C}$	$394,75^{C}$	$122,81^{D}$
M3	$45,28^{C}$	$8573,60^{D}$	$360,10^{D}$	$130,64^{C}$
E	$20,99^{G}$	$830,63^{H}$	$58,11^{H}$	$20,58^{H}$
Prosjek	**36,38**	**8555,54**	**280,85**	**105,90**
Minimum	**16,96**	**830,63**	**58,11**	**20,60**
Maksimum	**61,77**	**14551,41**	**443,09**	**158,00**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaj Mn između svih tretmana. Na tretmanu C zabilježen je najveći sadržaj Mn i iznosio je 443,09

mg/kg, dok je najmanji sadržaj Mn zabilježen na tretmanu E (58,11 mg/kg). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 280,85 mg/kg. Naposljetku, vrijednosti ispitivanog parametara sadržaja Zn statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn zabilježena je na tretmanu C i iznosila je 158,03 mg/kg, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn zabilježena je kod tretmana E i iznosila je 20,64 mg/kg. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn iznosila je 105,90 mg/kg (Tablica 24.).

3.7.9. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u vodi u supstratima za sadnju divlje ruže

Određivanjem pristupačnih mikroelemenata u vodi, utvrđene su značajne razlike za istraživani parametar sadržaja Cu između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara sadržaja Cu zabilježena je kod tretmana D i iznosila je 1,148 mg/kg, dok je najmanja zabilježena kod tretmana A (0,173 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Cu iznosila je 0,408 mg/kg (Tablica 25). Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaj Fe između svih tretmana. Na tretmanu D zabilježen je najveći sadržaj Fe i iznosio je 16,673 mg/kg, dok je najmanji sadržaj Fe zabilježen na tretmanu M3 (0,323 mg/kg). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 4,521 mg/kg (Tablica 25.).

Tablica 25. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u vodi u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
A	0,173^{H}	11,307^{B}	0,068^{G}	0,144^{H}
B	0,520^{B}	1,842^{D}	0,204^{D}	0,885^{C}
C	0,514^{C}	0,702^{E}	0,235^{C}	0,501^{D}
D	1,148^{A}	16,673^{A}	0,432^{B}	1,570^{A}
M1	0,230^{E}	0,636^{F}	0,137^{E}	0,206^{E}
M2	0,179^{G}	0,355^{G}	0,091^{F}	0,167^{G}
M3	0,183^{F}	0,323^{H}	0,043^{H}	0,179^{F}
E	0,318^{D}	4,331^{C}	2,911^{A}	1,373^{B}
Prosjek	**0,408**	**4,521**	**0,515**	**0,628**
Minimum	**0,172**	**0,323**	**0,042**	**0,143**
Maksimum	**1,147**	**16,672**	**2,910**	**1,570**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar sadržaja Mn između svih tretmana. Najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Mn zabilježena je kod tretmana E (2,911 mg/kg), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana M3 (0,043 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Mn iznosila je 0,515 mg/kg. Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaja Zn između svih tretmana. Na tretmanu D zabilježen je najveći sadržaj cinka i iznosi je 1,570 mg/kg, dok je najmanji postotak cinka zabilježen na tretmanu A (0,144). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,628 mg/kg.

3.7.10. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u CAT otopini u supstratima za sadnju divlje ruže

Određivanjem pristupačnih mikroelemenata u CAT otopini, utvrđene su značajne razlike za istraživani parametar sadržaja Cu između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara sadržaja Cu zabilježena je kod tretmana D i iznosila je 13,573 mg/kg, dok je najmanja zabilježena kod tretmana M3 (2,214 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Cu iznosila je 4,860 mg/kg (Tablica 26).

Tablica 26. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u CAT otopini u ovisnosti o supstratu za sadnju divlje ruže

Tretman	Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
A	2,917^{F}	118,925^{D}	72,130^{B}	13,984^{G}
B	2,999^{E}	1316,179^{A}	26,387^{D}	85,431^{A}
C	5,044^{C}	81,710^{F}	16,157^{E}	37,596^{C}
D	13,573^{A}	471,846^{B}	152,152^{A}	44,923^{B}
M1	3,134^{D}	92,991^{E}	9,977^{F}	25,862^{D}
M2	2,505^{G}	54,781^{G}	7,215^{G}	20,570^{E}
M3	2,214^{H}	53,250^{H}	5,692^{H}	18,876^{F}
E	6,501^{B}	131,375^{C}	41,962^{C}	9,022^{H}
Prosjek	**4,860**	**290,131**	**41,458**	**32,032**
Minimum	**2,213**	**53,249**	**5,691**	**9,021**
Maksimum	**13,573**	**1316,178**	**152,151**	**85,431**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar sadržaja Fe između svih tretmana. Najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Fe zabilježena je kod tretmana B (1316,179 mg/kg), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana M3 (53,250 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Fe

iznosila je 290,131 mg/kg. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaj Mn između svih tretmana. Na tretmanu D zabilježen je najveći sadržaj Mn i iznosi je 152,152 mg/kg, dok je najmanji sadržaj Mn zabilježen na tretmanu M3 (5,692 mg/kg). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 41,458 mg/kg. Naposljetku, vrijednosti ispitivanog parametara sadržaja Zn statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn zabilježena je na tretmanu B i iznosila je 85,431 mg/kg, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn zabilježena je kod tretmana E i iznosila je 9,022 mg/kg. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn iznosila je 32,032 mg/kg (Tablica 26.).

3.8. Statistička obrada podataka – supstrati za sadnju pelargonije

Ista obrada podataka korištena je i kod rezultata supstrata za sadnju pelargonije (SAS 9.3, $p<0,05$, Fisher test).

Također, svaka alternativna komponenta činila je zaseban supstrat (tretmani Ag, Bg, Cg, Dg), njihove mješavine još tri dodatna supstrata (M4, M5, M6), a kao kontrolni supstrat analiziran je komercijalni supstrat (F). Svi supstrati činili su svaki zasebno jedan tretman.

3.8.1. Sadržaj vode i suhe tvari u supstratima za sadnju pelargonije

Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika za ispitivani parametar % ST između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara % ST zabilježena je kod tretmana Ag i iznosila je 69,68 %, dok je najmanja zabilježena kod tretmana Bg (33,82 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % ST iznosila je 48,02 % (Tablica 27).

Tablica 27. Sadržaj vode i suhe tvari u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	% ST	% H_2O
Ag	$69,68^{A}$	$30,32^{H}$
Bg	$33,82^{H}$	$66,18^{A}$
Cg	$59,52^{B}$	$40,48^{G}$
Dg	$36,43^{G}$	$63,57^{B}$
M4	$54,90^{C}$	$45,09^{F}$
M5	$49,98^{E}$	$50,01^{D}$
M6	$50,91^{D}$	$49,08^{E}$
F	$46,07^{F}$	$53,93^{C}$
Prosjek	**48,02**	**49,83**
Minimum	**33,82**	**30,32**
Maksimum	**69,68**	**66,18**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

3.8.2. Kompaktna gustoća, pH i EC vrijednosti supstrata za sadnju pelargonije

Vrijednosti parametra kompaktne gustoće statistički su se značajno razlikovale među tretmanima. Na tretmanu Ag zabilježena je najveća vrijednost kompaktne gustoće (0,883 g/cm^3), dok je na tretmanu Dg zabilježena najmanja vrijednost kompaktne gustoće (0,223 g/cm^3). Prosječna vrijednost ovog parametra iznosila je 0,508 g/cm^3.

Također, statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar pH između svih tretmana. Najveća pH vrijednost zabilježena je na tretmanu Bg (7,68), a najmanja na tretmanu Dg (5,63). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra pH iznosila je 7,01. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar EC između svih tretmana. Najveća EC vrijednost zabilježena je na tretmanu Cg (2,41 mS/cm), dok je najmanja EC vrijednost zabilježena na tretmanu Bg (0,146 mS/cm). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra pH iznosila je 0,923 mS/cm (Tablica 28.).

Tablica 28. Kompaktna gustoća, pH i EC vrijednosti u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	Ld g/cm^3	pH (H_2O)	EC mS/cm
Ag	0,883^A	7,15^E	0,593^F
Bg	0,346^F	7,68^A	0,146^H
Cg	0,722^B	6,89^F	2,410^A
Dg	0,223^H	5,63^H	0,637^E
M4	0,540^C	7,41^D	1,236^B
M5	0,490^E	7,59^C	0,579^G
M6	0,525^D	7,60^B	0,851^D
F	0,332^G	6,16^G	0,939^C
Prosjek	**0,508**	**7,01**	**0,923**
Minimum	**0,223**	**5,63**	**0,146**
Maksimum	**0,883**	**7,68**	**2,41**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

3.8.3. Sadržaj pepela, organske tvari i intenzitet disanja supstrata za sadnju pelargonije

Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika za ispitivani parametar % pepela između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara % pepela zabilježena je kod tretmana Ag i iznosila je 80,99 %, dok je najmanja zabilježena kod tretmana F (8,77 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % pepela iznosila je 48,02 % (Tablica 29.).

Tablica 29. Sadržaj pepela, organske tvari i intenzitet disanja u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	% pepeo	% organske tvari	ID $mgCO_2/g$ ST/dan
Ag	$80,99^{A}$	$19,01^{H}$	$0,294753^{H}$
Bg	$11,03^{G}$	$88,97^{B}$	$2,082159^{A}$
Cg	$64,27^{D}$	$35,73^{E}$	$0,412894^{G}$
Dg	$26,22^{F}$	$73,79^{C}$	$1,930863^{B}$
M4	$59,65^{E}$	$40,35^{D}$	$1,287093^{D}$
M5	$68,29^{B}$	$31,71^{G}$	$1,742091^{C}$
M6	$64,94^{C}$	$35,06^{F}$	$1,212407^{E}$
F	$8,77^{H}$	$91,24^{A}$	$0,543116^{F}$
Prosjek	**48,02**	**51,98**	**1,188172**
Minimum	**8,77**	**19,01**	**0,294753**
Maksimum	**80,99**	**91,24**	**2,082159**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar % organske tvari između svih tretmana. Obrnuto proporcionalno % pepela, najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra % organske tvari zabilježena je kod tretmana F (91,24 %), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana Ag (19,01 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % organske tvari iznosila je 51,98 %. Statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar intenziteta disanja između svih tretmana. Na tretmanu Bg zabilježena je najveća vrijednost intenziteta disanja (2,0821 $mgCO_2/g$ ST/dan), dok je na tretmanu Ag zabilježena najmanja vrijednost intenziteta disanja (0,2947 mg CO_2/g ST/dan). Prosječna vrijednost ovog parametra iznosila je 1,1881 mg CO_2/g ST/dan.

3.7.4. Sadržaj ugljika, dušika i C/N odnos supstrata za sadnju pelargonije

Vrijednosti ispitivanog parametra sadržaja ugljika statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveći sadržaj ugljika zabilježen je na tretmanu Bg (398,00 g/kg), dok je najmanji sadržaj ugljika zabilježen na tretmanu Ag (76,00 g/kg). Prosječan sadržaj ugljika svih tretmana iznosio je 233,66 g/kg. Također, utvrđena je statistički značajna razlika ispitivanog parametra sadržaja dušika među svim tretmanima. Na tretmanu Bg zabilježen je najveći sadržaj dušika i iznosi je 20,12 g/kg, dok je najmanji sadržaj dušika zabilježen na tretmanu Dg (3,02 g/kg.). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 12,41 g/kg (Tablica 30.).

Tablica 30. Sadržaj ugljika, dušika i C/N odnos u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	C g/kg ST	N g/kg ST	C/N
Ag	76,00^{H}	7,91^{G}	9,60^{H}
Bg	398,00^{A}	20,12^{A}	19,80^{C}
Cg	151,30^{G}	15,32^{B}	9,90^{G}
Dg	370,00^{B}	3,02^{H}	122,50^{A}
M4	180,00^{F}	12,75^{E}	14,11^{F}
M5	232,00^{D}	11,40^{F}	20,35^{B}
M6	204,00^{E}	13,55^{D}	15,05^{E}
F	258,00^{C}	15,19^{C}	17,0^{D}
Prosjek	**233,66**	**12,41**	**28,5**
Minimum	**76,00**	**3,02**	**9,6**
Maksimum	**398,00**	**20,12**	**122,5**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Nadalje, statistički značajna razlika za ispitivani parametar C/N utvrđena je između svih tretmana. Najveća vrijednosti ispitivanog parametra C/N zabilježena je na tretmanu Dg (122:1), a najmanja vrijednost zabilježena je na tretmanu Ag (9:1). Prosječna vrijednost C/N odnosa iznosila je 28:1.

3.8.5. Sadržaj ukupnih makroelemenata u supstratima za sadnju pelargonije

Statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar % P između svih istraživanih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % P zabilježena je na tretmanu Cg i iznosila je 0,71 %, a najmanja vrijednost zabilježena je kod tretmana Dg i iznosila je 0,09 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % P iznosila je 0,29 %. Također, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % K između svih tretmana. Na tretmanu Ag zabilježen je najveći postotak kalija i iznosi je 1,16 %, dok je najmanji postotak kalija zabilježen na tretmanu Bg (0,16 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,66 %. Nadalje, statistički značajna razlika utvrđena je između svih tretmana i za ispitivani parametar % Ca. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Ca zabilježena je na tretmanu Bg i iznosila je 2,60 %, a najmanja vrijednost zabilježena je kod tretmana Ag i iznosila je 0,10 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % Ca iznosila je 0,97 %.

Tablica 31. Sadržaj ukupnih makroelemenata u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	P	K	Ca	Mg	Na
	%	%	%	%	%
Ag	0,27^{E}	1,16^{A}	0,10^{H}	0,50^{C}	0,12^{B}
Bg	0,09^{G}	0,16^{H}	2,60^{A}	0,16^{G}	0,09^{F}
Cg	0,71^{A}	0,82^{B}	1,09^{D}	0,67^{A}	0,10^{E}
Dg	0,09^{H}	0,32^{G}	0,29^{G}	0,13^{H}	0,08^{H}
M4	0,44^{B}	0,81^{D}	1,09^{C}	0,54^{B}	0,12^{C}
M5	0,27^{D}	0,69^{E}	1,36^{B}	0,32^{E}	0,11^{D}
M6	0,32^{C}	0,81^{C}	0,56^{F}	0,45^{D}	0,13^{A}
F	0,13^{F}	0,52^{F}	0,64^{E}	0,26^{F}	0,09^{G}
Prosjek	**0,29**	**0,66**	**0,97**	**0,38**	**0,11**
Minimum	**0,09**	**0,16**	**0,10**	**0,13**	**0,08**
Maksimum	**0,71**	**1,16**	**2,60**	**0,67**	**0,13**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Mg između svih tretmana. Na tretmanu Cg zabilježen je najveći postotak magnezija i iznosi je 0,67 %, dok je najmanji postotak magnezija zabilježen na tretmanu Dg (0,13 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,38 %. Naposljetku, vrijednosti ispitivanog parametara % Na statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je na tretmanu M6 i iznosila je 0,13 %, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je kod tretmana Dg i iznosila je 0,08 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % Na iznosila je 0,11 % (Tablica 31.).

3.8.6. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u vodi supstratima za sadnju pelargonije

Određivanjem pristupačnih makroelemenata u vodi , utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % P između svih tretmana. Na tretmanu Dg zabilježen je najveći postotak fosfora i iznosi je 0,024 %, dok je najmanji postotak fosfora zabilježen na tretmanu F (0,003 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,011 %. Također, statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar % K između svih istraživanih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % K zabilježena je na

tretmanu F i iznosila je 0,165 %, a najmanja vrijednost zabilježena je kod tretmana Bg i iznosila je 0,051 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % K iznosila je 0,121 %.

Tablica 32. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u vodi u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
Ag	0,015^{C}	0,120^{F}	0,041^{G}	0,029^{E}	0,014^{G}
Bg	0,004^{G}	0,051^{H}	0,041^{F}	0,006^{H}	0,053^{B}
Cg	0,018^{B}	0,122^{E}	0,500^{A}	0,083^{A}	0,013^{H}
Dg	0,024^{A}	0,114^{G}	0,031^{H}	0,006^{G}	0,055^{A}
M4	0,009^{D}	0,139^{B}	0,239^{B}	0,050^{B}	0,024^{F}
M5	0,007^{F}	0,130^{D}	0,088^{E}	0,023^{F}	0,033^{C}
M6	0,008^{E}	0,132^{C}	0,144^{D}	0,033^{C}	0,029^{E}
F	0,003^{H}	0,165^{A}	0,176^{C}	0,031^{D}	0,029^{D}
Prosjek	**0,111**	**0,121**	**0,157**	**0,032**	**0,031**
Minimum	**0,003**	**0,051**	**0,031**	**0,005**	**0,013**
Maksimum	**0,024**	**0,164**	**0,500**	**0,082**	**0,055**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Ca između svih tretmana. Na tretmanu Cg zabilježen je najveći postotak kalcija i iznosi je 0,500 %, dok je najmanji postotak kalcija zabilježen na tretmanu Dg (0,031 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,157 %. Nadalje, statistički značajna razlika utvrđena je između svih tretmana i za ispitivani parametar % Mg. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Mg zabilježena je na tretmanu Cg i iznosila je 0,083 %, a najmanja vrijednost zabilježena je kod tretmana Bg i iznosila je 0,006 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % Mg iznosila je 0,032 %. Naposljetku, vrijednosti ispitivanog parametara % Na statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je na tretmanu Dg i iznosila je 0,055 %, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je kod tretmana Cg i iznosila je 0,013 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % Na iznosila je 0,031 % (Tablica 32.).

3.8.7. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u CAT otopini u supstratima za sadnju pelargonije

Određivanjem pristupačnih makroelemenata u CAT otopini, utvrđene su značajne razlike za istraživani parametar % P između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara % P zabilježena je kod tretmana M5 i iznosila je 0,035 %, dok je najmanja zabilježena kod tretmana Bg (0,012 %). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % P iznosila je 0,027 % (Tablica 33). Nadalje, vrijednosti ispitivanog parametra % K statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % K zabilježena je na tretmanu F i iznosila je 0,227 %, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra % K zabilježena je kod tretmana Bg i iznosila je 0,079 %. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra % K iznosila je 0,155 %. Također, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Mg između svih tretmana. Na tretmanu Cg zabilježen je najveći postotak magnezija i iznosi je 0,113 %, dok je najmanji postotak magnezija zabilježen na tretmanu Dg (0,085 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,097 %. Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Na između svih tretmana. Na tretmanu Bg zabilježen je najveći postotak natrija i iznosi je 0,068 %, dok je najmanji postotak natrija zabilježen na tretmanu A (0,012 %). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,034 %.

Tablica 33. Sadržaj pristupačnih makroelemenata određen u CAT otopini u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	**P** **%**	**K** **%**	**Mg** **%**	**Na** **%**
Ag	0,031^{C}	0,142^{F}	0,088^{G}	0,012^{H}
Bg	0,012^{H}	0,079^{H}	0,089^{F}	0,068^{A}
Cg	0,034^{B}	0,136^{G}	0,113^{A}	0,014^{G}
Dg	0,026^{E}	0,180^{B}	0,085^{H}	0,064^{B}
M4	0,030^{D}	0,153^{E}	0,102^{C}	0,023^{F}
M5	0,035^{A}	0,165^{C}	0,096^{E}	0,030^{D}
M6	0,029^{F}	0,161^{D}	0,099^{D}	0,029^{E}
F	0,020^{G}	0,227^{A}	0,109^{B}	0,037^{C}
Prosjek	**0,027**	**0,155**	**0,097**	**0,034**
Minimum	**0,012**	**0,078**	**0,085**	**0,011**
Maksimum	**0,035**	**0,226**	**0,112**	**0,068**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

3.8.8. Sadržaj ukupnih mikroelemenata u supstratima za sadnju pelargonije

Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika za ispitivani parametar sadržaja Cu između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara sadržaja Cu zabilježena je kod tretmana Cg i iznosila je 57,06 mg/kg, dok je najmanja zabilježena kod tretmana Dg (8,87 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Cu iznosila je 27,33 mg/kg (Tablica 34). Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar sadržaja Fe između svih tretmana. Najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Fe zabilježena je kod tretmana M6 (15204,60 mg/kg), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana Dg (2164,15 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Fe iznosila je 9727,86 mg/kg. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaj Mn između svih tretmana. Na tretmanu Ag zabilježen je najveći sadržaj Mn i iznosio je 446,24 mg/kg, dok je najmanji sadržaj Mn zabilježen na tretmanu Bg (66,60 mg/kg). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 277,90 mg/kg. Naposljetku, vrijednosti ispitivanog parametara sadržaja Zn statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn zabilježena je na tretmanu Cg i iznosila je 156,16 mg/kg, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn zabilježena je kod tretmana F i iznosila je 63,99 mg/kg. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn iznosila je 100,37 mg/kg (Tablica 34.).

Tablica 34. Sadržaj ukupnih mikroelemenata u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
Ag	$28,16^{D}$	$14289,37^{B}$	$446,24^{A}$	$74,07^{F}$
Bg	$14,58^{G}$	$7287,41^{G}$	$66,60^{H}$	$135,90^{B}$
Cg	$57,06^{A}$	$10827,97^{C}$	$430,21^{C}$	$156,16^{A}$
Dg	$8,87^{H}$	$2164,15^{H}$	$72,19^{G}$	$67,47^{G}$
M4	$36,11^{B}$	$9989,30^{E}$	$352,59^{C}$	$112,31^{C}$
M5	$25,14^{E}$	$7610,28^{F}$	$269,48^{E}$	$91,25^{E}$
M6	$29,91^{C}$	$15204,60^{A}$	$339,95^{D}$	$101,83^{D}$
F	$18,84^{F}$	$10449,77^{D}$	$245,94^{F}$	$63,99^{H}$
Prosjek	**27,33**	**9727,86**	**277,90**	**100,37**
Minimum	**8,87**	**2164,03**	**66,60**	**74,07**
Maksimum	**57,06**	**15205,10**	**446,24**	**156,16**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

3.8.9. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u vodi u supstratima za sadnju pelargonije

Određivanjem pristupačnih mikroelemenata u vodi, utvrđene su značajne razlike za istraživani parametar sadržaja Cu između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara sadržaja Cu zabilježena je kod tretmana Dg i iznosila je 1,117 mg/kg, dok je najmanja zabilježena kod tretmana Ag (0,173 mg/kg) Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Cu iznosila je 0,435 mg/kg (Tablica 35.).

Tablica 35. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u vodi otopini u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
Ag	$0,173^{H}$	$2,349^{F}$	$0,138^{F}$	$0,135^{H}$
Bg	$0,648^{B}$	$8,505^{C}$	$0,325^{C}$	$0,845^{B}$
Cg	$0,288^{E}$	$0,349^{H}$	$0,103^{H}$	$0,219^{F}$
Dg	$1,117^{A}$	$6,155^{D}$	$1,428^{B}$	$1,849^{A}$
M4	$0,257^{G}$	$2,242^{G}$	$0,150^{E}$	$0,218^{G}$
M5	$0,329^{D}$	$28,851^{A}$	$0,122^{G}$	$0,455^{D}$
M6	$0,270^{F}$	$8,708^{B}$	$0,207^{D}$	$0,256^{E}$
F	$0,402^{C}$	$5,458^{E}$	$3,814^{A}$	$0,593^{C}$
Prosjek	**0,435**	**7,827**	**0,785**	**0,571**
Minimum	**0,173**	**0,349**	**0,103**	**0,135**
Maksimum	**1,117**	**28,850**	**3,814**	**1,848**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaj Fe između svih tretmana. Na tretmanu M5 zabilježen je najveći sadržaj Fe i iznosio je 28,851 mg/kg, dok je najmanji sadržaj Fe zabilježen na tretmanu Cg (0,349 mg/kg). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 7,827 mg/kg. Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar sadržaja Mn između svih tretmana. Najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Mn zabilježena je kod tretmana F (3,814 mg/kg), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana Cg (0,103 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Mn iznosila je 0,785 mg/kg. Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaja Zn između svih tretmana. Na tretmanu Dg zabilježen je najveći sadržaj cinka i iznosi je 1,849 mg/kg, dok je

najmanji postotak cinka zabilježen na tretmanu Ag (0,135). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 0,571 mg/kg.

3.8.10. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u CAT otopini u supstratima za sadnju pelargonije

Određivanjem pristupačnih mikroelemenata u CAT otopini, utvrđene su značajne razlike za istraživani parametar sadržaja Cu između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametara sadržaja Cu zabilježena je kod tretmana Dg i iznosila je 7,29 mg/kg, dok je najmanja zabilježena kod tretmana Ag (2,10 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Cu iznosila je 3,726 mg/kg (Tablica 36.).

Tablica 36. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata određen u CAT otopini u ovisnosti o supstratu za sadnju pelargonije

Tretman	Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
Ag	2,10^{H}	100,54^{G}	38,17^{D}	15,50^{H}
Bg	3,06^{E}	1102,72^{A}	28,59^{F}	67,55^{A}
Cg	3,28^{D}	40,93^{H}	6,39^{H}	24,63^{F}
Dg	7,29^{A}	331,98^{C}	60,39^{C}	55,64^{B}
M4	2,90^{G}	111,76^{F}	22,71^{G}	26,05^{E}
M5	3,59^{C}	297,89^{D}	63,37^{B}	28,38^{C}
M6	2,91^{F}	190,79^{E}	36,84^{E}	27,35^{D}
F	4,67^{B}	518,63^{B}	108,89^{A}	17,20^{G}
Prosjek	**3,726**	**336,904**	**45,668**	**32,787**
Minimum	**2,103**	**40,925**	**6,390**	**15,502**
Maksimum	**7,287**	**1102,720**	**108,889**	**67,548**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

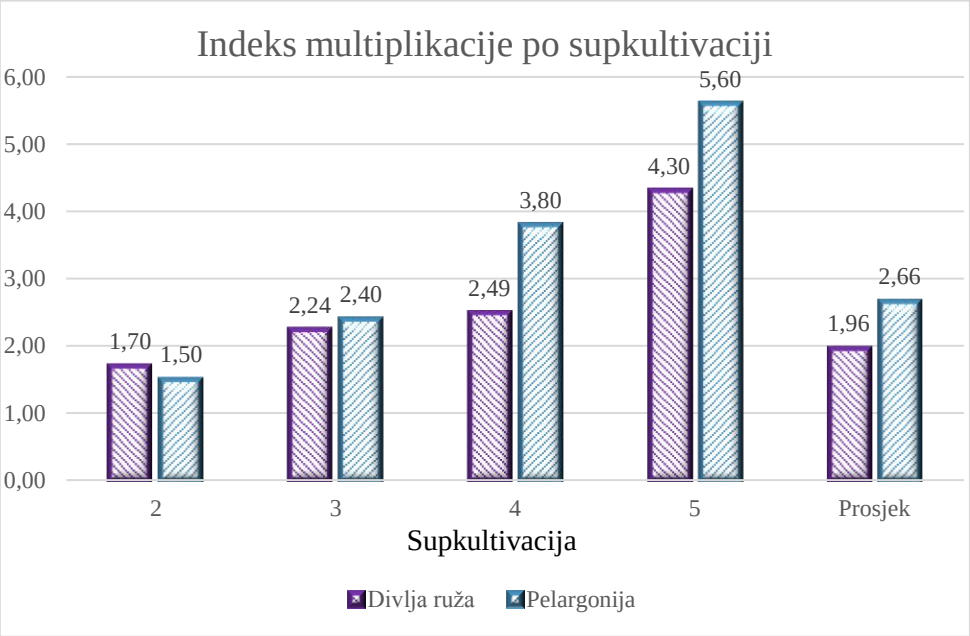
Također, statistički značajna razlika zabilježena je za ispitivani parametar sadržaja Fe između svih tretmana. Najveća zabilježena vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Fe zabilježena je kod tretmana Bg (1102,72 mg/kg), dok je najmanja vrijednost zabilježena kod tretmana Cg (40,93 mg/kg). Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Fe iznosila je 336,904 mg/kg. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaj Mn između svih tretmana. Na tretmanu F zabilježen je najveći sadržaj mangana i iznosi je 108,89 mg/kg, dok je najmanji sadržaj mangana zabilježen na tretmanu Cg (6,39 mg/kg). Prosječna vrijednost ovog ispitivanog parametra iznosila je 45,668 mg/kg.

Naposljetku, vrijednosti ispitivanog parametara sadržaja Zn statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn zabilježena je na tretmanu Bg i iznosila je 67,55 mg/kg, a najmanja vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn zabilježena je kod tretmana Ag i iznosila je 15,50 mg/kg. Prosječna vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn iznosila je 37,787 mg/kg (Tablica 36.).

3.9. *In vitro* umnožavanje biljaka divlje ruže i pelargonije

3.9.1. Indeks multiplikacije

Indeks multiplikacije utvrđen je prilikom svake supkultivacije divlje ruže i pelargonije u kulturi tkiva (Grafikon 1). Indeks multiplikacije se kod obje cvjetne vrste povećavao svakom slijedećom supkultivacijom. U prvoj supkultivaciji nije bilo umnožavanja biljakajer se biljke nisu nalazile na podlozi za multiplikaciju. Pri drugoj supkultivaciji indeks multiplikacije kod divlje ruže iznosio je 1,70, dok je kod pelargonije bio 1,50. Prilikom treće supkultivacije zabilježen je indeks multiplikacije divlje ruže 2,24, a pelargonije 2,40. U četvrtoj supkultivaciji indeks multiplikacije kod divlje ruže iznosio je 2,49, a kod pelargonije 3,80. U posljednjoj, petoj supkultivaciji na divljoj ruži zabilježen je indeks multiplikacije 4,30, dok je na pelargoniji bio 5,60. Prosjek indeksa multiplikacije divlje ruže iznosi 1,96, a pelargonije 2,66.

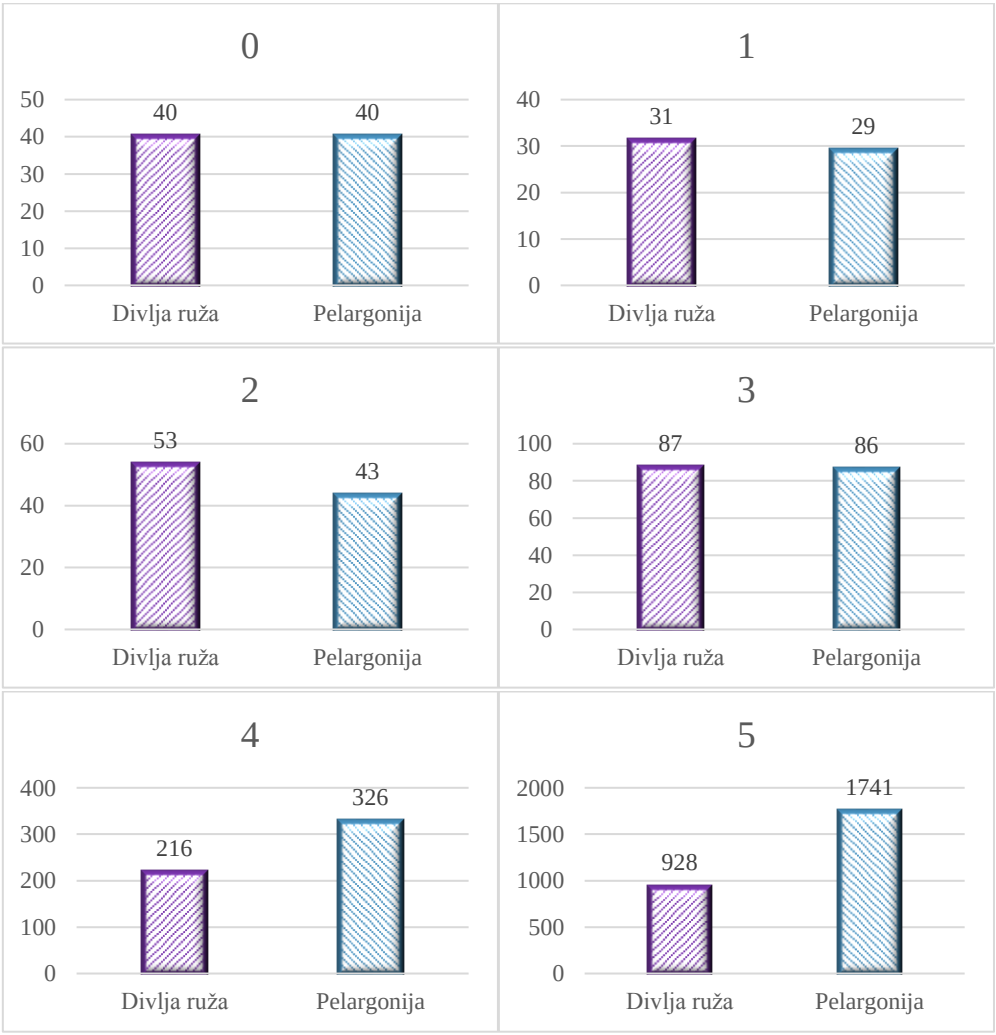


Grafikon 1. Indeks multiplikacije ruže i pelargonije po supkultivaciji

3.9.2. Broj biljaka divlje ruže i pelargonije po supkultivaciji

Od postavljanja pokusa bilježen je broj biljaka divlje ruže i pelargonije za vrijeme svake supkultivacije (Grafikon 2).

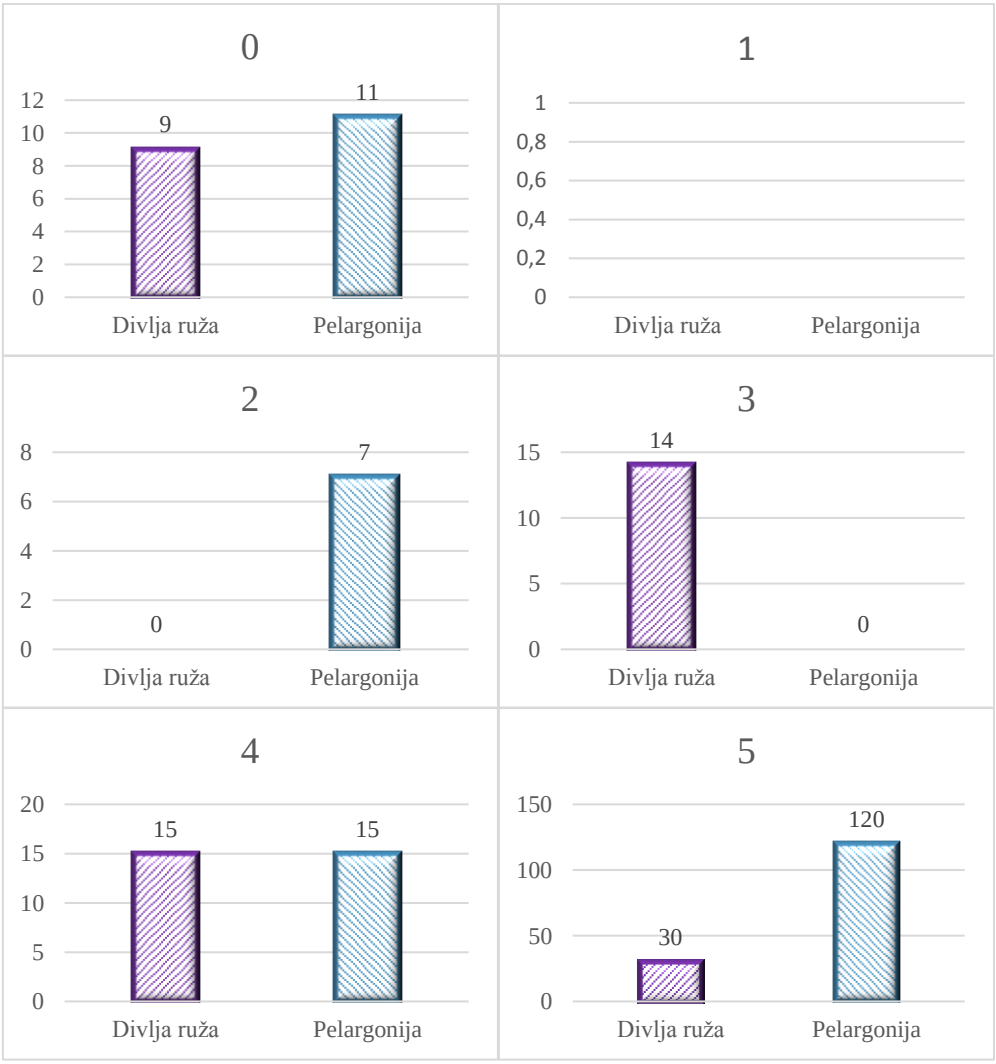
Prilikom postavljanja pokusa u kulturu uvedene su po 40 biljaka pojedine cvjetne vrste. U prvoj supkultivaciji nije bilo umnožavanja biljaka te je na svježu hranjivu podlogu supkultivirano 31 biljka divlje ruže te 29 biljaka pelargonije. Tijekom druge supkultivacije na svježu hranjivu podlogu supkultivirano je 53 biljke divlje ruže te 43 biljke pelargonije. Nadalje, u trećoj supkultivaciji na svježu hranjivu podlogu supkultivirano je 87 biljaka divlje ruže te 86 biljaka pelargonije. U vrijeme četvrte supkultivacije na svježu hranjivu podlogu supkultivirano je 216 biljke divlje ruže te 326 biljke pelargonije. U posljednjoj, petoj supkultivaciji na svježu hranjivu podlogu supkultivirano je 928 biljaka divlje ruže te 1741 biljka pelargonije.



Grafikon 2. Broj biljaka ruže i pelargonije po supkultivaciji

3.9.3. Kontaminacije po supkultivaciji

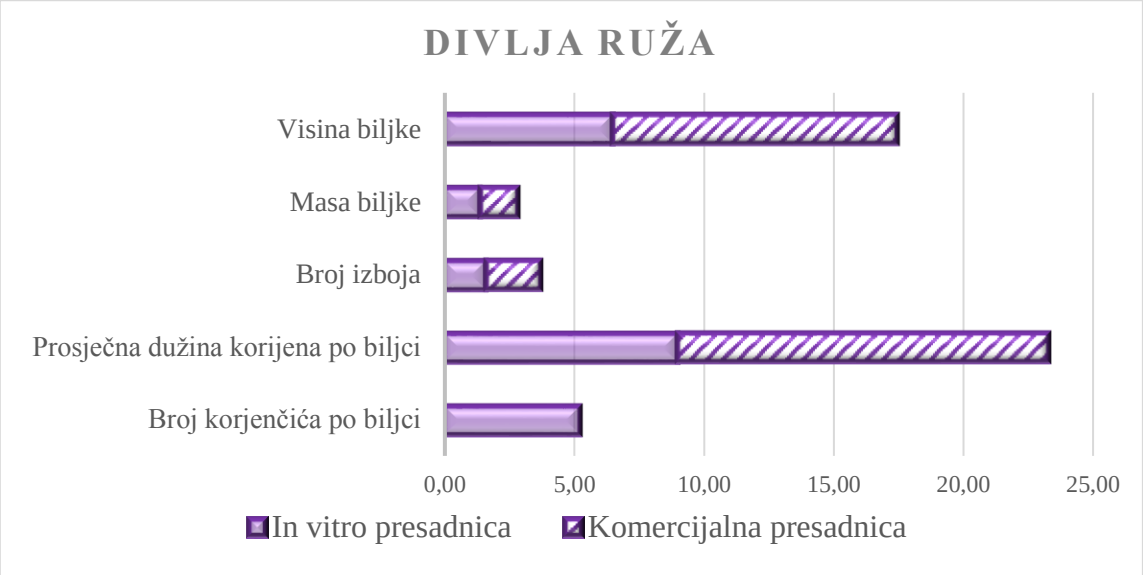
Nakon uvođenja po 40 biljaka pojedine cvjetne vrste u kulturu tkiva kontaminiralo se 9 biljaka divlje ruže te 11 pelargonije. Nakon prve supkultivacije nije došlo do kontaminacije niti jedne biljke obje cvjetne vrste. Poslije druge supkultivacije kontaminiralo se 7 biljaka pelargonije te ni jedna biljka divlje ruže. U trećoj supkultivaciji došlo je do kontaminacije 14 biljaka divlje ruže, dok na pelargonijama nije zabilježena niti jedna kontaminacija. Potom, u četvrtoj supkultivaciji zabilježena je kontaminacija 15 biljaka kod obje cvjetne vrste. Naposljetku, u petoj supkultivaciji došlo je do kontaminacije 30 biljaka divlje ruže i 120 biljaka pelargonije (Grafikon 3.).



Grafikon 3. Broj kontaminiranih biljaka po supkultivaciji

3.9.4. Morfološka svojstva presadnica divlje ruže i pelargonije

Da bi se utvrdila adekvatna presadnica za sadnju i brzu adaptaciju u novim istraživanim supstratima zabilježena su morfološka svojstva *in vitro* presadnica divlje ruže: visina biljke, masa biljke, broj izboja, prosječna dužina korijena po biljci te broj korjenčića po biljci. Vrijednosti ovih morfoloških svojstava uspoređene su s vrijednostima istih po završetku pokusa odnosno nakon postizanja faze komercijalne presadnice u supstratima.

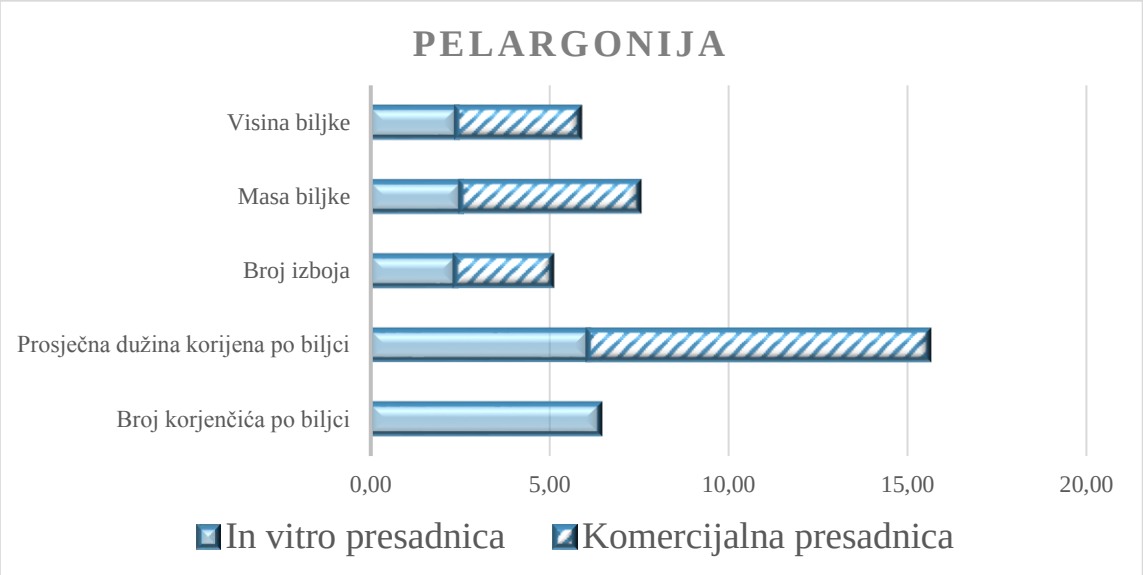


Grafikon 4. Morfološka svojstva presadnica divlje ruže prije i poslije sadnje u supstrate

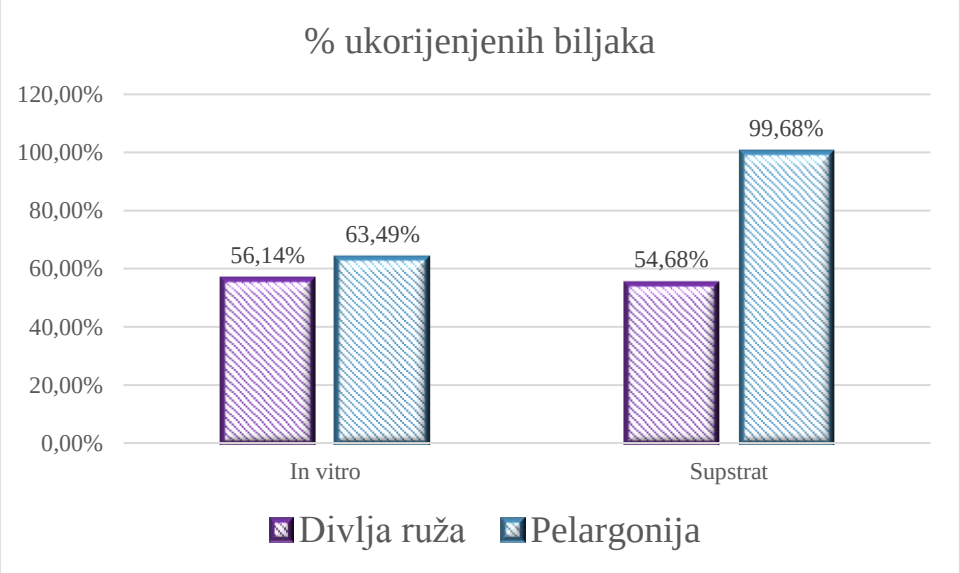
Prosječna visina *in vitro* presadnice divlje ruže iznosila je 6,46 cm prije sadnje, a 10,95 cm u fazi komercijalne presadnice. Masa *in vitro* presadnice divlje ruže u prosjeku je iznosila 1,38 g, dok je masa komercijalne presadnice iznosila 1,44 g. Broj izboja *in vitro* presadnice divlje ruže u prosjeku je bio 1,60, dok je kod komercijalne presadnice bio 2,10. Prosječna dužina korijena *in vitro* presadnice divlje ruže iznosila je 8,95 cm, dok je dužina korijena komercijalne presadnice bila 14,32 cm. Prosječan broj korjenčića po biljci *in vitro* presadnice iznosio je 5,20, dok u fazi komercijalne presadnice broj korjenčića nije zabilježen.

Također kao i kod ruže, zabilježena su morfološka svojstva *in vitro* presadnica pelargonije: visina biljke, masa biljke, broj izboja, prosječna dužina korijena po biljci te broj korjenčića po biljci. Njihove vrijednosti uspoređene su s prosječnim morfološkim vrijednostima komercijalne presadnice dobivene adaptacijom *in vitro* presadnice u istraživanim supstratima.

Visina *in vitro* presadnice pelargonije je u prosjeku iznosila 2,42 cm, dok je visina komercijalne presadnice iznosila 3,42 cm. Nadalje, prosječna masa *in vitro* presadnice pelargonije iznosila je 2,53 g, a masa komercijalne presadnice 4,97 g. Broj izboja *in vitro* presadnice pelargonije u prosjeku je bio 2,38, dok je prosječni broj izboja komercijalne presadnice bio 2,68. Prosječna dužina korijena *in vitro* presadnice pelargonije iznosila je 6,08 cm, dok je dužina korijena komercijalne presadnice u prosjeku iznosila 9,5 cm. Broj korjenčića po biljci je u prosjeku kod *in vitro* presadnice pelargonije bio 6,4, dok na komercijalnim presadnicama nije zabilježen.



Grafikon 5. Morfološka svojstva presadnica pelargonije prije i poslije sadnje u supstrate



Grafikon 6. Postotak ukorijenjenih biljaka divlje ruže i pelargonije *in vitro* i u supstratima

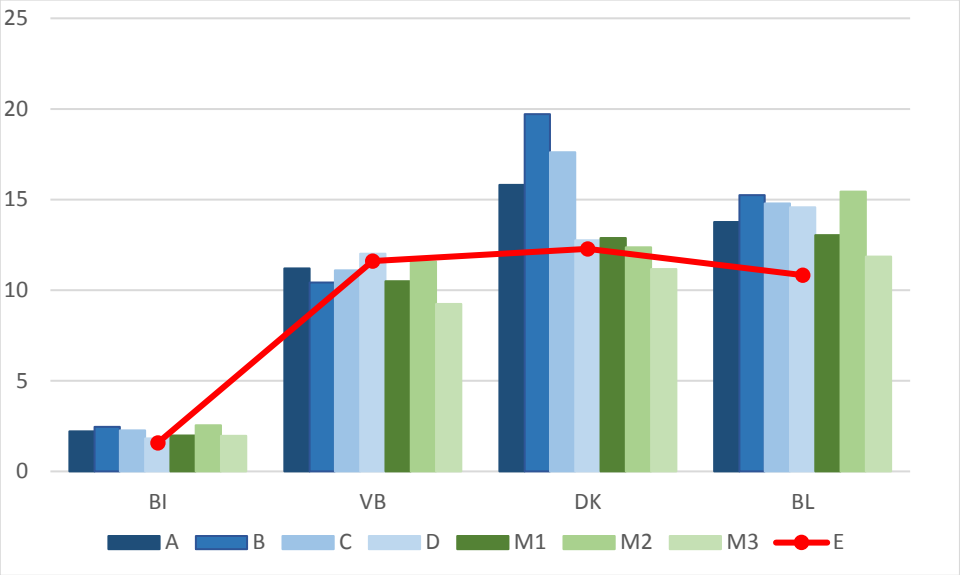
Ukorjenjivanje je važna faza kako u *in vitro* fazama uzgoja biljaka tako i prilikom adaptacije biljaka u supstratima. Postotak ukorijenjenih biljaka u *in vitro* dijelu istraživanja iznosio je 56,14 % za divlju ružu te 63,49 % za pelargoniju. Prosječan postotak adaptiranih presadnica u svim istraživanim supstratima iznosio je 54,68 % za divlju ružu te 99,68 % za pelargoniju.

3.10. Morfološka i kemijska svojstva komercijalnih presadnica divlje ruže i pelargonije nakon adaptacije u supstratima

S ciljem utvrđivanja pogodnosti pojedinog supstrata i mješavine za brzo ožiljavanje proizvedenih *in vitro* presadnica zabilježene su vrijednosti slijedećih morfoloških svojstava presadnica nakon adaptacije u istraživanim supstratima: prosječan broj izboja (BI), prosječna visina biljke (VB), prosječna dužina korijena (DK), prosječan broj listova (BL), svježa masa nadzemnog dijela presadnice (SMND), svježa masa korijena (SMK), ukupna svježa masa presadnice (USMP), odnos nadzemnog dijela i korijena svježe mase (ND/K_{SV}), suha masa nadzemnog dijela presadnice (SHMND), suha masa korijena (SHMK), ukupna suha masa presadnice (USHMP) te odnos nadzemnog dijela i korijena suhe mase (ND/K_{SH}).

3.10.1. Divlja ruža

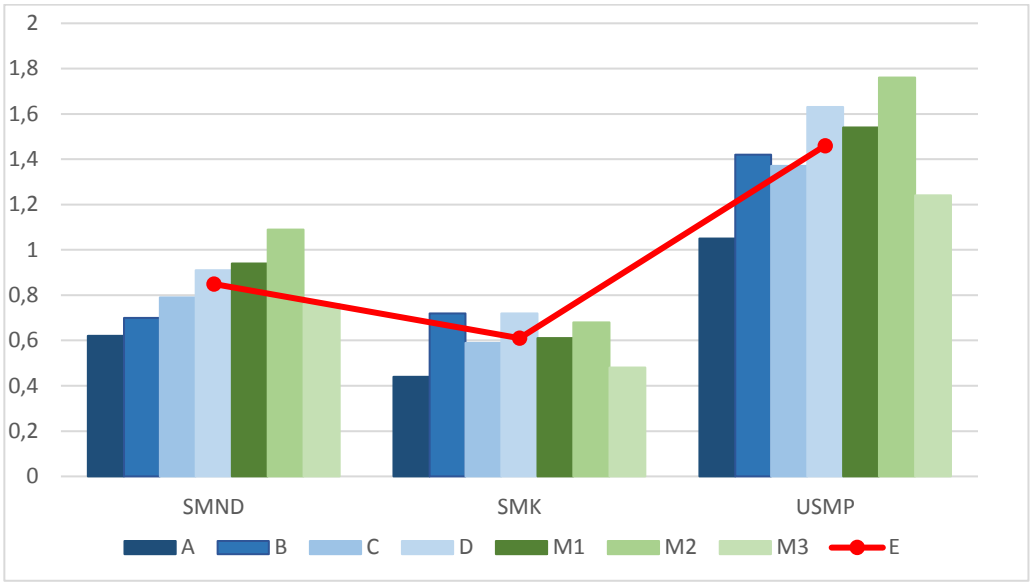
Na komercijalnim presadnicama divlje ruže uzgajanim na supstratu A u prosjeku je zabilježen broj izboja od 2,21, visina presadnice 11,20 cm, dužinu korijena 15,81 cm, dok im je broj listova iznosio 13,76 (Grafikon 7.). Zabilježene prosječne vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela presadnice iznosile su 0,62 g, a svježe mase korijena 0,44 g, dok je ukupna svježa masa presadnice divlje ruže zabilježene na supstratu od kakaovca u prosjeku je iznosila 1,05 g (Grafikon 8.). Nadalje, prosječne vrijednosti suhe mase nadzemnog dijela presadnice iznosile su 0,14 g te korijena 0,05 g, dok je ukupna suha masa presadnica iznosila je 0,20 g (Grafikon 9.). Odnos svježe mase i korijena iznosio je 0,97, dok je odnos suhe mase i korijena iznosio 2,56 (Grafikon 10.).



Grafikon 7. Broj izboja, visina presadnice, dužina korijena i broj listova presadnica divlje ruže nakon adaptacije u supstratima

Na supstratu B dobivene su komercijalne presadnice divlje ruže sa prosječnim brojem izboja 2,45, visinom presadnica 10,42 cm, dužinom korijena 19,72 cm, a brojem listova 15,25 (Grafikon 7.). Zabilježena svježa masa nadzemnog dijela presadnice od 0,70 g te korijena 0,72 dale su ukupnu masu presadnice divlje ruže od 1,42 g (Grafikon 8.). U prosjeku suha masa nadzemnog dijela presadnice divlje ruže bila je 0,15 g, a korijena 0,09 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,24 g (Grafikon 9.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 0,97, a odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 1,64 (Grafikon 10.).

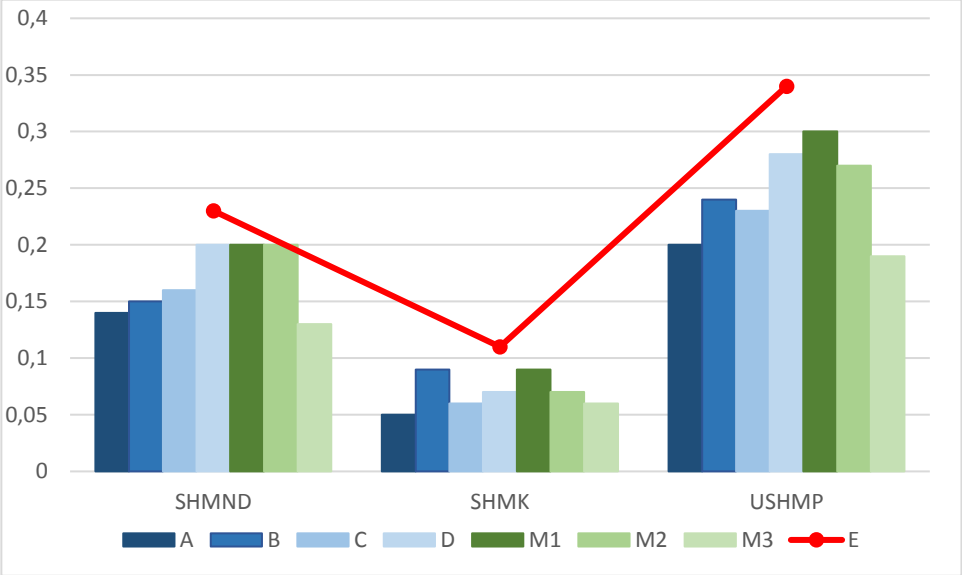
Broj izboja presadnica divlje ruže uzgajanih na supstratu C bio je 2,27, visina presadnice 11,10 cm, dužina korijena 17,61 cm, a broj listova 14,79 (Grafikon 7.). Vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela u prosjeku su iznosile 0,79 g, korijena 0,59 g te sukladno tome, ukupna masa presadnica divlje ruže iznosila je 1,37 g (Grafikon 8.). Nadalje, vrijednosti suhe mase nadzemnog dijela u prosjeku su iznosile 0,16 g, a korijena 0,06 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,23 g (Grafikon 9.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 1,33, a suhe mase nadzemnog dijela i korijena 2,42 (Grafikon 10.).



Grafikon 8. Svježa masa nadzemnog dijela, korijena i ukupna masa presadnice divlje ruže nakon adaptacije u supstratima

Vrijednosti morfoloških svojstava komercijalnih presadnica divlje ruže uzgajanih na supstratu D iznosile su redom: broj izboja 1,82, visina presadnice 12,01, dužina korijena 12,76 te broj listova 14,57 (Grafikon 7.). Prosječna svježa masa nadzemnog dijela presadnice iznosila je 0,91 g, korijena 0,72, dok je ukupna masa presadnice divlje ruže iznosila 1,63 g (Grafikon 8.). Prosječna suha masa nadzemnog dijela presadnice iznosila je 0,20 g, korijena 0,07 te time ukupna suha masa presadnice divlje ruže iznosila je 0,28 g (Grafikon 9.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 1,27, dok je Odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 2,70 (Grafikon 10.).

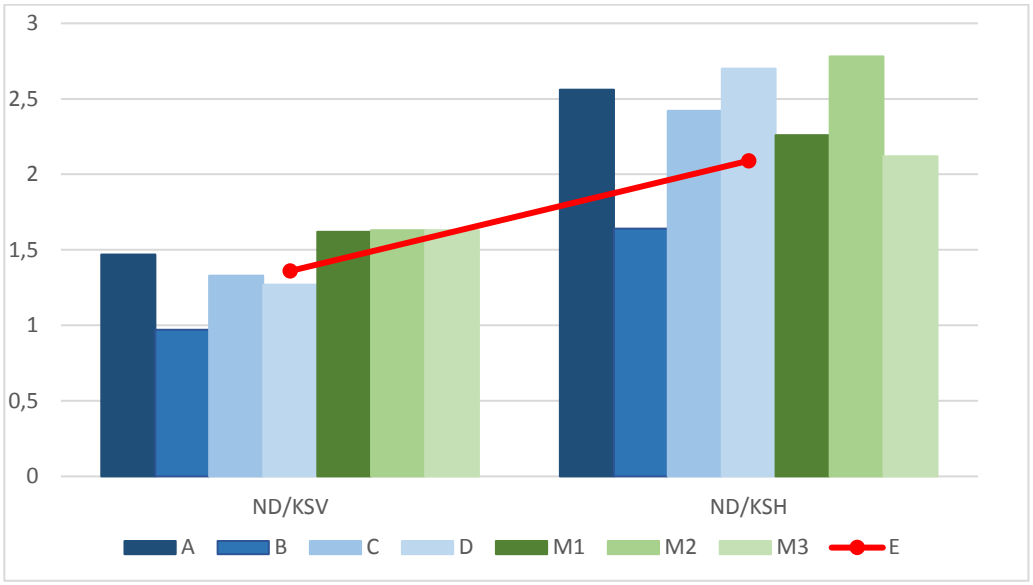
Na komercijalnim presadnicama divlje ruže uzgajanim na supstratu M1 zabilježene su slijedeće vrijednosti morfoloških svojstava: broj izboja 1,98, visina presadnice 10,50, dužina korijena 12,87 te broj listova 13,03 (Grafikon 7.). Vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela u prosjeku su iznosile 0,94 g, a korijena 0,61 g te je stoga, prosječna ukupna masa presadnica iznosila 1,54 g (Grafikon 8.). U prosjeku suha masa nadzemnog dijela presadnice divlje ruže bila je 0,20 g, a korijena 0,09 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,30 g (Grafikon 9.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 1,62 a odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio 2,26 (Grafikon 10.).



Grafikon 9. Suha masa nadzemnog dijela, korijena i ukupna suha masa presadnice divlje ruže nakon adaptacije u supstratima

Prosječne vrijednosti morfoloških svojstava komercijalnih presadnica divlje ruže uzgajanih na supstratu M2 iznosile su: broj izboja 2,55, visina presadnice 11,59, dužina korijena 12,36 te broj listova 15,44 (Grafikon 7.). U prosjeku zabilježena je svježa masa nadzemnog dijela presadnice od 1,09 g te korijena 0,68 g, dok je ukupna svježa masa iznosila 1,76 g (Grafikon 8.). Suha masa nadzemnog dijela presadnica divlje ruže u prosjeku je iznosila 0,20 g, suha masa korijena 0,07 g, a ukupna suha masa presadnice 0,27 g (Grafikon 9.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 1,63, a suhe mase nadzemnog dijela i korijena 2,78 (Grafikon 10.).

Na supstratu M3 dobivene su komercijalne presadnice divlje ruže sa prosječnim brojem izboja 1,96, visinom presadnica 9,24 cm, dužinom korijena 11,17 cm te brojem listova 11,85 (Grafikon 7.). Nadalje, zabilježene su vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela presadnice od 0,76 g, svježe mase korijena 0,48 g, ukupne svježe mase presadnice 1,24 g (Grafikon 8.). Vrijednosti suhe mase nadzemnog dijela u prosjeku su iznosile 0,13 g, a korijena 0,06 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,21 g (Grafikon 9.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena bio je 1,63, a odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 2,12 (Grafikon 10.).



Grafikon 10. Odnos svježe i suhe mase nadzemnog dijela i korijena presadnice divlje ruže nakon adaptacije u supstratima

Naposljetku, vrijednosti morfoloških svojstava komercijalnih presadnica divlje ruže uzgajanih na komercijalnom supstratu iznosile su: broj izboja 1,58, visina presadnice 11,61, dužina korijena 12,28 te broj listova 10,83 (Grafikon 7.). Prosječna svježa masa nadzemnog dijela presadnice iznosila je 0,85 g, svježa masa korijena 0,61 g te ukupna svježa masa presadnice divlje ruže bila je 1,46 g (Grafikon 8.). Prosječna suha masa nadzemnog dijela presadnice iznosila je 0,23 g, suha masa korijena 0,11 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,34 g (Grafikon 9.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena bio 1,36, a odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 2,09 (Grafikon 10.).

Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu A iznosio je 2,82 % N, 0,32 % P, 2,59 % K, 0,33 % Ca, 0,34 % Mg, 0,08 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 9,16 mg/kg Cu, 152,49 mg/kg Fe, 51,51 mg/kg Mn, 58,20 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 24,23 %, dok je sadržaj vode bio 75,77 % (Tablica 37.).

U nadzemnom dijelu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu B zabilježene su slijedeće vrijednosti sadržaja makroelemenata: 2,35 % N, 0,14 % P, 2,18 % K, 0,56 % Ca, 0,16 % Mg, 0,07 % Na te mikroelemenata: 5,30 mg/kg Cu, 120,19 mg/kg Fe, 58,44 mg/kg Mn, 47,73 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 21,87 %, dok je sadržaj vode bio 78,13 % (Tablica 37.).

Prosječne vrijednosti makroelemenata u nadzemnom dijelu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu C iznosio je 2,83 % N, 0,32 % P, 2,42 % K, 0,55 % Ca, 0,28 % Mg, 0,07 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 8,09 mg/kg Cu, 83,43 mg/kg Fe, 103,07 mg/kg Mn, 51,29 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 21,46 %, dok je sadržaj vode bio 78,54 % (Tablica 37.).

Tablica 37. Kemijska svojstva nadzemnog dijela komercijalnih presadnica divlje ruže nakon adaptacije u supstratima

	N %	**P** %	**K** %	**Ca** %	**Mg** %	**Na** %	**Cu** mg/kg	**Fe** mg/kg	**Mn** mg/kg	**Zn** mg/kg	**ST** %	**H_2O** %
A	2,82	0,32	2,59	0,33	0,34	0,08	9,16	152,49	51,51	58,20	24,23	75,77
B	2,35	0,14	2,18	0,56	0,16	0,07	5,30	120,19	58,44	47,73	21,87	78,13
C	2,83	0,32	2,42	0,55	0,28	0,07	8,09	83,43	103,07	51,29	21,46	78,54
D	1,71	0,23	2,26	0,41	0,19	0,06	6,28	80,28	64,96	42,01	22,56	77,44
M1	3,19	0,41	2,70	0,52	0,26	0,06	7,80	91,96	168,31	44,47	22,06	77,94
M2	3,11	0,41	2,57	0,48	0,29	0,05	7,06	137,65	184,23	47,37	18,33	81,67
M3	3,18	0,39	2,80	0,53	0,29	0,07	7,54	98,41	159,02	48,80	17,74	82,26
E	3,21	0,45	2,28	0,50	0,26	0,07	7,02	98,52	263,03	44,11	27,43	72,57

Na supstratu D uzgojene su komercijalne presadnice divlje ruže u kojima je sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu iznosio: 1,71 % N, 0,23 % P, 2,26 % K, 0,41 % Ca, 0,19 % Mg, 0,06 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 6,28 mg/kg Cu, 80,28 mg/kg Fe, 64,96 mg/kg Mn, 42,01 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 22,56 %, dok je sadržaj vode bio 77,44 % (Tablica 37.).

Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu M1 iznosio je 3,19 % N, 0,41 % P, 2,70 % K, 0,52 % Ca, 0,26 % Mg, 0,06 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 7,80 mg/kg Cu, 91,96 mg/kg Fe, 168,31 mg/kg Mn, 44,47 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 22,06 %, dok je sadržaj vode bio 77,94 % (Tablica 37.).

Prosječne vrijednosti makroelemenata u nadzemnom dijelu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu M2 iznosio je 3,11 % N, 0,41 % P, 2,57 % K, 0,48 % Ca, 0,29 % Mg, 0,05 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 7,06 mg/kg Cu, 137,65 mg/kg Fe, 184,23 mg/kg Mn, 47,37 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 18,33 %, dok je sadržaj vode bio 81,67 % (Tablica 37.).

U nadzemnom dijelu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu M3 zabilježene su slijedeće vrijednosti sadržaja makroelemenata: 3,18 % N, 0,39 % P, 2,80 %

K, 0,53 % Ca, 0,29 % Mg, 0,07 % Na te mikroelemenata: 7,54 mg/kg Cu, 98,41 mg/kg Fe, 159,02 mg/kg Mn, 48,80 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 17,74 %, dok je sadržaj vode bio 82,26 % (Tablica 37.).

Na supstratu E uzgojene su komercijalne presadnice divlje ruže u kojima je sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu iznosio: 3,21 % N, 0,45 % P, 2,28 % K, 0,50 % Ca, 0,26 % Mg, 0,07 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 7,02 mg/kg Cu, 98,52 mg/kg Fe, 263,03 mg/kg Mn, 44,11 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 27,43 %, dok je sadržaj vode bio 72,57 % (Tablica 37.).

Na supstratu A uzgojene su komercijalne presadnice divlje ruže u kojima je prosječni sadržaj makroelemenata u korijenu iznosio: 2,82 % N, 0,23 % P, 1,78 % K, 0,27 % Ca, 0,42 % Mg, 0,18 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 10,01 mg/kg Cu, 2953,00 mg/kg Fe, 99,80 mg/kg Mn, 401,25 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 13,79 %, dok je sadržaj vode bio 86,21 % (Tablica 38.).

U korijenu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu B zabilježene su slijedeće vrijednosti prosječnog sadržaja makroelemenata: 2,64 % N, 0,10 % P, 1,11 % K, 0,73 % Ca, 0,25 % Mg, 0,22 % Na te mikroelemenata: 4,17 mg/kg Cu, 567,25 mg/kg Fe, 40,80 mg/kg Mn, 336,38 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 13,07 %, dok je sadržaj vode bio 86,93 % (Tablica 38.).

Tablica 38. Kemijska svojstva korijena komercijalnih presadnica divlje ruže nakon adaptacije u isptivanim supstratima

	N %	**P** %	**K** %	**Ca** %	**Mg** %	**Na** %	**Cu** mg/kg	**Fe** mg/kg	**Mn** mg/kg	**Zn** mg/kg	**ST** **%**	**H_2O** **%**
A	2,82	0,23	1,78	0,27	0,42	0,18	10,01	2953,00	99,80	401,25	13,79	86,21
B	2,64	0,10	1,11	0,73	0,25	0,22	4,17	567,25	40,80	336,38	13,07	86,93
C	2,84	0,27	1,66	0,93	0,34	0,18	14,13	965,51	105,85	422,30	11,89	88,11
D	1,76	0,21	2,34	0,45	0,30	0,31	8,54	665,51	39,60	423,48	10,59	89,41
M1	2,99	0,28	1,85	0,75	0,38	0,17	8,77	517,30	70,70	222,10	15,75	84,25
M2	2,81	0,27	1,66	0,74	0,40	0,19	8,81	663,80	79,95	413,30	10,78	89,22
M3	2,98	0,29	1,60	1,04	0,52	0,17	10,45	914,13	85,30	293,80	13,29	86,71
E	**3,25**	**0,31**	**1,19**	**0,88**	**0,43**	**0,13**	**6,57**	**205,60**	**133,60**	**254,55**	**18,07**	**81,93**

Prosječne vrijednosti makroelemenata u korijenu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu C iznosio je 2,84 % N, 0,27 % P, 1,66 % K, 0,93 % Ca, 0,34 % Mg, 0,18 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 14,13 mg/kg Cu, 965,51 mg/kg Fe, 105,85

mg/kg Mn, 422,30 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 11,89 %, dok je sadržaj vode bio 88,11 % (Tablica 38.).

Sadržaj makroelemenata u korijenu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu D iznosio je 1,76 % N, 0,21 % P, 2,34 % K, 0,45 % Ca, 0,30 % Mg, 0,31 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 8,54 mg/kg Cu, 665,51 mg/kg Fe, 39,60 mg/kg Mn, 423,48 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 10,59 %, dok je sadržaj vode bio 89,41 % (Tablica 38.).

Na supstratu M1 uzgojene su komercijalne presadnice divlje ruže u kojima je sadržaj makroelemenata u korijenu iznosio: 2,99 % N, 0,28 % P, 1,85 % K, 0,75 % Ca, 0,38 % Mg, 0,17 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 8,77 mg/kg Cu, 517,30 mg/kg Fe, 70,70 mg/kg Mn, 222,10 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 15,75 %, dok je sadržaj vode bio 84,25 % (Tablica 38.).

Prosječne vrijednosti makroelemenata u korijenu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu M2 iznosio je 2,81 % N, 0,27 % P, 1,66 % K, 0,74 % Ca, 0,40 % Mg, 0,19 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 8,81 mg/kg Cu, 663,80 mg/kg Fe, 79,95 mg/kg Mn, 413,30 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 10,78 %, dok je sadržaj vode bio 89,22 % (Tablica 38.).

Sadržaj makroelemenata u korijenu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na supstratu M3 iznosio je 2,98 % N, 0,29 % P, 1,60 % K, 1,04 % Ca, 0,52 % Mg, 0,17 % Na, dok je sadržaja mikroelemenata bio 10,45 mg/kg Cu, 914,13 mg/kg Fe, 85,30 mg/kg Mn, 293,80 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 13,29 %, dok je sadržaj vode bio 86,71 % (Tablica 38.).

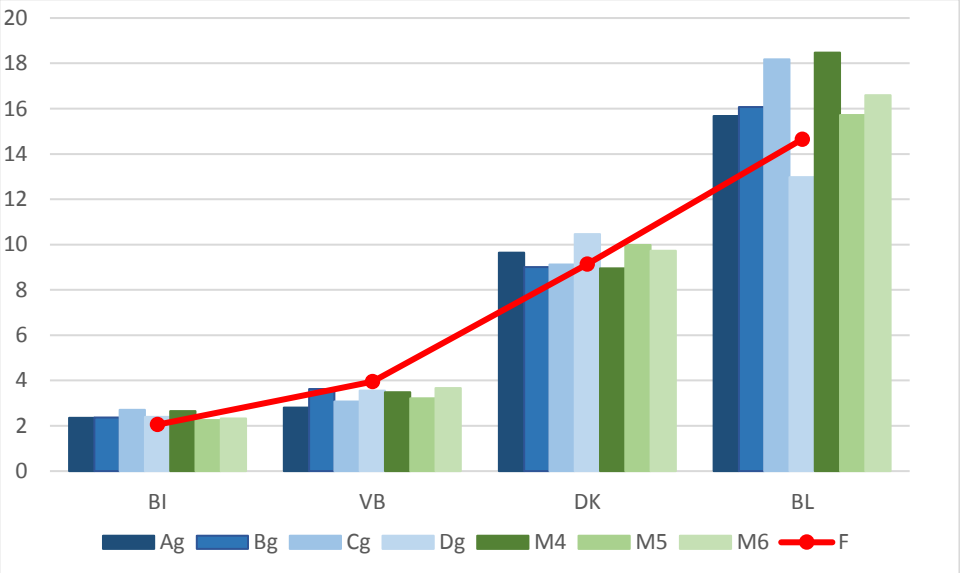
U korijenu komercijalne presadnice divlje ruže uzgajane na komercijalnom supstratu E zabilježene su slijedeće vrijednosti sadržaja makroelemenata: 3,25 % N, 0,31 % P, 1,19 % K, 0,88 % Ca, 0,43 % Mg, 0,13 % Na te mikroelemenata: 6,57 mg/kg Cu, 205,60 mg/kg Fe, 133,60 mg/kg Mn, 254,55 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 18,07 %, dok je sadržaj vode bio 81,93 % (Tablica 38.).

3.10.2. Pelargonija

Na supstratu Ag dobivene su komercijalne presadnice pelargonije sa prosječnim brojem izboja 2,35, visinom presadnica 2,81 cm, dužinom korijena 9,64 cm, a brojem listova 15,68 (Grafikon 11.). Zabilježena svježa masa nadzemnog dijela presadnice pelargonije od 4,00 g te korijena 1,03 g dale su ukupnu masu presadnice pelargonije od 5,03 g (Grafikon

12.). U prosjeku suha masa nadzemnog dijela presadnice pelargonije bila je 0,35 g, a korijena 0,10 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,45 g (Grafikon 13.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 3,86, a odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena 3,51 (Grafikon 14.).

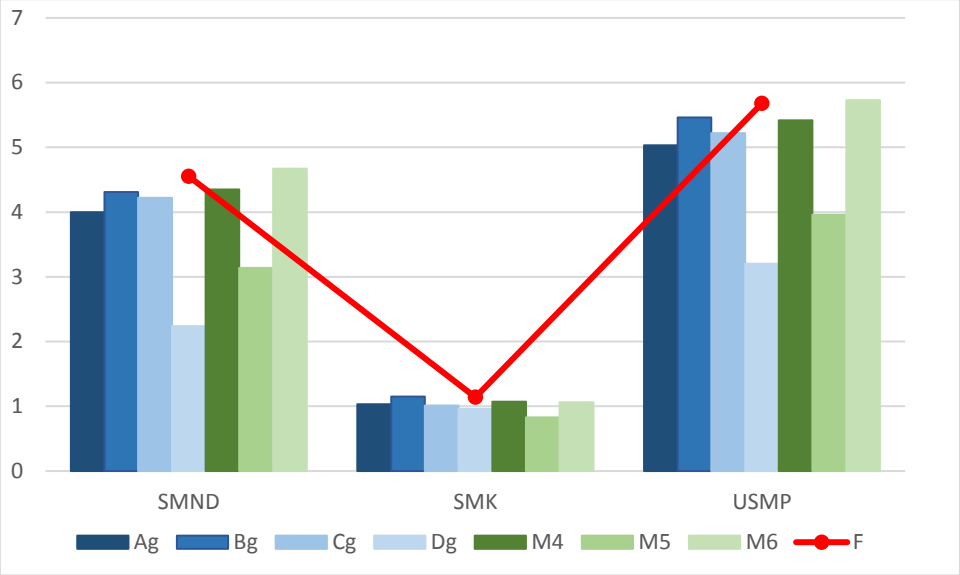
Vrijednosti morfoloških svojstava komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu Bg iznosile su redom: broj izboja 2,37, visina presadnice 3,63, dužina korijena 9,01 te broj listova 16,07 (Grafikon 11.). Prosječna svježa masa nadzemnog dijela presadnice iznosila je 4,31 g, korijena 1,15, dok je ukupna masa presadnice pelargonije iznosila 5,46 g (Grafikon 12.). Prosječna suha masa nadzemnog dijela presadnice iznosila je 0,37 g, korijena 0,07 g te time ukupna suha masa presadnice pelargonije iznosila je 0,44 g (Grafikon 13.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 3,77 te suhe mase nadzemnog dijela i korijena 5,08 (Grafikon 14.).



Grafikon 11. Broj izboja, visina presadnice, dužina korijena i broj listova presadnica pelargonije nakon adaptacije u supstratima

Na komercijalnim presadnicama pelargonije uzgajanim na supstratu Cg u prosjeku je zabilježen broj izboja od 2,70, visina presadnice 3,07 cm, dužinu korijena 9,12 cm, dok im je broj listova iznosio 18,18 (Grafikon 11.). Zabilježene prosječne vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela presadnice iznosile su 4,22 g, a svježe mase korijena 1,01 g, dok je ukupna svježa masa presadnice pelargonije u prosjeku iznosila 5,22 g (Grafikon 12.). Nadalje, prosječna vrijednost suhe mase nadzemnog dijela presadnice iznosila je 0,35 g, korijena 0,07

g, a ukupna suha masa presadnica iznosila je 0,42 g (Grafikon 13.). Odnos svježe mase i korijena iznosio je 4,17, doj je odnos suhe mase i korijena iznosio 4,64 (Grafikon 14.).

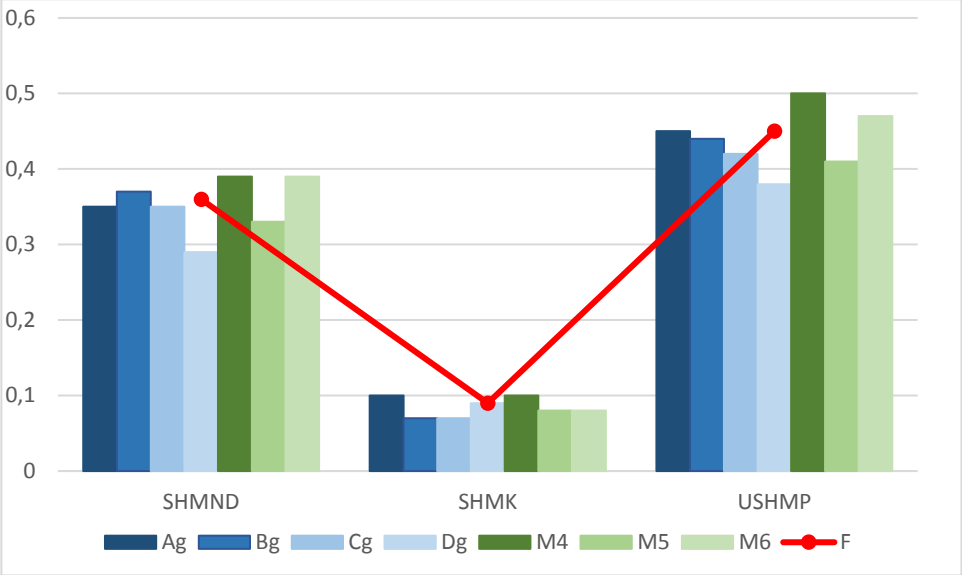


Grafikon 12. Svježa masa nadzemnog dijela, korijena i ukupna masa presadnice pelargonije nakon adaptacije u supstratima

Na supstratu Dg dobivene su komercijalne presadnice pelargonije sa prosječnim brojem izboja 2,40, visinom presadnica 3,55 cm, dužinom korijena 10,46 cm te brojem listova 12,97 (Grafikon 11.). Nadalje, zabilježene su vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela presadnice od 2,24 g, svježe mase korijena 0,96 g i ukupne svježe mase presadnice 3,20 g (Grafikon 12.). Vrijednosti suhe mase nadzemnog dijela u prosjeku su iznosile 0,29 g, a korijena 0,09 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,38 g (Grafikon 13.). Vrijednost odnosa svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosila je 2,32, a odnosa suhe mase nadzemnog dijela i korijena 3,22 (Grafikon 14.).

Na komercijalnim presadnicama pelargonije uzgajanim na supstratu M4 zabilježene su slijedeće vrijednosti morfoloških svojstava: broj izboja 2,65, visina presadnice 3,48, dužina korijena 8,95 te broj listova 18,47 (Grafikon 11.). Vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela u prosjeku su iznosile 4,35 g, a korijena 1,07 g, dok je prosječno ukupna masa presadnica iznosila 5,42 g (Grafikon 12.). U prosjeku suha masa nadzemnog dijela presadnice pelargonije bila je 0,39 g, korijena 0,10 g, a ukupna suha masa presadnice 0,50 g (Grafikon 13.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 4,08, dok je odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio 3,70 (Grafikon 14.).

Broj izboja presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu M5 bio je 2,25, visina presadnice 3,22 cm, dužina korijena 9,98 cm, a broj listova 15,72 (Grafikon 11.). Vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela u prosjeku su iznosile 3,14 g, a korijena 0,83 g, sukladno tome, zabilježena je ukupna masa presadnica pelargonije od 3,96 g (Grafikon 12.). Nadalje, vrijednosti suhe mase nadzemnog dijela u prosjeku su iznosile 0,33 g, a korijena 0,08 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,41 g (Grafikon 13.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 3,81, a odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena 4,14 (Grafikon 14.).

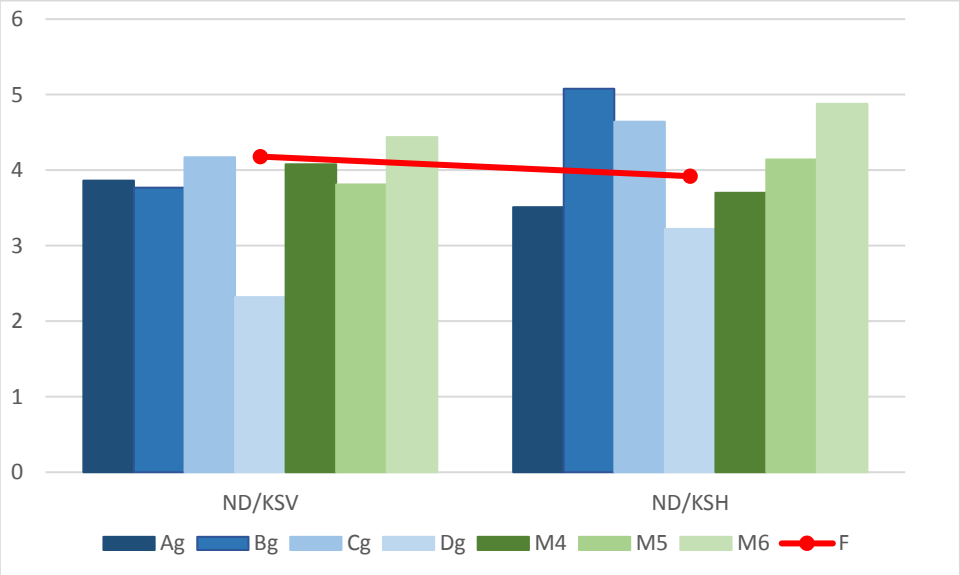


Grafikon 13. Suha masa nadzemnog dijela, korijena i ukupna suha masa presadnice pelargonije nakon adaptacije u supstratima

Vrijednosti morfoloških svojstava komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstrat M6 iznosile su: broj izboja 2,32, visina presadnice 3,95, dužina korijena 9,72 te broj listova 16,60 (Grafikon 11.). Prosječna svježa masa nadzemnog dijela presadnice iznosila je 4,67 g, svježa masa korijena 1,06 g te ukupna svježa masa presadnice pelargonije bila je 5,73 g (Grafikon 12.). Prosječna suha masa nadzemnog dijela presadnice iznosila je 0,39 g, suha masa korijena 0,08 g, dok je ukupna suha masa presadnice bila 0,47 g (Grafikon 13.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena bio je 4,44, a odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 4,88 (Grafikon 14.).

Naposljetku, prosječne vrijednosti morfoloških svojstava komercijalnih presadnica divlje ruže uzgajanih na supstratu F iznosile su: broj izboja 2,05, visina presadnice 3,95, dužina korijena 9,13 te broj listova 14,65 (Grafikon 11.). U prosjeku zabilježena je svježa masa nadzemnog dijela presadnice od 4,55 g te korijena 1,14 g, dok je ukupna svježa masa

iznosila 5,68 g (Grafikon 12.). Suha masa nadzemnog dijela presadnica pelargonije u prosjeku je iznosila 0,36 g, suha masa korijena 0,09 g, a ukupna suha masa presadnice 0,45 g (Grafikon 13.). Odnos svježe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio je 4,18, dok je odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena iznosio 3,92 (Grafikon 14.).



Grafikon 14. Odnos svježe i suhe mase nadzemnog dijela i korijena presadnice pelargonije nakon adaptacije u supstratima

Sadržaj makroelemenata u nadzemnog dijela komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu Ag u prosjeku je iznosio: 3,13 % N, 0,57 % P, 4,07 % K, 0,78 % Ca, 0,45 % Mg, 0,44 % Na te mikroelemenata: 4,50 mg/kg Cu, 463,78 mg/kg Fe, 61,53 mg/kg Mn, 35,79 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 8,80 %, dok je sadržaj vode bio 91,20 % (Tablica 39.).

Prosječni sadržaj makroelemenata u nadzemnog dijela komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu Bg u prosjeku je iznosio: 3,22 % N, 0,27 % P, 3,28 % K, 0,97 % Ca, 0,13 % Mg, 0,72 % Na te mikroelemenata: 3,73 mg/kg Cu, 195,43 mg/kg Fe, 42,38 mg/kg Mn, 66,43 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 8,66 %, dok je sadržaj vode bio 91,34 % (Tablica 39.).

U nadzemnog dijela komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu Cg utvrđena je slijedeći prosječni sadržaj makroelemenata: 3,24 % N, 0,49 % P, 4,54 % K, 1,23 % Ca, 0,31 % Mg, 0,38 % Na te mikroelemenata: 7,05 mg/kg Cu, 217,70 mg/kg Fe, 43,68 mg/kg Mn, 52,65 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 8,26 %, dok je sadržaj vode bio 91,74 % (Tablica 39.).

Na supstratu Dg su uzgojene presadnice pelargonije u čijem je nadzemnom dijelu zabilježen prosječni sadržaja makroelemenata koji je iznosio: 0,94 % N, 0,22 % P, 2,41 % K, 0,75 % Ca, 0,12 % Mg, 0,44 % Na te mikroelemenata: 3,71 mg/kg Cu, 188,15 mg/kg Fe, 85,63 mg/kg Mn, 44,95 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 13,24 %, dok je sadržaj vode bio 86,76 % (Tablica 39.).

Tablica 39. Kemijska svojstva nadzemnog dijela komercijalnih presadnica pelargonije nakon adaptacije u ispitivanim supstratima

	N %	**P** %	**K** %	**Ca** %	**Mg** %	**Na** %	**Cu** mg/kg	**Fe** mg/kg	**Mn** mg/kg	**Zn** mg/kg	**ST** %	**H_2O** %
Ag	3,13	0,57	4,07	0,78	0,45	0,44	4,50	463,78	61,53	35,79	8,80	91,20
Bg	3,22	0,27	3,28	0,97	0,13	0,72	3,73	195,43	42,38	66,43	8,66	91,34
Cg	3,24	0,49	4,54	1,23	0,31	0,38	7,05	217,70	43,68	52,65	8,26	91,74
Dg	0,94	0,22	2,41	0,75	0,12	0,44	3,71	188,15	85,63	44,95	13,24	86,76
M4	2,51	0,37	3,87	1,20	0,23	0,43	5,41	335,83	55,75	49,90	9,16	90,84
M5	1,67	0,24	3,44	0,99	0,16	0,41	4,69	194,60	55,80	42,27	10,68	89,32
M6	2,65	0,34	4,29	1,25	0,21	0,44	5,31	224,03	40,53	56,10	8,44	91,56
F	3,47	0,31	4,45	1,00	0,17	0,42	5,41	163,88	99,85	46,82	7,90	92,10

U nadzemnog dijela komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu M4 utvrđen je slijedeći prosječni sadržaj makroelemenata: 2,51 % N, 0,37 % P, 3,87 % K, 1,20 % Ca, 0,23 % Mg, 0,43 % Na te mikroelemenata: 5,41 mg/kg Cu, 335,83 mg/kg Fe, 55,75 mg/kg Mn, 49,90 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 9,16 %, dok je sadržaj vode bio 90,84 % (Tablica 39.).

Na supstratu M5 uzgojene su presadnice pelargonije u čijem je nadzemnom dijelu zabilježen prosječni sadržaja makroelemenata koji je iznosio: 1,67 % N, 0,24 % P, 3,44 % K, 0,99 % Ca, 0,16 % Mg, 0,41 % Na te mikroelemenata: 4,69 mg/kg Cu, 194,60 mg/kg Fe, 55,80 mg/kg Mn, 42,27 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 10,68 %, dok je sadržaj vode bio 89,32 % (Tablica 39.).

Sadržaj makroelemenata u nadzemnog dijela komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu M6 u prosjeku je iznosio: 2,65 % N, 0,34 % P, 4,29 % K, 1,25 % Ca, 0,21 % Mg, 0,44 % Na te mikroelemenata: 5,31 mg/kg Cu, 224,03 mg/kg Fe, 40,53 mg/kg Mn, 56,10 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 8,44 %, dok je sadržaj vode bio 91,56 % (Tablica 39.).

Prosječni sadržaj makroelemenata u nadzemnog dijela komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu F u prosjeku je iznosio: 3,47 % N, 0,31 % P, 4,45 % K,

1,00 % Ca, 0,17 % Mg, 0,42 % Na te mikroelemenata: 5,41 mg/kg Cu, 163,88 mg/kg Fe, 99,85 mg/kg Mn, 46,82 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 7,90 %, dok je sadržaj vode bio 92,10 % (Tablica 39.).

Prosječni sadržaj makroelemenata u korijenu komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu Ag u prosjeku je iznosio: 2,26 % N, 0,43 % P, 2,31 % K, 0,23 % Ca, 0,57 % Mg, 0,30 % Na te mikroelemenata: 14,46 mg/kg Cu, 4336,13 mg/kg Fe, 164,11 mg/kg Mn, 103,63 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 9,70 %, dok je sadržaj vode bio 90,30 % (Tablica 40.).

Sadržaj makroelemenata u korijenu komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu Bg u prosjeku je iznosio: 2,64 % N, 0,18 % P, 1,60 % K, 1,15 % Ca, 0,34 % Mg, 0,46 % Na te mikroelemenata: 6,59 mg/kg Cu, 1093,58 mg/kg Fe, 69,97 mg/kg Mn, 175,39 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 6,59 %, dok je sadržaj vode bio 93,41 % (Tablica 40.).

Na supstratu Cg uzgojene su presadnice pelargonije u čijem je korijenu zabilježen prosječni sadržaja makroelemenata koji je iznosio: 2,41 % N, 0,50 % P, 2,21 % K, 0,78 % Ca, 0,65 % Mg, 0,35 % Na te mikroelemenata: 27,24 mg/kg Cu, 3704,94 mg/kg Fe, 156,10 mg/kg Mn, 168,78 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 8,20 %, dok je sadržaj vode bio 91,80 % (Tablica 40.).

Tablica 40. Kemijska svojstva korijena komercijalnih presadnica pelargonije nakon adaptacije u ispitivanim supstratima

	N %	**P** %	**K** %	**Ca** %	**Mg** %	**Na** %	**Cu** mg/kg	**Fe** mg/kg	**Mn** mg/kg	**Zn** mg/kg	**ST** **%**	**H_2O** **%**
Ag	2,26	0,43	2,31	0,23	0,57	0,30	14,46	4336,13	164,11	103,63	9,70	90,30
Bg	2,64	0,18	1,60	1,15	0,34	0,46	6,59	1093,58	69,97	175,39	6,59	93,41
Cg	2,41	0,50	2,21	0,78	0,65	0,35	27,24	3704,94	156,10	168,78	8,20	91,80
Dg	1,47	0,24	1,79	0,39	0,25	0,36	6,65	625,71	168,79	182,95	9,49	90,51
M4	2,04	0,29	1,77	0,53	0,38	0,28	13,24	3355,63	125,13	118,26	10,13	89,87
M5	1,65	0,26	2,06	0,36	0,33	0,26	7,60	2565,31	90,00	106,54	9,87	90,13
M6	2,79	0,30	2,29	0,64	0,45	0,35	10,60	1704,56	87,99	143,16	7,74	92,26
F	2,14	0,21	1,80	0,59	0,38	0,30	7,08	2055,81	170,14	119,31	8,37	91,63

U korijenu komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstrata Dg utvrđen je slijedeći prosječni sadržaj makroelemenata: 1,47 % N, 0,24 % P, 1,79 % K, 0,39 % Ca, 0,25 % Mg, 0,36 % Na te mikroelemenata: 6,65 mg/kg Cu, 625,71 mg/kg Fe, 168,79 mg/kg

Mn, 182,95 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 9,49 %, dok je sadržaj vode bio 90,51 % (Tablica 40.).

Na supstratu M4 uzgojene su presadnice pelargonije u čijem je korijenu zabilježen prosječni sadržaja makroelemenata koji je iznosio: 2,04 % N, 0,29 % P, 1,77 % K, 0,53 % Ca, 0,38 % Mg, 0,28 % Na te mikroelemenata: 13,24 mg/kg Cu, 3355,63mg/kg Fe, 125,13 mg/kg Mn, 118,26 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 10,13 %, dok je sadržaj vode bio 89,87 % (Tablica 40.).

U korijenu komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu M5 utvrđena je slijedeći prosječni sadržaj makroelemenata: 1,65 % N, 0,26 % P, 2,06 % K, 0,36 % Ca, 0,33 % Mg, 0,26 % Na te mikroelemenata: 7,60 mg/kg Cu, 2565,31 mg/kg Fe, 90,00 mg/kg Mn, 106,54 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 9,87 %, dok je sadržaj vode bio 90,13 % (Tablica 40.).

Prosječni sadržaj makroelemenata u korijenu komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu M6 u prosjeku je iznosio: 2,79 % N, 0,30 % P, 2,29 % K, 0,64 % Ca, 0,45 % Mg, 0,35 % Na te mikroelemenata: 10,60 mg/kg Cu, 1704,56 mg/kg Fe, 87,99 mg/kg Mn, 143,16 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 7,74 %, dok je sadržaj vode bio 92,26 % (Tablica 40.).

Sadržaj makroelemenata u korijenu komercijalnih presadnica pelargonije uzgajanih na supstratu F u prosjeku je iznosio: 2,14 % N, 0,21 % P, 1,80 % K, 0,78 % Ca, 0,59 % Mg, 0,38 % Na te mikroelemenata: 7,08 mg/kg Cu, 2055,81 mg/kg Fe, 170,14 mg/kg Mn, 119,31 mg/kg Zn. Sadržaj suhe tvari iznosio je 8,37 %, dok je sadržaj vode bio 91,63 % (Tablica 40.).

3.11. Statistička obrada morfoloških svojstva komercijalnih presadnica divlje ruže nakon adaptacije u supstratima

Statističkom obradom podataka nije utvrđena značajna razlika ispitivanog parametra broja izboja presadnica divlje ruže na alternativnim komponentama i njihovim mješavinama u odnosu na kontrolni supstrat. Iznimno, kod tretmana M2 utvrđen je značajno veći broj izboja divlje ruže u odnosu na kontrolni supstrat, ali ne i na ostale tretmane.

Na svim tretmanima je zabilježena veća vrijednost ispitivanog parametra broja izboja u odnosu na kontrolni tretman. Visina biljaka presadnica divlje ruže nije se značajno razlikovala u odnosu na visinu presadnica kontrolnog supstrata kod svih tretmana, osim

tretmana M3 kod kojeg je zabilježena značajno manja visina presadnica divlje ruže u odnosu na kontrolni tretman (Tablica 41.).

Tablica 41. Prosječan broj izboja (BI), prosječna visina biljke (VB), prosječna dužina korijena (DK) te prosječan broj listova (BL) presadnica divlje ruže u ovisnosti o supstratu

Tretman		BI	VB	DK	BL
Alternativne komponente	A	$2,21^{AB}$	$11,20^{A}$	$15,81^{AB}$	$13,76^{AB}$
	B	$2,45^{AB}$	$10,42^{AB}$	$19,72^{A}$	$15,25^{A}$
	C	$2,27^{AB}$	$11,10^{A}$	$17,61^{A}$	$14,79^{AB}$
	D	$1,82^{AB}$	$12,01^{A}$	$12,76^{BC}$	$14,57^{AB}$
Mješavine	M1	$1,98^{AB}$	$10,50^{AB}$	$12,87^{BC}$	$13,03^{AB}$
	M2	$2,55^{A}$	$11,59^{A}$	$12,36^{BC}$	$15,44^{A}$
	M3	$1,96^{AB}$	$9,24^{B}$	$11,17^{C}$	$11,85^{AB}$
Kontrola	E	$1,58^{B}$	$11,61^{A}$	$12,28^{BC}$	$10,83^{B}$
Prosjek		**2**	**11,00**	**14,30**	**14,00**
Minimum		**1**	**7,7**	**8,3**	**7,00**
Maksimum		**3**	**14,1**	**24,6**	**19,00**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Značajno veća dužina korijena presadnica divlje ruže zabilježena je na tretmanima B i C u odnosu na kontrolni tretman, dok je značajno manja dužina korijena zabilježena kod tretmana M3. Nadalje, na kontrolnom tretmanu je zabilježen najmanji broj listova u odnosu na sve tretmane, a značajno manji u odnosu na tretmane B i M2. Nije zabilježena značajna razlika u broju listova između alternativnih komponenti i njihovih mješavina.

Svježa masa nadzemnog dijela presadnice divlje ruže svih tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina nije se značajno razlikovala u odnosu na kontrolni tretman. Također, za ispitivani parametar svježe mase korijena nije zabilježena značajna razlika između kontrolnog tretmana i svih ostalih istraživanih tretmana.

Nadalje, nije zabilježena značajna razlika u vrijednostima ispitivanog parametra ukupne mase presadnice divlje ruže tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina i kontrole.

Isto tako, nije zabilježena statistički značajna razlika za ispitivani parametar odnosa stabljike i korijena između kontrolnog tretmana i svih ostalih istraživanih tretmana (Tablica 42.)

Tablica 42. Svježa masa nadzemnog dijela presadnice (SMND), svježa masa korijena (SMK), ukupna svježa masa presadnice (USMP), odnos nadzemnog dijela i korijena (ND/K_{SV}) u ovisnosti o supstratu

Tretman		SMND	SMK	USMP	ND/K_{SV}
Alternativne komponente	A	$0,62^{C}$	$0,44^{C}$	$1,05^{C}$	$1,47^{A}$
	B	$0,70^{BC}$	$0,72^{A}$	$1,42^{ABC}$	$0,97^{B}$
	C	$0,79^{BC}$	$0,59^{ABC}$	$1,37^{ABC}$	$1,33^{AB}$
	D	$0,91^{AB}$	$0,72^{A}$	$1,63^{AB}$	$1,27^{AB}$
Mješavine	M1	$0,94^{AB}$	$0,61^{ABC}$	$1,54^{AB}$	$1,62^{A}$
	M2	$1,09^{A}$	$0,68^{AB}$	$1,76^{A}$	$1,63^{A}$
	M3	$0,76^{BC}$	$0,48^{BC}$	$1,24^{BC}$	$1,63^{A}$
Kontrola	E	$0,85^{ABC}$	$0,61^{ABC}$	$1,46^{ABC}$	$1,36^{AB}$
Prosjek		**0,83**	**0,61**	**1,44**	**1,42**
Minimum		**0,46**	**0,30**	**0,83**	**0,84**
Maksimum		**1,39**	**1,01**	**2,40**	**2,20**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika za ispitivani parametar suhe mase nadzemnog dijela presadnice divlje ruže između kontrolnog tretmana i tretmana alternativnih komponenti A, B i C te tretmana mješavine M3.

Za ispitivani parametar suha masa korijena presadnice utvrđena je statistički značajna razlika između kontrolnog tretmana i ostalih istraživanih tretmana, osim za tretmane A i M3 koji se nisu značajno razlikovali u odnosu na kontrolni tretman.

Nadalje, značajno manje vrijednosti ispitivanog parametra ukupne suhe mase biljke u odnosu na kontrolni tretman zabilježene su na tretmanima A, B, C i M3.

Vrijednosti kontrolnog tretmana za ispitivani parametar odnosa stabljike i korijena suhe mase presadnice divlje ruže značajno su manje u odnosu na većinu ispitivanih tretmana, osim za tretmane B i M2 (Tablica 43.).

Tablica 43. Suha masa nadzemnog dijela presadnice (SHMND), suha masa korijena (SHMK), ukupna suha masa presadnice (USHMP), odnos nadzemnog dijela i korijena (ND/K_{SH}) u ovisnosti o supstratu

Tretman		SHMND	SHMK	USHMP	ND/K_{SH}
Alternativne komponente	A	$0,14^{BC}$	$0,05^{C}$	$0,20^{C}$	$2,56^{AB}$
	B	$0,15^{BC}$	$0,09^{AB}$	$0,24^{BC}$	$1,64^{C}$
	C	$0,16^{BC}$	$0,06^{BC}$	$0,23^{BC}$	$2,42^{AB}$
	D	$0,20^{AB}$	$0,07^{BC}$	$0,28^{ABC}$	$2,70^{A}$
Mješavine	M1	$0,20^{AB}$	$0,09^{AB}$	$0,30^{AB}$	$2,26^{AB}$
	M2	$0,20^{AB}$	$0,07^{BC}$	$0,27^{ABC}$	$2,78^{A}$
	M3	$0,13^{C}$	$0,06^{C}$	$0,19^{C}$	$2,12^{BC}$
Kontrola	E	$0,23^{A}$	$0,11^{A}$	$0,34^{A}$	$2,09^{BC}$
Prosjek		**0,18**	**0,08**	**0,26**	**2,32**
Minimum		**0,09**	**0,04**	**0,15**	**1,30**
Maksimum		**0,31**	**0,15**	**0,45**	**3,22**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

3.12. Kemijska svojstva presadnica divlje ruže nakon adaptacije u supstratima

3.12.1. Nadzemni dio presadnica divlje ruže

U nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže utvrđena je statistički značajna razlika ispitivanog parametra % H_2O svih istraživanih tretmana u odnosu na kontrolu. Najveći % H_2O zabilježen je na tretmanima M2 i M3, dok je najmanji % H_2O zabilježen na kontrolnom tretmanu.

Također, za ispitivani parametar % ST utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana i kontrole. Obrnuto proporcionalno % H_2O, najveći % ST zabilježen je na kontrolnom tretmanu, dok je najmanji zabilježen na tretmanima M2 i M3 (Tablica 44.).

Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu presadnice divlje ruže varirao je među tretmanima. Statistički značajna razlika za ispitivani parametar % N utvrđena je između alternativnih komponenti i kontrole, dok između mješavina i kontrole nije utvrđena. Za ispitivani parametar % P utvrđena je statistički značajna razlike između alternativnih komponenti i njihovih mješavina u odnosu na kontrolu. Također, zabilježena je i statistički značajna razlika između alternativnih komponenti i njihovih mješavina.

Tablica 44. Sadržaj vode i suhe tvari nadzemnog dijela presadnice divlje ruže u ovisnosti o supstratu

Tretman		% H_2O	% ST
Alternativne komponente	A	$75,774^{C}$	$24,2260^{B}$
	B	$78,1268^{B}$	$21,8732^{C}$
	C	$78,5368^{B}$	$21,4632^{C}$
	D	$77,435^{B}$	$22,5650^{B}$
Mješavine	M1	$77,9446^{B}$	$22,0554^{C}$
	M2	$81,6663^{A}$	$18,3337^{D}$
	M3	$82,2628^{A}$	$17,7372^{D}$
Kontrola	E	$72,5745^{D}$	$27,4255^{A}$
Prosjek		**78,04**	**21,96**
Minimum		**71,10**	**16,87**
Maksimum		**83,13**	**28,90**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Nadalje, najveće vrijednosti ispitivanog parametra % K zabilježene na mješavinama supstrata te su se statistički razlikovale jedna od druge kao i od ostalih tretmana. Alternativne komponente, tretmani A i D se nisu statistički razlikovali u odnosu na kontrolni supstrat, tretman E, dok je jedino na tretmanu B zabilježena značajno manja vrijednost ispitivanog parametra % K u odnosu na tretman E (Tablica 45.). Za ispitivani parametar % Ca utvrđena je statistički značajna razlika za sve tretmane u odnosu na kontrolu, tretmana E, osim tretmana M1 i M2. Značajno manje vrijednosti % Ca od onih zabilježenih na tretmanu E, utvrđene su kod tretmana D i A. Slično, kod ispitivanog parametra % Mg zabilježene su statistički značajne razlike između kontrole i svih ostalih tretmana s iznimkom tretmana D koji se nije statistički značajno razlikovao od tretmana E.

Značajno veće vrijednosti % Mg zabilježene su kod alternativnih komponenti, tretmana A i C, te mješavina, tretmana M2 i M3. Statistički značajne razlike ispitivanog parametra % Na zabilježene su između alternativnih komponenti, osim između tretmana B i C. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika između mješavina, dok u odnosu na kontrolu nisu utvrđene razlike kod tretmana C i M3. Značajno veća vrijednosti ispitivanog parametra % Na u odnosu na kontrolu zabilježena je kod tretmana A.

Tablica 45. Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu presadnice divlje ruže u ovisnosti o supstratu

Tretman		N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
Alternativne komponente	A	2,81^{B}	0,32^{D}	2,58^{E}	0,32^{F}	0,34^{A}	0,0773^{A}
	B	2,35^{C}	0,13^{F}	2,18^{F}	0,55^{A}	0,16^{F}	0,0675^{C}
	C	2,83^{B}	0,32^{D}	2,41^{D}	0,54^{AB}	0,28^{C}	0,0692^{BC}
	D	1,70^{D}	0,23^{E}	2,25^{E}	0,40^{E}	0,19^{E}	0,6099^{E}
Mješavine	M1	3,18^{A}	0,40^{BC}	2,69^{B}	0,52^{BC}	0,26^{D}	0,06418^{D}
	M2	3,10^{A}	0,41^{B}	2,56^{C}	0,48^{D}	0,28^{BC}	0,0514^{F}
	M3	3,18^{A}	0,39^{C}	2,80^{A}	0,53^{AB}	0,29^{B}	0,0710^{B}
Kontrola	E	3,20^{A}	0,45^{A}	2,27^{E}	0,50^{CD}	0,26^{D}	0,0701^{B}
Prosjek		**2,80**	**0,34**	**2,47**	**0,49**	**0,26**	**0,067**
Minimum		**1,70**	**0,14**	**2,12**	**0,31**	**0,16**	**0,050**
Maksimum		**3,29**	**0,47**	**2,88**	**0,61**	**0,37**	**0,078**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Sadržaj mikroelemenata u nadzemnom dijelu presadnice divlje ruže se statistički značajno razlikovao u odnosu na ispitivane tretmane. Statistički značajna razlika između vrijednosti ispitivanog parametra sadržaja Cu nije utvrđena jedino između tretmana E i M2. Značajno veće vrijednosti sadržaja Cu u usporedbi s kontrolom utvrđene su na tretmanima A, C, M1 i M3. Također, za ispitivani parametar sadržaja Fe utvrđene su statistički značajne razlike između svih tretmana osim između tretmana M3 i E. Na tretmanima C, D i M1 utvrđen je statistički značajno niži sadržaj Fe u odnosu na kontrolni tretman (Tablica 46.).

Tablica 46. Sadržaj mikroelemenata u nadzemnom dijelu biljke ruže u ovisnosti o supstratu

Tretman		Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
Alternativne komponente	A	9,16^{A}	152,49^{A}	51,51^{H}	58,19^{A}
	B	5,29^{G}	120,18^{C}	58,44^{G}	47,73^{D}
	C	8,08^{B}	83,42^{F}	103,06^{E}	51,29^{B}
	D	6,28^{F}	80,27^{G}	64,95^{F}	42,00^{F}
Mješavine	M1	7,79^{C}	91,95^{E}	168,30^{C}	44,47^{E}
	M2	7,06^{E}	137,65^{B}	184,25^{B}	47,36^{D}
	M3	7,54^{D}	98,41^{D}	159,01^{D}	48,79^{C}
Kontrola	E	7,01^{E}	98,51^{D}	263,03^{A}	44,11^{E}
Prosjek		**7,28**	**107,86**	**131,57**	**48,00**
Minimum		**5,27**	**80,11**	**50,81**	**41,29**
Maksimum		**9,22**	**152,90**	**263,80**	**58,87**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika ispitivanog parametra Mn između svih istraživanih tretmana. Najveće vrijednosti ispitivanog parametra Mn zabilježene su na kontrolnom tretmanu, zatim na tretmanima mješavina pa potom na tretmanima alternativnih komponenti. Naposljetku, statistički značajna razlika sadržaja Zn u nadzemnom dijelu presadnice divlje ruže nije utvrđena jedino između tretmana M1 i E. Značajno manja vrijednosti sadržaja Zn u odnosu na ova dva tretmana zabilježena je na tretmanu D, dok je na ostalim tretmanima zabilježena značajno veća vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Zn.

3.12.2. Korijen presadnica divlje ruže

U korijenu presadnica divlje ruže utvrđena je statistički značajna razlika ispitivanog parametra % H_2O između tretmana alternativnih komponenti i mješavina u odnosu na kontrolu.

Tablica 47. Sadržaj vode i suhe tvari korijena ruže u ovisnosti o supstratu

Tretman		**% H_2O**	**% ST**
Alternativne komponente	A	$86{,}2136^{C}$	$13{,}7864^{C}$
	B	$86{,}9282^{BC}$	$13{,}0718^{CD}$
	C	$88{,}1087^{AB}$	$11{,}8913^{DE}$
	D	$89{,}4114^{A}$	$10{,}5886^{E}$
Mješavine	M1	$84{,}2516^{D}$	$15{,}7484^{B}$
	M2	$89{,}2198^{A}$	$10{,}7802^{E}$
	M3	$86{,}7133^{BC}$	$13{,}2867^{CD}$
Kontrola	E	$81{,}9348^{E}$	$18{,}0652^{A}$
Prosjek		**86,60**	**13,40**
Minimum		**80,67**	**9,62**
Maksimum		**9,38**	**19,33**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Prosječna vrijednost % H_2O svih ispitivanih supstrata iznosila je 86,60 %. Sukladno ispitivanom sadržaju % H_2O, za ispitivani parametar % ST utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana i kontrole. Najveća zabilježena vrijednost % ST pripadala je tretmanu E, dok su najniže vrijednosti zabilježene na tretmanima C, D i M2 (Tablica 47.)

Sadržaj makroelemenata u korijenu presadnice divlje ruže značajno se razlikovao u ovisnosti o ispitivanim tretmanima. Statistički značajna razlika za ispitivani parametar % N

utvrđena je između tretmana alternativnih komponenti i tretmana kontrole te tretmana mješavina i tretmana kontrole.

Tablica 48. Sadržaj makroelemenata u korijenu ruže u ovisnosti o supstratu

Tretman		N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
Alternativne komponente	A	2,81^{C}	0,28^{D}	1,78^{C}	0,26^{F}	0,42^{B}	0,181^{D}
	B	2,63^{D}	0,09^{F}	1,10^{G}	0,72^{D}	0,25^{G}	0,223^{B}
	C	2,84^{C}	0,27^{C}	1,65^{D}	0,92^{B}	0,33^{E}	0,180^{D}
	D	1,76^{E}	0,21^{E}	2,34^{A}	0,45^{E}	0,29^{F}	0,306^{A}
Mješavine	M1	2,99^{B}	0,27^{C}	1,85^{B}	0,75^{D}	0,37^{D}	0,167^{E}
	M2	2,81^{C}	0,27^{C}	1,66^{D}	0,74^{D}	0,39^{C}	0,190^{C}
	M3	2,97^{B}	0,29^{B}	1,59^{E}	1,04^{A}	0,52^{A}	0,166^{E}
Kontrola	E	3,25^{A}	0,31^{A}	1,18^{F}	0,88^{C}	0,42^{B}	0,133^{F}
Prosjek		**2,76**	**0,24**	**1,65**	**0,72**	**0,38**	**0,194**
Minimum		**1,73**	**0,08**	**1,08**	**0,26**	**0,24**	**0,133**
Maksimum		**3,39**	**0,32**	**2,35**	**1,10**	**0,53**	**0,310**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Vrijednosti ispitivanog parametara % P kontrolnog tretmana značajno su se razlikovale od vrijednosti tretmana alternativnih komponenti i njihovih mješavina. Također, zabilježena je i statistički značajna razlika između alternativnih komponenti i njihovih mješavina. Za ispitivani parametar % K utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana osim između tretmana C i M2. U odnosu na kontrolni tretmana značajno manja vrijednost ispitivanog parametra % K je utvrđena jedino kod tretmana B. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Ca svih ispitivanih tretmana u odnosu na kontroli tretman. Utvrđene su značajno manje vrijednosti % Ca svih tretmana alternativnih komponenti te tretmana mješavina M1 i M2 u odnosu na kontrolu, dok je jedino na tretmanu M3 utvrđena značajno veća vrijednost ispitivanog parametra % Ca. Slično, za ispitivani parametar % Mg utvrđene su statistički značajne razlike između tretmana mješavina i tretmana kontrole te tretmana alternativnih komponenti B, C i D i tretmana kontrole. Između tretmana A i tretmana E nije zabilježena statistički značajna razlika. Također, zabilježena je i statistički značajna razlika između alternativnih komponenti i njihovih mješavina. Statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Na utvrđena je između tretmana alternativnih komponenti te tretmana mješavina i kontrolnog tretmana.

Vrijednosti svih ispitivanih tretmana za ovaj parametar bile su značajno veće u odnosu na kontrolni tretman (Tablica 48.).

Sadržaj mikroelemenata u korijenu presadnice divlje ruže značajno se razlikovao među ispitivanim tretmanima.

Tablica 49. Sadržaj mikroelemenata u korijenu ruže u ovisnosti o supstratu

Tretman		Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
Alternativne komponente	A	10,006^{C}	2953,00^{A}	99,80^{C}	401,25^{D}
	B	4,169^{G}	567,25^{F}	40,80^{G}	336,37^{E}
	C	14,126^{A}	965,50^{B}	105,85^{B}	422,30^{B}
	D	8,543^{E}	665,50^{D}	39,60^{H}	423,47^{A}
Mješavine	M1	8,773^{DE}	517,30^{F}	70,70^{F}	222,10^{H}
	M2	8,811^{D}	663,80^{D}	79,95^{E}	413,30^{C}
	M3	10,452^{B}	914,12^{C}	85,30^{D}	293,80^{F}
Kontrola	E	6,574^{F}	205,60^{G}	133,60^{A}	254,55^{G}
Prosjek		**8,93**	**931,51**	**81,95**	**345,89**
Minimum		**4,12**	**205,30**	**38,80**	**220,01**
Maksimum		**14,21**	**2984,00**	**134,30**	**424,20**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaja Cu utvrđena je između tretmana alternativnih komponenti i kontrolnog tretmana te tretmana mješavina i kontrolnog tretmana. Također, zabilježena je i statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina. Nadalje, za ispitivani parametar sadržaja Fe utvrđena je statistički značajna razlika svih ispitivanih tretmana u odnosu na kontrolu. Također, utvrđene su značajno veće vrijednosti ispitivanog parametra Fe kod svih tretmana u odnosu na kontrolni tretman. Vrijednosti ispitivanog parametra Mn u korijenu presadnice divlje ruže značajno su se razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost ispitivanog parametra Mn utvrđena je kod tretmana E, dok je najmanja vrijednost utvrđena kod tretmana D. Slično, statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaja Zn utvrđena je između svih tretmana. Značajno manja vrijednost sadržaja Zn u odnosu na kontrolni tretman zabilježena je jedino kod tretmana M1 (Tablica 49.).

3.13. Statistička obrada morfoloških svojstva komercijalnih presadnica pelargonije nakon adaptacije u supstratima

Statističkom obradom podataka utvrđeno je da nema razlike u ispitivanom parametru broja izboja presadnica pelargonije između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina. Značajna razlika u broju izboja zabilježena je jedino između tretmana Cg te kontrolnog tretmana F. Značajno manja visina biljaka presadnica pelargonije u odnosu na kontrolni tretman zabilježena je na tretmanima Ag, Cg, M4 i M5. Preostali tretmani nisu se značajno razlikovali u odnosu na kontrolni tretman. Nadalje, za ispitivani parametar dužine korijena nije utvrđena statistički značajna razlika među tretmanima. Najveći broj listova utvrđen je na tretmanima Cg i M4 te se značajno razlikovao u odnosu na kontrolni tretman te tretman Dg. (Tablica 50.).

Tablica 50. Prosječan broj izboja (BI), prosječna visina biljke (VB), prosječna dužina korijena (DK) te prosječan broj listova (BL) presadnica pelargonije u ovisnosti o supstratu

Tretman		BI	VB	DK	BL
Alternativne komponente	Ag	$2,35^{AB}$	$2,81^{D}$	$9,64^{A}$	$15,68^{ABC}$
	Bg	$2,37^{AB}$	$3,63^{AB}$	$9,01^{A}$	$16,07^{ABC}$
	Cg	$2,70^{A}$	$3,07^{CD}$	$9,12^{A}$	$18,18^{A}$
	Dg	$2,40^{AB}$	$3,55^{AB}$	$10,46^{A}$	$12,97^{C}$
Mješavine	M4	$2,65^{AB}$	$3,48^{BC}$	$8,95^{A}$	$18,47^{A}$
	M5	$2,25^{AB}$	$3,22^{BCD}$	$9,98^{A}$	$15,72^{ABC}$
	M6	$2,32^{AB}$	$3,66^{AB}$	$9,72^{A}$	$16,60^{AB}$
Kontrola	F	$2,05^{B}$	$3,95^{A}$	$9,13^{A}$	$14,65^{BC}$
Prosjek		**2,00**	**3,40**	**9,50**	**16,00**
Minimum		**2,00**	**2,60**	**6,90**	**11,00**
Maksimum		**3,00**	**4,30**	**12,40**	**21,00**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Svježa masa nadzemnog dijela presadnice pelargonije utvrđena na kontrolnom tretmanu bila je značajno veća u odnosu na tretman alternativnih komponenti Dg te u odnosu na tretman mješavina M5. Ostali ispitivani tretmani se nisu značajno razlikovali u odnosu na kontrolni tretman za ovaj ispitivani parametar. Značajno manja vrijednost ispitivanog parametara svježe mase korijena u odnosu na kontrolni tretman utvrđena je kod tretmana

M5. Nadalje, za ispitivani parametar ukupna masa presadnice pelargonije utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana Dg i M5 i ostalih ispitivanih tretmana, dok između ta dva tretmana nije utvrđena značajna razlika. Statistički značajna razlika za ispitivani parametar odnosa nadzemnog dijela i korijena svježe mase utvrđena je između tretmana Dg i svih ostalih ispitivanih tretmana (Tablica 51.).

Tablica 51. Svježa masa nadzemnog dijela presadnice (SMND), svježa masa korijena (SMK), ukupna svježa masa presadnice (USMP) te odnos nadzemnog dijela i korijena svježe mase (ND/K_{SV}) u ovisnosti o supstratu

Tretman		**SMND**	**SMK**	**USMP**	**ND/Ksv**
Alternativne komponente	Ag	$4,00^{B}$	$1,03^{AB}$	$5,03^{A}$	$3,86^{A}$
	Bg	$4,31^{AB}$	$1,15^{A}$	$5,46^{A}$	$3,77^{A}$
	Cg	$4,22^{AB}$	$1,01^{AB}$	$5,22^{A}$	$4,17^{A}$
	Dg	$2,24^{D}$	$0,96^{AB}$	$3,20^{B}$	$2,32^{B}$
Mješavine	M4	$4,35^{AB}$	$1,07^{A}$	$5,42^{A}$	$4,08^{A}$
	M5	$3,14^{C}$	$0,83^{B}$	$3,96^{B}$	$3,81^{A}$
	M6	$4,67^{A}$	$1,06^{A}$	$5,73^{A}$	$4,44^{A}$
Kontrola	F	$4,55^{AB}$	$1,14^{A}$	$5,68^{A}$	$4,18^{A}$
Prosjek		**3,93**	**1,03**	**4,967**	**3,832**
Minimum		**1,86**	**0,69**	**2,751**	**2,087**
Maksimum		**5,25**	**1,40**	**6,385**	**5,319**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Značajno manje vrijednosti od kontrolnog tretmana za ispitivani parametar suhe mase nadzemnog dijela presadnice pelargonije utvrđene su na tretmanu Dg. Nije utvrđena statistički značajna razlika za ispitivani parametar suhe masa korijena između kontrolnog tretman te tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina. Međutim, utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana M4 i ostalih tretmana mješavina. Također, kod tretmana alternativnih komponenti Bg i Cg utvrđene su značajno manje vrijednosti suhe mase korijena u odnosu na tretman Ag (Tablica 52.).

Tablica 52. Suha masa nadzemnog dijela presadnice (SHMND), suha masa korijena (SHMK), ukupna suha masa presadnice (USHMP), odnos nadzemnog dijela i korijena suhe mase (ND/K_{SH}) u ovisnosti o supstratu

Tretman		SHMND	SHMK	USHMP	ND/K_{SH}
Alternativne komponente	Ag	$0,35^{ABC}$	$0,10^{AB}$	$0,45^{ABC}$	$3,51^{C}$
	Bg	$0,37^{AB}$	$0,07^{C}$	$0,44^{ABC}$	$5,08^{A}$
	Cg	$0,35^{ABC}$	$0,07^{C}$	$0,42^{BC}$	$4,64^{AB}$
	Dg	$0,29^{C}$	$0,09^{ABC}$	$0,38^{C}$	$3,22^{C}$
Mješavine	M4	$0,39^{A}$	$0,10^{A}$	$0,50^{A}$	$3,70^{BC}$
	M5	$0,33^{BC}$	$0,08^{BC}$	$0,41^{BC}$	$4,14^{ABC}$
	M6	$0,39^{A}$	$0,08^{BC}$	$0,47^{AB}$	$4,88^{A}$
Kontrola	F	$0,36^{AB}$	$0,09^{ABC}$	$0,45^{ABC}$	$3,92^{BC}$
Prosjek		**0,357**	**0,08**	**0,446**	**4,967**
Minimum		**0,247**	**0,060**	**0,324**	**3,025**
Maksimum		**0,432**	**0,127**	**0,541**	**6,385**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Za ispitivani parametar ukupne suhe mase presadnica pelargonije nije utvrđena statistički značajna razlika između kontrolnog tretmana i svih ostalih tretmana. Nadalje, statistički značajna razlika utvrđena je između tretmana M4 te tretmana Cg, Dg i M5. Značajno veće vrijednosti ispitivanog parametara odnosa nadzemnog dijela i korijena suhe mase utvrđene su kod tretmana Bg i M6 u odnosu na kontrolni tretman. Također, utvrđena je statistički značajna razlika između alternativnih komponenti tretmana Bg i Cg i tretmana Ag i Dg (Tablica 52.).

3.14. Kemijska svojstva presadnica pelargonije nakon adaptacije u supstratima

3.14.1. Nadzemni dio presadnica pelargonija

U nadzemnom dijelu presadnica pelargonije utvrđena je statistički značajna razlika ispitivanog parametra % H_2O svih istraživanih tretmana u odnosu na kontrolu, osim tretman Dg koji se nije značajno razlikovao od kontrolnog tretmana. Najveći % H_2O zabilježen je na tretmanu Cg, dok je najmanji % H_2O zabilježen na tretmanu Dg. Za ispitivani parametar % ST utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana Dg i M5 i tretmana F. Ostali ispitivani tretmani se nisu značajno razlikovali u % ST u odnosu na kotrolni tretman (Tablica 53.).

Tablica 53. Sadržaj vode i suhe tvari nadzemnog dijela pelargonije u ovisnosti o supstratu

Tretman		% H_2O	% ST
Alternativne komponente	Ag	$91,2015^{AB}$	$8,7985^{CD}$
	Bg	$91,3425^{AB}$	$8,6575^{CD}$
	Cg	$91,7443^{A}$	$8,2557^{D}$
	Dg	$86,7602^{D}$	$13,2398^{A}$
Mješavine	M4	$90,8449^{B}$	$9,1551^{C}$
	M5	$89,322^{C}$	$10,6780^{B}$
	M6	$91,5629^{AB}$	$8,4371^{CD}$
Kontrola	F	$91,2806^{D}$	$8,7194^{CD}$
Prosjek		**90,51**	**9,49**
Minimum		**86,03**	**7,47**
Maksimum		**92,53**	**13,97**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu presadnice pelargonije značajno se razlikovao među ispitivanim tretmanima. Statistički značajna razlika ispitivanog parametra % N utvrđena je između tretmana alternativnih komponenti (Ag, Bg i Dg) i tretmana kontrole te između svih tretmana mješavina i kontrolnog tretmana. Za ispitivani parametar % P nije utvrđena statistički značajna razlika u odnosu na kontrolni supstrat jedino na tretmanima Bg i M6. Najveća i najmanja vrijednost ispitivanog parametra % P zabilježena je na tretmanima alternativnih komponenti, tretmanu Ag odnosno na tretmanu Dg (Tablica 54.). Vrijednosti ispitivanog parametra % K kontrolnog tretmana značajno su se razlikovale od vrijednosti tretmana alternativnih komponenti Ag, Bg i Dg te tretmana mješavina M4 i M5. Zabilježena je i statistički značajna razlika ispitivanog parametra % K između svih tretmana alternativnih komponenti te također između svih tretmana mješavina. Nadalje, za ispitivani parametar % Ca zabilježena je statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti i kontrolnog tretmana, osim tretmana Bg koji se nije statistički značajno razlikovao od kontrolnog tretmana. Utvrđene su značajno veće vrijednosti tretmana mješavine M4 i M6 u odnosu na supstrat F. Statistički značajna razlika ispitivanog parametra % Mg utvrđena je između tretmana kontrole i ostali ispitivanih tretmana osim za tretman M5 koji se nije značajno razlikovao od kontrolnog tretmana. Također, zabilježena je statistički značajna razlika ispitivanog parametra % Mg među tretmanima mješavina te tretmanima mješavina i tretmanima alternativnih komponenti. Vrijednosti ispitivanog parametra % Na kontrolnog

tretmana značajno su se razlikovale od vrijednosti svih tretmana alternativnih komponenti te tretmana mješavina M6. Najveća i najmanja vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je na tretmanima alternativnih komponenti, tretmanu Bg odnosno na tretmanu Cg (Tablica 54.).

Tablica 54. Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu biljke pelargonije u ovisnosti o supstratu

Tretman		**N %**	**P %**	**K %**	**Ca %**	**Mg %**	**Na %**
Alternativne komponente	Ag	$3,125^{B}$	$0,566^{A}$	$4,066^{BC}$	$0,782^{C}$	$0,451^{A}$	$0,440^{BC}$
	Bg	$3,220^{B}$	$0,271^{EF}$	$3,283^{D}$	$0,974^{B}$	$0,132^{F}$	$0,721^{A}$
	Cg	$3,243^{AB}$	$0,485^{B}$	$4,536^{A}$	$1,225^{A}$	$0,312^{B}$	$0,375^{E}$
	Dg	$0,936^{E}$	$0,215^{G}$	$2,410^{E}$	$0,754^{C}$	$0,118^{F}$	$0,437^{BC}$
Mješavine	M4	$2,506^{C}$	$0,374^{C}$	$3,871^{C}$	$1,196^{A}$	$0,230^{C}$	$0,425^{BCD}$
	M5	$1,665^{D}$	$0,239^{FG}$	$3,439^{D}$	$0,988^{B}$	$0,162^{E}$	$0,408^{D}$
	M6	$2,650^{C}$	$0,340^{CD}$	$4,292^{AB}$	$1,248^{A}$	$0,205^{D}$	$0,444^{B}$
Kontrola	F	$3,465^{A}$	$0,306^{DE}$	$4,450^{A}$	$1,004^{B}$	$0,170^{E}$	$0,442^{D}$
Prosjek		**2,60**	**0,35**	**3,79**	**1,02**	**0,22**	**0,46**
Minimum		**0,81**	**0,20**	**2,21**	**0,68**	**0,11**	**0,36**
Maksimum		**3,67**	**0,62**	**4,96**	**1,41**	**0,47**	**0,74**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Sadržaj mikroelemenata u nadzemnom dijelu presadnice pelargonije statistički se značajno razlikovao u ovisnosti o ispitivanim tretmanima. Statistički značajna razlika utvrđena je za ispitivani parametar sadržaja Cu između tretmana alternativnih komponenti te kontrolnog tretmana. Tretmani mješavina nisu se značajno razlikovali u odnosu na kontrolni tretman osim tretmana M5. Za ispitivani parametar sadržaja Fe utvrđena je statistički značajna razlika svih tretmana u odnosu na kontrolu. Također, utvrđene su značajno veće vrijednosti ispitivanog parametra Fe kod svih tretmana u odnosu na kontrolni tretman. Nadalje, vrijednosti kontrolnog tretmana ispitivanog parametra sadržaja Mn značajno su veće u odnosu na ostale tretmane. Također, zabilježena je statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina, osim između tretmana Bg i M6 koji se statistički nisu značajno razlikovali. Statistički značajna razlika za ispitivani parametar sadržaja Zn utvrđena je između svih tretmana. Značajno manja vrijednost sadržaja Zn u odnosu na kontrolni tretman zabilježena je kod tretmana M5 i A (Tablica 55.).

Tablica 55. Sadržaj mikroelemenata u nadzemnom dijelu biljke pelargonije u ovisnosti o supstratu

Tretman		Cu mg/kgST	Fe mg/kgST	Mn mg/kgST	Zn mg/kgST
Alternativne komponente	Ag	4,49^{C}	463,77^{A}	61,52^{C}	35,79^{H}
	Bg	3,73^{D}	195,43^{E}	42,37^{EF}	66,42^{A}
	Cg	7,04^{A}	217,70^{D}	43,67^{E}	52,64^{C}
	Dg	3,70^{D}	188,15^{F}	85,62^{B}	44,95^{F}
Mješavine	M4	5,40^{B}	335,83^{B}	55,75^{D}	49,89^{D}
	M5	4,68^{C}	194,60^{E}	55,80^{D}	42,27^{G}
	M6	5,30^{B}	224,02^{C}	40,52^{F}	56,09^{B}
Kontrola	F	5,40^{B}	163,87^{G}	99,85^{A}	46,82^{E}
Prosjek		**4,97**	**247,90**	**60,64**	**49,36**
Minimum		**3,48**	**162,00**	**39,90**	**35,29**
Maksimum		**7,23**	**467,6**	**100,90**	**66,63**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

3.14.2. Korijen presadnica pelargonije

U korijenu presadnica pelargonije zabilježena je statistički značajna razlika ispitivanog parametra % H_2O između kontrole i tretmana alternativnih komponenti Ag i Dg te tretmana mješavina M4 i M5. Kao i kod ispitivanog parametra % H_2O, statistički značajna razlika ispitivani parametar % ST utvrđena je između istih navedenih tretmana. Najveći % H_2O zabilježen je na tretmanu Bg, dok je najveći % ST zabilježen na tretmanu M4 (Tablica 56.).

Tablica 56. Sadržaj vode i suhe tvari korijena pelargonije u ovisnosti o supstratu

Tretman		% H_2O	% ST
Alternativne komponente	Ag	90,2999^{D}	9,7010^{A}
	Bg	93,4081^{A}	6,5920^{D}
	Cg	91,8048^{BC}	8,1952^{BC}
	Dg	90,5103^{CD}	9,4897^{AB}
Mješavine	M4	89,8699^{D}	10,1301^{A}
	M5	90,1282^{D}	9,8718^{A}
	M6	92,2628^{AB}	7,7372^{CD}
Kontrola	F	92,1923^{AB}	7,8077^{CD}
Prosjek		**91,31**	**8,69**
Minimum		**88,74**	**5,95**
Maksimum		**94,05**	**11,26**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Za ispitivani parametar % P utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana i kontrolnog tretman. Značajno manja vrijednost ispitivanog parametra % P zabilježena je jedino na tretmanu Bg. Nadalje, kod ispitivanog parametara % K utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti te također i između tretmana mješavina. Statistički značajna razlika za ispitivani parametar % K nije utvrđena između kontrolnog tretmana i tretmana Dg i M4, dok su se ostali tretmani značajno razlikovali od kontrolnog tretmana. Vrijednosti ispitivanog parametra % Ca statistički su se značajno razlikovale između kontrolnog tretmana i tretmana alternativnih komponenti te između kontrolnog tretmana i tretmana mješavina. Također, zabilježena je statistički značajna razlika između samih tretmana alternativnih komponenti kao i između samih tretmana mješavina. Statistički značajna razlika ispitivanog parametra % Mg utvrđena je između tretmana alternativnih komponenti i kontrolnog tretmana, kao i između samih tretmana alternativnih komponenti. Utvrđena je i statistički značajna razlika za ispitivani parametar % Mg između samih tretmana mješavina. Vrijednosti ispitivanog parametra % Na kontrolnog tretmana značajno su se razlikovale od vrijednosti svih tretmana mješavina te tretmana Bg, Cg i Dg alternativnih komponenti. Najveća vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena je na tretmanu alternativnih komponenti, tretmanu Bg, dok je najmanja vrijednost ispitivanog parametra % Na zabilježena na tretmanu Ag te E (Tablica 57.).

Tablica 57. Sadržaj makroelemenata u korijenu pelargonije u ovisnosti o supstratu

Tretman		**N** **%**	**P** **%**	**K** **%**	**Ca** **%**	**Mg** **%**	**Na** **%**
Alternativne komponente	Ag	$2,260^{CD}$	$0,426^{B}$	$2,306^{A}$	$0,229^{G}$	$0,570^{B}$	$0,304^{C}$
	Bg	$2,636^{AB}$	$0,178^{F}$	$1,602^{E}$	$1,151^{A}$	$0,342^{E}$	$0,459^{A}$
	Cg	$2,409^{BC}$	$0,498^{A}$	$2,209^{B}$	$0,784^{B}$	$0,652^{A}$	$0,348^{B}$
	Dg	$1,472^{E}$	$0,243^{D}$	$1,787^{D}$	$0,385^{F}$	$0,251^{F}$	$0,359^{B}$
Mješavine	M4	$2,042^{D}$	$0,291^{C}$	$1,774^{D}$	$0,533^{E}$	$0,378^{D}$	$0,275^{D}$
	M5	$1,650^{E}$	$0,255^{D}$	$2,064^{C}$	$0,361^{F}$	$0,334^{E}$	$0,264^{D}$
	M6	$2,785^{A}$	$0,296^{C}$	$2,288^{AB}$	$0,637^{C}$	$0,450^{C}$	$0,353^{B}$
Kontrola	F	$2,138^{CD}$	$0,206^{E}$	$1,800^{D}$	$0,587^{D}$	$0,382^{D}$	$0,303^{C}$
Prosjek		**2,17**	**0,30**	**1,98**	**0,58**	**0,42**	**0,33**
Minimum		**1,15**	**0,17**	**1,56**	**0,22**	**0,24**	**0,25**
Maksimum		**3,30**	**0,52**	**2,34**	**1,19**	**0,68**	**0,47**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Sadržaj mikroelemenata u korijenu presadnice pelargonije statistički se značajno razlikovao između ispitivanih tretmana. Statistički značajna razlika ispitivanog parametra sadržaja Cu utvrđena je između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina. Nadalje, nije utvrđena značajno manja vrijednost ispitivanog parametra sadržaja Cu niti na jednom tretmanu u odnosu na kontrolni tretman. Za ispitivani parametar sadržaj Fe utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana. Značajno manje vrijednosti ispitivanog parametara sadržaja Fe utvrđene su na tretmanima Bg, Dg i M6 (Tablica 58.).

Tablica 58. Sadržaj mikroelemenata u korijenu pelargonije u ovisnosti o supstratu

Tretman		**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**
		mg/kgST	**mg/kgST**	**mg/kgST**	**mg/kgST**
Alternativne komponente	Ag	$14,463^{B}$	$4336,12^{A}$	$164,10^{C}$	$103,62^{G}$
	Bg	$6,586^{F}$	$1093,57^{G}$	$69,98^{H}$	$175,38^{B}$
	Cg	$27,238^{A}$	$3704,93^{B}$	$156,10^{D}$	$168,78^{C}$
	Dg	$6,649^{F}$	$625,70^{H}$	$168,78^{B}$	$182,95^{A}$
Mješavine	M4	$13,235^{C}$	$3355,62^{C}$	$125,13^{E}$	$118,25^{E}$
	M5	$7,601^{E}$	$2565,31^{D}$	$90,00^{F}$	$106,53^{F}$
	M6	$10,595^{D}$	$1704,56^{F}$	$87,98^{G}$	$143,15^{D}$
Kontrola	F	$7,080^{EF}$	$2055,81^{E}$	$170,13^{A}$	$119,30^{E}$
Prosjek		**11,68**	**2430,2**	**129,03**	**139,75**
Minimum		**6,19**	**622,40**	**69,20**	**103,40**
Maksimum		**28,83**	**4344,00**	**170,70**	**185,20**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Vrijednosti ispitivanog parametra sadržaja Mn statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana. Najveći sadržaj Mn zabilježen je na tretmanu F, dok je najmanji sadržaj zabilježen na tretmanu Bg. Statistički značajna razlika ispitivanog parametra sadržaja Cu utvrđena je između samih tretmana alternativnih komponenti i samih tretmana mješavina. Nadalje, značajno manja vrijednost ispitivanog sadržaja Cu u odnosu na kontrolu zabilježena je jedino na tretmanima Ag i M5.

3.15. Koeficijent akumulacije hranjivih elemenata

Koeficijent akumulacije makro i mikro elemenata iz supstrata alternativnih komponenti i njihovih mješavina te kontrole u nadzemni dio i korijen divlje ruže i pelargonije utvrđen je po formuli:

$$Ka=Cm/Cs$$

Pri čemu je ***Cm*** utvrđena koncentracija elementa u nadzemnom dijelu odnosno korijenu, a ***Cs*** utvrđena koncentracija elementa u supstratu.

S obzirom da su elementi u supstratu određivani u tri frakcije (ukupni , CAT i voda) na isti način određivani su i koeficijenti akumulacije (Tablica 59. – 62.). Koeficijent akumulacije za N određen je samo za ukupne makro i mikroelemente, dok koeficijent akumulacije za Ca nije određen u CAT-u zbog ekstrakcijske metode s kalcij kloridom.

Koeficijenti akumulacije lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže značajno su varirali među tretmanima. Najniži koeficijent akumulacije lakopristupačnog P određenog u vodi zabilježen je tretmanima E i C te se značajno razlikovao u odnosu na ostale tretmane. Statistički značajna razlika utvrđena je i između tretmana A, na kojem je zabilježen najveći koeficijent akumulacije, i svih ostalih tretmana. Koeficijent akumulacije lakopristupačnog K utvrđen na kontrolnom tretmanu iznosio je 20,33 te se značajno razlikovao u odnosu na ostale tretmane. Značajno veći koeficijent akumulacije u odnosu na kontrolni tretman utvrđen je na tretmanima M3, B i A Nadalje, najveći koeficijent akumulacija lakopristupačnog Ca zabilježen je na tretmanu D te je za njega utvrđena statistički značajna razlika u odnosu na ostale tretmane. Nije zabilježena značajna razlika u koeficijentu akumulacije lakopristupačnog Ca između tretmana mješavina međusobno te tretmana B (Tablica 59.).

Statistički značajna razlika za koeficijent akumulacije lakopristuačnog Mg utvrđena je između tretmana alternativnih komponenti, dok je kod tretmana mješavina utvrđena između M3 i preostale dvije mješavine. Značajno veći koeficijent akumulacije kontrolnog tretmana utvrđen je jedino za tretman C. Za koeficijent akumulacije lakopristupačnog Mg utvrđena je statistički značajna razlika između svih ispitivanih tretmana osim između tretmana B i D na kojima su zabilježene i najmanje vrijednosti koeficijenta akumulacije.

Tablica 59. Koeficijent akumulacije mikro i makro elemenata u nadzemnom dijelu presadnice divlje ruže iz supstrata ovisno o njihovom obliku

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
H_2O										
A	-	$64,11^{A}$	$21,93^{C}$	$15,16^{B}$	$17,27^{B}$	$5,72^{A}$	$53,00^{A}$	$13,49^{G}$	$758,33^{D}$	$404,23^{A}$
B	-	$18,43^{D}$	$22,44^{B}$	$1,47^{D}$	$4,53^{CD}$	$1,03^{G}$	$10,19^{G}$	$65,26^{E}$	$286,17^{F}$	$53,91^{F}$
C	-	$11,90^{E}$	$14,07^{F}$	$0,56^{E}$	$2,19^{G}$	$2,86^{C}$	$15,72^{F}$	$118,77^{D}$	$438,67^{E}$	$102,40^{E}$
D	-	$17,19^{D}$	$18,75^{E}$	$19,04^{A}$	$56,33^{A}$	$1,10^{G}$	$5,47^{H}$	$4,81^{H}$	$150,33^{G}$	$26,75^{H}$
M1	-	$29,05^{C}$	$18,51^{E}$	$1,46^{D}$	$3,54^{EF}$	$2,12^{E}$	$33,95^{D}$	$144,55^{C}$	$1230,49^{C}$	$215,73^{D}$
M2	-	$36,08^{B}$	$18,65^{E}$	$1,73^{D}$	$4,20^{DE}$	$2,54^{D}$	$39,41^{C}$	$387,38^{A}$	$2016,89^{B}$	$283,19^{B}$
M3	-	$35,43^{B}$	$28,14^{A}$	$1,60^{D}$	$5,25^{C}$	$4,62^{B}$	$41,12^{B}$	$304,64^{B}$	$3740,18^{A}$	$272,32^{C}$
E	-	$12,05^{E}$	$20,33^{D}$	$2,46^{C}$	$3,04^{F}$	$1,97^{F}$	$22,07^{E}$	$22,75^{F}$	$90,36^{H}$	$32,12^{G}$
CAT										
A	-	$18,33^{A}$	$15,28^{E}$	-	$3,33^{B}$	$5,84^{A}$	$3,14^{B}$	$1,28^{C}$	$0,71^{G}$	$4,16^{B}$
B	-	$7,10^{E}$	$19,35^{B}$	-	$1,72^{E}$	$0,96^{G}$	$1,77^{E}$	$0,09^{H}$	$2,21^{F}$	$0,56^{H}$
C	-	$4,46^{G}$	$13,42^{F}$	-	$1,65^{E}$	$3,02^{C}$	$1,60^{F}$	$1,02^{D}$	$6,38^{D}$	$1,36^{F}$
D	-	$5,37^{F}$	$5,99^{G}$	-	$1,18^{F}$	$0,54^{H}$	$0,46^{H}$	$0,17^{G}$	$0,43^{H}$	$0,94^{G}$
M1	-	$14,11^{C}$	$16,51^{D}$	-	$2,39^{D}$	$2,12^{E}$	$2,49^{D}$	$0,99^{E}$	$16,87^{C}$	$1,72^{E}$
M2	-	$16,53^{B}$	$16,72^{D}$	-	$2,78^{C}$	$2,56^{D}$	$2,82^{C}$	$2,51^{A}$	$25,53^{B}$	$2,30^{D}$
M3	-	$16,00^{B}$	$26,65^{A}$	-	$3,80^{A}$	$5,14^{B}$	$3,41^{A}$	$1,85^{B}$	$27,94^{A}$	$2,59^{C}$
E	-	$12,56^{D}$	$17,99^{C}$	-	$1,09^{F}$	$1,89^{F}$	$1,08^{G}$	$0,75^{F}$	$6,27^{E}$	$4,89^{A}$
UKUPNI										
A	$3,82^{B}$	$1,62^{B}$	$2,63^{F}$	$3,87^{A}$	$0,74^{B}$	$0,72^{D}$	$0,31^{B}$	$0,01^{C}$	$0,13^{H}$	$0,81^{B}$
B	$1,21^{H}$	$1,07^{C}$	$13,33^{B}$	$0,24^{D}$	$0,75^{B}$	$0,81^{C}$	$0,31^{B}$	$0,02^{B}$	$0,85^{B}$	$0,34^{E}$
C	$1,79^{G}$	$0,43^{F}$	$3,21^{D}$	$0,56^{BC}$	$0,41^{E}$	$0,81^{C}$	$0,13^{G}$	$0,01^{C}$	$0,23^{G}$	$0,32^{E}$
D	$4,44^{A}$	$1,02^{C}$	$3,43^{C}$	$0,59^{B}$	$0,54^{D}$	$0,62^{E}$	$0,22^{C}$	$0,01^{C}$	$0,32^{F}$	$0,52^{C}$
M1	$3,17^{D}$	$0,87^{D}$	$2,99^{E}$	$0,46^{C}$	$0,64^{C}$	$0,93^{B}$	$0,19^{D}$	$0,01^{C}$	$0,55^{C}$	$0,37^{D}$
M2	$3,31^{C}$	$1,05^{C}$	$3,03^{E}$	$0,51^{BC}$	$0,65^{C}$	$0,59^{E}$	$0,15^{F}$	$0,01^{C}$	$0,47^{D}$	$0,39^{D}$
M3	$3,04^{E}$	$0,71^{E}$	$3,48^{C}$	$0,55^{BC}$	$0,64^{C}$	$0,97^{B}$	$0,17^{E}$	$0,01^{C}$	$0,44^{E}$	$0,37^{D}$
E	$2,52^{F}$	$8,25^{A}$	$13,64^{A}$	$0,32^{D}$	$0,87^{A}$	$4,12^{A}$	$0,33^{A}$	$0,12^{A}$	$4,53^{A}$	$2,14^{A}$
X_{H_2O}	-	**28,03**	**20,35**	**5,43**	**12,04**	**2,74**	**27,61**	**132,70**	**1088,92**	**173,83**
X_{CAT}	-	**11,80**	**16,48**	-	**2,24**	**2,75**	**2,09**	**1,08**	**10,79**	**2,31**
X_{UKP}	**2,91**	**1,87**	**5,71**	**0,88**	**0,65**	**1,19**	**0,22**	**0,02**	**0,93**	**0,65**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Prosječno su zabilježene veće vrijednosti koeficijenata akumulacije lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u odnosu na makroelemente. Statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu utvrđena je između svih tretmana. Najveća i najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na tretmanima alternativnih komponenti, odnosno na tretmanima A i D. Također, utvrđena je statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe između svih tretmana. Značajne razlike u vrijednostima koeficijenta akumulacije među tretmanima najbolje se očituju između najveće

vrijednosti od 387,38 zabilježene na tretmanu M2 te najmanje 4,81 zabilježene na tretmanu D. Nadalje, nešto manje razlike, ali i dalje statistički značajne utvrđene su za koeficijent akumulacije lakopristupačnog Mn između svih tretmana. Najveće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn zabilježene su na tretmanima mješavina, zatim nešto niže na alternativnim komponentama, a najmanja vrijednost zabilježena je na kontrolnom supstratu. Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn između svih tretmana. Kao i kod Fe, utvrđena značajna razlika između tretmana najbolje se očitovala između najveće i najmanje vrijednosti koeficijenta akumulacije zabilježene na tretmanima A i D (Tablica 59.).

Općenito, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u u nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže bile su manje u odnosu na one određene u vodi. Vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana osim između tretmana M2 i M3. Značajno manji koeficijent akumulacije za lakopristupačni P od kontrolnog tretmana utvrđen je na tretmanima alternativnih komponenti B, D i C. Također, utvrđena je statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog K između svih tretmana osim između tretmana M1 i M2. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na tretmanu M3, a najmanja na tretmanu D. Nadalje, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakaopristupačnog Mg značajno su se razlikovale između tretmana mješavina međusobno kao i tretmana mješavina i tretmana alternativnih komponenti. Najmanji koeficijent akumulacije lakopristupačnog Mg zabilježen je na kontrolnom tretmanu te nije zabilježena značajna razlika u vrijednostima jedino u odnosu na tretman C. Statistički značajna razlika za koeficijent akumulacije lakopristuačnog Na utvrđena je između svih ispitivanih tretmana. Značajno manji koeficijent akumulacije u odnosu na kotrolni tretman zabilježen je jedino na tretmanu B (Tablica 59.).

Kao i kod makroelementa, samo puno izraženija razlika zabilježena je između vrijednosti koeficijenata akumulacije mikroelementata određenih u vodi i CAT-u, a posebno kod Mn. Utvrđene su statistički značajne razlike u vrijednostima koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu između svih tretmana. Veće vrijednosti koeficijenta akumulacije zabilježene su na tretmanima mješavina i tretmanu A, nešto manje vrijednosti na kontrolnom tretmanu i ostalim tretmanima alternativnih komponenti gdje je zabilježena i najmanja vrijednost na tretmanu D. Također, za koeficijent akumulacije lakopristupačnog Fe utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta

akumulacije zabilježena je na tretmanu M2, dok je najmanja zabilježena na tretmanu B. Nadalje, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakoristupačnog Mn značajno su se razlikovale između svih tretmana. Najveće vrijednosti zabilježene su na tretmanima mješavinama, dok je najmanja vrijednost zabilježena na tretmanu D. Isto tako, utvrđene su statistički značajne razlike u vrijednostima koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn između svih tretmana. Najveći koeficijent akumulacije lakopristupačnog Zn zabilježen je na kontrolnom tretmanu (Tablica 59.).

Vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnih makroelemenata u nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže u prosjeku su bile niže od onih lakopristupačnih. Koeficijent akumulacije ukupnog dušika kretao se od 1,21 na tretmanu B do 4,44 koji je zabilježen na tretmanu D. Prosječan koeficijent akumulacije ukupnog dušika iznosio je 2,91. Vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog P svih ispitivanih tretmana bile su značajno manje u odnosu na kontrolni tretman. Također, zabilježena je i značajna razlika u vrijednostima koeficijenta akumulacije između tretmana mješavina. Nadalje, zabilježena je statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije ukupnog K između tretmana E i B, na kojima su zabilježene najveće vrijednosti koeficijenta akumulacije, i svih ostalih tretmana, ali i između ta dva tretmana međusobno. Utvrđene su značajno veće vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Ca na tretmanu A u odnosu na ostale tretmane. Najmanji koeficijent akumulacije ukupnog Ca zabilježen je na tretmanima B i D. Nadalje, statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije ukupnog Mg utvrđena je između kontrolnog tretmana i svih ostalih tretmana. Također, zabilježena je i statistički značajna razlika između tretmana mješavina i tretmana alternativnih komponenti. Slično, vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Na značajno su veće na kontrolnom tretmanu u odnosu na ostale tretmane. Najmanji koeficijent akumulacije ukupnog Na zabilježen je na tretmanima mješavina M1 i M3 (Tablica 59.).

Naposljetku, vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnih mikroelemenata u prosjeku su bile najniže. Statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije ukupnog Cu utvrđena je između kontrolnog tretmana i svih ostalih tretmana. Također, utvrđena je značajna razlika između tretmana mješavina međusobno kao i tretmana mješavina i tretmana alternativnih komponenti. Nadalje, za koeficijent akumulacije ukupnog Fe utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na tretmanu E, dok je najmanja zabilježena na tretmanu C. također, vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnog Mn značajno su se razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na

tretmanu E, dok je najmanja zabilježena na tretmanu A. Utvrđene su značajno veće vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Zn na tretmanu A u odnosu na ostale tretmane. Također, zabilježena je statistički značajna razlika između tretmana mješavina i tretmana alternativnih komponenti (Tablica 59.).

Koeficijenti akumulacije lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u korijenu presadnica divlje ruže značajno su se razlikovali među tretmanima. Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P između svih tretmana. Najmanji koeficijent akumulacije zabilježen je na kontrolnom tretmanu, a najveći na tretmanu alternativnih komponenti A. Također, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog K značajno su se razlikovale među svim istraživanim tretmanima. Najveći koeficijent akumulacije K zabilježen je na tretmanu D, dok je najmanji i jedini značajno manji u odnosu na kontrolu zabilježen na tretmanu C. Nadalje, koeficijent akumulacija lakopristupačnog Ca značajno se razlikovao između kontrole i svih ostalih tretmana. Također, zabilježena je statistički značajna razlika između tretmana mješavina međusobno kao i između tretmana alternativnih komponenti međusobno. Značajno veće vrijednosti koeficijenta akumulacije u odnosu na kontrolu zabilježene su na tretmanima D i A. utvrđena je statistički značajna razlika između najveće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mg na tretmanu D i svih ostalih tretmana. Niti na jednom istraživanom tretmanu nije zabilježena značajno niža vrijednost koeficijenta akumulacije Mg u odnosu a kontrolu (Tablica 60.).

U korijenu presadnice divlje ruže koeficijenti akumulacije lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi bili su u prosjeku veći u odnosu na vrijednosti koeficijenata akumulacije makroelemenata. Najveće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu zabilježene su na tretmanima A i M3 te su bile značajno veće u odnosu na ostale ispitivane tretmane. Značajno manje vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu u odnosu na kontrolu zabilježene su na tretmanima B i D. Nadalje, statistički značajne razlike koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe utvrđene su između svih tretmana. Također, kod Fe su zabilježene i najveće varijacije između tretmana u odnosu na sve ostale makro i mikro elemente. Ta razlika se najbolje očituje između tretmana M3 s najvećom vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe te tretmana D na kojem je zabilježena najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije.

Tablica 60. Koeficijent akumulacije mikro i makro elemenata u korijenu presadnice divlje ruže iz supstrata ovisno o njihovom obliku

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
H_2O										
A	-	$45,21^{A}$	$15,11^{C}$	$12,42^{B}$	$21,10^{B}$	$13,44^{A}$	$57,87^{A}$	$261,17^{F}$	$1469,13^{B}$	$2787,01^{A}$
B	-	$12,88^{F}$	$11,37^{F}$	$1,92^{F}$	$7,00^{CD}$	$3,42^{G}$	$8,02^{F}$	$307,99^{E}$	$199,78^{F}$	$379,88^{F}$
C	-	$9,97^{G}$	$9,65^{H}$	$0,95^{G}$	$2,63^{E}$	$7,45^{D}$	$27,47^{D}$	$1374,47^{C}$	$450,51^{E}$	$843,02^{E}$
D	-	$15,55^{E}$	$19,44^{A}$	$21,02^{A}$	$86,96^{A}$	$5,53^{E}$	$7,44^{F}$	$39,92^{H}$	$91,65^{G}$	$269,65^{G}$
M1	-	$19,63^{D}$	$12,70^{D}$	$2,11^{F}$	$5,14^{D}$	$5,53^{E}$	$38,20^{C}$	$813,20^{D}$	$516,89^{D}$	$1077,36^{D}$
M2	-	$23,80^{C}$	$12,05^{E}$	$2,65^{E}$	$5,81^{D}$	$9,40^{C}$	$49,18^{B}$	$1868,09^{B}$	$875,29^{C}$	$2470,94^{B}$
M3	-	$26,50^{B}$	$16,02^{B}$	$3,13^{D}$	$9,30^{C}$	$10,78^{B}$	$56,98^{A}$	$2829,76^{A}$	$2006,29^{A}$	$1639,56^{C}$
E	-	$8,36^{H}$	$10,60^{G}$	$4,32^{C}$	$4,94^{DE}$	$3,75^{F}$	$20,69^{E}$	$47,48^{G}$	$45,90^{H}$	$185,35^{H}$
CAT										
A	-	$12,93^{A}$	$10,53^{D}$	-	$4,06^{B}$	$13,73^{A}$	$3,43^{C}$	$24,83^{A}$	$1,38^{G}$	$28,69^{A}$
B	-	$4,96^{F}$	$9,80^{E}$	-	$2,66^{E}$	$3,18^{G}$	$1,39^{E}$	$0,43^{H}$	$1,55^{F}$	$3,94^{H}$
C	-	$3,73^{G}$	$9,21^{G}$	-	$1,99^{F}$	$7,86^{D}$	$2,80^{D}$	$11,82^{D}$	$6,55^{D}$	$11,23^{E}$
D	-	$4,86^{F}$	$6,21^{A}$	-	$1,83^{G}$	$2,73^{H}$	$0,63^{G}$	$1,41^{G}$	$0,26^{H}$	$9,43^{F}$
M1	-	$9,53^{D}$	$11,33^{B}$	-	$3,47^{D}$	$5,53^{E}$	$2,80^{D}$	$5,56^{E}$	$7,09^{C}$	$8,59^{G}$
M2	-	$10,91^{C}$	$10,81^{C}$	-	$3,85^{C}$	$9,46^{C}$	$3,52^{B}$	$12,12^{C}$	$11,08^{B}$	$20,09^{C}$
M3	-	$11,97^{B}$	$15,17^{A}$	-	$6,74^{A}$	$12,01^{B}$	$4,72^{A}$	$17,17^{B}$	$14,99^{A}$	$15,56^{D}$
E	-	$8,70^{E}$	$9,38^{F}$	-	$1,77^{G}$	$3,60^{F}$	$1,01^{F}$	$1,56^{F}$	$3,18^{E}$	$28,22^{B}$
UKUPNI										
A	$3,83^{B}$	$1,14^{B}$	$1,81^{G}$	$3,17^{A}$	$0,91^{C}$	$1,70^{H}$	$0,34^{A}$	$0,20^{B}$	$0,24^{C}$	$5,59^{B}$
B	$1,35^{H}$	$0,75^{D}$	$6,75^{B}$	$0,32^{G}$	$1,16^{B}$	$2,68^{C}$	$0,25^{D}$	$0,07^{F}$	$0,59^{B}$	$2,39^{F}$
C	$1,80^{G}$	$0,36^{G}$	$2,20^{D}$	$0,95^{C}$	$0,49^{E}$	$2,10^{G}$	$0,23^{E}$	$0,08^{E}$	$0,24^{CD}$	$2,67^{E}$
D	$4,58^{A}$	$0,93^{C}$	$3,56^{C}$	$0,65^{E}$	$0,84^{D}$	$3,10^{B}$	$0,29^{C}$	$0,10^{D}$	$0,19^{F}$	$5,22^{C}$
M1	$2,98^{D}$	$0,58^{EF}$	$2,05^{E}$	$0,66^{E}$	$0,93^{C}$	$2,42^{D}$	$0,21^{F}$	$0,07^{G}$	$0,23^{D}$	$1,84^{H}$
M2	$3,00^{C}$	$0,69^{DE}$	$1,96^{F}$	$0,79^{D}$	$0,90^{C}$	$2,17^{F}$	$0,19^{G}$	$0,06^{H}$	$0,20^{E}$	$3,37^{D}$
M3	$2,84^{E}$	$0,53^{F}$	$1,98^{F}$	$1,08^{B}$	$1,13^{B}$	$2,26^{E}$	$0,23^{E}$	$0,11^{C}$	$0,24^{CD}$	$2,25^{G}$
E	$2,55^{F}$	$5,72^{A}$	$7,11^{A}$	$0,56^{F}$	$1,42^{A}$	$7,83^{A}$	$0,31^{B}$	$0,25^{A}$	$2,30^{A}$	$12,37^{A}$
X_{H2O}	**-**	**20,23**	**13,36**	**6,05**	**17,85**	**7,41**	**33,23**	**942,75**	**706,92**	**1206,59**
X_{CAT}	**-**	**8,44**	**10,30**	**-**	**3,29**	**7,26**	**2,53**	**9,36**	**5,75**	**15,71**
X_{UKP}	**2,87**	**1,33**	**3,42**	**1,02**	**0,97**	**3,03**	**0,25**	**0,11**	**0,52**	**4,46**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Slično, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn značajno su se razlikovale između svih tretmana te su zabilježene vrlo velike varijacije između najvećeg i najmanjeg zabilježenog koeficijenta akumulacije. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn zabilježena je na kontrolnom tretmanu. Isto tako, utvrđena je statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn između svih tretmana. Također, najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na kontrolnom tretmanu, dok je najveća vrijednost zabilježena na tretmanu A (Tablica 60.).

Kao i u nadzemnom dijelu divlje ruže, koeficijenti akumulacije makroelemenata određenih u CAT-u u korijenu divlje ruže bili su u prosjeku niži od onih određenih u vodi. Vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog fosfora značajno su se razlikovale između tretman alternativnih komponenti i tretmana mješavina kao i između tretmana kontrole. Također, utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana mješavina međusobno. Značajno manje vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog fosfora u odnosu na kontrolu zabilježene su jedino na tretmanima B i D. Najveće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog K zabilježene su na tretmanima D i M3 te su ujedno i značajno veće u odnosu na ostale tretmane. Najmanji koeficijent akumulacije lakopristupačnog kalija zabilježen je na tretmanu C. Nadalje, za koeficijent akumulacije lakopristupačnog Mg zabilježena je statistički značajna razlika između svih istraživanih tretmana osim između kontrolnog tretmana i tretmana D na kojima je ujedno zabilježena i najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije. Vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Na značajno su se razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Na zabilježena je na tretmanu A, dok je najmanja vrijednost zabilježena na tretmanu D (Tablica 60.).

Vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnih mikroelemenata određenih u CAT-u u korijenu presadnice divlje ruže značajno su se razlikovale među tretmanima. Utvrđena je statistički značajna razlika između vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu između gotovo svih tretmana osim između tretmana C i M1. Značajno manja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu u odnosu na kontrolu zabilježena je jedino na tretmanu D, dok je najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu zabilježena na tretmanu M3. Nadalje, statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe utvrđena između svih tretmana. Najmanja i najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe utvrđena je na tretmanima alternativnih komponenti odnosno na tretmanima A i B. Isto tako, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn značajno su se razlikovale između tretmana. Najveće vrijednosti zabilježene su na tretmanima mješavina supstrata, dok je najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn zabilježena na tretmanu alternativnih komponenti D. Utvrđene su značajno veće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn na tretmanu A u odnosu na ostale tretmane. Također, utvrđene su značajne razlike u vrijednostima između svih ostalih tretmana. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn zabilježena je na tretmanu B (Tablica 60.).

Općenito, vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnih makroelemenata u korijenu presadnica divlje ruže u prosjeku su bile niže od onih lakopristupačnih. Koeficijent akumulacije ukupnog dušika kretao se od 1,35 na tretmanu B do 4,58 koji je zabilježen na tretmanu D. Prosječan koeficijent akumulacije ukupnog dušika iznosio je 2,87. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog P zabilježena je na kontrolnom tretmanu te se značajno razlikovala u odnosu na ostale tretmane. Također, zabilježena je i statistički značajna razlika u vrijednostima koeficijenta akumulacije ukupnog P između tretmana alternativnih komponenti. Isto tako, vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog K zabilježene na kontrolnom tretmanu značajno se razlikovala u odnosu na ostale tretmane. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog K zabilježena je na tretmanu alternativnih komponenti A. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Ca između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina. Također, utvrđena je statistički značajna razlika i između tretmana kontrole i svih ostalih istraživanih tretmana. Najmanja zabilježena vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Ca zabilježena je na tretmanu A. Za vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Mg utvrđena je statistički značajna razlika između kontrolnog tretmana, na kojem je ujedno zabilježena i najveća vrijednost, i svih ostalih tretmana. Utvrđena je i statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti. Vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnog Na značajno su varirale među svim istraživanim tretmanima. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na kontrolnom tretmanu E, dok je najmanja zabilježena na tretmanu alternativnih komponenti A (Tablica 60.).

U korijenu presadnice divlje ruže koeficijent akumulacije ukupnih mikroelemenata u prosjeku je bio najniži. Najveće vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnog Cu zabilježene su na tretmanu A te su se značajno razlikovale u odnosu na ostale tretmane. Najmanji koeficijent akumulacije ukupnog Cu zabilježen je na tretmanu M1. Statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnog Fe utvrđena je između svi tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na kontrolnom tretmanu E, dok je najmanja zabilježena na tretmanu M2. Također, značajno veće vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnog Mn zabilježene su na kontrolnom tretmanu u odnosu na sve ostale tretmane. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Mn zabilježena je na tretmanu D. Isto tako, vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Zn značajno su se razlikovale među svim tretmanima. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena

je na kontrolnom tretmanu E, dok je najmanja zabilježena na tretmanu mješavina M1 (Tablica 60.).

Koeficijenti akumulacije lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u nadzemnom dijelu presadnica pelargonije značajno su se razlikovali među tretmanima. Statističkom obradom podataka utvrđena je značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P između kontrole i svih ostalih tretmana. Također, zabilježena je i statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P zabilježena je na tretmanu Dg. Značajno veća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog K zabilježena je na tretmanu Bg u odnosu na ostale istraživane tretmane. Također, zabilježena je statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti međusobno te tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Ca između tretmana alternativnih komponenti tretmana mješavina. Također, utvrđena je statistički značajna razlika između samih tretmana mješavina. Značajno manja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Ca u odnosu na kontrolu utvrđena je na tretmanu Cg. Za vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mg, utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mg zabilježena je na tretmanu Bg, a najmanja na tretmanu Cg (Tablica 61.).

Koeficijenti akumulacije lakopristupačnih mikroelemenata u nadzemnom dijelu presadnica pelargonije općenito su bili veće vrijednosti u odnosu na vrijednosti koeficijenta akumulacije makroelemenata. Značajno veće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu utvrđene su na tretmanu Ag u odnosu na ostale tretmane. Nadalje, zabilježena je statistički značajna razlika između samih tretmana alternativnih komponenti kao i između samih tretmana mješavina. Značajno manja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu u odnosu na kontrolni tretman zabilježena je jedino na tretmanu Bg. Statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe zabilježena je između tretmana Cg, na kojem je zabilježena najveća vrijednost koeficijenta akumulacije, i ostalih tretmana. Značajno manja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe u odnosu na kontrolni tretman zabilježena je na tretmanu M5. Utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn između svih istraživanih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta

akumulacije lakopristupačnog Mn zabilježena je na tretmanu M5, dok je najmanja zabilježena na kontrolnom tretmanu F. Značajno veće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn utvrđene su na tretmanu Ag u odnosu na ostale tretmane. Nadalje, zabilježena je statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavine, kao i između tretmana mješavine i tretmana kontrole. Najmanja zabilježena vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn zabilježena je na tretmanu Dg (Tablica 61.).

Tablica 61. Koeficijent akumulacije mikro i makro elemenata u nadzemnom dijelu presadnice pelargonije iz supstrata ovisno o njihovom obliku

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
H_2O										
Ag	-	$37,29^{CD}$	$33,90^{C}$	$19,12^{B}$	$15,66^{C}$	$30,33^{A}$	$25,96^{A}$	$197,45^{B}$	$446,56^{B}$	$264,58^{A}$
Bg	-	$76,38^{B}$	$64,33^{A}$	$23,61^{A}$	$23,10^{A}$	$13,55^{EF}$	$5,76^{F}$	$22,98^{D}$	$130,35^{F}$	$78,63^{F}$
Cg	-	$26,33^{E}$	$37,07^{B}$	$2,45^{F}$	$3,76^{H}$	$28,52^{B}$	$24,43^{B}$	$623,43^{A}$	$423,21^{C}$	$240,15^{B}$
Dg	-	$9,00^{F}$	$21,07^{E}$	$24,33^{A}$	$19,39^{B}$	$7,90^{G}$	$3,32^{G}$	$30,57^{D}$	$59,97^{G}$	$24,31^{G}$
M4	-	$40,51^{CD}$	$27,76^{D}$	$4,99^{E}$	$4,61^{G}$	$17,48^{C}$	$21,05^{C}$	$149,79^{C}$	$370,94^{D}$	$229,29^{C}$
M5	-	$33,51^{DE}$	$26,48^{D}$	$11,24^{C}$	$7,11^{D}$	$12,55^{F}$	$14,23^{E}$	$6,75^{E}$	$457,95^{A}$	$92,97^{E}$
M6	-	$44,82^{C}$	$32,45^{C}$	$8,67^{D}$	$6,32^{E}$	$15,22^{D}$	$19,67^{D}$	$25,73^{D}$	$195,77^{E}$	$219,03^{D}$
F	-	$92,27^{A}$	$27,02^{D}$	$5,72^{E}$	$5,46^{F}$	$14,43^{DE}$	$13,46^{E}$	$30,03^{D}$	$26,18^{H}$	$78,90^{F}$
CAT										
Ag	-	$18,08^{B}$	$28,69^{C}$	-	$5,14^{A}$	$38,03^{A}$	$2,14^{A}$	$4,61^{B}$	$1,61^{C}$	$2,31^{B}$
Bg	-	$22,70^{A}$	$41,82^{A}$	-	$1,49^{FG}$	$10,60^{F}$	$1,22^{CD}$	$0,18^{H}$	$1,48^{D}$	$0,98^{G}$
Cg	-	$14,24^{C}$	$33,39^{B}$	-	$2,77^{B}$	$27,04^{B}$	$2,15^{A}$	$5,32^{A}$	$6,83^{A}$	$2,14^{C}$
Dg	-	$8,36^{E}$	$13,38^{F}$	-	$1,39^{G}$	$6,83^{G}$	$0,51^{E}$	$0,57^{F}$	$1,42^{D}$	$0,81^{H}$
M4	-	$12,00^{D}$	$25,35^{D}$	-	$2,26^{C}$	$18,77^{C}$	$1,86^{B}$	$3,00^{C}$	$2,45^{B}$	$1,92^{E}$
M5	-	$6,91^{E}$	$20,81^{E}$	-	$1,68^{E}$	$13,44^{E}$	$1,30^{C}$	$0,65^{E}$	$0,88^{F}$	$1,49^{F}$
M6	-	$11,60^{D}$	$26,73^{D}$	-	$2,08^{D}$	$15,15^{D}$	$1,82^{B}$	$1,17^{D}$	$1,10^{E}$	$2,05^{D}$
F	-	$15,28^{C}$	$19,63^{E}$	-	$1,56^{EF}$	$11,54^{F}$	$1,16^{D}$	$0,32^{G}$	$0,92^{F}$	$2,72^{A}$
UKUPNI										
Ag	$3,95^{A}$	$2,13^{C}$	$3,51^{F}$	$8,00^{A}$	$0,90^{A}$	$3,60^{DE}$	$0,16^{EF}$	$0,03^{B}$	$0,14^{EF}$	$0,48^{D}$
Bg	$1,60^{F}$	$2,99^{A}$	$21,14^{A}$	$0,38^{F}$	$0,85^{B}$	$7,62^{A}$	$0,26^{C}$	$0,03^{B}$	$0,64^{B}$	$0,49^{D}$
Cg	$2,12^{D}$	$0,69^{E}$	$5,56^{D}$	$1,13^{D}$	$0,47^{DE}$	$3,63^{DE}$	$0,12^{G}$	$0,02^{C}$	$0,10^{G}$	$0,34^{G}$
Dg	$3,10^{B}$	$2,47^{B}$	$7,62^{C}$	$2,58^{B}$	$0,91^{A}$	$5,25^{B}$	$0,42^{A}$	$0,09^{A}$	$1,19^{A}$	$0,67^{B}$
M4	$1,97^{E}$	$0,86^{DE}$	$4,77^{E}$	$1,10^{DE}$	$0,43^{F}$	$3,68^{D}$	$0,15^{F}$	$0,03^{B}$	$0,16^{E}$	$0,44^{F}$
M5	$1,46^{G}$	$0,89^{DE}$	$4,96^{DE}$	$0,73^{DE}$	$0,50^{D}$	$3,68^{D}$	$0,19^{D}$	$0,03^{B}$	$0,21^{D}$	$0,46^{E}$
M6	$1,96^{E}$	$1,06^{D}$	$5,27^{DE}$	$2,22^{B}$	$0,46^{EF}$	$3,48^{E}$	$0,18^{DE}$	$0,01^{D}$	$0,12^{FG}$	$0,55^{C}$
F	$2,28^{C}$	$2,43^{B}$	$8,48^{B}$	$1,56^{C}$	$0,66^{C}$	$4,79^{C}$	$0,29^{B}$	$0,02^{C}$	$0,41^{C}$	$0,73^{A}$
X_{H2O}	**-**	**45,01**	**33,76**	**12,51**	**10,67**	**17,49**	**15,98**	**135,84**	**263,86**	**153,48**
X_{CAT}	**-**	**13,64**	**26,22**	**-**	**2,29**	**17,67**	**1,52**	**1,97**	**2,08**	**1,80**
X_{UKP}	**2,30**	**1,63**	**7,66**	**2,21**	**0,64**	**4,46**	**0,21**	**0,03**	**0,36**	**0,52**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Općenito, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u u nadzemnom dijelu presadnica pelargonije bile su manje u odnosu na one određene u vodi. Statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P određenog u CAT-u utvrđena je između tretmana Bg i ostalih tretmana. Značajno manje vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P u odnosu na kontrolu zabilježenu su na tretmanima alternativnih komponenti Dg te svim tretmanima mješavina. Nadalje, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog K značajno su se razlikovale između tretmana alternativnih komponenti međusobno kao i između tretmana alternativnih komponenti i tretmana kontrole. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog K zabilježena je na tretmanu alternativnih komponenti Bg. Utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mg između tretmana Ag, na kojem je zabilježena i najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mg, te ostalih tretmana. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mg zabilježena je na tretmanu Dg. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Na zabilježena je na tretmanu Ag i značajno se razlikovala u odnosu na ostale tretmane. Značajno manje vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Na u odnosu na kontrolu zabilježenu su na tretmanima alternativnih komponenti Dg (Tablica 61.).

Kao i kod divlje ruže, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnih makroelemenata određenih u CAT-u u nadzemnom dijelu presadnica pelargonije bile su mnogo manje u odnosu na one određene u vodi. Značajno najveće vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu zabilježena je na tretmanima alternativnih komponenti Ag i Cg u odnosu na ostale tretmane. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe zabilježena je na tretmanu Cg, dok je najmanja zabilježena na tretmanu Bg. Statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn utvrđene su između tretmana alternativnih komponenti i tretmana kontrole. Najmanje vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn zabilježene su na tretmanima F i M5 te su se značajno razlikovale u odnosu na ostale tretmane. Za vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn zabilježena je na kontrolnom tretmanu F, dok je najmanja zabilježena na tretmanu Dg (Tablica 61.).

Koeficijenti akumulacije ukupnih makroelemenata imali su u prosjeku najmanje vrijednosti u odnosu na vrijednosti koeficijenata akumulacije lakopristupačnih makroelemenata. Značajno veća vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog N u odnosu na sve ostale tretmane zabilježena je na tretmanu Ag. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog N zabilježena je na tretmanu mješavina M5. Statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog P utvrđena je između tretmana alternativnih komponenti međusobno. Nadalje, utvrđena je i statistički značajna razlika između tretmana mješavina i tretmana kontrole. Za vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog K utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina i kontrole, među kojima nije bilo značajne razlike. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog K zabilježena je na tretmanu Bg. Utvrđena je statistički značajna razlika vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Ca između tretmana Ag i ostalih tretmana. Također, utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti međusobno te tretmana alternativnih komponenti tretmana mješavina i tretmana kontrole. Značajno najveće vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Mg zabilježene su na tretmanima Ag i Dg u odnosu na ostale tretmane. Značajno manje vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Mg u odnosu na kontrolni supstrat zabilježene su na tretmanima mješavina te na tretmanu alternativnih komponenti Cg. Utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Na između tretmana alternativnih komponenti i kontrole te tretmana mješavine i kontrole. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Na zabilježena je na tretmanu alternativnih komponenti Bg (Tablica 61.).

I u nadzemnom dijelu presadnica pelargonija zabilježena je najniža vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnih mikrolemenata u odnosu na ostale prosječne vrijednosti pristupačnih i ukupnih mikro i makroelemena. Statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Cu utvrđena je između kontrolnog tretmana i tretmana alternativnih komponenti te tretmana mješavina. Značajno manje vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Cu u odnosu na kontrolni tretman zabilježene su na svim tretmanima osim na tretmanu Ag. Vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Fe značajno su se razlikovale između tretmana kontrole i svih ostalih tretmana osim tretmana M6, na kojem je uz kontrolni tretman zabilježena najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Fe zabilježena je na tretmanu Dg. Značajno veća vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Mn zabilježena je na tretmanu Dg u

odnosu na ostale istraživane tretmane. Također, utvrđena je značajna razlika između svih tretmana i kontrolnog tretmana na kojem je zabilježena veća vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Mn u odnosu na tretmane alternativnih komponenti Ag i Cg te sve tretmane mješavina. Naposljetku, vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Zn značajno su se razlikovale između svih tretmana osim tretmana Ag i Bg. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Zn zabilježena je na kontrolnom tretmanu F, dok je najmanja vrijednost zabilježena a tretmanu Cg (Tablica 61.).

Koeficijenti akumulacije lakopristupačnih makroelemenata određenih u vodi u korijenu presadnica pelargonije značajno su se razlikovali među tretmanima. Vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P statistički su se značajno razlikovale između svih tretmana osim između tretmana Ag i Bg. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P zabilježena je na tretmanu kontrole F. Najniži koeficijent akumulacije lakopristupačnog K određenog u vodi zabilježen je tretmanu F te se značajno razlikovao u odnosu na ostale tretmane. Statistički značajna razlika utvrđena je i između tretmana Bg, na kojem je zabilježen najveći koeficijent akumulacije, i svih ostalih tretmana. Vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Ca značajno su se razlikovale između tretman alternativnih komponenti i tretmana mješavina. Značajno manji koeficijent akumulacije za lakopristupačnog Ca od kontrolnog tretmana utvrđen je na tretmanu M4. Za koeficijent akumulacije lakopristupačnog Mg utvrđena je značajna razlika između kontrolnog tretmana te tretmana alternativnih komponenti. Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina Vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Na značajno su se razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Na zabilježena je na tretmanu Cg, dok je najmanja vrijednost zabilježena na tretmanu Bg (Tablica 62.).

Vrijednosti koeficijenata akumulacije lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi u prosjeku su bile veće u odnosu na one makroelemenata. Statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu utvrđena je između svih tretmana. Najveća i najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na tretmanima alternativnih komponenti, odnosno na tretmanima Cg i Dg. Također, utvrđena je statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe između svih tretmana (Tablica 62.).

Tablica 62. Koeficijent akumulacije mikro i makro elemenata u korijenu presadnice pelargonije iz supstrata ovisno o njihovom obliku

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
					H_2O					
Ag	-	$28,06^{F}$	$19,23^{B}$	$5,60^{C}$	$19,79^{C}$	$20,99^{B}$	$83,48^{B}$	$1846,09^{B}$	$1191,12^{B}$	$766,05^{A}$
Bg	-	$50,22^{B}$	$31,39^{A}$	$27,89^{A}$	$59,71^{A}$	$8,62^{F}$	$10,16^{G}$	$128,57^{F}$	$215,23^{F}$	$207,60^{E}$
Cg	-	$27,02^{F}$	$18,06^{C}$	$1,57^{G}$	$7,87^{F}$	$26,48^{A}$	$94,45^{A}$	$10609,85^{A}$	$1512,60^{A}$	$769,89^{A}$
Dg	-	$10,15^{G}$	$15,62^{D}$	$12,44^{B}$	$41,15^{B}$	$6,49^{H}$	$5,95^{H}$	$101,66^{G}$	$118,21^{G}$	$98,95^{G}$
M4	-	$31,49^{E}$	$12,73^{E}$	$2,23^{F}$	$7,56^{F}$	$11,31^{D}$	$51,51^{C}$	$1496,74^{C}$	$832,57^{C}$	$543,41^{C}$
M5	-	$35,68^{D}$	$15,89^{D}$	$4,11^{D}$	$14,65^{D}$	$8,11^{G}$	$23,08^{E}$	$88,92^{H}$	$738,63^{D}$	$234,31^{D}$
M6	-	$39,03^{C}$	$17,30^{C}$	$4,42^{D}$	$13,83^{DE}$	$12,11^{C}$	$39,27^{D}$	$195,75^{E}$	$425,05^{E}$	$558,96^{B}$
F	-	$62,07^{A}$	$10,93^{F}$	$3,34^{E}$	$12,29^{E}$	$10,36^{E}$	$17,62^{F}$	$376,69^{D}$	$44,60^{H}$	$201,03^{F}$
					CAT					
Ag	-	$13,61^{B}$	$16,27^{B}$	-	$6,50^{A}$	$26,32^{A}$	$6,88^{B}$	$43,13^{B}$	$4,30^{C}$	$6,68^{C}$
Bg	-	$14,93^{A}$	$20,41^{A}$	-	$3,86^{D}$	$6,74^{E}$	$2,15^{E}$	$0,99^{H}$	$2,45^{E}$	$2,60^{H}$
Cg	-	$14,62^{A}$	$16,26^{B}$	-	$5,78^{B}$	$25,11^{B}$	$8,29^{A}$	$90,53^{A}$	$24,43^{A}$	$6,85^{B}$
Dg	-	$9,41^{D}$	$9,92^{F}$	-	$2,95^{F}$	$5,61^{F}$	$0,91^{G}$	$1,88^{G}$	$2,79^{D}$	$3,29^{G}$
M4	-	$9,33^{D}$	$11,62^{E}$	-	$3,70^{DE}$	$12,15^{C}$	$4,56^{C}$	$30,03^{C}$	$5,51^{B}$	$4,54^{E}$
M5	-	$7,36^{E}$	$12,49^{D}$	-	$3,47^{E}$	$8,68^{D}$	$2,11^{E}$	$8,61^{E}$	$1,42^{G}$	$3,75^{F}$
M6	-	$10,10^{C}$	$14,25^{C}$	-	$4,55^{C}$	$12,05^{C}$	$3,64^{D}$	$8,93^{D}$	$2,39^{E}$	$5,23^{D}$
F	-	$10,28^{C}$	$7,94^{G}$	-	$3,50^{E}$	$8,28^{D}$	$1,52^{F}$	$3,96^{F}$	$1,56^{F}$	$6,94^{A}$
					UKUPNI					
Ag	$2,86^{B}$	$1,60^{C}$	$1,99^{G}$	$2,34^{A}$	$1,13^{D}$	$2,49^{E}$	$0,51^{B}$	$0,30^{C}$	$0,37^{D}$	$1,40^{C}$
Bg	$1,31^{G}$	$1,97^{B}$	$10,32^{A}$	$0,44^{F}$	$2,19^{A}$	$4,85^{A}$	$0,45^{C}$	$0,15^{F}$	$1,05^{B}$	$1,29^{D}$
Cg	$1,57^{D}$	$0,71^{E}$	$2,71^{E}$	$0,72^{E}$	$0,98^{E}$	$3,37^{C}$	$0,48^{C}$	$0,34^{A}$	$0,36^{DE}$	$1,08^{F}$
Dg	$4,88^{A}$	$2,79^{A}$	$5,65^{B}$	$1,32^{B}$	$1,94^{B}$	$4,31^{B}$	$0,75^{A}$	$0,29^{D}$	$2,34^{A}$	$2,71^{A}$
M4	$1,60^{D}$	$0,67^{E}$	$2,19^{F}$	$0,49^{F}$	$0,70^{F}$	$2,38^{E}$	$0,37^{D}$	$0,34^{B}$	$0,35^{E}$	$1,05^{G}$
M5	$1,45^{E}$	$0,94^{D}$	$2,98^{D}$	$0,27^{G}$	$1,04^{E}$	$2,38^{E}$	$0,30^{E}$	$0,34^{B}$	$0,33^{F}$	$1,17^{E}$
M6	$2,06^{C}$	$0,92^{D}$	$2,81^{DE}$	$1,13^{C}$	$1,00^{E}$	$2,77^{D}$	$0,35^{D}$	$0,11^{G}$	$0,26^{G}$	$1,41^{C}$
F	$1,41^{F}$	$1,63^{C}$	$3,43^{C}$	$0,91^{D}$	$1,49^{C}$	$3,44^{C}$	$0,38^{D}$	$0,20^{E}$	$0,69^{C}$	$1,86^{B}$
X_{H2O}	**-**	**35,46**	**17,64**	**7,69**	**22,10**	**13,05**	**40,69**	**1855,53**	**634,75**	**422,52**
X_{CAT}	**-**	**11,20**	**13,6**	**-**	**4,28**	**13,11**	**3,75**	**23,50**	**5,60**	**4,98**
X_{UKP}	**2,14**	**1,40**	**4,00**	**0,95**	**1,30**	**3,24**	**0,44**	**0,25**	**0,71**	**1,49**

Razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne (F test, razina 95%)

Značajne razlike u vrijednostima koeficijenta akumulacije među tretmanima najbolje se očituju između najveće vrijednosti zabilježene na tretmanu Cg te najmanje zabilježene na tretmanu M5. Isto tako, vrijednosti koeficijenata akumulacije lakopristupačnog Mn značajno su se razlikovale između svih tretmana. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn zabilježena je na tretmanu Cg, a najmanja na kontrolnom tretmanu F. Najveće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn zabilježene su na tretmanima Ag i Cg te su bile značajno veće u odnosu na ostale ispitivane tretmane. Značajno

manje vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn u odnosu na kontrolu zabilježene su na tretmanu Dg (Tablica 62.).

Koeficijenti akumulacije lakopristupačnih makroelemenata dobivenih CAT ekstrakcijom u korijenu presadnica pelargonije općenito su bili niže vrijednosti u odnosu na vrijednosti koeficijenta akumulacije mikroelemenata dobivenih vodom. Statističkom značajna razlika vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P utvrđena je između tretmana Bg i Cg te svih ostalih istraživanih tretmana. Nadalje, utvrđena je značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti i kontrolnog tretmana. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog P utvrđena je kod tretmana M5. Za vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog K utvrđena je statistički značajna razlika između kontrolnog tretmana i svih ostalih tretmana. Ujedno je na kontrolnom tretmanu zabilježena i najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog K. Također, zabilježena je i statistički značajna vrijednost između tretmana alternativnih komponenti i tretmana mješavina. Nadalje, vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mg značajno su se razlikovale između tretmana alternativnih komponenti međusobno kao i tretmana mješavina i tretmana alternativnih komponenti. Također zabilježena je značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti i tretmana kontrole. Značajno najveća vrijednost koeficijenta akumulacije Na zabilježena je na tretmanu Ag. Značajno manja vrijednost koeficijenta akumulacije Na u odnosu na kontrolni tretman zabilježena je na tretmanu Dg (Tablica 62.).

U korijenu presadnice pelargonije vrijednosti koeficijenata akumulacije lakopristupačnih mikroelemenata određenih u CAT-u višestruko su manje u odnosu na one u vodi. Utvrđena je statistički značajna razlika između vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu između gotovo svih tretmana osim između tretmana Bg i M5. Značajno manja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu u odnosu na kontrolu zabilježena je jedino na tretmanu Dg, dok je najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Cu zabilježena na tretmanu Cg. Nadalje, statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe utvrđena između svih tretmana. Najmanja i najveća vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Fe utvrđena je na tretmanima alternativnih komponenti odnosno na tretmanima Cg i Bg. Vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn značajno su se razlikovale između svih tretmana, osim između tretmana Bg i M6. Najveće vrijednosti zabilježene su na tretmanu Cg, dok je najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Mn zabilježena na tretmanu

mješavina M5. Utvrđene su značajno veće vrijednosti koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn na kontrolnom tretmanu F u odnosu na ostale tretmane. Također, utvrđene su značajne razlike u vrijednostima između svih ostalih tretmana. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije lakopristupačnog Zn zabilježena je na tretmanu Bg (Tablica 62.).

Vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnih makroelemenata u korijenu presadnica pelargonije u prosjeku su bile niže od onih lakopristupačnih. Koeficijent akumulacije ukupnog dušika kretao se od 1,31 na tretmanu Bg do 4,88 koji je zabilježen na tretmanu Dg. Prosječan koeficijent akumulacije ukupnog dušika iznosio je 2,14. Vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog P svih ispitivanih tretmana bile su značajno manje u odnosu na tretman Dg. Također, zabilježena je i značajna razlika u vrijednostima koeficijenta akumulacije između tretmana alternativnih komponenti te tretmana mješavina i tretmana kontrole. Nadalje, zabilježena je statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije ukupnog K između tretmana Bg, na kojem je zabilježena najveća vrijednosti koeficijenta akumulacije, i svih ostalih tretmana. Utvrđene su značajno veće vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Ca na tretmanu Ag u odnosu na ostale tretmane. Najmanji koeficijent akumulacije ukupnog Ca zabilježen je na tretmanu M5. Nadalje, statistički značajna razlika koeficijenta akumulacije ukupnog Mg utvrđena je između kontrolnog tretmana i svih ostalih tretmana. Također, zabilježena je i statistički značajna razlika između tretmana alternativnih komponenti međusobno. Vrijednosti koeficijenta akumulacije ukupnog Na značajno su veće na tretmanu u Bg u odnosu na ostale tretmane. Najmanji koeficijent akumulacije ukupnog Na zabilježen je na tretmanu alternativnih komponenti Ag te tretmanima mješavina M4 i M5 (Tablica 62.).

U korijenu presadnice pelargonije koeficijent akumulacije ukupnih mikroelemenata u prosjeku je bio najniži. Najveće vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnog Cu zabilježene su na tretmanu Dg te su se značajno razlikovale u odnosu na ostale tretmane. Najmanji koeficijent akumulacije ukupnog Cu zabilježen je na tretmanima mješavina M4 i M6 te kontrolnom tretmanu. Statistički značajna razlika vrijednosti koeficijenata akumulacije ukupnog Fe utvrđena je između svi tretmana, osim tretmana M4 i M5. Najveća vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na tretmanu Cg, dok je najmanja zabilježena na tretmanu M6. Značajno veća vrijednost koeficijenata akumulacije ukupnog Mn zabilježena je na tretmanu Cg u odnosu na sve ostale tretmane. Najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije ukupnog Mn zabilježena je na tretmanu M5. Isto tako, vrijednosti

koeficijenta akumulacije ukupnog Zn značajno su se razlikovale među svim tretmanima, osim između tretmana Ag i M6. Najveća i najmanja vrijednost koeficijenta akumulacije zabilježena je na tretmanima alternativnih komponenti odnosno na tretmanima Dg i Cg (Tablica 62.).

3.16. Koeficijenti linearne korelacije

Korelacijske povezanosti između ispitivanih svojstava određene su grupno za tretmane alternativnih komponenti te grupno za tretmane mješavina, no u ovom poglavlju izdvojene su samo korelacije tretmana mješavina između između ukupnog sadržaja makro- i mikroelemenata u nadzemnom dijelu i korijenu presadnica divlje ruže i pelargonija. Korelacije svih ostalih ispitivanih svojstava prikazane su u poglavlju Prilog.

Tablica 63. Koeficijenti linearne korelacije (r) između ukupnog sadržaja makro- i mikroelemenata u nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže na mješavinama supstrata ($^{**}P\leq0,01$; $^{*}P\leq0,05$)

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn
P	0,62								
K	0,47	-0,26							
Ca	0,03	-0,73*	0,72*						
Mg	0,09	0,11	0,21	-0,28					
Na	0,35	-0,45	0,93**	0,88	0,00				
Cu	0,39	-0,09	0,63	0,59	-0,43	0,66			
Fe	-0,39	0,32	-0,78*	-0,85**	0,44	-0,87**	-0,85**		
Mn	-0,31	0,51	-0,93**	-0,91**	0,01	-0,98**	-0,66	0,87**	
Zn	-0,07	-0,24	0,27	0,03	0,87**	0,13	-0,43	0,31	-0,18

Koncentracije P u nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže na tretmanima mješavina bile su u značajnoj negativnoj korelaciji s Ca. Koncetracije K bile su u značajnoj pozitivnoj korelaciji s Ca i Na, dok je utvrđena negativna korelacija K, Ca i Na s Fe i Mn. Nadalje, utvrđena je značajna pozitivna korelacija Mg i Zn te Fe i Mn, a značajno negativna korelacija Cu i Fe (Tablica 63.)

U korijenu prsadnica divlje ruže na tretmanima mješavina utvrđena je značajno negativna korelacija N s Na i Zn te K s Fe i Mn. Značajno pozitivne korelacije utvrđene su između koncentracije Ca i Mg, Cu, Fe i Mn, zatim između Na i Zn, između Cu i Fe i Mn te između Fe i Mn (Tablica 64.).

Tablica 64. Koeficijenti linearne korelacije (r) između ukupnog sadržaja makro- i mikroelemenata u korijenu presadnica divlje ruže na mješavinama supstrata ($^{**}P\leq0,01$; $^{*}P\leq0,05$)

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn
P	0,40								
K	0,32	-0,39							
Ca	0,44	0,68	-0,67						
Mg	0,27	0,60	-0,78	0,95**					
Na	-0,92**	-0,43	-0,23	-0,55	-0,42				
Cu	0,39	0,68	-0,69	0,99**	0,95**	-0,51			
Fe	0,07	0,60	-0,91**	0,91**	0,96**	-0,20	0,92**		
Mn	-0,20	0,51	-0,98**	0,74*	0,84*	0,10	0,76*	0,95**	
Zn	-0,88**	-0,16	-0,61	-0,17	-0,01	0,91**	-0,12	0,23	0,51

U nadzemnom dijelu presadnica pelargonije uzgajanim na mješavinama supstrata utvrđene su značajno pozitivne korelacije koncentracije N i svih makroelemenata te mikroelemenata Cu i Zn. Nadalje, utvrđene su značajno pozitivne korelacije koncentracije P i Ca, Mg te Cu, Fe i Zn. Koncentracija K bila je u značajno pozitivnoj korelaciji s Ca, Na i Zn te značajno negativnoj korelaciji s Mn. Također, značajno pozitivne korelacije u nadzemnom dijelu presadnica pelargonije uzgajanim na mješavinama supstrata utvrđene su između Mg i Cu i Fe te između Na i Zn, a značajno negativne korelacije između Na i Mn te između Mn i Zn (Tablica 65.).

Tablica 65. Koeficijenti linearne korelacije (r) između ukupnog sadržaja makro- i mikroelemenata u nadzemnom dijelu presadnica pelargonije na mješavinama supstrata ($^{**}P\leq0,01$; $^{*}P\leq0,05$)

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn
P	0,88**								
K	0,82*	0,66							
Ca	0,97**	0,80*	0,81*						
Mg	0,84*	0,91**	0,55	0,84*					
Na	0,76*	0,54	0,80*	0,82*	0,53				
Cu	0,78*	0,78*	0,51	0,73*	0,78*	0,53			
Fe	0,54	0,80*	0,18	0,48	0,84*	0,13	0,56		
Mn	-0,60	-0,26	-0,75*	-0,61	-0,14	-0,77*	-0,33	0,32	
Zn	0,91**	0,72*	0,86*	0,89**	0,64	0,85**	0,59	0,25	-0,82*

U korijenu prsadnica pelargonija na tretmanima mješavina utvrđena je značajno pozitivna korelacija koncentracije N i Zn te svih makroelemenata osim K. Nadalje, značajne korelacije utvrđene su između koncentracije P i Ca, Mg, Cu i Zn, između koncentracije K i Na. Koncentracija Ca značajno su korelirale s koncentracijom Mg, a koncentracija Na s Zn. Također, značajno pozitivna korelacija utvrđena je između Mg i Na i Zn te Na i Zn, kao i između Cu i Mn te Fe i Mn. Značajno negativne korelacije zabilježene su izmežu koncentracije K i Fe i Mn te Na i Fe (Tablica 66.).

Tablica 66. Koeficijenti linearne korelacije (r) između ukupnog sadržaja makro- i mikroelemenata u korijenu presadnica pelargonije na mješavinama supstrata ($^{**}P\leq0,01$; $^{*}P\leq0,05$)

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn
P	0,75*								
K	0,57	0,12							
Ca	0,77*	0,87**	0,26						
Mg	0,90**	0,81*	0,54	0,94**					
Na	0,90**	0,64	0,73*	0,82*	0,96**				
Cu	0,33	0,74*	-0,52	0,63	0,41	0,16			
Fe	-0,61	-0,12	-0,95**	-0,39	-0,63	-0,80*	0,44		
Mn	-0,20	0,33	-0,88**	0,09	-0,18	-0,43	0,81*	0,88**	
Zn	0,93**	0,78*	0,59	0,91**	0,99**	0,96**	0,34	-0,68	-0,25

4. RASPRAVA

Odabir pravilnog supstrata jedan je od najvažnijih koraka u uspješnoj proizvodnji presadnica cvjetnih vrsta. Pri tom odabiru posebno se mora voditi računa o očuvanju prirodnih rezervi supstrata kao što su tresetišta, a jedno od rješenja je odabir alternativnih supstrata (Di Benedetto i Pagani, 2012.). Danas je na raspolaganju čitav niz nusprodukata proizvodnih industrija koje se uglavnom tretiraju kao otpad, a po svojim fizikalno kemijskim svojstvima mogu biti odličan medij za proizvodnju presadnica, kako cvjetnih tako i ostalih biljnih vrsta. Abad i sur. (2005.) ističu kako su kokosova vlakna najpopularniji alternativni supstrat čija je upotreba u posljednjih deset godina porasla s 17 na 40 %. Ostale alternativne komponente koje se često koriste su rižine pljevice, piljevina, perlit, riječni mulj, vrbina kora te komposti (Bustamante i sur., 2008; Chamani i sur., 2008.; Awan i sur., 2010.). Isto tako, vrlo često upotrebljavaju se i mješavine različitih alternativnih supstrata koje uključuju mješavinu dvije ili više alternativnih komponenti (Blok i Verhagen, 2009.). Pri tome se treba voditi računa o fizikalno kemijskim svojstvima supstrata kako bi se osigurali odgovarajući uvjeti za razvoj biljke (Cloyd i sur., 2007.). S obzirom na veliki utjecaj fizikalnih i kemijskih svojstava kako alternativnih komponenti tako i njihovih mješavina u ovom istraživanju analizirano je četiri alternativne komponente (ljuske od kakaovca (A), vrbina kora (B), supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona (C), piljevina (D) te šest njihovih mješavina (20 % A + 30 % B + 30 % C + 20 % D (M1), 40 % A + 20 % B + 40 % C + 10 % D (M2), 20 % A + 20 % B + 50 % C + 10 % D (M3), 18 % A + 22 % B + 40 % C + 20 % D (M4), 18 % A + 32 % B + 10 % C + 40 % D (M5), 18 % A + 42 % B + 20 % C + 20 % D (M6)) za uzgoj cvjetnih presadnica. Kao kontrolni supstrat analizirani su Klasman Potgrond P (za divlje ruže) i Balkon – blumenerde (za pelargonije).

4.1. Osnovna kemijska svojstva supstrata za sadnju divlje ruže

Kod upotrebe alternativnih komponenti i njihovih mješavina posebno se mora voditi računa o njihovoj stabilnosti koja se ogleda u njihovim fizikalnim i kemijskim osobinama. Prema Abad i sur. (2001.) idealan supstrat trebao bi imati slijedeće kemijske karakteristike: pH 5,2 - 6,3, EC 0,75-3,49 dS/m, sadržaj organske tvari veći od 80 %, sadržaj K 150 – 249 μgml^{-1}, Na <115 μgmL^{-1} te Cl <180 μgmL^{-1}. Generalno možemo reći da bi se kod odabira alternativnih supstrata i njihovih mješavina trebalo ići u pravcu zadovoljavanja svojstava idealnih supstrata jer je to garancija uspješne proizvodnje sadnog materijala. pH i

konduktivitet dva su najvažnija svojstva koja direktno utječu na pristupačnost elemenata ishrane (Di Benedetto i sur., 2006.b).

U istraživanim alternativnim komponentama i njihovim mješavinama najveća kompaktna gustoća utvrđena je na supstratu od kakaovca i iznosila je 0,93 g/cm^3, dok je najmanja kompaktna gustoća utvrđena na supstratu od piljevine 0,20 g/cm^3 (Tablica 3.). Statistički značajne razlike utvrđene su između svih analiziranih supstrata. Vrijednosti pH kretale su se od 5,89 na komercijalnom supstratu do 7,77 na supstratu od vrbine kore, dok je najveća EC vrijednost 2,63 mS/cm zabilježena na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona, a najmanja 0,16 mS/cm na supstratu od vrbine kore. Dobiveni rezultati u skladu su s rezultatima dobivenim u sličnim istraživanjima (Dede i sur., 2006.; Riaz i sur., 2015.) gdje su se vrijednosti pH kretale od 4,88 do 7,94 te EC od 0,36 do 3,33. Najveći sadržaj suhe tvari utvrđen je na supstratu od kakaovca i iznosio je 77,51 %, a najmanji na komercijalnom supstratu 29,33 %. Ovo su vrlo varijabilna svojstva čije se vrijednosti kod različitih autora kreću od 12 do 91% (Varma i Kalamdhad, 2014.; Guerrero i sur., 2002.; Ingelmo i sur., 1998.). Sadržaj organske tvari u supstratima svojstvo je koje direktno utječe na kvalitetu i rast presadnica. Supstrati s visokim sadržajem organske tvari garantiraju kontinuiran rast biljke i u pozitivnoj su korelaciji s adaptacijom mladih biljaka (Younis i sur., 2014.). Od istraživanih alternativnih komponenti i njihovih mješavina najveći sadržaj organske tvari od 91,24 % zabilježen je na komercijalnom supstratu, a najmanji na supstratu od kakaovca 14,29 %. Svojstvo koje također utječe na stabilnost supstrata jest sadržaj C i u istraživanim supstratima kretao se od 74,88 g/kg ST utvrđenih u supstratu od kakaovca do 415,2 g/kg ST utvrđenih u supstratu od piljevine. Nadalje, najveći sadržaj N 19,52 g/kg ST zabilježen je na supstratu od vrbine kore, dok je najmanji sadržaj N 3,85 g/kg ST zabilježen na supstratu od piljevine. Zbog mikrobiološke aktivnosti C/N odnos je najviše proučavan parametar (Epstein, 1997.) i koristi se kao jedan od indikatora stabilnosti komposta, a u ovom istraživanju utvrđeni C/N odnos kretao se od 9/1 u supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona do 108/1 u supstratu od piljevine. Najveći intenzitet disanja utvrđen je na supstratu od vrbine kore i iznosio je 2,16 mg CO_2/gST/dan dok je najmanji zabilježen na komercijalnom supstratu 0,28 mg CO_2/gST/dan. Lončarić i sur. (2005.) navode da pri procesu kompostiranja mikroorganizmi troše kisik za oksidaciju organske tvar te izdvajaju više CO_2. Kako se oni brzo razmnožavaju, raspoloživi organski C se troši te se aktivnost smiruje, a intenzitet disanja smanjuje, pa se i ovo svojstvo koristi kao jedan od pokazatelja stabilnosti komposta. Wang i sur. (2004.) smatraju kompost vrlo stabilnim kada je intenzitet

disanja manji od 1 mg CO_2-C g^{-1} ST dan^{-1}, a intenzitet disanja iznad ove vrijednosti ukazuje na različite stupnjeve nestabilnosti.

Statističkom obradom podataka utvrđene su značajne razlike između svih tretmana i analiziranih svojstava (Tablica od 17. do 20.).

4.2. Sadržaj makroelemenata u supstratima za sadnju divlje ruže

Elemente koja biljka usvaja u većim količinama tijekom svog životnog ciklusa nazivamo makroelementima te u njih ubrajamo P, K, Ca, Mg i Na. Fosfor je neophodan u sintezi nukleinskih kiselina i fosfolipida. Nadalje, kao dio ATP-a, omogućuje pretvorbu energije oslobođene oksidacijom hranjivih tvari u kemijsku. Važnost kalija leži u njegovoj ulozi reguliranja otvaranja i zatvaranja puči, a kalcij osim što sudjeluje u regulaciji transporta hranjivih tvari potpomaže i funkciji mnogih enzima. Magnezij je važan dio fotosintetskog procesa kao centralni dio molekule klorofila. Nedostatak bilo kojeg od ovih elemenata nepovoljno utječe na rast biljaka. Ovisno o specifičnom elementu, nedostatak se očituje u zaostalom i usporenom rastu te pojavi kloroze. Sadržaj ukupnih makroelemenata u alternativnim komponentama i njihovim mješavinama (Tablica 4. i 5..) dovoljan je za opskrbu biljaka tijekom svog životnog ciklusa te se podudara s rezultatima brojnih istraživanja kao što su ona Terra i sur. (2011.), Brito i sur. (2012.) te Sendi i sur. (2013.). Također, utvrđeni sadržaj makrolemenenata P, K i Mg u alternativnim komponentama i njihovim mješavinama veći je odnosu na onaj utvrđen u komercijalnom supstratu. Utvrđena ukupna količina makroelemenata u supstratu ne predstavlja njihovu pristupačnu količinu biljci te su se za determinaciju biljci raspoložive odnosno pristupačne količine makroelemenata u ovom istraživanju koristile metode ekstrakcije vodom i otopinom kalcijeva klorida/DTPA. Općenito možemo reći da se sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratima alternativnih komponenti prosječno kretao u nizu: Ca>P>Na>Mg>K, dok je u mješavinama supstrata i komercijalnom supstratu slijedio niz: Ca>K>Mg>Na>P. Prosječan sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u CAT-u u supstratima alternativnih komponenti slijedio je niz: K>Mg>Na>P, a u mješavinama supstrata: K>Mg>P>Na te komercijalnom supstratu: Mg>K>Na>P.

S obzirom na različito porijeklo supstrata za utvrđeni sadržaj makroelemenata u sve tri frakcije utvrđena je, također, statistički značajna razlika između svih tretmana i sadržaja makroelemenata (Tablice 21. do 23.). Pri tome valja istaknuti da se kontrolni tretman uglavnom nalazio unutar ostalih tretmana te da jedino statistički značajno najviše pojedinog

makroelementa na kontrolnom tretmanu utvrđeno za sadržaj vodotopivoga P te za sadržaj Mg određenog u CAT otopini. Isto tako, niti na jednom tretmanu mješavine nije utvrđena statistički značajno najveća koncentracija niti jednog makroelemenata unutar sve tri frakcije.

4.3. Sadržaj mikroelemenata u supstratima za sadnju divlje ruže

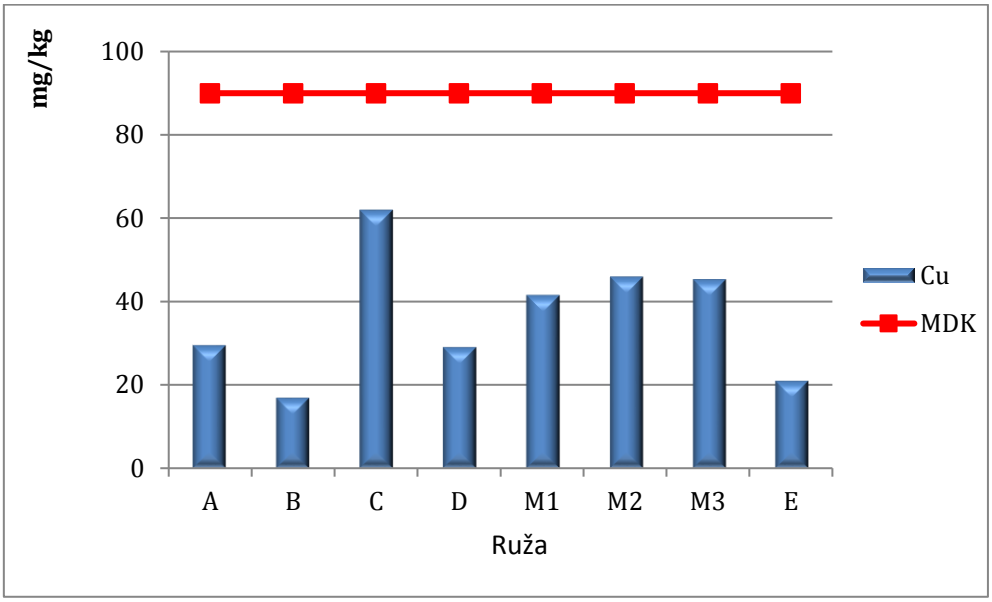
Mikroelementi su elementi biljne ishrane koji su biljkama neophodni tijekom svog životnog ciklusa u manjim količinama. U ovom istraživanju utvrđene su koncentracije Cu, Fe, Mn i Zn. Bakar je komponenta nekih enzima, a simptomi njegovog nedostatka se očituju u odumiranju vršnih izdanaka te klorozi i nekrozi lišća. Nedostatak Fe izaziva žućenje listova obzirom da je ono neophodno za sintezu klorofila, dok su mangan i cink aktivatori mnogih enzima uključenih u formiranje klorofila.

Veće vrijednosti sadržaja ukupnih mikroelemenata utvrđene su na alternativnim supstratima i njihovim mješavinama u odnosu na komercijalni supstrat (tablice 7. do 9.) što je u skladu s rezultatima Evans i Gachukia (2008.). Očekivano, prosječeni sadržaj lakopristupačnih mikroelemenata određenih u vodi imao je drugačiju dinamiku i u supstratima alternativnih komponenti kretao se u nizu: Fe>Zn>Cu>Mn, dok je u mješavinama supstrata slijedio niz: Fe>Cu>Zn>Mn, a u komercijalnom supstratu: Fe>Mn>Zn>Cu.

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u CAT-u u supstratima alternativnih komponenti slijedio je niz: Fe>Mn>Zn>Cu, a u mješavinama supstrata: Fe>Zn>Mn>Cu te komercijalnom supstratu: Fe>Mn>Zn>Cu.

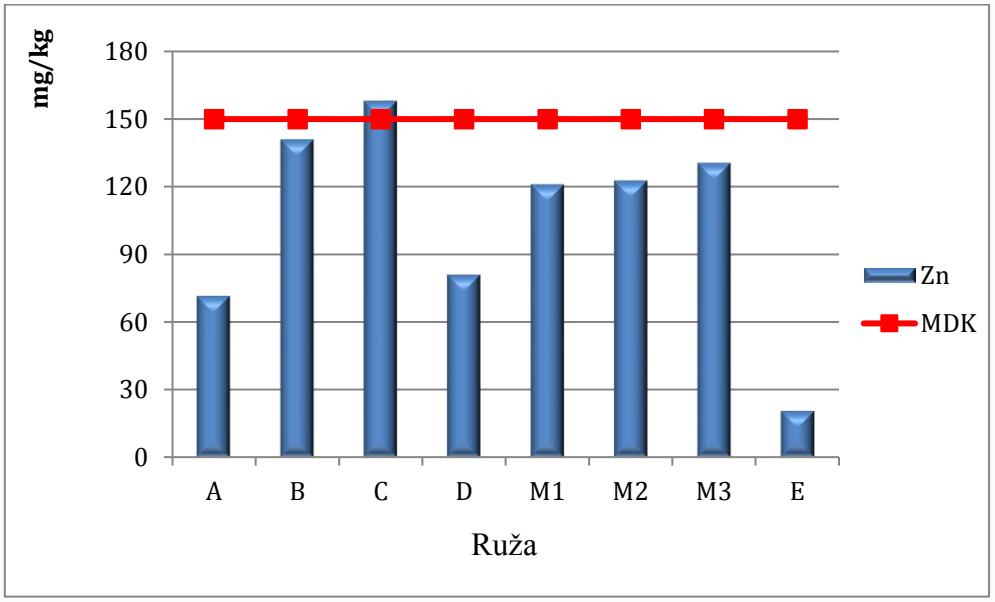
Jednako kao i za makroelemente i kod mikroelemenata utvrđena je statistički značajna razlika između svih tretmana i koncentracije mikrolelemenata unutar sve tri ispitivane frakcije (Tablice 24. do 26.). Na kontrolnom tretmanu utvrđeno je statistički značajno najviše Mn u vodenoj ekstrakciji, dok je za ukupnu koncentraciju Fe, Mn i Zn utvrđena statistički značajno najniža koncentracija na istom tretmanu.

S obzirom da, Cu i Zn spadaju i u grupu elemenata koji se nazivaju teški metali te u previsokim koncentracijama mogu biti toksični za biljku, njihove koncentracije potrebno je usporediti s dopuštenim vrijednostima prema određenim pravilnicima (Lončarić i sur., 2005.). U ovom istraživanju utvrđene vrijednosti Cu i Zn u istraživanim supstratima uspoređene su s Pravilnikom o zaštiti od onečišćenja poljoprivrednog zemljišta (NN 9/2014).



Grafikon 15. Sadržaj Cu u istraživanim supstratima za sadnju divlje ruže

Iz grafikona 15. je vidljivo kako vrijednosti sadržaj Cu niti jednog istraživanog supstrata nisu prešle maksimalno dopuštene granice propisane Pravilnikom o zaštiti od onečišćenja poljoprivrednog zemljišta (NN 9/2014). Najveći sadržaj Cu utvrđen je na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona i iznosio je 61,77 mg/kg.



Grafikon 16. Sadržaj Zn u istraživanim supstratima za sadnju divlje ruže

Za razliku od sadržaja Cu, vrijednosti sadržaja Zn u istraživanim supstratima bile su veće te je na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona zabilježena nešto veća vrijednost od maksimalno dopuštene granice i iznosila je 158 mg/kg, što je vjerojatno

posljedica kemijskog sastava slame kao komponente supstrata za proizvodnju šampinjona (Grafikon 16.). Naime, pojedini supstrati za proizvodnju šampinjona, primarno oni porijeklom iz sjeverne Europe mogu imati nešto veći sadržaj Zn što se najčešće veže uz gnojidbu pšenice čija se slama koristi u proizvodnji supstrata za uzgoj šampinjona (Romanjek Fajdetić, 2014.).

4.4. Osnovna kemijska svojstva supstrata za sadnju pelargonije

Postoje mnogobrojni materijali za dobivanje supstrata, no njihova selekcija ovisi o biljnoj vrsti, sezoni, cijeni, dostupnosti i sl. Različiti supstrati mogu svojim kemijskim i fizikalnim svojstvima utjecati na rast i razvoj biljke direktno ili indirektno. Stoga je imperativ odabrati najbolji materijal odnosno alternativnu komponentu za uspješan rast i razvoj biljaka te unaprjeđenje produktivnosti biljke.

Yeager i sur. (2007.) navode kako poželjna vrijednost fizikalnog svojstva kompaktne gustoće supstrata za kontejnerski uzgoj biljaka bi se trebala kretati između 0,19 to 0,70 g/cm^3. U ovom istraživanju vrijednosti kompaktne gustoće utvrđene na svim istraživanim supstratima kretale su se od 0,22 do 0,88 g/cm^3, što je pokazatelj pogodnosti većine supstrata za kontejnerski uzgoj biljaka. Nešto veće vrijednosti zabilježene su na supstratu od kakaovca te supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona (Tablica 10.). Nadalje, pH vrijednosti istraživanih supstrata kretale su se od 5,63 na supstratu od piljevine do 7,68 na supstratu od vrbine kore, dok je najveća EC vrijednost 2,41 mS/cm zabilježena na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona, a najmanja 0,15 mS/cm na supstratu od vrbine kore. EC vrijednosti istraživanih supstrata u granicama su tolerantnosti obzirom da Biamonte i sur. (1993.) navode kako vrste roda *Pelargonium* su različito osjetljive na zaslanjenost supstrata te granične vrijednosti EC-a za uzgoj *Pelargonium zonale* L. iznose 1.5-2.5 mScm^{-1}, a za *Pelargonium peltatum* L. 1.0-2.0 mScm^{-1} i nešto nižu pH vrijednost supstrata.

Najveći sadržaja suhe tvari utvrđen je na supstratu od kakaovca i iznosio je 69,68 %, a najmanji na supstratu od piljevine 33,82 %. Najveći sadržaj organske tvari zabilježen je na komercijalnom supstratu 91,24 %, a najmanji na supstratu od kakaovca 19,01 %. Organska tvar neophodna je za održavanje dobre strukture supstrata, kao i za pristupačnost hraniva kao što su kalij, kalcij i magnezij (Oberpaur i sur., 2010.).

Sadržaj C u istraživanim supstratima se kretao od 76,00 g/kg ST utvrđenih u supstratu od kakaovca do 398,00 g/kg ST utvrđenih u supstratu od vrbine kore. Nadalje, najveći sadržaj N 20,12 g/kg ST zabilježen je na supstratu od vrbine kore, dok je najmanji sadržaj N 3,02

g/kg ST zabilježen na supstratu od piljevine. Ovi rezultati poslužili su za izračun C/N odnosa koji je jedan od bitnih pokazatelja stabilnosti supstrata. Utvrđeni C/N odnos u istraživanim supstratima kretao se od 10/1 u supstratima od kakaovca i nastalom nakon proizvodnje šampinjona do 123/1 u supstratu od piljevine. Ostatci drveta, kao što je piljevina mogu imati široki C/N odnos čak i do 1300/1 te se često miješaju s drugim organskim komponentama kako bi se supstrat obogatio dušikom (Di Benedetto i Pagani, 2012.), te kako bi mu se C/N odnos optimizirao. C/N odnos u mješavinama supstrata u ovom istraživanju bio je u granicama povoljnog za uzgoja biljaka prema Kalamdhad i sur. (2008.) koji navodi da je optimalni C/N odnos supstrata 20-25/1 (Tablica 10.). Najveći intenzitet disanja utvrđen je na supstratu od vrbine kore i iznosio je 2,08 mg CO_2-C g^{-1} ST dan^{-1}, dok je najmanji zabilježen na supstratu od kakaovca 0,29 mg CO_2-C g^{-1} ST dan^{-1}.

Analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike između svih tretmana i ispitivanih svojstava (Tablice 27. do 30.). Pri čemu treba istaknuti da je na kontrolnom tretmanu utvrđena statistički značajno najveća koncentracija organske tvari (Tablica 29.).

4.5. Sadržaj makroelemenata u supstratima za sadnju pelargonije

Veće vrijednosti sadržaja ukupnog P i K zabilježene su na supstratima alternativnih komponenti, supstratu od kakaovca i supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona, kao i na svim mješavinama supstrata u odnosu na kontrolni supstrat na kojem je zabilježeno 0,13 % P odnosno 0,52 % K (Tablica 11.). Najveći sadržaj Ca zabilježen je na supstratu od vrbine kore, Mg na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona, a Na na mješavini supstrata. Obzirom na heterogenost organskog nusproizvoda, kemijska i fizikalna svojstva takvih materijala značajno se razlikuju, čak i kada su istog podrijetla. Sadržaj makroelemenata organskog otpada biljnog podrijetla kreću se 1,1-7,3 % N, 0,1-2,9 % P, 0,5-3,8% K, 0,4-5,4 % Ca te 0,1-0,6 % Mg (Higashikawa i sur., 2008.).

Kao i kod supstrata za sadnju presadnica divlje ruže određen je sadržaj lakopristupačnih makroelemenata i u supstratima za sadnju presadnica pelargonije. Prosječan sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u vodi u supstratima alternativnih komponenti kretao u nizu: Ca>K>Na>Mg>P, dok je u mješavinama supstrata i komercijalnom supstratu slijedio niz: Ca>K>Mg>Na>P. Prosječan sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u CAT-u u supstratima alternativnih komponenti slijedio je niz: K>Mg>Na>P, a u mješavinama supstrata: K>Mg>P>Na te komercijalnom supstratu: K>Mg>Na>P.

Prema sadržaju makroelemenata svi ispitivani tretmani statistički su se značajno razlikovali u sve tri frakcije (Tablice 31. do 33.). Kontrolni tretman isticao se po statistički značajno najvećem sadržaju K u vodenoj otopini i CAT-u (Tablica 32.).

4.6. Sadržaj mikroelemenata u supstratima za sadnju pelargonije

Najmanje vrijednosti svih određenih mikroelemenata, osim Zn, utvrđene su na supstratu od piljevine te su redom iznosile 8,87 mg/kg Cu, 2164,15 mg/kg Fe, 72,19 mg/kg Mn. Nadalje, osim na supstratu od piljevine, u odnosu na komercijalni supstrat utvrđen je manji sadržaj Cu, Fe, Mn na supstratu od vrbine kore i Fe na mješavinama M4 i M6. Najmanji sadržaj Zn 63,99 mg/kg utvrđen je na komercijalnom supstratu.

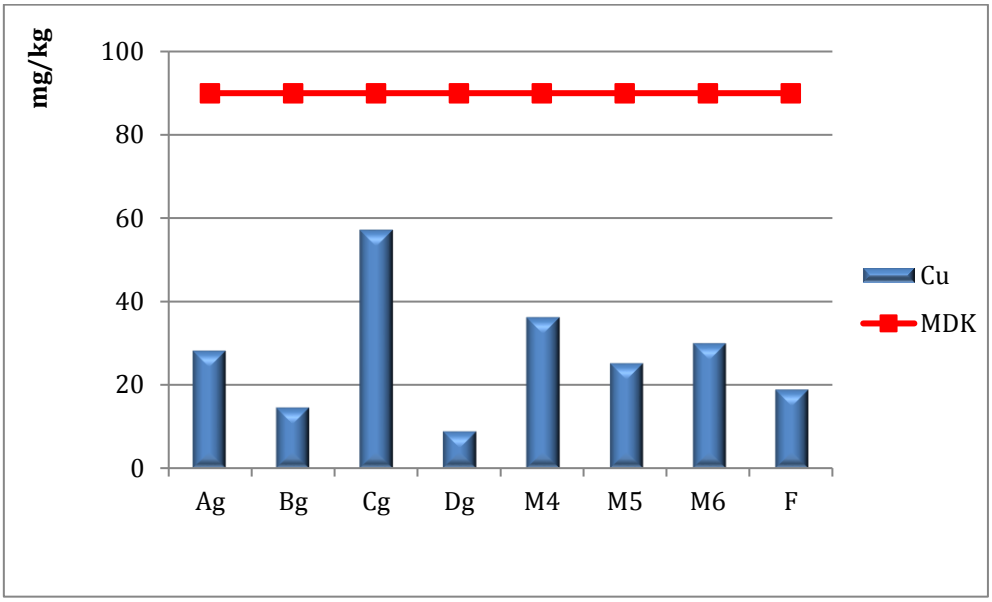
Drugačiju sliku daju utvrđene vrijednosti biljkama pristupačnih mikroelemenata gdje su općenito na supstratu od piljevine zabilježene njihove veće vrijednosti (Tablice 14. do 16.). Sadržaj lakopristupačnih mikroelemente u vodi u supstratima alternativnih komponenti i mješavinama kretao se u nizu: Fe>Zn>Cu>Mn, a u komercijalnom supstratu: Fe>Mn>Zn>Cu.

Sadržaj lakopristupačnih makroelemenata u CAT-u u supstratima alternativnih komponenti slijedio je niz: Fe>Zn>Mn>Cu, a u mješavinama supstrata i komercijalnom supstratu: Fe>Mn>Zn>Cu.

Svi utvrđeni rezultati statistički su se značajno razlikovali (tablice 34. do 36.) pri čemu je na kontrolnom tretmanu utvrđena statistički značajno najviša koncentracija Mn u vodi i CAT-u, a najniža ukupna koncentracija Zn.

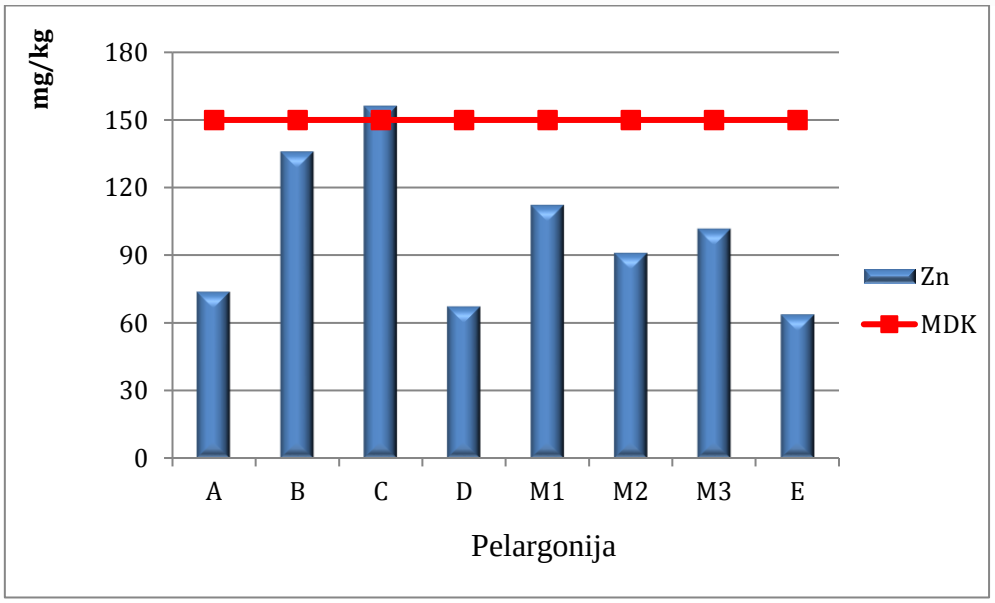
Kao i kod supstrata za sadnju divlje ruže utvrđene vrijednosti sadržaja Cu i Zn u istraživanim supstratima za sadnju pelargonija uspoređene su s Pravilnikom o zaštiti od onečišćenja poljoprivrednog zemljišta (NN 9/2014).

Sadržaj Cu u svim istraživanim supstratima za sadnju pelargonija kretao se od 8,87 mg/kg do 57,06 mg/kg te ni na jednom supstratu nije zabilježena veća vrijednost od maksimalno dopuštene granice koja iznosi 90 mg/kg Cu (Grafikon 17.).



Grafikon 17. Sadržaj Cu u istraživanim supstratima za sadnju pelargonije

Sadržaj Zn u svim istraživanim supstratima za sadnju pelargonija kretao se od 63,99 mg/kg do 156,16 mg/kg na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona na kojem je jedinom i zabilježena veća vrijednost od maksimalno dopuštene granice koja iznosi 150 mg/kg Zn (Grafikon 18.) što je bio slučaj i kod iste vrste supstrata za uzgoj divlje ruže.



Grafikon 18. Sadržaj Zn u istraživanim supstratima za sadnju pelargonije

4.7. *In vitro* umnožavanje biljaka divlje ruže i pelargonije

4.7.1. Indeks multiplikacije

Za rast i poticanje pojave aksilarnih izboja u kulturi tkiva obično se dodaju regulatori rasta (citokinini) u hranjivu podlogu. Sastav hranjive podloge te koncentracije regulatora rasta korištene u ovom istraživanju opisane su u poglavljima 2.1.3. i 2.1.4. Najčešće takav tretman učinkovito uklanja dominaciju apikalnog meristema tako da promiče rast aksilarnih izboja često u velikom broju. Ovako dobiveni izboji koriste se kao minijaturne reznica za umnožavanje biljaka (George i sur., 2008.b), a broj takvih reznica označava se kao indeks multiplikacije.

U ovom istraživanju indeks multiplikacije se kod obje cvjetne vrste povećavao svakom slijedećom supkultivacijom, a ukupno je do željenog broja biljaka obavljeno 5 supkultivacija (Grafikon 1.). Vrijednosti indeksa multiplikacije zabilježene su od druge supkultivacije obzirom da je u prvoj supkultivaciji obavljen samo prijenos nekontaminiranih biljaka iz epruveta s hranjive podloge bez regulatora rasta u tikvice na hranjivu podlogu s regulatorima rasta. Indeks multiplikacije divlje ruže zabilježen u prvoj supkultivaciji iznosio je 1,70, a u posljednjoj petoj supkultivaciji 4,30. Slične rezultate su dobili i Salekjalali i sur. (2011.) koji su prilikom prvog dijela istraživanja u fazi poliferacije uvedenih eksplantata ruže (*Rosa hybrida* cv. Baccara) ovisno o kombinaciji regulatora rasta zabilježili broj aksilarnih izboja od 3,22 do 5,55, dok su u drugom dijelu istraživanja zabilježili broj aksilarnih izboja od 4,06 do 5,50. Također, u istraživanju Tabesch i sur. (2013.) broj aksilarnih izboja ruže (*Rosa damascena* cv. Ispahan) u fazi poliferacije kretao se 0,04 na hranjivoj podlozi bez regulatora rasta do 2,28 na hranjivoj podlozi s većom koncentracijom citokinina u odnosu na auksine.

Indeks multiplikacije pelargonije zabilježen u prvoj supkultivaciji iznosio je 1,50, a u posljednjoj petoj supkultivaciji 5,60. U istraživanju Hassanein i Dorion (2005.) broj izboja po eksplantatu mladog lista vrste *Pelargonium x hortorum* ovisno o kombinaciji regulatora rasta kretao se od 0,5 do 7,5. Nadalje, Wojtania i Gabryszewska (2001.) navode kako je najmanji prosječan broj aksilarnih izboja vrste *Pelargonium x hortorum* bio na hranjivoj podlozi bez regulatora rasta i iznosio je 1,1, dok je najveći zabilježeni broj aksilarnih izboja 3,6 zabilježen na hranjivoj podlozi s dodatkom citokinina m-Topolin.

4.7.2. Broj biljaka divlje ruže i pelargonije po supkultivaciji

Prilikom postavljanja pokusa u kulturu su uvedene 40 biljaka divlje ruže i 40 biljaka pelargonije. Broj biljaka i jedne i druge cvjetne vrste se prilikom svake supkultivacije povećavao ovisno o indeksu multiplikacije kao i o broju kontaminiranih biljka. Iznimno, prilikom prve supkultivacije je došlo do smanjena broja biljaka u odnosu na prethodnu fazu (uvođenje biljaka u kulturu tkiva) obzirom da nije bilo pojave aksilarnih izboja što je i tipično za tu fazu mikropropagacije (Iliev i sur., 2010.).

Od početnog broja eksplantata divlje ruže i pelargonije uvedenih u kulturu tijekom pet supkultivacija dobiveno je 928 biljaka divlje ruže te 1741 biljka pelargonije (Grafikon 2.). Farahani i Shaker (2012.) uveli su u kulturu eksplantate nodija vrste *Rosa miniture* na MS hranjivu podlogu s različitim koncentracijama regulatora rasta. Prosječni indeks multiplikacije tijekom šest supkultivacija kretao se između 1,66 do 3,66 te je u prosjeku ukupan broj ruža u 6 supkultivacija iznosio do 1371 biljaka.

4.7.3. Kontaminacije po supkultivaciji

Hranjive tvari unutar hranjive podloge te optimalne temperature u klima komorama jednako pogoduju patogenima kao i biljkama koje uzgajamo unutar kulture. U ovom istraživanju nakon površinske sterilizacije biljnog materijala (poglavlje 2.1.2.) eksplantati divlje ruže i pelargonije uveli su se u kulturu te od ukupnog broja uvedenih eksplantata kontaminiralo se 9 biljaka divlje ruže te 11 pelargonije (Grafikon 3.). Utvrđene kontaminacije bile su gljivične, vrlo vjerojatno uvedene u kulturu s eksplantatima. Cassells (2001.) navodi kako su kontaminacije u kulturi tkiva često endogeni mikroorganizmi ili mikroorganizmi otporni na površinsku sterilizaciju porijeklom s eksplantata. Tijekom slijedećih supkultivacija zabilježeno je još gljivičnih i bakterijskih kontaminacija. Kako je u tikvicama uzgajano više biljaka divlje ruže i pelargonije, ukoliko bi došlo do kontaminacije samo jedne unutar tikvice, cijela bi se tikvica odstranjivala da bi se spriječilo moguće daljnje širenje kontaminacije. Leggatt i sur. (1994.) navode kako su najčešće kontaminacije unutar kulture tkiva one uzrokovane kvascima, *Corynebacterium spp.* i *Pseudomonas spp* što su utvrdili izolacijom i identifikacijom 31 mikroorganizam s deset različitih biljnih kultura.

Tijekom 5 supkultivacija ukupno je kontaminirano 60 biljaka divlje ruže te 153 biljke pelargonije.

4.7.6. Morfološka svojstva presadnica divlje ruže i pelargonije

Prema Khosraviu i sur. (2007.) proizvodnja presadnica *in vitro* u posljednje je vrijeme vrlo popularna kao alternativna metoda vegetativnog razmnožavanja ruža prije svega zbog njihove brze adaptacije u novim medijima rasta. Pri tome se mora voditi računa o nekoliko parametara koji su osnovni pokazatelji brze adaptacije kao što su: visina i masa biljke, broj izboja te dužina korijena. Dužina korijena posebno je važna kod uzgoja presadnica ruža jer je za pojedine vrste ruža utvrđeno kako im se korijen teško razvija te posljedično imaju problema s adaptacijom na novi medij (Baig i sur., 2011.).

U ovom istraživanju kao osnovni parametar odgovarajuće presadnice za sadnju i brzu prilagodbu uspoređene su vrijednosti morfoloških svojstva *in vitro* presadnica s komercijalnom presadnicom divlje ruže i pelargonije.

Postotak ukorijenjenih biljaka u *in vitro* dijelu istraživanja iznosio je 56,14 % za divlju ružu te 63,49 % za pelargoniju (Grafikon 4.). Nakon mjesec dana uzgoja proizvedena komercijalna presadnica divlje ruže imala je prosječni porast visine biljke za 69,50 %, mase 4,34 %, broja izboja 31,25 % te dužine korijena 60 % (Grafikon 5.). Sukladno, prosječni porast presadnica pelargonije iznosio je za visinu biljke 41,32 %, mase 96,44 %, broj izboja 12,60 % te dužine korijena 56,25 % (Grafikon 6.).

Pati i sur. (2006.) utvrdili su da se *in vitro* presadnice cvijeća pogodnije za uzgoj za rezani cvijet obzirom da su ujednačenije rastom te daju više cvjetova. Također, Razavizadeh i Ehsanpour (2008.) tvrde kako *in vitro* razmnožavanje neovisno o sezoni daje velik broj zdravih presadnica u kratkom periodu. Isti autori tvrde da se tako proizvedena komercijalna presadnica može nazivati bezvirusnom.

4.8. Morfološka svojstva komercijalnih presadnica divlje ruže nakon adaptacije u supstratima

Nakon sadnje proizvedenih presadnica potrebno je neko vrijeme kako bi se presadnice prilagodile na nove uvijete koji se prvenstveno odnose na uzgojni medij, temperaturu, količinu vlage i svijetla. Limitirajući čimbenik pri tome su najčešće nedovoljno razvijene korijenove dlačice *ex vitro* presadnica pa i u uvjetima dobre opskrbljenosti supstrata vodom može doći do venuća presadnica zbog velike transpiracije (Pospóšilová i sur., 1999.). Naime, *in vitro* proizvedene presadnice imaju slabo razvijenu kutikulu te kada se presade u supstrat taj nedostatak uzrokuje veliki gubitak vode isparavanjem kroz biomasu. Međutim, jedanput uspješno adaptirane presadnice imaju veliki porast biomase, a kao

najvažniji parametri uspješnosti adaptacije navode se: visina biljke, broj listova, ukupna lisna površina, ukupna masa suhe tvari, odnos nadzemne mase i korijena te odnos mase i površine lista (Preece i Sutter, 1991.; Kadleček, 1998.; Bolar i sur., 1998.). Prosječan postotak adaptiranih presadnica u svim istraživanim supstratima iznosio je 54,68 % za divlju ružu te 99,68 % za pelargoniju (Grafikon 6.).

U ovom istraživanju su se na temelju analize morfoloških svojstava adaptiranih presadnica divlje ruže utvrdile različite pogodnosti pojedinih alternativnih komponenti i njihovih mješavina na visinu produkcije biomase presadnica u odnosu na komercijalni supstrat. Utvrđene razlike većinom nisu bile statistički značajne te bi se moglo reći da je svaki analizirani supstrat bio pogodan za ožiljavanje i adaptaciju presadnica divlje ruže.

Kod prosječnog broja izboja utvrđena je jedino statistički značajna razlika između mješavine M2 i kontrolnog supstrata gdje je kontrolni supstrat imao prosječno najmanji broj izboja koji je iznosio 1,58. Kod prosječne visine biljke statistički značajna razlika utvrđena je jedino za tretman M3, gdje je utvrđena najmanja visina biljke od 9,24 cm. Za isti tretman utvrđena je i statistički najniža prosječna dužina korijena od 11,17 cm. Nadalje, prosječan broj listova presadnice bio je statistički značajno viši na tretmanu B (15,25) i M2 (15,44) u odnosu na kontrolu (10,83) (Tablica 41.). U sličnim istraživanjima Pospóšilová i sur., (1999.) navode da visina biljke duhana nakon dva tjedna adaptacije može doseći prosječno do 18 cm, a broj listova može se kretati od 13 do 22.

Statistički najveća nadzemna masa presadnica divlje ruže utvrđena je na tretmanu M2 (1,09 cm), dok je najmanja utvrđena na tretmanu A (0,62 g). Svježa masa korijena se značajno razlikovala između tretmana B i C, na kojima je utvrđena najveća vrijednost od 0,72 g, te tretmana M3 (0,48 g) i A na kojem je utvrđena najmanja vrijednost od 0,44 g. Također, za isti tretman utvrđena je i statistički najniža ukupna masa presadnice od 1,05 g. Kod odnosa svježe nadzemne mase i korijena statistički značajna razlika utvrđena je jedino za tretman B, gdje je utvrđena najmanji odnos od 0,97 (Tablica 42.).

Suprotno od svježe mase, najveća suha masa nadzemnog dijela presadnice ruže utvrđena je na kontrolnom tretmanu (0,23 g) te se značajno razlikovala od tretmana A, B, M3 te C na kojem je zabilježena i najmanja masa nadzemnog dijela od 0,13 g. Također, kod kontrolnog tretmana E (0,11 g) zabilježena je statistički najveća suha masa korijena kao i ukupna suha masa presadnice divlje ruže (0,34 g). Nadalje, najveći odnos suhe mase nadzemnog dijela i korijena utvrđen je na tretmanu M2 (2,78), dok je najmanji utvrđen na tretmanu B (1,64) (Tablica 43.). Odnos nadzemne / podzemne mase (S/K) je morfološko

svojstvo koje se najčešće promatra iz perspektive vodnog režima (Jelić i sur., 2014.). Naime, isti autori navode kako određena količina lišća koja ima funkciju transpiracije treba određenu količinu korijena koja može apsorbirati vodu iz tla kako bi nadoknadila transpiracijske gubitke (cit. Bernier i sur. (1995.)). Također, niska vrijednost odnosa S/K znači obilniji korijen u odnosu na lisnu površinu, pa stoga sadnica ima vrlo visoki potencijal izbjegavanja vodnog stresa.

4.9. Kemijska svojstva presadnica divlje ruža nakon adaptacije u supstratima

4.9.1. Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu divlje ruže

Prema Bergman (1992.) optimalan status hraniva u nadzemnom dijelu biljnih organa porodice *Rosaceae*. Vrijednosti su izražene na bazi mase suhe tvari, te iznose: 2,8 – 3,2 % N, 0,20 - 0,35 % P, 1,60 - 2,00 % K, 1,60 - 2,50 % Ca, 0,30 - 0,50 % Mg, 5 - 12 mg Cu/kg, 35 - 100 mg Mn/kg, 20 - 60 mg Zn/kg.

Kemijska svojstva presadnica, u ovom istraživanju, kao i sadržaj suhe tvari varirale su s obzirom na ispitivani tretman. Tako je statistički značajno veći sadržaj suhe tvari utvrđen na kontroli i iznosio je 27,42 %, što je ujedno bio i najviši zabilježeni sadržaj suhe tvari uopće (Tablica 44.). Prema Vinković (2011.) sadržaj suhe tvari važno je svojstvo u biljnoj ekologiji jer je povezano s mnogim kritičnim točkama rasta i preživljavanja biljke. U ovom istraživanju, sadržaj suhe tvari nije očekivano pratio sadržaj N u nadzemnom dijelu, tj. iako je na tretmanu mješavina utvrđen statistički značajno niži sadržaj suhe tvari (prosječno 19,37 %) sadržaj N nije se statistički razlikovao u odnosu na kontrolu. Naime, na kontroli je zabilježen sadržaj N od 3,20 %, a na tretmanima mješavina sadržaj dušika bio je u prosjeku 3,15 %. To nije bio slučaj s tretmanima alternativnih komponenti gdje je utvrđen i niži sadržaj suhe tvari (prosječno 22,52 %) i niži sadržaj N (prosječno 2,42 %) (Slika 2.). Najniži sadržaj N utvrđen je na tretmanu alternativne komponente D i iznosio je 1,70 %, a iako Bergman (1992.) navodi da je u nadzemnom dijelu biljke porodice *Rosaceae* prosječan sadržaj N od 2,8 - 3,2 %, nisu zabilježeni simptomi nedostatka na presadnicama na ovom tretmanu.

Najveći sadržaj P u nadzemnom dijelu biljke zabilježen je na kontrolnom tretmanu (0,45 %) i bio je statistički značajno veći od svih ostali tretmana, nešto niže vrijednosti utvrđene su na tretmanima mješavina supstrata (prosječno 0,4 %), dok su najmanje vrijednosti utvrđene na alternativnim komponentama (prosječno 0,25 %). Nadalje, utvrđeni sadržaj K na tretmanima mješavina (prosječno 2,68 %) bio je statistički značajno veći u

odnosu na tretmane alternativnih komponenti (prosječno 2,35 %) i tretman kontrole (2,27 %).

Utvrđeni sadržaj Ca u nadzemnom dijelu biljke imao je vrlo specifičnu dinamiku pa je tako unutar alternativnih komponenti zabilježen statistički značajno najveći sadržaj Ca od 0,55 % i statistički značajno najniži sadržaj Ca od 0,32 %. Ovakvi rezultati bili su očekivani jer je najveći sadržaj Ca zabilježen na biljci uzgajanoj na supstratu alternativne komponente porijeklom od vrbine kore (B), a prema Fromm (2010.) Ca ulazi u strukturu kambija i ima veliku ulogu u rastu i razvoju debla i kore drveta. Utvrđene vrijednosti Mg na svim tretmanima bile su u optimalnim granicama i kretale su se od 0,16 do 0,34 %, a statistički značajno najviše Mg zabilježeno je u nadzemnom dijelu divlje ruže uzgajane na supstratu A.



Slika 2. Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu i korijenu divlje ruže

Statistički značajno najniži i najviši sadržaj Na utvrđen je na tretmanima alternativnih komponenti, tretmanu D (0,6099 %) te tretmanu A (0,0773 %) (Slika 2.). Općenito možemo reći, kako je sadržaj osnovnih makroelemenata N, P i K bio veći u nadzemnom dijelu presadnice divlje ruže u odnosu na korijen što je posljedica translokacije makroelemenata i starosti presadnice u trenutku uzorkovanja (Parađiković i sur., 2016.; Zeljković, 2013.)

4.9.2. Sadržaj makroelemenata u korijenu divlje ruže

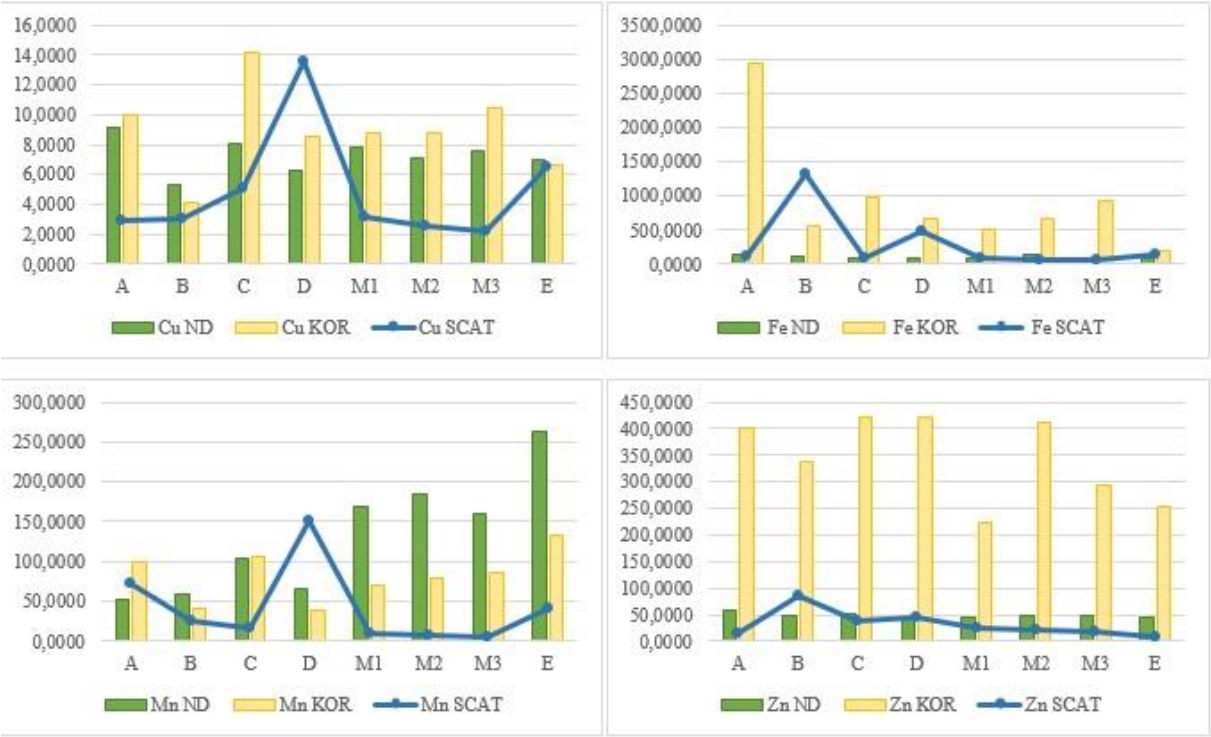
Mineralni sastav suhe tvari korijena bio je pod utjecajem tretmana kao i pod utjecajem fenološke faze presadnice pa je tako zabilježen viši sadržaj sekundarnih maroelemenata u korijenu Ca, Mg i Na u odnosu na nadzemni dio. Slični rezultati zabilježeni su i u istraživanju Zeljković (2013.) gdje je sadržaj Mg i Ca u korijenu cvjetnih presadnica bio više od 50 % veći u odnosu na nadzemni dio.

Statistički značajno najveći sadržaj N utvrđen je na korijenu divlje ruže uzgojene na kontroli i iznosio je 3,25 %, dok je statistički značajno najniži bio u korijenu sa supstrata D, što je i bilo očekivano s obzirom na njegov sadržaj N. Također, na kontrolnom supstratu utvrđen je i statistički značajno najveći sadržaj P (0,31 %), ali najmanji sadržaj K (1,18 %). Sadržaj Ca i Mg u korijenu divlje ruže statistički je značajno viši bio na mješavini supstrata M3, dok je sadržaj Na bio najveći u korijenu uzgajanom na supstratu D (Slika 2.).

4.9.3. Koncentracija mikroelemenata u nadzemnom dijelu divlje ruže

Koncentracija mikroelemenata u biljci usko je vezana uz razvojni stadij biljke (Orroño i Lavado, 2009.). Perronnet i sur. (2003.) ističu kako akumulacija Zn varira tijekom rasta biljke *Thlaspi caerulescens* i po pojedinom biljnom organu, pa je tako zabilježen porast koncentracije Zn u stabljici tijekom porasta biljke. Također, Gâlea i sur. (2015.) ističu kako je koncentracija mikroelemenata u biljci usko povezana s pH vrijednošću supstrata u kojem se biljka uzgaja, pa je pri visokoj pH vrijednosti najčešće smanjena mobilnost mikroelemenata u biljne organe. U kontrolnim biljakama zabilježene su u prosjeku statistički značajno niže koncentracije Cu, Fe i Zn u nadzemnom dijelu divlje ruže u odnosu na sve ostale tretmane. Samo je koncentracija Mn bila statistički značajno najveća na kontroli i iznosila je 263,03 mg/kg. Isto tako, zabilježena vrijednost na kontroli bila je veća od optimalnog statusa ishranjenosti prema Bergmanu (1992.) koji navodi da je optimalna koncentracija Mn u nadzemnom dijelu biljaka porodice *Rosaceae* od 35 – 100 mg/kg. Međutim, koncentracija Mn u nadzemnom dijelu biljaka s ostalih tretmana bila je u

navedenom rasponu. Isto tako, koncentracije Cu i Zn bile su u optimalnom rasponu i kretale su se od 5,29 – 9,16 mg/kg Cu (optimalno 5 – 12 mg/kg) te od 42,00 – 58,19 Zn (optimalno 20 – 60 mg/kg) (Slika 3.).



Slika 3. Koncentracija mikroelemenata u nadzemnom dijelu i korijenu divlje ruže

4.9.4. Koncentracija mikroelemenata u korijenu divlje ruže

Kao i kod makroelemenata zabilježene su više koncentracija mikroelemenata, osim Mn, u korijenu u odnosu na nadzemni dio presadnica divlje ruže, što je usko povezano sa starosti presadnice u trenutku uzorkovanja. Naime, Parađiković i sur. (2016.) navodi kako potreba biljke za mikroelementima iz porodice *Rosaceae* nastupa kasnije nakon procesa lignifikacije stabljike i nakon pojave šestog para listova. U korijenu divlje ruže zabilježena je jednaka dinamika u koncentraciji mikroelemenata pa je tako opet u korijenu s kontrole zabilježena značajno niža koncentracija Cu, Fe i Zn, a najveća koncentracija Mn u odnosu na korijen s ostalih tretmana (Slika 3.).

4.10. Morfološka svojstva komercijalnih presadnica pelargonije nakon adaptacije u supstratima

Kao i kod divlje ruže, utvrđene razlike morfoloških svojstava presadnica pelargonije ukazuju na različitu pogodnost pojedinih alternativnih komponenti i njihovih mješavina na visinu produkcije biomase presadnica u odnosu na komercijalni supstrat. Također i kod pelargonije, utvrđene razlike većinom nisu statistički značajne što bi značilo da je svaki analizirani supstrat bio pogodan za ožiljavanje presadnica pelargonije.

Prosječan najmanji broj izboja utvrđen je na kontrolnom tretmanu F (2,05) te je bio statistički značajno manji jedino u odnosu na tretman Cg na kojem je zabilježen najveći broj izboja od 2,70 (Tablica 52.). Suprotno, za ispitivani parametar visine biljke na kontrolnom tretmanu F utvrđena je statistički značajno najveća vrijednost visine presadnica pelargonije (3,95 cm). Nadalje, dužina korijena nije se značajno razlikovala među tretmanima. Statistički značajno veći broj listova presadnica u odnosu na kontrolni (14,65) zabilježen je na tretmanima Cg (18,18) i M4 (18,47). U sličnim istraživanjima Zawadzińska i sur. (2013.) navode kako se broj listova pelargonije po biljci ovisno o uzgojnom mediju kretao od 5,25 do 6,45 što odgovara broju listova u ovom istraživanju ukoliko se promatra broj listova po izboju.

Značajno manje vrijednosti svježe mase nadzemnog dijela presadnica pelargonije u odnosu na kontrolni tretman F (4,55) utvrđene su za tretmane Dg (2,24) i M5 (3,14). Kod svježe mase korijena statistički značajna razlika utvrđena je jedino za tretman M5, gdje je utvrđena najmanja masa korijena od 0,83 g. Za isti tretman te tretman Dg, utvrđena je statistički značajna razlika ukupne svježe mase presadnica u odnosu na ostale ispitivane tretmane. Odnos svježe nadzemne mase i korijena statistički se značajno razlikovao jedino za tretman Bg, gdje je utvrđena najmanji odnos od 2,32 (Tablica 51.).

Kod suhe mase nadzemnog dijela statistički značajno razlika utvrđena je između tretmana Dg (0,29 g) i kontrole F (0,36 g). Nadalje, kod suhe mase korijena statistički značajna razlika zabilježena je između tretmana s najvećom vrijednosti suhe mase M4 (0,10 g) i tretmana s najmanjom vrijednosti suhe mase korijena Bg i Cg (0,07 g). Najveća ukupna suha masa presadnice pelargonije utvrđena je na tretmanu M4 (0,50 g) i značajno se razlikovala od najmanje ukupne suhe masa presadnice utvrđene na tretmanu Dg (0,38 g). Isto tako, kod odnosa suhe mase nadzemnog dijela i korijena utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana M6 (4,88) i tretmana Ag (3,51) te Dg (3,22) (Tablica 54.).

U istraživanju López-Cuadrado i sur. (2008.) ispitana je mogućnost uzgoja *Pelargonium zonale* L. u šest alternativnih supstrata organskog porijekla između kojih je i supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona. Autori navode kako su zabilježene veće vrijednosti svih ispitivanih morfoloških svojstava na biljkama pelargonije uzgajanim na alternativnim supstratima. Suprotno, Šušak i sur. (2012.) navode da bolje uvjete rasta i razvoja presadnicama pelargonije pruža komercijalni supstrat u odnosu na supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona.

U ovom istraživanju presadnice pelargonije uzgajane na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona isticale su se najvećim brojem izboja, brojem listova te ukupnom svježom masom presadnice.

4.11. Kemijska svojstva presadnica pelargonije nakon adaptacije u supstratima

4.11.1. Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu pelargonije

Sadržaj suhe tvari pelargonije kretao se od 8,25 – 13,24 % i bio je pod statističkim značajnim utjecajem tretmana. Nadalje, sadržaj N, P, K, Ca, Mg i Na u nadzemnom dijelu pelargonije ukazuje na optimalni status hraniva prema Babik i sur. (2005.), Bergman (1992.) i Manolov i sur. (2005.). Naime autori navode kako je optimalan sadržaj N 3,62 %, P 0,23 %, K 2,60 %, Ca 2,50 % te Mg 0,47 %. U nadzemnom dijelu pelargonije s kontrole zabilježeno je statistički značajno više N (3,46 %) i K (4,45 %). Statistički značajno najviši sadržaj P u nadzemnom dijelu pelargonije utvrđen je na tretmanu Ag (0,56 %), Ca na tretmanima Cg (1,22 %), M4 (1,19 %) i M6 (1,24 %), Mg na tretmanu Ag (0,45 %) te Na na tretmanu Bg (0,72 %). Utvrđeni sadržaj Ca bio je nešto niži u odnosu na optimalni (Bergman, 1992.), a slične rezultate dobili su i Parađiković i sur. (2016.) koji su utvrdili sadržaj Ca u nadzemnom dijelu begonije od 1,7 % (Slika 4.).

4.11.2. Sadržaj makroelemenata u korijenu pelargonije

Za razliku od divlje ruže sadržaj gotovo svih makroelemenata u korijenu bio je niži u odnosu na nadzemni dio što je vjerojatno posljedica brže translokacije elemenata iz korijena u nadzemni dio što je svojstveno za zeljaste biljke kojima pripada i pelargonija. Jedino je zabilježeni viši sadržaj Mg u korijenu u odnosu na nadzemni dio presadnice pelargonije (Slika 4.). Sadržaj svih makroelemenata u korijenu pelargonije bio je pod utjecajem tretmana pa je tako najveći sadržaj N zabilježen na tretmanu M6 (2,78 %), P na tretmanu Cg (0,50 %), K na tretmanu Ag (2,31 %), Ca na tretmanu Bg (1,51 %), Mg na

tretmanu Cg (0,65 %) te Na na tretmanu Bg (0,46 %). Slične rezultate utvrdili su i Parađiković i sur. (2016.) na korijenu begonije.



Slika 4. Sadržaj makroelemenata u nadzemnom dijelu i korijenu pelargonije

4.11.3. Koncentracije mikroelemenata u nadzemnom dijelu pelargonije

Gâlea i sur. (2015.) navode kako su koncentracije mikroelemenata u listovima pelargonije iznosile: 4,8 mg/kg Cu, 606,00 mg/kg Fe, 53,3 mg/kg Mn te 31,5 mg/kg Zn, a u stabljici: 4,5 mg/kg Cu, 1213,9 mg/kg Fe, 39,4 mg/kg Mn te 54,9 mg/kg Zn.

Statistički značajno najveća koncentracija Cu, u ovom istraživanju, zabilježena je u nadzemnom dijelu presadnice pelargonije uzgajane na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona (Cg) što je i očekivano obzirom da je na tom supstratu zabilježena gotovo duplo

veća koncentracija Cu u odnosu na ostale alternativne komponente (Slika 5.). Sukladno tome, utvrđena koncentracija Cu na tretmanu Cg (7,046 mg/kg) jedina značajnije odstupa od onih utvrđenih u istraživanju Gâlea i sur. (2015.) koje su iznosile 4,8 mg/kg u listu i 4,5 mg/kg u stabljici.

Statistički najveća koncentracija Fe utvrđena je u nadzemnom dijelu pelargonija s tretmana A i iznosila je 463,77 mg/kg, ujedno na istom tretmanu zabilježena je i najmanja vrijednost Zn (35,79 mg/kg). Statistički značajno najveća vrijednost Mn utvrđena je na kontrolnom tretmanu i iznosila je 99,85 mg/kg. Općenito, u odnosu na vrijednosti mikroelemenata utvrđenih u istraživanju Gâlea i sur. (2015.), utvrđene vrijednosti Fe u nadzemnom dijelu pelargonije svih tretmana bile su manje, Mn veće, a Zn približne.

4.11.4. Koncentracije mikroelemenata u korijenu pelargonije

Prema Gâlea i sur. (2015.) koncentracije pojedinih mikroelemenata u korijenu pelargonije bile su nešto više u odnosu na nadzemnu masu te su redom iznosile: 19,7 mg/kg Cu, 1175,6 mg/kg Fe, 40,8 mg/kg Mn te 62,5 mg/kg Zn.

Kabata-Pendias (2011.) navodi kako koncentracije Cu iznad 30 mg/kg izazivaju toksičnost u biljaka, a u rezultatima ovog istraživanja zabilježena je najviša koncentracija Cu u korijenu pelargonije sa supstrata nastalog nakon proizvodnje šampinjona (Cg) i iznosila je 27,28 mg/kg što je blizu toksične koncentracije iako nisu uočeni nikakvi simptomi suficita na korijenu. Također, utvrđena koncentracija bila je višestruko veća u odnosu na ostale zabilježene koncentracije Cu u korijenu pelargonije (Slika 5.). Uspoređujući koncentracije ostalih mikroelemenata s rezultatima Gâlea i sur. (2015.) možemo reći da su utvrđene koncentracije u ovom istraživanju uglavnom bile više pa se tako koncentracija Fe kretala od 625,70 do 4336,12 mg/kg, Mn 69,98 – 170,13 mg/kg te Zn 103,62 – 182,95 mg/kg. Kod korijena porijeklom s kontrolnog supstrata utvrđene su uglavnom statistički značajno niže koncentracije Cu, Fe i Zn u odnosu na ostale tretmane. Kao i kod ruže, statistički značajno najviše koncentracije u korijenu porijeklom s kontrolnog supstrata utvrđene su za Mn i iznosile su 170,13 mg/kg. Općenito možemo reći, da je i kod pelargonije kao i kod divlje ruže utvrđene više koncentracije mikroelemenata u korijenu u odnosu na nadzemni dio.



Slika 5. Koncentracije mikroelemenata u nadzemnom dijelu i korijenu pelargonije

4.12. Koeficijent akumulacije hranjivih elemenata

U sklopu istraživanja izračunati su koeficijenti akumulacije za makro i mikroelemenate u nadzemnom dijelu i korijenu divlje ruže i pelargonije s obzirom na istraživane tretmane. Također, koeficijenti akumulacije izračunati su s obzirom na ekstrakcijsko sredstvo koje je korišteno za utvrđivanje ukupnih i biljci pristupačnih elemenata ishrane.

Općenito možemo reći, da je najviši koeficijent akumulacije utvrđen kada se u obzir uzimao vodotopivi oblik hraniva u supstratu, zatim ga je slijedio CAT, a najniži koeficijenti utvrđeni su u odnosu nadzemni dio (korijen)/ukupni sadržaj elemenata ishrane. Ovakvi rezultati bili su očekivani s obzirom da ukupni sadržaj nekog elemenat ne znači i biljci pristupačan sadržaj pa se glavni naglasak u ovom istraživanju dao koeficijentima akumulacije s obzirom na ekstrakciju CAT otopinom. Prema Alt (1997.) koji se bavio usporedbom CAT i vodene ekstrakcije pristupačnih elemenata, CAT ima brojne prednosti u odnosu na vodenu ekstrakciju. Naime, autor navodi kako vodena ekstrakcija ne uzima u obzir izmjenjive katione (K^+, NH_4^+, Na^+) niti realno ekstrahira P u supstratima s visokom pH vrijednosti. Vodenom ekstrakcijom posebno je teško ekstrahirati elemente u tragovima jer je njihova koncentracija često vrlo mala što dovodi do pogrešnih zaključaka o biljci stvarno pristupačnim koncentracijama, primarno mikroelemenata. Svi ovi nedostatci mogu

se izbjeći upotrebom CAT ekstrakcijske otopine koji funkcionira na temelju izmjenjivih kationa i kelatizacije. Stoga je CAT metoda najpogodnija za utvrđivanje makro i mikroelemenata u hortikulturnim supstratima (Alt, 1997.).

S obzirom da se sadržaj N i Ca ne određuje CAT ekstrakcijom, koeficijente akumulacije ovih elemenata promatrali smo kroz njihov ukupni sadržaj. Tako je najveći koeficijent akumulacije za N u nadzemnom dijelu divlje ruže zabilježen na tretmanu D (4,44) iako je on imao najniži sadržaj N u supstratu i u nadzemnom dijelu ruže. Isti trend utvrđen je i za koeficijent akumulacije za Ca (3,87) samo na tretmanu A. Najniži koeficijent akumulacije za N (1,21) i Ca (0,24) utvrđeni su na tretmanu B iako je na istom tretmanu utvrđen najviši sadržaj N i Ca u supstratu. Koeficijenti akumulacije na ostalim tretmanima bili su unutar minimalnih i maksimalnih vrijednosti, ali statistički značajno različiti (Tablica 61.).

Statistički značajno najveći koeficijenti akumulacije za P (18,33) i Na (5,84) zabilježen je na tretmanu A na kojem je u supstratu utvrđen i najmanji sadržaj ta dva elemenata u odnosu na ostale tretmane. Na istom tretmanu (A) zabilježen je ujedno i najveći sadržaj Na u nadzemnom dijelu presadnice divlje ruže, dok se sadržaj P kretao unutar vrijednosti svih tretmana. Također, valja istaknuti koeficijente akumulacije na tretmanima mješavina koji ukazuju na puno bolje iskorištenje P u obliku mješavina alternativnih komponenti obzirom da je prosječno manji sadržaj P u supstratu tretmana mješavina u odnosu na alternativne komponente dao značajno veće vrijednosti sadržaja P u nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže na tretmanima mješavina. Nadalje, najmanji koeficijenti akumulacije za P (4,46) zabilježen je na tretmanu C, a za Na (0,54) na tretmanu D. Najveći koeficijenti akumulacije za K (26,65) i Mg (3,80) zabilježeni su na tretmanu M3 te su se statistički značajno razlikovali u odnosu na druge tretmane. I kod ova dva elementa utvrđen je trend najvećeg koeficijenta akumulacije na supstratu u kojem je utvrđen najmanji sadržaj tog elementa. Nadalje, najveći koeficijent akumulacije za K rezultirao je i najvećim sadržajem K u nadzemnom dijelu presadnica uzgajanim na tretmanu M3, dok je sadržaj Na bio među statistički većim vrijednostima. Najmanji koeficijenti akumulacije za K (5,99) i Mg (0,54) zabilježeni su na tretmanu D. Koeficijenti akumulacije utvrđeni na ostalim tretmanima statistički su se značajno razlikovali te su bili u granicama minimalnih i maksimalnih vrijednosti (Tablica 59.)

Koeficijenti akumulacije za Cu statistički su se značajno razlikovali između ispitivanih tretmana. Najveći koeficijent akumulacije za Cu zabilježen je na tretmanu M3 te

je iznosio 3,41. Također, na tretmanu M3 zabilježena je i najmanja koncentracija Cu u supstratu. Suprotno, najveća koncentracija Cu u supstratu zabilježena je na tretmanu D na kojem je zabilježen i najniži koeficijent akumulacije od 0,46. Statistički značajno najveći koeficijenti akumulacije Fe zabilježen je na tretmanu M2 (2,51), dok je najmanji koeficijent akumulacije zabilježen na tretmanu B (0,09). Također, iako je na tretmanu M2 u supstratu zabilježena višestruko niža koncentracija Fe u odnosu na supstrat tretmana B, u nadzemnom dijelu presadnice divlje ruže utvrđena je veća koncentracija Fe što je i rezultiralo većim koeficijentom akumulacije. Isti trend utvrđen je i za koeficijent akumulacije za Mn samo na tretmanima M3, na kojem je zabilježen najveći koeficijent akumulacije od 27,94, i D, na kojem je zabilježen najmanji koeficijent akumulacije od 0,43 (Tablica 59.). Najveći koeficijent akumulacije za Zn utvrđen je na kontrolnom tretmanu (4,89) te se statistički značajno razlikovao u odnosu na sve ispitivane tretmane. Također, u kontrolnom supstratu zabilježena je i najniža koncentracija Zn što je rezultiralo i značajno manjim koncentracijama Zn u nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže.

Koeficijent akumulacije N i Ca u korijenu presadnica divlje ruže također su se promatrali kroz njihov ukupni sadržaj. Koeficijenti akumulacije u korijenu imali su isti trend kao i koeficijenti akumulacije u nadzemnom dijelu pa je tako zabilježen statistički značajno najveći koeficijent akumulacije za N (4,58) na tretmanu D te za Ca (3,17) na tretmanu A. Nadalje, sadržaj N u korijenu presadnice divlje ruže bio približan sadržaju u nadzemnom dijelu, dok je sadržaj Ca u korijenu bio je manji u odnosu na nadzemni dio presadnice (Tablica 60.).

Također, i kod ostalih makroelemenata P, K, Mg i Na statistički značajno najveći koeficijent akumulacije za pojedini element u korijenu utvrđen je na istim tretmanima kao i u nadzemnom dijelu (Tablica 62.). Tako su najveći koeficijent akumulacije za P (12,93) i Na (13,73) zabilježeni na tretmanu A, dok su za K (15,17) i Mg (6,74) zabilježeni na tretmanu M3. Nadalje, niže vrijednosti koeficijenta akumulacije za P i K u korijenu u odnosu na one u nadzemnom dijelu ukazuju na veći sadržaj tih elemenata u nadzemnom dijelu presadnica divlje ruže i obratno.

Statistički značajno veće vrijednosti koeficijenata akumulacije u korijenu presadnice divlje ruže za Cu (4,72) i Mn (14,99) zabilježene su na tretmanu M3 što je bio slučaj i s nadzemnim dijelom biljke. Niži koeficijent akumulacije Mn ukazuje na nižu koncentraciju Mn u korijenu presadnice divlje ruže u odnosu na nadzemni dio. Najmanji koeficijent

akumulacije za Cu (0,63) i Mn (0,26) utvrđeni su na tretmanu D. Najveći koeficijenti akumulacije za Fe (24,83) i Zn (28,69) u korijenu presadnice divlje ruže utvrđeni su na tretmanu A te su se statistički značajno razlikovali u odnosu na ostale tretmane. Na istom tretmanu (A) zabilježena je ujedno i najveća koncentracija Fe u korijenu presadnice divlje ruže, dok je koncentracija Zn bila unutar vrijednosti svih tretmana. Koeficijenti akumulacije utvrđeni na ostalim tretmanima statistički su se značajno razlikovali te su bili u granicama minimalnih i maksimalnih vrijednosti (Tablica 60.).

Općenito, koeficijenti akumulacije svih mikroelemenata, osim Mn, bili su veći u korijenu u odnosu na nadzemni dio presadnice divlje ruže što je rezultiralo većom koncentracijom tih elemenata u korijenu presadnica divlje ruže, a posebice Fe i Zn (Slika 3.). Ovakvi rezultati u skaldu su s istraživanjima Radanović i Antić-Mladenović (2012.) koji ističu da sposobnost biljke za usvajanje mikroelemenata ovisi o svojstvima supstrata, fazi razvoja biljke te svojstvima genotipa. Nadalje, Yeritsyan i Economakis (2002.) navode kako su veće koncentracije Fe utvrđene u korijenju vrste *Origanum vulgare* u odnosu na lišće. Također, Radanović i Antić-Mladenović (2012.) navode kako je Cu slabo pokretljiv u biljci te stoga nije neobično da se veće koncentracije Cu nalaze u korijenu.

Kao i kod ruže, koeficijenti akumulacije za N i Ca u nadzemnom dijelu pelargonije promatrali su se kroz njihov ukupni sadržaj. Statistički značajno najveći koeficijent akumulacije za N (3,95) i Ca (8,00) utvrđeni su na tretmanu Ag. Iako je na tretmanu Ag u supstratu zabilježen niži sadržaj N u odnosu na većinu istraživanih supstrata, sadržaj N u nadzemnom dijelu biljke bio je jedan od većih. Najniži koeficijent akumulacije za N (1,46) zabilježen je na tretmanu M5, do je najniži koeficijent akumulacije za Ca (0,38) zabilježen na tretmanu Bg (Tablica 61.).

Statistički značajno najveći koeficijent akumulacije za P (22,70) i K (41,82) zabilježen je na tretmanu Bg u odnosu na ostale ispitivane tretmane. Također, u supstratu istog tretmana utvrđen je najniži sadržaj oba elementa. Najniži koeficijent akumulacije za P (6,91) zabilježen je na tretmanu M5, do je najniži koeficijent akumulacije za K (13,38) zabilježen na tretmanu Dg. Nadalje, najveći koeficijent akumulacije Mg (5,14) i Na (38,03) zabilježeni su na tretmanu Ag te su se statistički značajno razlikovali u odnosu na ostale tretmane. Koeficijenti akumulacije ova dva elementa pratili su isti trend kao i kod P i K te je i u ovom slučaju zabilježen najniži sadržaja Mg i Na na supstratu tretmana gdje zabilježen

njihov najveći koeficijent akumulacije. Također, na istom tretmanu je zabilježen i najveći sadržaj Mg u nadzemnom dijelu presadnice pelargonije.

Koeficijenti akumulacije za Cu statistički su se značajno razlikovali između ispitivanih tretmana te je najveći koeficijent akumulacije zabilježen na tretmanu Cg i iznosio je 2,15. Najveća koncentracija Cu u supstratu zabilježena je na tretmanu Dg na kojem je zabilježen i najniži koeficijent akumulacije od 0,51. Nadalje, statistički značajno najveći koeficijent akumulacije Fe (5,32) i Mn (6,83) zabilježeni su na tretmanu Cg. Višestruko manje koncentracije Fe i Mn u supstratu istog tretmana rezultirale su i manjim koncentracijama tih elemenata u nadzemnom dijelu presadnica u odnosu na ostale tretmane. Najveći koeficijent akumulacije (2,72) za Zn utvrđen je na kontrolnom tretmanu, a najmanji (0,81) na tretmanu Dg. Koeficijenti akumulacije utvrđeni na ostalim tretmanima statistički su se značajno razlikovali te su bili u granicama minimalnih i maksimalnih vrijednosti (Tablica 61.).

Najveći zabilježen koeficijent akumulacije kroz ukupni sadržaj u korijenu presadnica pelargonije za N je zabilježen na tretmanu Dg i iznosio je 4,88, a za Ca na tretmanu Ag i iznosio je 2,34. U korijenu presadnica divlje ruže ujedno je zabilježen i najmanji sadržaj na supstratu Dg, no veći u odnosu na nadzemni dio što je i vidljivo usporedimo li njihove koeficijente akumulacije. Statistički značajno najveći sadržaj Ca na tretmanu Ag gdje je ujedno zabilježen i najmanji sadržaj Ca u korijenu presadnica pelargonije. Najmanji koeficijent akumulacije za Ca utvrđen je na tretmanu M5 (Tablica 62.).

Kod ostalih makroelemenata P, K, Mg i Na statistički značajno najveći koeficijent akumulacije za pojedini element u korijenu utvrđen je na istim tretmanima kao i u nadzemnom dijelu. Tako su najveći koeficijent akumulacije za P (14,93) i K (20,41) zabilježeni na tretmanu Bg, dok su za Mg (6,50) i Na (26,32) zabilježeni na tretmanu Ag. Općenito, koeficijenti akumulacije makroelemenata ukazuju na veći sadržaj P, K i Na u nadzemnom dijelu presadnica pelargonija, dok je veći sadržaj Mg utvrđen u korijenu presadnica pelargonija.

Kao i kod makroelemenata, statistički značajno najveći koeficijent akumulacije pojedinog mikrolementa u korijenu presadnica pelargonije utvrđen je na istim tretmanima kao i u nadzemnom dijelu. Stoga, najveći koeficijenti akumulacije za Cu, Fe i Mn zabilježeni su na tretmanu Cg, a za Zn na kontrolnom tretmanu F (Tablica 62.).

4.13. Koeficijenti linearne korelacije

Promjena mineralnog sastava suhe tvari nadzemnog dijela i korijena divlje ruže i pelargonije rezultat je učinaka različitih ispitivanih supstrata i njihovih mješavina. Pri tome, reakcija biljaka u uzgoju na različitim supstratima ukazuje na različit utjecaj primjenjenih tretmana na koncentracije makro i mikroelemeneta u masi suhe tvari nadzemnog dijela i korijena u ispitivanim fenofazama. Utjecaj tretmana potvrđen je i dobivenim korelacijama između sadržaja makro i mikro elemenata u masi suhe tvari nadzemnog dijela i korijena obje ispitivane kulture. Tako je u nadzemnom dijelu divlje ruže na tretmanima mješavina koji su s uzgojnog aspekta najznačajniji utvrđena pozitivna korelacija između K i Ca (r=0,72), dok je utvrđena negativna korelacija K s Fe (r=-0,78) i Mn (r=-0,93). Nadalje, kod divlje ruže nije utvrđena korelacija između dušika i ostalih makro i mikroelemenata, a za P je utvrđena značajno negativna korelacija s Ca (r=-0,73) (Tablica 63.). Suprotno, u nadzemnom dijelu pelargonije utvrđena je značajno pozitivna korelacija koncentracije N i svih ostalih makroelemenata (P r=0,88; K r=0,82; Ca r=0,97; Mg r=0,84) te mikroelemenata Cu (r=0,78) i Zn (r=0,91). Slične rezultate u nadzemnom dijelu biljke dobio je Vinković (2011.) koji ističe visoku pozitivnu korelaciju u nadzemnom dijelu rajčice između N i svih ostalih makroelemenata te između N i Zn. Isti autor navodi i pozitivnu korelaciju P s Mg i Zn, što je potvrđeno i u ovom istraživanju gdje je korelacija P i Mg iznosila r=0,91, a P i Zn r=0,72.

Sličan trend korelacija utvrđen je i u korijenu ispitivanih kultura pa je tako na korijenu divlje ruže utvrđena jedino negativna korelacija između N i Na (r=-0,92) te N i Zn (r=-0,88), dok je u korijenu presadnica pelargonije utvrđena visoka pozitivna korelacija između N i P (r=0,75), N i Ca (r=0,77), N i Mg (r=0,90), N i Na (r=0,90) i N i Zn (r=0,93). Kod P utvrđene su značajne korelacije u korijenu pelargonije između P i Ca (r=0,87), P i Mg (r=0,81) te P i Cu (r=0,74) i P i Zn (0,78), dok je K imao visoku pozitivnu korelaciju s Na (r=0,73) te negativnu s Fe (r=-0,95) i Mn (r=-0,88). Također, negativne korelacije za iste mikroelemente utvrđene su za K kod korijena divlje ruže (Tablica 64.). Slični rezultati, dobiveni su i u istraživanju Karalić (2009.) gdje su utvrđene negativne korelacije između K i Mn u korijenu te pozitivne korelacije između Mg i Na i Mg i Zn.

5. ZAKLJUČCI

A. Supstrati (tretmani) su se vrlo značajno razlikovali po istraživanim svojstvima kako za uzgoj divlje ruže, tako i za uzgoj pelargonija.
   1. U odnosu na alternativne supstrate te njihove mješavine na komercijalnim supstratima za proizvodnju divlje ruže i pelargonije utvrđen je najmanji sadržaj suhe tvari, a najveći sadržaj organske tvari.
   2. Komercijalni supstrat za proizvodnju divlje ruže imao je najnižu pH vrijednost u odnosu na supstrate korištene za sadnju divlje ruže.
   3. Supstrat od piljevine (Dg) za uzgoj pelargonija imao je najnižu pH vrijednost u odnosu na sve istraživane supstrate (5,63) što je posljedica nedovoljne razgrađenosti piljevine, dok su oba supstrata od piljevine imala najveći C/N odnos koji je iznosio 108:1 za divlju ružu tj. 123:1 za pelargoniju.
   4. Najveći EC zabilježen je na supstratu nastalom nakon proizvodnje šampinjona (C) za obje cvjetne vrte i iznosio je 2,63 mS/cm za divlju ružu tj. 2,41 mS/cm za pelargoniju.
   5. Alternativne supstrati korišteni za uzgoj divlje ruže i pelargonije u odnosu na komercijalne supstrate imale su najveći sadržaj makro i mikro elemenata kako u ukupnoj ekstrakciji tako i u vodenoj i CAT ekstrakciji, dok je komercijalni supstrat za proizvodnju ruže imao najveći sadržaj vodotopivog P, a za proizvodnju pelargonije vodotopivog K i K u CAT otopini.
   6. Sadržaj makro i mikroelmenata u mješavinama alternativnih supstrata za sadnju divlje ruže i pelargonije bio je unutar minimalnih i maksimalnih vrijednosti što je posljedica pravilnog omjera miješanja alternativnih komponenti.

B. Divlje ruže i pelargonije moguće je multiplicirati mikrorazmnožavanjem tj. postupkom *in vitro*
   1. Indeks multiplikacije kod obje cvjetne vrste povećavao se kroz četiri supkultivacije i u konačnici je iznosio 4,30 za divlju ružu te 5,60 za pelargoniju.
   2. Ukupan broj multipliciranih biljaka divlje ruže iznosio je 928, a pelargonije 1741 od kojih je 320 biljaka svake cvjetne vrste odabrano za proizvodnju komercijalne presadnice.
   3. Komercijalna presadnica divlje ruže, u odnosu na *in vitro* presadnicu, imala je prosječan porast visine biljke 69,50 %, mase 4,34 %, broja izboja 31,25 % te dužine korijena 60 %.

4. Komercijalna presadnica pelargonije, u odnosu na *in vitro* presadnicu, imala je prosječan porast visine biljke 41,32 %, mase 96,44 %, broj izboja 12,60 % te dužine korijena 56,25 %.

C. Supstrati (tretmani) su vrlo značajno utjecali na morfološka i kemijska svojstva adaptiranih (komercijalnih) presadnica divlje ruže i pelargonije.
   1. Na komercijalnom supstratu za sadnju divlje ruže zabilježena je najveća ukupna suha masa presadnice, dok je na mješavinama supstrata za proizvodnju divlje ruže zabilježen najveći broj izboja i broj listova, najveća svježa masa nadzemnog dijela, najveća ukupna svježa masa presadnice te najveći odnos mase nadzemnog dijela i korijena u svježem i suhom stanju.
   2. Na komercijalnom supstratu za sadnju pelargonija zabilježena je najveća visina presadnice, dok je na mješavinama supstrata za sadnju pelargonije zabilježen najveći broj listova, najveća svježa masa nadzemnog dijela i ukupna suha masa kao i odnos mase nadzemnog dijela i korijena u svježem stanju.
   3. Najveći porast dužine korijena i visine biljke u odnosu na *in vitro* presadnicu divlje ruže zabilježen je na supstratima (tretmanima) B (>100 % dužine korijena) odnosno D (86 % visine biljke), dok je na komercijalnom supstratu zabilježen porast korijena od 37 % tj. visine biljke od 79 %.
   4. Najveći porast dužine korijena u odnosu na *in vitro* presadnicu pelargonije zabilježen je na supstratu (tretmanu) Dg (71 %), a najveći porast visine biljke na kontrolnom tretmanu F (63 %), dok je porast dužine korijena na komercijalnom supstratu iznosio 50 %.
   5. U nadzemnom dijelu obje cvjetne vrste zabilježen je najveći sadržaj makroelemenata, dok je u korijenu zabilježen najveći sadržaj mikroelemenata.
   6. Na supstratu od piljevine za sadnju pelargonije (Dg) zabilježena su najniže vrijednosti većine morfoloških svojstava kao i sadržaja makro i mikroelemenata kako u nadzemnom dijelu biljke tako i u korijenu, što je posljedica uzgoja na nedovoljno razgrađenom supstratu.

D. Presadnice divlje ruže i pelargonije mogu se uspješno uzgojiti na svim istraživanim alternativnim supstratima i njihovim mješavinama što nam omogućuje uzgoj presadnica **bez upotrebe treseta**.

E. Najkvalitetnije presadnice **divlje ruže** proizvedene su na **mješavini supstrata M2** koja se sastojala od slijedećih omjera alternativnih komponenti 30 % supstrata ljuski

kakaovca + 20 % supstrata od vrbine kore + 40 % supstrata nastalog nakon proizvodnje šampinjona + 10 % supstrata od piljevine

F. Najkvalitetnije presadnice **pelargonije** proizvedene su na **mješavini supstrata M4** koja se sastojala od slijedećih omjera alternativnih komponenti 18 % supstrata ljuski kakaovca + 22 % supstrata od vrbine kore + 40 % supstrata nastalog nakon proizvodnje šampinjona + 20 % supstrata od piljevine

G. Istraživanje treba proširiti u pravcu određivanja pogodnosti alternativnih supstrata i njihovih mješavina za uzgoj odrasle biljke.

6. LITERATURA

1. Abad, M., Noguera, P., Bures, S. (2001): National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. Bioresource Technology 77(2): 197-200.
2. Abad, M., Fornes, F., Carrión, C., Noguera, V. (2005.): Physical properties of various coir dusts compared to peat. HortScience, 40(7): 2138-2144.
3. Adams, C.R., Bamford, K.M., Early, M.P. (2011.): Principles of horticulture. Sixth edition. Elsevier Ltd. pp. 401.
4. Agarwal, P.K., Ranu, R.S. (2000.): Regeneration of plantlets from leaf and petiole explants of *Pelargonium x hortorum*. *In Vitro* Cellular & Developmental Biology – Plant. 36(5): 392–397.
5. Ahmad, I., Khan, M.A., Qasim, M., Zafar, M.S., Ahmad, R. (2012.): Substrates effects on growth, yield and quality of *Rosa hybrida* L. Pak. J. Bot. 44(1): 177-185.
6. Alt, D. (1997.): The CAT-method for the chemical analysis of horticultural substrates (refereed). Acta Hortculturae. (ISHS) 450:87-96.
7. Amri, E. (2010.): Low Cost Vegetative Propagation of Tropical Trees. International Journal of Botany. 6(2): 187-193.
8. Anda, M., Syed Omar, S.R., Shamshuddin, H., Fauziah, C.I. (2008.): Changes in Properties of Composting Rice Husk and Their Effects on Soil and Cocoa Growth. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 39: 2221–2249.
9. Arrigoni-Blank, M.F., Oliveira, A.C.L., Almeida, S.A., Vasconcelos, J.N.C., Blank, A.F., Luz, J.M.Q. (2011.): *In vitro* establishment of aromatic geranium from Brazil. *Acta Horticulturae*. 925: 327-334.
10. Aswath C., Choudhary M.L. (2002.): Mass propagation of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. AV|01). Indian Journal of Horticulture, 59 (1): 95-99.
11. Awang, Y., Shaharom, A.S., Mohamad, R.B., Selamat, A. (2010.): Growth dynamics of *Celosia cristata* grown in cocopeat, burnt rice hull and Kenaf core fiber mixtures. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 5 (1): 70-76.
12. Babbar, S.B., Walia, N., Kaur, A. (2009.): Large-scale *in vitro* multiplication of *Crataeva nurvala*. Methods in Molecular Biology. (547): 61-70.
13. Babik, J., Kosson, R., Nawrocka, B., Slusarski, C., (2005.): Metodyka integrowanej produkcji ogórków pod osonami. Pastwowa Inspekcja Ochrony Rolin i Nasiennictwa, Gówny Inspektorat Warszawa. pp. 38.
14. Baig, M.M.Q., Hafiz, I.A., Hussain, A. Ahmad, T., Abbasi, N.A. (2011.): An efficient protocol for in vitro propagation of Rosa gruss an teplitz and Rosa centifolia. African Journal of Biotechnology. 10(22): 4564-4573.

15. Beardsell, D.V., Nicholas, D.G., Jones, D.L. (1979.): Physical properties of nursery potting-mixtures. Scientia Hortic., 11: 1-8.
16. Becker, J., Brawner, F. (1996.): Scented geraniums: knowing, growing and enjoying scented pelargoniums. Loveland, CO: Interweave Press. pp. 73.
17. Belarmino, M.M., Gabon, C.F. (1999): Low cost micropropagation of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) through tissue culture. Philippine Journal of Science, 128(2): 125-143.
18. Bergmann, W. (1992.): Nutritional disorders of plants- development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fisher Verlag, Jena. pp. 741
19. Bernier, P., Lamhamedi, Y., Simpson, D.G. (1995.): Shoot: Root Ratio Is of Limited Use in Evaluating the Quality of Container Conifer Stock. Tree Planters' Notes – 46(3): 1-5.
20. Biamonte, R.L., Holcomb, E.J., White, J.W. (1993.): Fertilization,. J.W. White (ed.), Geraniums IV. Ball Publishing, Geneva, pp. 39-54.
21. Bilderback, T.E., Warren, S.L., Owen, Jr. J.S., Albano, J.P. (2005.): Healthy substrates need physicals too! HortTechnol. 15, 747–751.
22. Blok, C., Verhagen, J.B.G.M. (2009.): Trends in rooting media in Dutch horticulture during the period 2001-2005: The new growing media project. Acta Horticulturae. 819: 47-58.
23. Bolar, J.P., Norelli, J.L., Aldwinckle, H.S., Hanke, V. (1998.): An efficient method for rooting and acclimation of micropropagated apple cultivars. HortScience 37: 1251–1252.
24. Beardsell, D.V., Nicholas, D.G., Jones, D.L. (1979): Physical properties of nursery potting-mixtures. Scientia Hort. 11:1–8.
25. Brito, L.M., Reis, M., Mourão, I., Coutinho, J. (2014.): Evaluation of invasive Acacia species compost as alternative horticultural organic substrates. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference.'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turkey. 929-932.
26. Bustamante, M.A., Paredes, C., Moral, R., Agulló, E., Pérez-Murcia, M.D., Abad, M. (2008.): Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. Resources Conservation and Recycling. 52(5):792-799.
27. Caballero, R., Ordovás, J., Pajuelo, P., Carmona, E., Delgado, A. (2007.): Iron Chlorosis in Gerber as Related to Properties of Various Types of Compost used as Growing Media. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 38(17-18): 2357-2369.
28. Canli, F.A., Kazaz, S. (2009.): Biotechnology of roses: progress and future prospects. Suleyman Demirel Universtesi Orman Fakultesi. Dergisi. 1: 167-183.
29. Carelli, B.P., Echeverrigaray, S. (2002.): An improved system for the in vitro propagation of rose cultivars. Scientia Horticultrae, 92 (1): 69-74.

30. Cassells, A.C. (2001.): Contamination and its impact in tissue culture. *Acta horticulturae*. 560: 353-359.
31. Chamani, E., Joyce, D.C., Reihanytabar, A. (2008.): Vermicompost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida* 'Dream Neon Rose'. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 3 (3): 506-512.
32. Chavez, W., Di Benedetto, A., Civeira, G., Lavado, R. (2008.): Alternative soilless media for *Petunia* x *hybrida* and *Impatiens wallerana*: physical behaviour, effect of fertilization and nitrate losses. Biores. Technol., 99: 8082-8087.
33. Chebet, D.K., Okeno, J.A., Mathenge, P. (2003.): Biotechnological approaches to improve horticultural crop production. Acta Hortic. 625: 473–7.
34. Chikthimmah, N., Beelman, R., LaBorde, L. (2008): Sphagnum peat mushroom casing soils: composition, function and microbyology (composting and raw materials). Mushroom News. 54(9): 6-13.
35. Chizzola, R. (2012.): Metallic mineral elements and heavy metal sin medicinal plants. Medicinal and aromatic plant science and biotechnology. 6(1): 39-53.
36. Clarke, D., Rieley, J. (2010.): Strategy for Responsible Peatland Management. International Peat Society. Saarijärven Offset, Saarijärvi. pp. 44
37. Cloyd, R.A., Dickinson, A.M.Y., Larson, R.A., Marley, K.A. (2007.): Effect of growing media and their constituents on fungus gnat, *Bradysia sp. nr. Coprophila* (Lintner) adults. Insect Science 14(6): 467 – 475.
38. Currey, C.J. i Lopez, R.G. (2013.): Cuttings of Impatiens, Pelargonium, and Petunia Propagated under Light-emitting Diodes and High-pressure Sodium Lamps Have Comparable Growth, Morphology, Gas Exchange, and Post-transplant Performance. HortScience. 48(4):428–434.
39. Ćosić, J., Jurković, D., Vrandečić, K. (2010.): Bolesti cvijeća i ukrasnog bilja. Udžbenik. Poljoprivredni fakultet Osijek, 105.
40. Dede, Ö.H., Köseoğlu, G., Özdemįr S., Çelebį A. (2006.): Effects of Organic Waste Substrates on the Growth of Impatiens. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 30: 375-381.
41. Di Benedetto, A., Petracchi, J.C., Marcella, G., Montaron, P., Chavez, W. (2006.): Evaluation of Alternative Substrates for Bedding Plants. International Journal of Agricultural Research. 1(6): 545-554.
42. Di Benedetto, A. (2007.): Alternative substrates for potted ornamental plants based on argentinean peat and argentinean river waste: a review. Floriculture an ornamental biotechnology. 1(2): 90-101.

43. Di Benedetto, A., Klasman, R., Boschi, C. (2006.): Argentinean peat: a poor substitute for Canadian Sphagnum peat for ornamental bedding plants. European Journal of Horticultural Science. 71(2): 69-72.
44. Di Benedetto, A., Pagani, A. (2012.): Difficulties and possibilities of alternative substrates for ornamental bedding plants: An ecophysiological approach. U knjizi: Peat: Formation, Uses and Biological Effects, Poglavlje: 1, Nova Science Publishers, Inc., Urednici: C. Draguhn and N. Ciarimboli, pp.1-34.
45. EN13037: Determination of pH. 1999. (2011.)
46. EN13038: Determination of electrical conductivity. (2011.)
47. EN13039: Determination of organic matter content and ash. 1999. (2011.)
48. EN13040: Sample preparation for chemical and physical test, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density. 1999. (2007.)
49. EN13654-1: Determination of Kjeldahl Nitrogen in soil, biowaste and sewage sludge.
50. EN 13651: Soil improvers and growing media. Extraction of calcium chloride/DTPA (CAT) soluble nutrients
51. Epstein, E. (1997.): The science of composting. Technomic Publishing Company. Lancaster, Pennsylvania, USA. pp. 504
52. Evans, M.R., Gachukia, M.M. (2008.): Secondary Macro- and Microelements in Sphagnum Peat-based Substrates Amended with Parboiled Fresh Rice Hulls or Perlite. HortTechnology. 18(4): 650-655.
53. FAQs about Klasmann products. 2013. pp. 24 http://klasmann-deilmann.com/wp-content/uploads/KD_faq_2013_EN_.pdf (25.9.2016., 9:48h).
54. Farahani, F., Shaker, S. (2012.): Propagation and growth from cultured single node explants of rosa (*Rosa miniature*). African Journal of Plant Science. 6(10): 277-281.
55. Fironda, M., Băla, M. (2012.): *Pelargonium Zonale* Cuttings Rooting in Different Substrates during summer at the Teaching Facility of the Faculty of Horticulture and Forestry of Timisoara. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 16(3): 60-62.
56. Fromm, J. (2010): Wood formation of trees in relation to potassium and calcium nutrition. Tree Physiology. 30(9):1140-1147.
57. Gâlea, C., Hancu, G., Csiszer, A., Jeszenszky, C.M., Barabás, E. (2015.): Determination of mineral element content of Pelargonium roseum plant by ICP-MS. Macedonian pharmaceutical bulletin. 61(1): 27 – 34.
58. Gandolfo, E., Hakim, G., Geraci, J., Feuring, V., Giardina, E., Di Benedetto, A. (2016.): Responses of Pansy (*Viola wittrockiana* Gams.) to the Quality of the Growing Media. American Journal of Experimental Agriculture. 12(3): 1-10.

59. Gao, B., Fan, L., Li, X., Yang, H., Liu, F., Wang, L., Xi, L., Ma, N., Zhao, L. (2013.): RcRR1, a *Rosa canina* Type-A Response Regulator Gene, Is Involved in Cytokinin-Modulated Rhizoid Organogenesis. PLoS One. 8(8): e72914.
60. García-Sogo, B., Pineda, B., Roque, E., Antón, T., Atarés, A., Borja, M., Beltrán, J.P., Moreno, V., Cañas, L.A. (2012.): Production of engineered long-life and male sterile Pelargonium plants. BMC Plant Biology. 12:156.
61. Gariglio, N.F., Buyatti , M.A., Pilatti , R.A., Gonzalez Russia D.E., Acosta, M.R. (2002.): Use of a germination bioassay to test compost maturity of willow (Salix sp.) sawdust. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 30: 135-139.
62. Gautheret, R.J. (1983.): Plant tissue culture: A history. Bot. Mag. 96: 393–410.
63. George, F.E. (2008.a): Plant Tissue Culture Procedure – Background. U George, F.E., Hall, M.A., Klerk, G.D. Plant Propagation by Tissue Culture. 3rd Edition. Springer. Pp. 1-29.
64. George, F.E., Debergh, P.C. (2008.b): Micropropagation: Uses and Methods. U George, F.E., Hall, M.A., Klerk, G.D. Plant Propagation by Tissue Culture. 3rd Edition. Springer. Pp. 29-65.
65. Ghanem, S. A., Aly, U.I., El-kazzaz, A., Abdel-Samad, A.A., Nermeen, M. Arafa. (2008): *In Vitro* Regeneration of Pelargonium graveolens Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 6(2): 15-18.
66. Guerrero, F., Gasco, J.M., Hernandez-Apaolaza, L. (2002.): Use of pinebark and sewage sludge compost as components of substrates for *Pinus pinea* and *Cupressus arizonica* production. Journal of Plant Nutrition. 25(1):129–141.
67. Hamama, L., Voisine, L., Naouar, A., Gala, R., Cesbron, D., Michel, G., Leplat, F., Foucher, F., Hibrand Saint Oyant, L., Dorion, N. (2012.): Effect of GA(3) and Paclobutrazol on Adventitious Shoot Regeneration of Two Pelargonium sp. Acta Horticulturae. 961: 187-194.
68. Hassanein, A., Dorion, N. (2005.): Efficient plant regeneration system from leaf discs of zonal (*Pelargonium x hortorum*) and two scented (*P. capitatum* and *P. graveolens*) geraniums. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 83: 231–240.
69. Hempel, M., Petos-Witkowska, B., Tymoszuk, J. (1985.): The influence of cytokinins on multiplication and subsequent rooting of Gerbera in vitro. Acta Horticulturae, 157: 301-304.
70. Higashikawa, F.S., Silva, C.A., Bettiol, W. (2010.): Chemical and physical properties of organic residues. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 34(5): 1743-1752.

71. Hernández-Apaolaza, L., Guerrero, F. (2008.): Comparison between pine bark and coconut husk sorption capacity of metals and nitrate when mixed with sewage sludge. Bioresour Technol. 99(6):1544-1548.
72. HRN ISO14235:1994, 'Kakvoća tla -- Određivanje organskog ugljika sulfokromnom oksidacijom', Hrvatski zavod za norme, Zagreb
73. Iliev, I., Gajdošová, A., Libiaková, G., Jain, S.M. (2010.): Plant Micropropagation. In: Plant Cell Culture: Essential Methods. Michael R. Davey, Paul Anthony, John Wiley & Sons, Ltd. pp. 341
74. Ingelmo, F., Canet, R., Ibanez, M.A., Pomares, F., Garcia, J. (1998.): Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. Bioresource Technology. 63: 123-129.
75. Jackson, B.E., Wright, R.D., Seiler, J.R. (2009.): Changes in chemical and physical properties of pine tree substrate and pine bark during long-term nursery crop production. HortScience 44: 791–799.
76. Jelaska, S. 1994. Kultura biljnih stanica i tkiva, Školska knjiga. pp. 398.
77. Jelić, G., Topić, V., Butorac, L., Đurđević, Z., Jazbec, A., Oršanić, M. (2014.): Utjecaj veličine kontejnera i pripreme tla na uspjeh pošumljavanja jednogodišnjim sadnicama bora pinije (*Pinus pinea* L.) na sredozemnom području R. hrvatske. Šumarski list, 138 (9-10): 463-474.
78. Kabata-Pendias, A. (2011.): Trace elemets in soil and plants. CRC Press, Boca Raton, pp. 520
79. Kadleček, P., Ticha, I., Capkova, V., Schafer, C. (1998.): Acclimatization of micropropagated tobacco plantlets. Photosynthesis: Mechanisms and Effects. 5: 3853–3856.
80. Kalamdhad, A.S., Pasha, M., Kazmi, A.A. (2008.): Stability evaluation of compost by respiration techniques in a rotary drum composter. Resour Conser Recyc 52:829–834.
81. Karalić, K. (2009.): Utvrđivanje potrebe u kalcizaciji i utjecaj kalcizacije na status hraniva u tlu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. pp. 155.
82. Kessler, J.R. Jr. (1998.): Greenhouse Production of Zonal Geraniums, Auburn University, U.S. pp. 6.
83. Khosravi, P., Kermani, M.J., Nematzadeh, G.A., Bihamta, M.R. (2007): A protocol for mass production of Rosa hybrida cv. Iceberg through in vitro propagation. Iran. J. Biotechnol. 5(2): 100-104.
84. Krczal, G., Albouy, J., Damy, I., Kusiak, C., Deogratias, J.M., Moreau, J.P., Berkelmann, B., Wohanka, W. (1995): Transmission of Pelargonium Xower break virus (PFBV) in irrigation systems and by thrips. Plant Dis 79(2):163–166.

85. Kumar, A., Sood, A., Palni, U., Gupta, A., Palni, L.M. (2001.): Micropropagation of Rosa damascena Mill. from mature bushes using thidiazuron. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 76(1): 30-34.
86. Kumari, M., Varghese, T.M., Mehta, P.K. (2001): Micropropagation of chrysanthemum through shoot apex culture in two named varieties Viz. Miss Universe and Snow Ball. Annual Agricultural Research, 11(3): 371-376.
87. Laliberte, S., Chretien, L., Vieth, J. (1985): In vitro plantlet production from young capitulum explants of Gerbera jamesonii. HortScience, 20: 137-139.
88. Lautner, S., Ehlting, B., Windeisen, E., Rennenberg, H., Matyssek, R., Fromm, J. (2007.): Calcium nutrition has a significant influence on wood formation in poplar. New Phytologist. 173(4): 743–752.
89. Lazarević, B., Poljak, M., Horvat, T., Karažija, T., Ivanušević, T. (2011.): Utjecaj koncentracije IBA i tipa supstrata na razvoj korijenja u proizvodnji presadnica pelargonija (*Pelargonuim zonale* L.). Zbornik radova 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 545-549.
90. Leggatt, I.V., Waites, W.M., Leifert, C., Nicholas, J. (1994): Characterisation Of Micro-Organisms Isolated From Plants During Micropropagation. In: Bacterial and Bacteria-like Contaminants of Plant Tissue Cultures. ISHS Acta Horticulturae. pp. 225.
91. Lis-Balchin, Maria. (2002.): History of nomenclature, usage and cultivation of Geranium and Pelargonium species, 5-10. In: Lis-Balchin, Maria (ed). Geranium and pelargonium: the genera Geranium and Pelargonium. New York: Taylor & Francis. pp. 307.
92. Lončarić, Z., Engler, M., Karalić, K., Bukvić, G., Lončarić, R., Kralik, D. (2005.): Ocjena kvalitete vermikompostiranog goveđeg stajskog gnoja. Poljoprivreda. 11(1): 57-63.
93. López-Cuadrado, M.C., Ruiz-Fernández, J., Masaguer, A., Moliner, A. (2008.): Utilization of different organic wastes from madrid as growth media for *Pelargonium zonale*. *Acta Horticulturae*. 779, 623-630.
94. Madden, Jaren I., Jones, Cynthia, S., Auer, Carol A. (2005.): Modes of regeneration in *Pelargonium* × *hortorum* (*Geraniaceae*) and three closely related species. *In Vitro* Cellular & Developmental Biology – Plant. 41(1): 37-46.
95. Manolov, I., Antonow, D., Stoilov, G., Tsareva, I., Baev, M. (2005.): Jordanian zeolitic tuff as a raw material for the preparation of substrates used for plant growth. J. Cent. Eur. Agric., 6(4): 485–494.
96. Marani, F., Bertaccini, A., Cignolo, S. (1988.): Pelargonium clones obtained by the *in vitro* culture of apical meristems. Informatore Agrario 1988. 44(15): 71-73.

97. Markoska-Petrovska, O., Scheele, J., Roeleveld, J. (2003.): Application of micropropagation technique in breeding of seasonal and evergreen flowers with examples from SBW international BV tissue culture laboratory. Agronomski glasnik. 3-5: 207-226.
98. Mastalerz, J.W. (1971): A manual on the culture, diseases, insects, economics, taxonomy and breeding of geraniums. Pennsylvania Flower Growers Bulletin, Pennsylvania. pp. 350.
99. Međedović, S., Ferhatović, Dž.(2003.): Klonska proizvodnja sadnica drveća i grmlja. Bemust, Sarajevo. pp. 216.
100. Murashige, T., Skoog, F. (1962.): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures.Physiologia Pl. 15: 473–497.
101. Oberpaur, C., Puebla, V., Vaccarezza, F., Arévalo, M.E. (2010.): Preliminary substrate mixtures including peat moss (*Sphagnum magellanicum*) for vegetable crop nurseries. Ciencia e Investigación Agraria. 37(1):123-132.
102. Orroño, D.I., Lavado, R.S. (2009.): Heavy metal accumulation in Pelargonium hortorum: Effects on growth and development. Fyton. 78: 75-82.
103. Pagliarini N., Vrdoljak A. (2003.): Pelargonije - Uzgoj i zaštita, priručnik (p. 11-18). Stanek d.o.o., Varaždin.
104. Pahnekolayi, M.D., Samiei, L., Tehranifar, A., Shoor, M. (2015.): The effect of medium and plant growth regulators on micropropagation of Dog rose (*Rosa canina* L.). Journal of Plant Molecular Breeding. 3(1): 61-71.
105. Paradiso, R., De Pascale, S. (2008.): Effects of coco fibre addition to perlite on growth and yield of cut Gerbera. Acta Hort., 779: 529-534.
106. Parađiković, N., Šoštarić, J., Milaković, Z., Horvat, D. (2003.): Organsko–biološki i konvencionalni uzgoj rajčice (*Lycopersicon lycopersicum* Mill) u zaštićenom prostoru. Agriculture Scientific and Professional Review. 8(2): 40-45.
107. Parađiković, N., Zeljković, S., Vinković, T., Mustapić-Karlić, J., Kanižai, G. (2009.): Rast i razvoj kadife (*Tagetes erecta* L.) pod utjecajem volumena supstrata i tretmana sa biostimulatorom. Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. Međunarodnog simpozija agronoma. 786-790.
108. Parađiković, N. (2009.): Osnove florikulture. Skripta Poljoprivredni fakultet Osijek. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera. pp. 203.
109. Parađiković, N., Tkalec, M. Mustapić-Karlić, J., Križan, I., Vinković, T. (2012.): Growing *Pelargonium peltatum* and *Pelargonium x hortorum* from cuttings. Agroznanje. 13(4): 573-581.
110. Parađiković, N., Mustapić-Karlić, J., Teklić, T., Tkalec, M., Vinković, T. (2012.): Uzgoj cvijeta gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hooker F.) u hidroponu. Book of abstracts

of 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 102-103.

111. Paradiković, N., Zeljković, S., Tkalec, M., Vinković, T., Maksimović, I., Haramija, J. (2016.): Influence of biostimulant application on growth, nutrient status and proline concentration of begonia transplants. Biological Agriculture & Horticulture. http://dx.doi.org/10.1080/01448765.2016.1205513
112. Paradiković, N., Tkalec, M., Zeljković, S., Kraljičak, J., Vinković, T. (2016.): Osnove florikulture, udžbenik u pripremi, str. 164. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Sveučilište Josips Jurja Strossmayera.
113. Pati, P.K., Rath, S.P., Sharma, M., Sood, A., Ahuja, P.S. (2006.): *In vitro* propagation of rose—a review. Biotechnology Advances 24, 94–114.
114. Pati, P.K., Sharma, M., Sood, A., Ahuja, P.S. (2004.): Direct shoot regeneration from leaf explants of *Rosa damascena* Mill. *In Vitro* Cell.Dev.Biol.-Plant 40(2): 192-195.
115. Perronnet, T.K., Schwartz, C., Morel, J.L. (2003): Distribution of cadmium and zinc, in the hyperaccumulator Thlaspi caerulescens grown on multicontaminated soil. Plant and Soil. 249: 19-25.
116. Pinamonti, F., Stringari, G., Zorzi, G. (1997): Use of compost in soilless cultivation. Compost Science & Utilization. 5(2): 38-46.
117. Pintarić, B. (2008.): Mikropropagacija bijele topole (*Populus alba* L.). Šumarski list. (7-8): 343-354.
118. Plaschil, S. Schrader, O. Budahn, H. Olbricht, K. Hofmann, C. (2012.): Enhancement of the genetic diversity in *Pelargonium* (section *Pelargonium*) by species introgression. *Acta Horticulturae*. 953:155–160.
119. Pospóšilová, J., Tichá, I., Kadleček, P., Haisel, D., Plzáková, Š. (1999.): Acclimatization of micropropagated plants to ex vitro conditions. *Biologia Plantarum*. 42(4): 481-497.
120. Prasad, R.N., Sharma, A.K., Chaturvedi, H.C. (1983.): Clonal multiplication of Chrysanthemum morifolium 'Otome zakura' in long-term culture. Bangladesh Journal of Botany. 12: 96-102.
121. Pravilnik o zaštiti od onečišćenja poljoprivrednog zemljišta NN 9/2014.
122. Preece, J.E., Sutter, E.G. (1991.): Acclimatization of micropropagated plants to the greenhouse and field. U: Debergh, P. C., Zimmerman, R. H. (ed.): Micropropagation, Technology and Application. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London. pp. 71–93.
123. Quinteroc, M.F., Ortegaa, D., Valenzuelab, J.L., Guzmánc, M. (2010.): Variation of hydro-physical properties of burnt rice husk used for carnation crops: Improvement of fertigation criteria. Scientia Horticulturae. 154, 82–87.

124. Quoirin, M., Lepoivre, P. (1977.): Improved medium for *in vitro* culture of *Prunus* sp. Acta Hort. 78: 437–442.
125. Radanović, D., Antić-Mladenović, S. (2012.): Uptake, Accumulation and Distribution of potentially toxic trace elements in medicinal and aromatic herbs. Medicinal and aromatic plant science and biotechnology. 6(1): 54-68.
126. Razavizadeh, R, Ehsanpour, A.A. (2008): Optimization of in vitro propagation of Rosa hybrida L. Cultivar Black Red. AmericanEurasian J. Agric. Environ. Sci. 3(1): 96-99.
127. Riaz, A., Younis, A., Ghani, I., Tariq, U., Ahsan, M. (2015.): Agricultural waste as growing media component for the growth and flowering of Gerbera jamesonii cv. hybrid mix. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 4(3): 197–204.
128. Romanjek Fajdetić, N. (2014.): Utjecaj supstrata na dinamiku prinosa i sadržaj Pb, Cd, Fe i Zn u plodu šampinjona *Agaricus bisporus*. Doktorski rad Sveučilišta Josipa Jurja Srossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. pp. 143.
129. Rout, G.R., Mohapatra, A., Mohan Jain, S. (2006.): Tissue culture of ornamental pot plant: A critical review on present scenario and future prospects. Biotechnology Advances. 24(6):531-560.
130. Salekjalali, M., Jafari, B., Tarinejad, A. (2011.): In vitro multiplication of rose (Rosa hybrida cv. Baccara). American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 11(1): 111-116.
131. 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. Scientia Horticulturae 106: 203-212.
132. Sanderson, K.C. (1994): Use of Cocoa Bean Shell Mulch as a Media Amendment for Potted Chrysanthemums. SNA research conference - vol. 39:86-88.
133. Sári, S.J., Forró, E. (2008.): Relationships between humification and productivity in peat-based and peat-free growing media. Hort. Sci. 35: 45–49.
134. Saxena, G., Banerjee, S., Rahman, L., Mallavarapu, G. R., Sharma, S., Kumar, S. (2000.): An efficient *in vitro* procedure for micropropagation and generation of somaclones of rose scented *Pelargonium*. Plant Science 155: 133–140.
135. Segula, M., Levanon, D., Danai, O., Henis, Y. (1987): Nutritional supplementation to the casing soil: Ecological aspects and mushroom production. Mushroom Science XII Proceedings oft he Twelth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, pp. 417-426.
136. Sendi, H., Mohamed, M.T.M., Anwar, M.P., Saud, H.M. (2013.): Spent Mushroom Waste as a Media Replacement for Peat Moss in Kai-Lan (*Brassica oleracea* var.

Alboglabra) Production. The Scientific World Journal. 8 pages, http://dx.doi.org/10.1155/2013/258562

137. Skirvin, R.M., Chu, M.C. (1979.): *In vitro* propagation of 'Forever Yours' rose. HortScience, 14 (5): 608-610.
138. Sukhumpinij, P., Kakihara, F., Kato, M. (2010.): *In vitro* regeneration from mature leaf explants of *Pelargonium rapaceum* (L.) L'Hérit. Scientia Horticulturae. 126: 385-389.
139. Šindrak, Z., Jemrić, T., Grđan, K., Baričević, L. (2013.): Divlje ruže važnost, uporaba i uzgoj. Hrvatska Sveučilišna naklada. pp. 96.
140. Šiško, M. (2011.): Micropropagation of roses (*Rosa* spp.): The effects of different media on *in vitro* rooting. Agricultura 8(2): 19-22.
141. Šušak, U., Parađiković, N., Zeljkoić, S., Tkalec, M. (2012.): Uticaj supstrata na rast i razvoj pelargonije (*Pelargonium peltatum* L.) proizvedene iz reznica. Proceedings of Coference of Agronomy Students with international participations. Banja Luka, 70-74.
142. Tabesh, T., Kermani, M.J., Nekouei, M.K., Mousavi, M, Khalighi, A. (2013.): *In vitro* propagation of damask rose (*Rosa damascena* cv. Ispahan). Annals of Biological Research. 4 (8):134-138.
143. Tariq, U., ur Rehman, S., Khan, M.A., Younis, A., Yaseen, M., Ahsan, M. (2012.): Agricultural and municipal waste as potting media components for the growth and flowering of Dahlia hortensis 'Figaro. Turkish Journal of Botany. 36: 378-385.
144. Tembe, R.P., Deodhar, M.A. (2010.): Clonal Propagation of Different Cultivars of *Pelargonium graveolens* (L' Herit.) viz., Reunion, Bourbon and Egyptian. Biotechnology. 9(4): 492-498.
145. Terra, S.B., Ferreira, A.A.F., Peil, R.M.N., Stumpf, E.R.T., Beckmann-Cavalcante, M.Z., Cavalcante, I.H.L. (2011.): Alternative substrates for growth and production of potted chrysanthemum (cv. Funny). Acta Scientiarum. Agronomy. 33(3): 465-471.
146. Tian, C., Chen, Y., Zhao, X., Zhao, L. (2008.): Plant regeneration through protocorm-like bodies induced from rhizoids using leaf explants of *Rosa* spp. Plant Cell Reports. 27(5): 823–831.
147. Tkalec, M., Parađiković, N., Zeljković, S., Vinković, T. (2012.): Influence of medium on growth and development of wild rose *in vitro*. Conference proceedings. The Forth Joint UNS - PSU International Conference. Novi Sad, 104-108.
148. Tkalec, M., Parađiković, N. (2013.): *In vitro* propagation of Pelargonium. Proceedings conference of agronomy sudents with international participation. Čačak : Agronomski fakultet u Čačku, 2013. 8 (8): 48-52.

149. Toma, R.S., Al-Mizory, L.S.M., Faizy, H.S. (2014.): Rooting Response of *Rosa canina* and *Cotoneaster acuminatus* to Different *in vitro* Factors. American Journal of Experimental Agriculture 4(6): 724-731.
150. Vajnberger, A. (1966.): Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga I, Kemijske metode ispitivanja zemljišta, Određivanje lakopristupačnog fosfora i kalija u zemljištu. Jugoslavensko društvo za proučavanje tla, Beograd, pp. 184-188.
151. Varma, S.V., Kalamdhad, A.S. (2014.): Stability and microbial community analysis during rotary drum composting of vegetable waste. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 3: 52.
152. Vinković, T. (2011.): Učinkovitost primjene biostimulatora u uzgoju presadnica rajčice. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. pp. 151.
153. Vinterhalter, D., Vinterhalter, B. (1996.): Kultura in vitro i mikropropagacija biljaka, Beograd pp. 129.
154. Vukobratović, M. (2008.): Proizvodnja i ocjena kvalitete kompostiranih stajskih gnojiva. Doktorska disertacija. Osijek: Poljoprivredni fakultet. pp. 160.
155. Wang, G.Y., Yuan, M.F., Hong, Y. (2002.): *In vitro* flower induction in roses. *In Vitro* Cellular & Developmental Biology – Plant. 38(5): 513–518.
156. Wazir, J. S. (2015.): Efficacy of chemical retardants on growth and flowering in potted zonal pelargonium. Journal of Hill Agriculture. 6(1): 24-28.
157. Winkelmann, T., Kaviani, K., Serek, M. (2005.): Development of a shoot regeneration protocol for genetic transformation in *Pelargonium zonale* and *Pelargonium peltatum* hybrids. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 80(1): 33-42.
158. Wojtania, A., Gabryszewska, E. (2001.): Effect of cytokinins and amino acids on multiplication of *Pelargonium* cultivars. Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 70(3): 203-207.
159. Wright, R. D., Browder, J. F. (2005.): Chipped pine logs:a potential substrate for greenhouse and nursery crops. HortScience. 40(5): 1513-1515.
160. Wright, R.D., Jackson, B.E., Barnes, M.C. (2008.): Pine tree substrate construction for optimal water holding capacity and air space. Proc. Southern Nursery Assoc. Research Conf., 53: 52–54.
161. XiaoLi, Y., Jie, K., Ying, L. Y., YuZhen, Y. (2005.): Optimization of the regeneration protocol of *Rosa canina* cv. 'Edelcaninas' meristem. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica. 25(8): 1536-1539.
162. Xing, W., Bao, M., Qin, H., Ning, G. (2010.): Micropropagation of *Rosa rugosa* through axillary shoot proliferation. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica. 52(2): 69–75.
163. Yeager, T.H., Fare, D.C., Lea-Cox, J. Ruter, J., Bilderback, T.E., Gilliam, C.H., Niemiera, A.X., Warren, S.L., Whitwell, T.E., Wright, R.D., Tilt. K.M. (2007.): Best

management practices: Guide for producing container-grown plants. 2nd Ed. Southern Nurserymen's Assoc, Marietta, GA.

164. Yeritsyan, N., Economakis, C. (2002.): Effect of nutrient solutions iron concentration on growth and essential oil content of oregano plants grown in solution culture. *Acta Horticulturae*. 576, 277-283.
165. Younis, A., Anjum, S., Riaz, A., Hameed, M., Tariq, U., Ahsan, M. (2014.): Production of quality dahlia (*Dahlia variabilis* cv. Redskin) flowers by efficient nutrients management. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences.14(2):137–142.
166. Zawadzińska, A., Żurawik, P., Salachna, P., Dobrowolska, A. (2013.): Controlling the growth and flowering of seed – propagated geranium (*Pelargonium* × *hortorum* L.H. Bailey) cultivated in two organic media. Electronic journal of polish agricultural universities. 16(4).
167. Zeljković, S. (2013.): Primjena biostimulatora u proizvodnji begonije (*Begonia semperflorens* Link. et Otto) i kadifice (*Tagetes patula* L.). Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet. pp. 125.
168. Zeljković, S., Parađiković, N., Šušak, U., Tkalec, M. (2015.): Use of spent mushroom substrate for growing geranium (*Pelargonium peltatum* L.) and surfinia (*Petunia hybrida* Juss.) seedlings. Book of abstracts of VI International Scientific Agricultural Symposium. Sarajevo: Faculty of Agriculture in Sarajevo, 179-179.
169. Zuraida, A. R., Mohd Shukri, M. A., Ayu Nazreena, O., Zamri, Z. (2013.): Improved micropropagation of biopesticidal plant, *Pelargonium radula* via direct shoot regeneration. American Journal of Research Communication. 1(1): 1-12.
170. http://colleges.ac-rouen.fr/pagnol-lehavre/anciensite/1998-2003/Travaux/in%20vitro/la%20culture%20in%20vitro.htm, (Slika 1.) 7.12.2016., 12:40

7. SAŽETAK

Cilj rada bio je utvrditi mogućnost dobivanja sadnog materijala *Pelargonium zonale* L. i *Rosa canina* L. mikrorazmnožavanjem te pogodnost alternativnih komponenti i njihovih mješavina kao supstrata za adaptaciju proizvedenih *in vitro* presadnica navedenih cvjetnih vrsta. Istraživanje je provedeno u kontroliranim uvjetima u Laboratoriju i Praktikumu za povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito, začinsko i aromatično bilje na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku u razdoblju od 2013. do 2016. godine. Istraživanje se odvijalo u dvije etape: umnožavanje biljnog materijala *in vitro* te adaptacije dobivenih presadnica u različitim alternativnim supstratima. Provedene su kemijske analize supstrata i biljnog materijala u laboratoriju te statistička obrada podataka. S obzirom na veliki utjecaj fizikalnih i kemijskih svojstava kako alternativnih komponenti tako i njihovih mješavina u ovom istraživanju analizirano je četiri alternativne komponente (ljuske od kakaovca (A), vrbina kora (B), supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona (C), piljevina (D)) te šest njihovih mješavina za uzgoj cvjetnih presadnica. Kao kontrolni supstrat analizirani su Klasman Potgrond P (za divlje ruže) i Balkon – blumenerde (za pelargonije). Statističkom obradom podataka utvrđene su značajne razlike između svih tretmana i njihovih analiziranih svojstava te je u odnosu na supstrate alternativnih komponenti te njihovih mješavina na komercijalnom supstratu utvrđen najveći sadržaj organske tvari i elemenata ishrane P, Mg i Mn kod supstrata za uzgoj ruža. Također, utvrđene su statistički značajne razlike između svih tretmana i njihovih analiziranih svojstava kod supstrata za uzgoj pelargonije te u odnosu na supstrate alternativnih komponenti te njihovih mješavina na komercijalnom supstratu utvrđen je najveći sadržaj organske tvari i elemenata ishrane K i Mn. Prilikom postavljanja pokusa u kulturu su uvedene po 40 biljaka pojedine cvjetne vrste, a na kraju pete supkultivacije uspješno je uzgojeno 928 biljaka divlje ruže te 1741 biljka pelargonije. Pojedina istraživana cvjetna vrsta posađena je u četiri alternativna supstrata, jedan komercijalni te tri mješavine. Svaki supstrat predstavljao je jedan tretman te se pokus ukupno sastojao od 8 tretmana za pojedinu cvjetnu vrstu, a svaki tretman od 4 ponavljanja po 10 biljaka. Ukupno je posađeno 320 biljaka divlje ruže te 320 biljaka pelargonije. Prosječan postotak adaptiranih presadnica u svim istraživanim supstratima iznosio je 54,68 % za divlju ružu te 99,68 % za pelargoniju. Najveće vrijednosti morfoloških svojstava divlje ruže zabilježene su na mješavini supstrata M2 (30 % A + 20 % B + 40 % C + 10 % D) gdje je zabilježen najveći broj izboja, broj listova, svježa nadzemna masa, ukupna svježa masa presadnice te odnos mase nadzemnog dijela i korijena u svježem i suhom stanju. Kemijski sastav presadnica divlje ruže varirao je

među tretmanima no najviši sadržaj većine makro- i mikro- elemenata utvrđen je u presadnicama uzgajanim na supstratu od piljevine (D) te kontrolnom supstratu (E). Kod pelargonije, najveće vrijednosti morfoloških svojstava zabilježene su također na mješavinama supstrata M4 (18 % A + 22 % B + 40 % C + 20 % D) i M6 (18 % A + 42 % B + 20 % C + 20 % D) na kojima su zajedno zabilježene najveće vrijednosti gotovo svih ispitivanih morfoloških svojstava. Nadalje, do su najveće vrijednosti morfoloških presadnica pelargonije dobivene na mješavinama supstrata, najviši sadržaj mikro- i makro- elemenata utvrđen je u presadnicama uzgajanim na alternativnim komponentama, posebice u presadnicama uzgajanim na supstratu od vrbine kore.

8. SUMMARY

The technology of growing *Rosa canina* L. and *Pelargonium zonale* L. seedlings in tissue culture and their adaptation on different substrates

The aim of this study was to establish the possibility of growing *Rosa canina* L. and *Pelargonium zonale* L. *in vitro* and suitability of alternative components and their mixtures as a substrate for adaptation of *in vitro* seedlings of these floral species. Research was conducted in a controlled environment of Laboratory and Practicum for vegetable, floriculture, medicinal, spice and aromatic plants on Faculty of Agriculture in Osijek in period of 2013 – 2016. Research has been conducted through two stages: multiplication of plant material *in vitro* and adaptation of *in vitro* seedlings in four different alternative substrates and their mixtures. After the chemical analysis of substrates and plant material in a laboratory, statistical analysis has been conducted. Due to great influence of physical and chemical properties of alternative components and their mixtures, in this research, four alternative components (cocoa shell (A), willow bark (B), spent mushroom substrate (C), sawdust (D) and six of their mixtures were analysed. KlasmanPotgrond P (for wild rose) and Balkon – blumenerde (for pelargonium) were analysed as a control substrate. Statistical analysis has revealed significant differences between all the treatments and their analysed properties. In a relation to alternative substrates and their mixtures, on a commercial substrate for rose production the largest values of organic matter content and P, Mg and Mn content was determined, while on a commercial substrate for pelargonium production largest organic matter content, K and Mn content was determined. Experiment was set up by introduction of 40 plants of each floral species into culture and by the fifth subcultivation, 928 wild roses and 1741 pelargonium plants were successfully grown. Each floral species was transplanted into four different alternative substrates, one commercial and three mixtures. Each substrate represented one treatment so that the experiment consisted of 8 treatments for each floral species, and each treatment of 4 repetitions of 10 plants. Total of 320 wild roses and 320 pelargonium plants were transplanted. Average percentage of adapted seedlings in all of the substrates was 54,68 % for wild rose, and 99,68 % for pelargonium. Largest values of morphological properties for a wild rose were determined on a M2 (30 % A + 20 % B + 40 % C + 10 % D) substrate mixture, where the greatest number of shoots, leaf number, fresh overground mass, total fresh mass of seedling and the ratio of fresh and dry overground mass and root were recorded. Chemical composition of wild rose

seedlings varied among the treatments, but the highest content of macro and micro elements was determined in the seedlings grown on sawdust (D) and control substrate (E). The largest value of almost all morphological properties of pelargonium were also recorded on substrate mixtures M4 (18 % A + 22 % B + 40 % C + 20 % D) and M6 (18 % A + 42 % B + 20 % C + 20 % D). Further on, while the largest morphological properties of pelargonium seedlings were recorded in the mixtures, highest content of macro and micro elements determined in seedlings was on those grown on alternative components, especially in seedlings grown on a willow bark substrate.

9. PRILOG

Korelacije ispitivanih parametara presadnica divlje ruže uzgajanim na mješavinama supstrata - nadzemni dio

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	% ST	%H_2O	BI	VB	SMND	BL	ND/KSV	UKP	SHMND	USHM
N	1,00																			
P	0,62	1,00																		
K	0,47	-0,26	1,00																	
Ca	0,03	-0,73*	0,72*	1,00																
Mg	0,09	0,11	0,21	-0,28	1,00															
Na	0,35	-0,45	0,93**	0,88**	0,10	1,00														
Cu	0,39	-0,09	0,63	0,59	-0,43	0,66	1,00													
Fe	-0,39	0,32	-0,78*	-0,85**	0,44	-0,87**	-0,85**	1,00												
Mn	-0,31	0,51	-0,93**	-0,91**	0,01	-0,98**	-0,66	0,87**	1,00											
Zn	-0,07	-0,24	0,27	0,03	0,87**	0,13	-0,43	0,31	-0,18	1,00										
% ST	0,16	0,17	-0,08	0,14	-0,85**	0,02	0,64	-0,47	-0,03	-0,87**	1,00									
% H2O	-0,16	-0,17	0,08	-0,14	0,85**	-0,02	-0,64	0,47	0,03	0,87**	-1,00	1,00								
BI	-0,04	0,39	-0,47	-0,60	0,28	-0,44	-0,48	0,54	0,52	-0,02	-0,15	0,15	1,00							
VB	-0,19	0,51	-0,60	-0,75*	0,10	-0,68	-0,42	0,56	0,74*	-0,27	-0,05	0,05	0,48	1,00						
SMND	-0,19	0,34	-0,39	-0,53	0,06	-0,38	-0,18	0,37	0,48	-0,21	-0,02	0,02	0,58	0,83**	1,00					
BL	-0,24	0,28	-0,53	-0,55	0,08	-0,48	-0,44	0,50	0,56	-0,09	-0,12	0,12	0,71	0,79*	0,90**	1,00				
ND/KSV	-0,12	-0,05	0,06	0,00	0,02	0,10	-0,18	0,02	0,01	0,09	-0,31	0,31	-0,25	0,42	0,30	0,22	1,00			
UKP	-0,15	0,37	-0,41	-0,55	0,05	-0,39	-0,11	0,36	0,49	-0,27	0,08	-0,08	0,67	0,74*	0,96**	0,87**	0,04	1,00		
SHMND	-0,13	0,34	-0,37	-0,42	-0,23	-0,31	0,07	0,16	0,41	-0,50	0,32	-0,32	0,51	0,73*	0,94**	0,81*	0,14	0,95**	1,00	
USHM	-0,08	0,32	-0,30	-0,34	-0,27	-0,22	0,19	0,06	0,32	-0,54	0,41	-0,41	0,51	0,62	0,88**	0,74*	0,01	0,93**	0,99**	1,00
ND/KSH	-0,33	0,22	-0,49	-0,54	0,10	-0,57	-0,59	0,56	0,59	0,05	-0,35	0,35	0,16	0,84**	0,60	0,62	0,76*	0,40	0,40	0,24

Korelacije ispitivanih parametara presadnica divlje ruže uzgajanim na mješavinama supstrata - korijen

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	% ST	%H2O	DK	SMK	ND/KSV	UKP	SHMK	USHM
N	1,00																	
P	0,40	1,00																
K	0,32	-0,39	1,00															
Ca	0,44	0,68	-0,67	1,00														
Mg	0,27	0,60	-0,78*	0,95**	1,00													
Na	-0,92**	-0,43	-0,23	-0,55	-0,42	1,00												
Cu	0,39	0,68	-0,69	0,99**	0,95**	-0,51	1,00											
Fe	0,07	0,60	-0,91**	0,91**	0,96**	-0,20	0,92**	1,00										
Mn	-0,20	0,51	-0,98**	0,74*	0,84*	0,10	0,76*	0,95**	1,00									
Zn	-0,88**	-0,16	-0,61	-0,17	-0,01	0,91**	-0,12	0,23	0,51	1,00								
% ST	0,65	0,02	0,64	0,03	-0,10	-0,75*	-0,02	-0,33	-0,57	-0,90**	1,00							
% H2O	-0,65	-0,02	-0,64	-0,03	0,10	0,75*	0,02	0,33	0,57	0,90**	-1,00	1,00						
DK	0,13	0,15	0,26	-0,25	-0,32	0,07	-0,21	-0,29	-0,25	-0,05	-0,07	0,07	1,00					
SMK	-0,13	-0,36	0,16	-0,41	-0,43	0,37	-0,40	-0,33	-0,23	0,22	-0,36	0,36	0,58	1,00				
ND/KSV	-0,23	0,19	-0,03	0,03	-0,02	0,04	0,11	0,01	0,01	0,01	0,21	-0,21	0,10	-0,37	1,00			
UKP	-0,27	-0,31	0,14	-0,42	-0,47	0,44	-0,39	-0,35	-0,22	0,27	-0,34	0,34	0,65	0,91**	0,04	1,00		
SHMK	0,26	-0,36	0,48	-0,35	-0,44	-0,07	-0,37	-0,47	-0,50	-0,28	0,16	-0,16	0,56	0,86**	-0,29	0,77	1,00	
USHM	-0,01	-0,38	0,45	-0,49	-0,58	0,19	-0,48	-0,54	-0,50	-0,07	0,01	-0,01	0,64	0,87**	0,01	0,93**	0,92**	1,00
ND/KSH	-0,64	-0,06	-0,04	-0,38	-0,37	0,60	-0,28	-0,21	-0,03	0,49	-0,33	0,33	0,24	0,04	0,76*	0,40	-0,17	0,24

Korelacije ispitivanih parametara presadnica pelargonije uzgajanim na mješavinama supstrata – nadzemni dio

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	% ST	% H2O	BI	VB	SMND	BL	ND/KSV	UKP	SHMND	USHM
N	1																			
P	0,88**	1,00																		
K	0,82*	0,66	1,00																	
Ca	0,97**	0,80*	0,81*	1,00																
Mg	0,84*	0,91**	0,55	0,84*	1,00															
Na	0,76*	0,54	0,80*	0,82*	0,53	1,00														
Cu	0,78*	0,78*	0,51	0,73*	0,78*	0,53	1,00													
Fe	0,54	0,80*	0,18	0,48	0,84*	0,13	0,56	1,00												
Mn	-0,60	-0,26	-0,75*	-0,61	-0,14	-0,77*	-0,33	0,32	1,00											
Zn	0,91**	0,72*	0,86**	0,89**	0,64	0,85**	0,59	0,25	-0,82*	1,00										
% ST	-0,92**	-0,77*	-0,90**	-0,93**	-0,71*	-0,83*	-0,56	-0,38	0,70*	-0,93**	1,00									
% H2O	0,92**	0,77*	0,90**	0,93**	0,71*	0,83*	0,56	0,38	-0,70*	0,93**	-0,97**	1,00								
BI	0,25	0,13	0,06	0,38	0,47	0,24	0,14	0,37	0,17	0,10	-0,17	0,17	1,00							
VB	0,47	0,39	0,65	0,39	0,19	0,35	0,17	0,15	-0,42	0,43	-0,61	0,61	-0,31	1,00						
SMND	0,87**	0,73*	0,78*	0,87**	0,70*	0,81*	0,46	0,45	-0,57	0,85**	-0,95**	0,95**	0,32	0,51	1,00					
BL	0,33	0,27	0,15	0,44	0,55	0,23	0,12	0,45	0,15	0,19	-0,32	0,32	0,88**	-0,19	0,50	1,00				
ND/KSV	0,40	0,27	0,35	0,30	0,14	0,42	0,02	0,06	-0,50	0,58	-0,41	0,41	-0,10	0,28	0,39	-0,16	1,00			
UKP	0,85**	0,73*	0,78*	0,87**	0,71	0,79*	0,48	0,46	-0,53	0,81*	-0,94**	0,94**	0,35	0,50	0,99**	0,54	0,28	1,00		
SHMND	0,72*	0,66	0,58	0,73*	0,66	0,65	0,31	0,56	-0,31	0,66	-0,79*	0,79*	0,47	0,37	0,94**	0,65	0,37	0,93**	1,00	
USHM	0,65	0,67	0,45	0,65	0,69	0,49	0,33	0,67	-0,09	0,51	-0,67	0,67	0,54	0,25	0,85**	0,74*	0,16	0,86**	0,96**	1,00
ND/KSH	0,15	-0,12	0,33	0,17	-0,20	0,40	-0,10	-0,46	-0,70*	0,44	-0,29	0,29	-0,35	0,35	0,11	-0,50	0,67	0,03	-0,09	-0,36

Korelacije ispitivanih parametara presadnica pelargonije uzgajanim na mješavinama supstrata - korijen

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	% ST	% H2O	DK	SMK	ND/KSV	UKP	SHMK	USHM
N	1,00																	
P	0,75*	1,00																
K	0,57	0,12	1,00															
Ca	0,77*	0,87**	0,26	1,00														
Mg	0,90**	0,81**	0,54	0,94**	1,00													
Na	0,90**	0,64	0,73*	0,82*	0,96*	1,00												
Cu	0,33	0,74*	-0,52	0,63	0,41	0,16	1,00											
Fe	-0,61	-0,12	-0,95**	-0,39	-0,63	-0,80*	0,44	1,00										
Mn	-0,20	0,33	-0,88**	0,09	-0,18	-0,43	0,81*	0,88**	1,00									
Zn	0,93**	0,78*	0,59	0,91**	0,99**	0,96**	0,34	-0,68	-0,25	1,00								
% ST	-0,51	-0,26	-0,52	-0,60	-0,66	-0,70	0,01	0,70*	0,47	-0,68	1,00							
% H2O	0,51	0,26	0,52	0,60	0,66	0,70	-0,01	-0,70*	-0,47	0,68	-0,96**	1,00						
DK	-0,04	-0,21	0,36	-0,18	-0,06	0,03	-0,48	-0,32	-0,45	0,02	-0,24	0,24	1,00					
SMK	0,52	0,62	-0,05	0,52	0,47	0,34	0,56	0,01	0,31	0,48	-0,31	0,31	0,19	1,00				
ND/KSV	0,49	0,52	0,35	0,55	0,60	0,60	0,27	-0,32	-0,07	0,54	-0,16	0,16	-0,32	-0,22	1,00			
UKP	0,76**	0,86**	0,13	0,79**	0,76*	0,63	0,68	-0,16	0,26	0,75*	-0,40	0,40	0,06	0,87**	0,28	1,00		
SHMK	0,07	0,38	-0,51	0,01	-0,09	-0,27	0,57	0,60	0,71*	-0,10	0,49	-0,49	-0,06	0,66	-0,32	0,48	1,00	
USHM	0,50	0,73*	-0,18	0,46	0,41	0,25	0,72*	0,24	0,54	0,38	0,09	-0,09	-0,02	0,80*	0,16	0,86**	0,81*	1,00
ND/KSH	0,35	0,14	0,63	0,46	0,55	0,65	-0,19	-0,71*	-0,58	0,54	-0,70*	0,70*	0,02	-0,31	0,67*	0,03	-0,83*	-0,36

ŽIVOTOPIS

Monika Tkalec rođena je 8. prosinca 1986. godine u Osijek, Hrvatska. III. matematičku gimnaziju u Osijeku završila je 2005. godine. Iste godine upisuje preddiplomski studij Bilinogojstva na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku koji završava u listopadu 2008. godine. Diplomski studij Bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja upisuje 2008. godine, a završava u ožujku 2011. godine te stiče zvanje magistra inženjera agronomije. Tijekom preddiplomskog studija primala je Državnu stipendiju Ministarstva znanosti te tijekom diplomskog studija stipendiju Županije osječko-baranjske.

Od 1. rujna 2011. godine zaposlena na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku kao znanstveni novak na znanstvenom projektu prof. dr. sc. Zdenka Lončarića: „Utjecaj kondicioniranja tla na hraniva i teške metale u sustavu tlo - biljka“ (079-0790462-0450) uz mentorstvo prof. dr. sc. Nade Parađiković. U suradničkom zvanju asistenta na Zavodu za bilinogojstvo, Katedri za povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito i začinsko bilje sudjeluje u izvođenju vježbi na modulima preddiplomskog i diplomskog studija. Poslijediplomski doktorski studij Poljoprivredne znanosti, smjer Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo upisala je 2011./2012. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Koautorica je sveučilišnog priručnika Uzgoj i njega autohtonog češnjaka (znanost i praksa) te je ukupno objavila 34 rada od kojih 2 u kategoriji a1 radova, 17 u kategoriji a2 radova, 12 u kategoriji a3 radova te 4 stručna rada. Kao suradnik sudjelovala je na VIP projektu „Proizvodnja autohtonog češnjaka u cilju samodostatnosti i povećanja izvoza“ (VIP – projekt MPRH, br. 2012-11-30) pod voditeljstvom prof.dr.sc. Nade Parađiković te kao član projektnog tima na IPA projektu AGRI-CONTO-CLEEN pod voditeljstvom prof. dr. sc. Zdenka Lončarića.

Trenutno je suradnik na VIP projektu Definiranje tehnologije proizvodnje autohtone začinske paprike (VIP projekt, br. 2016-14-21) pod voditeljstvom doc.dr.sc. Tomislava Vinkovića.