Učinak četkanja na rast presadnica korijandra i timijana u zimskom razdoblju

Bedek, Marta

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:408481

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Hortikultura - Povrćarstvo

UČINAK ČETKANJA NA RAST PRESADNICA KORIJANDRA I TIMIJANA U ZIMSKOM RAZDOBLJU

DIPLOMSKI RAD

Marta Bedek

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ivanka Žutić

Neposredni voditelj: Doc. dr. sc. Sanja Radman

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Marta Bedek**, JMBAG 0178091486, rođena dana 10.07.1993. u Zagrebu,

izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UČINAK ČETKANJA NA RAST PRESADNICA KORIJANDRA I TIMIJANA U ZIMSKOM RAZDOBLJU

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Marte Bedek**, JMBAG 0178091486, naslova

UČINAK ČETKANJA NA RAST PRESADNICA KORIJANDRA I TIMIJANA U ZIMSKOM RAZDOBLJU

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:		potpisi:
1. Izv. prof. dr. sc. Ivanka Žutić	mentor	_____
Doc. dr. sc. Sanja Radman	neposredni voditelj	_____
2. Izv. prof. dr. sc. Vesna Židovec	član	_____
3. Prof. dr. sc. Nina Toth	član	_____

Zahvala

Ovime zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Ivanki Žutić na pruženoj prilici, usmjeravanju i stručnom vodstvu, savjetima, iskustvima, lijepim riječima i podršci u izradi ovog rada.

Veliko hvala neposrednoj voditeljici doc. dr. sc. Sanji Radman na neizmjernom trudu i pomoći prilikom postavljanja i provedbe pokusa, strpljenju, razumijevanju, ukazanom povjerenju i izdvojenom vremenu.

Zahvaljujem se i ostalim zaposlenicima Zavoda za povrćarstvo (sadašnjima i onima kojh više nema) na pomoći i angažmanu tijekom provedbe pokusa.

Posebno zahvaljujem roditeljima, dečku i prijateljima na moralnoj podršci tijekom studiranja, pomoći sa prijevodima i radom na računalu te na tome što su vjerovali u mene baš kada je to trebalo.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. PREGLED LITERATURE 2

2.1. Korijandar 2

2.2. Timijan 3

2.3. Mehaničko kondicioniranje biljaka 5

3. MATERIJALI I METODE 8

3.1. Materijali korišteni za postavljanje pokusa 8

3.2 Provedba pokusa 8

3.3. Analiza presadnica 11

4. REZULTATI RADA 15

4.1. KORIJANDAR 15

4.1.1. Svojstva presadnica s obzirom na sklop (broj lončića/kontejneru) 15

4.1.2. Svojstva presadnica s obzirom na četkanje (broj prohoda/dan) 15

4.1.3. Broj biljaka/lončiću 16

4.1.4. Visina biljke i broj listova/biljci 17

4.1.5. Veličina listova 18

4.1.6. Svježa masa listova i korijena 19

4.1.7. Udio suhe tvari u listu i korijenu 20

4.2. TIMIJAN 22

4.2.1. Svojstva presadnica s obzirom na sklop (broj lončića/kontejneru) 22

4.2.2. Svojstva presadnica s obzirom na četkanje (broj prohoda/dan) 23

4.2.3. Broj biljaka/lončiću i broj izbojaka/biljci 23

4.2.4. Visina biljke i broj nodija 24

4.2.5. Veličina listova presadnica 25

4.2.6. Svježa nadzemna masa i masa korijena/lončiću 26

4.2.7. Udio suhe tvari u nadzemnom dijelu i korijenu 27

5. RASPRAVA 29

6. ZAKLJUČAK 31

7. LITERATURA 32

ŽIVOTOPIS 35

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Marte Bedek**, naslova

UČINAK ČETKANJA NA RAST PRESADNICA KORIJANDRA I TIMIJANA U ZIMSKOM RAZDOBLJU

Mehaničko kondicioniranje presadnica je proces kojim se u biljkama stvara određeni stres, na koji one reagiraju smanjivanjem rasta u visinu i razvojem deblje i čvršće stabljike. Cilj je ovog istraživanja utvrditi utjecaj četkanja (0, 10 i 20 prohoda/dan) i sklopa biljaka (40 i 84 lončića/kontejneru) na rast presadnica korijandra i timijana u zimskom razdoblju. Presadnice su tretirane jutenom tkaninom od pojave kotiledonskih listova do faze presađivanja. Kod korijandra se četkanjem smanjuje visina presadnica te svježa masa listova i korijena samo u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru), a veći učinak ima 10 prohoda/dan. Također se smanjuju dimenzije lista, podjednako s 10 i 20 prohoda/dan i neovisno o sklopu. Udio suhe tvari u listovima i korijenu povećava se primjenom četkanja s 10 prohoda/dan, a nema utjecaja na broj listova/presadnici. Kod uzgoja timijana u gušćem sklopu četkanje značajno smanjuje visinu presadnica, dimenzije listova, svježu masu i udio suhe tvari nadzemnog dijela, a veći se učinak postiže s 20 prohoda/dan. Nema utjecaja na broj nodija i broj izbojaka/biljci. Može se preporučiti uzgoj u sklopu 84 lončića/ kontejneru, te tretman četkanja presadnica korijandra sa 10 prohoda/dan, a timijana s 20 prohoda/dan.

Ključne riječi: mehaničko kondicioniranje, morfološki parametri, presadnice s grudom supstrata, sklop biljaka, suha tvar

Summary

Of the master's thesis – student **Marta Bedek,** entitled

THE EFFECT OF BRUSHING ON GROWTH OF CORIANDER AND THYME TRANSPLANTS IN WINTER PERIOD

Mechanical conditioning of seedlings is a process that creates specific stresses in plants, to which they respond by decreasing growth in height and developing thicker and stronger stems. The aim of this study was to determine the effect of brushing (0, 10 and 20 strokes per day) and plant density (40 and 84 pots per tray) on the growth of coriander and thyme seedlings during the winter period. The seedlings were treated with a jute cloth in the period from the appearance of the cotyledon leaves until the stage of transplantation. Brushing of coriander seedlings reduced the seedling height and the fresh mass of leaves and roots only at the higher plant density (84 pots per container), with a greater effect of 10 strokes per day. Also, leaf dimensions were reduced, both by 10 and 20 strokes per day and independently of the plant density. Dry matter content in leaves and root was increased by 10 strokes per day, but no effect on the number of leaves per seedling was recorded. At thyme seedlings cultivated in a higher plant density (84 pots per container), brushing significantly reduced the height of the seedlings, the leaf size, the fresh mass and the dry matter content of the aboveground plant part, and the greater effect was achieved with 20 strokes per day. No influence on number of nodes and shoots per plant was observed. Cultivation of seedlings in multi cell trays with 84 pots can be recommended for both plant species, along with brushing with 10 strokes per day for coriander and with 20 strokes per day for thyme.

Key words: mechanical conditioning, morphological parameters, seedlings with substrate clump, plant frame, dry matter

1. UVOD

Korijandar i timijan začinske su te ljekovite i aromatične biljne vrste koje sadrže biološki aktivne tvari s primjenom u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Razvojem svijesti o pozitivnim učincima koje na ljudsko zdravlje ima ova skupina biljaka, veća je i potreba za proizvodnjom što više biljne droge (ljekovite sirovine prirodnog porijekla koja sadrži aktivnu tvar). Droga mora biti i što bolje kakvoće, odnosno, mora sadržavati što više aktivne tvari.

Kako bi se proizvođačima omogućio jednostavniji uzgoj i bolja kvaliteta proizvoda, nastoji se što bolje razviti sustav proizvodnje presadnica. Suvremeni uzgoj podrazumijeva uzgoj presadnica s grudom supstrata koji se provodi u standardiziranim polistirenskim kontejnerima s različitim brojem sjetvenih mjesta (lončića). Uzgajivači teže za čvršćim, kompaktnijim, a time i za manipuliranje otpornijim presadnicama, koje će nakon stavljanja na tržište nastaviti normalan rast. Isto tako, sve izraženija postaje cjelogodišnja potreba tržišta za svježim začinskim biljem uzgojenim u posudama, čiji se uzgoj nastavlja na prozorskoj dasci ili u blizini mjesta upotrebe.

U zimskom uzgoju presadnice su sklonije izduživanju, postajući time nježne i krhke, čemu je jedan od razloga prirodno prisutna manja količina svjetlosti, kao i promjena u njenom spektru. Da bi se omogućila dostupnost kvalitetnih presadnica i u zimskom razdoblju, u kojem je uzgoj zahtjevniji i rizičniji, istražuju se različite tehnike. Mehaničko stimuliranje četkanjem jednostavan je i jeftin, ali nedovoljno proučen način tretiranja biljaka kojim je moguće smanjiti izduživanje, a povećati čvrstoću i otpornost presadnica. Osim svjetlosti kao važnog abiotičkog čimbenika, sklop biljaka također može imati značajan utjecaj na rast i kvalitetu presadnica, a uvjetovan je volumenom lončića polistirenskog kontejnera u kojem se provodi uzgoj.

Istraživanje na kojem se zasniva ovaj diplomski rad postavljeno je sa svrhom proizvodnje kvalitetnih presadnica korijandra i timijana tijekom zimskog razdoblja. Cilj je ispitati učinak mehaničkog stimuliranja biljaka četkanjem i sklopa biljaka na morfološke karakteristike i suhu tvar ovih biljnih vrsta u uzgoju presadnica s grudom supstrata.

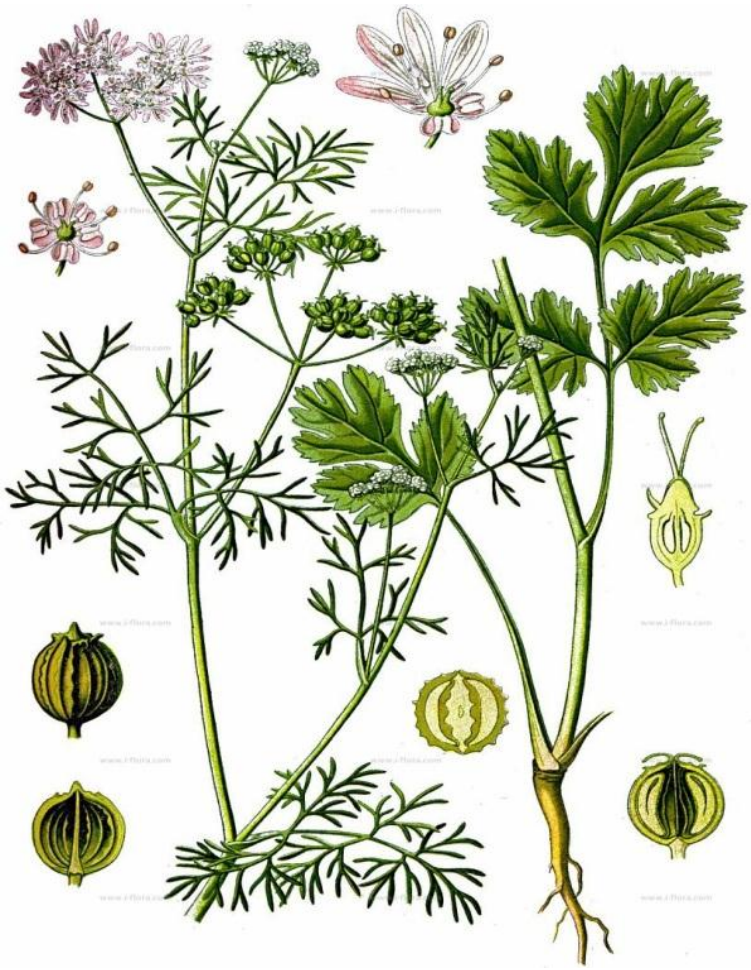
2. PREGLED LITERATURE

2.1. Korijandar

Korijandar (*Coriandrum sativum* L., slika 1) je jednogodišnja biljna vrsta koja se spominje još u doba starih civilizacija (Egipat, Rimsko carstvo, Grčka), kao i u Bibliji. Danas kao korov raste u istočnom dijelu Mediterana i u zapadnoj Aziji, a uzgaja se najviše u Nizozemskoj, Rusiji, Francuskoj, Njemačkoj i Italiji. Kod nas se na malim površinama uzgaja u Primorju i Dalmaciji (Šilješ i sur., 1992).

Kao začin u kulinarstvu koriste se plodovi i listovi. Zreli plodovi su aromatičnog mirisa i slatkastog, pomalo žarećeg okusa. Sadrže masno ulje (oko 20%), proteine (11 – 17 %), šećere (glukozu, fruktozu, saharozu), fenolkarbonske kiseline, flavonoide, kumarin i druge tvari te eterično ulje (do 1 %). Eterično ulje zrelih plodova korijandra kao glavnu sastavnicu sadrži (+)-linalol (60 – 70 %), koji je glavni nositelj mirisa i djelovanja, a sporedne su sastavnice monoterpenski ugljikovodici (α- i β-pinen, terpinen, p-cimen i dr), te geraniol, borneol, citronelol i njihovi aldehidi i esteri. Plodovi korijandra (*Coriandri fructus*) i eterično ulje (*Coriandri aetheroleum*) oficinalne su droge i koriste se u medicinske svrhe, kao stomahik, karminativ i spazmolitik. Pored navedenog, imaju fungicidno, baktericidno i larvicidno djelovanje. Eterično se ulje primjenjuje u aromaterapiji u cilju poboljšanja cirkulacije pri bolovima u mišićima koji su različite etiologije. Koristi se i u kozmetičkoj industriji u proizvodnji parfema, sapuna i drugih toaletnih proizvoda, a isto tako i kao aroma u duhanskoj industriji (Kuštrak, 2005). Kao začin u orijentalnoj kuhinji koriste se listovi. Karakterističan, neugodan miris na stjenice koji se javlja u listovima i ostalim nadzemnim, zelenim dijelovima biljke te kod nedozrelih plodova potječe od eteričnog ulja u čijem sastavu, za razliku od zrelih plodova, prevladava spoj trans-tridec-(2)-1-al (Kuštrak, 2014).

Korijandar pripada porodici štitarki (*Apiaceae*, syn. *Umbelliferae*). On je zeljasta jednogodišnja biljka s uspravnom, u gornjem dijelu razgranatom stabljikom visine 30 – 60 cm. Prizemni listovi su na dugoj peteljci i uglavnom su jednostruko perasto rascijepljeni, dok su listovi stabljike izmjenični, jednostruko do dvostruko perasto rascijepljeni i nepravilno urezanog zupčastog ruba. Idući prema vrhu stabljike, peteljke listova su sve kraće, a gornji su listovi sjedeći i s jače izraženim rukavcem. Cvjetni vjenčić je sastavljen od pet međusobno nejednakih, bijelih ili blijedoružičastih listića, sastavljenih u štitasti cvat slatkastog mirisa. Svaki štitac se sastoji od 3 do 5 (6) zrakastih manjih štitaca. Plod je kalavac svijetlosmeđe boje, kuglastog oblika. Imaju površinska sitna rebra, primarna vijugava, a sekundarna ravna. U unutrašnjosti ploda nalaze se dva sekretorna kanala (Grdinić i Kremer, 2009; Kuštrak, 2014). Masa 1000 sjemenki korijandra je 5 – 7 g (Šilješ i sur., 1992). Prema veličini ploda razlikuju se dva varijeteta: *C. sativum* L. var. *vulgare* (*macrocarpum* DC) Alef. (krupnog ploda, promjera 3 – 5 mm) i *C. sativum* L. var. *microcarpum* DC (sitnog ploda, promjera 1,5 – 3 mm).



Slika 1. Korijandar *(izvor: http://www.i-flora.com)*

Obzirom na ekološke zahtjeve, treba istaknuti da je korijandar fotofilna biljka koja tokom vegetacije zahtijeva 1400 – 1500 sunčanih sati. Spram topline nema velike zahtjeve (mezofilna je vrsta), a u vrijeme klijanja podnosi temperaturu od -8 do -10 ˚C. U fazi cvatnje i plodonošenja smanjuje se prinos ako potraju previsoke temperature (Šilješ i sur., 1992).

2.2. Timijan

Timijan (*Thymus vulgaris* L., slika 2), višegodišnja je polugrmolika biljna vrsta poznata kao prastari lijek kojeg spominju već Dioskorid i Teofrast. Samoniklo raste u sjeverozapadnom dijelu Mediterana (od Portugala do Italije i Grčke), a može se ponegdje naći i u našim priobalnim krajevima, na sunčanim i suhim staništima s vapnenastim tlom (Šilješ i sur., 1992; Kuštrak, 2005).



Slika 2. Timijan *(izvor: https://www.pureplantessentials.com)*

Kod timijana se koristi herba (*Thymi herba*), koju čine izbojci s listovima i cvjetovima. Herba je bogata trijeslovinama, gorkim tvarima, saponinima i eteričnim uljem (1 – 2,5 %) (Galle Toplak, 2016). Koristi se kao začin u kulinarstvu, pogotovo kod masnih jela, koja s dodatkom timijana postaju probavljivija. Kao oficinalne droge koriste se timijanova zelen (list) (*Thymi herba* (*folium*) i timijanovo eterično ulje (*Thymi aetheroleum*). Timijan ima 5 kemotipa prema kojima se određuju njegova ljekovita svojstva (linalolski, geraniolski, tujanol-4, timolski i karvakrolski tip). Eterično ulje timijana ima snažno antiseptičko i antibakterijsko djelovanje na veliki broj mikroorganizama (patogene bakterije, gljivice i viruse) zbog sadržaja fenola, karvakrola i timola. Glavna sastavnica eteričnog ulja je timol, a sporedne su p-cimen, γ-terpinen, 1,8-cineol, α-pinen, linalol, mircen, β-kariofilen i dr. Ljekoviti pripravci s timijanom su tekući ekstrakt (*Thymi extractum fluidum*), tinktura (*Thymi tinctura*), sirup (*Thymi compositus sirupus*) te prsni čaj (*Species pectorales*) za liječenje katara, bronhitisa, hripavca i olakšavanje iskašljavanja. Timijanovo eterično ulje koristi se i u kozmetičkoj industriji u vodicama poslije brijanja, sapunima i kremama za brijanje, dezodoransima i pastama zbog izrazitog antiseptičkog djelovanja (Kuštrak, 2014).

Timijan spada u porodicu *Lamiaceae* (*Labiatae*) – usnatice. Stabljike su uspravne, granaju se i čine mali polugrm visok 20 – 40 cm. Primarna stabljika je u donjem dijelu odrvenjela i ima 4 – 10 mm duge srebrnkaste listove (*Thymi folium*) sa tamnim točkicama koje su zapravo uljne žlijezde (Galle Toplak, 2016; Houdret, 2002). Gornji, zeljasti dio stabljike je

tamnocrvene boje. Na vrhovima stabljike smješteni su pršljenasti cvatovi, sastavljeni od bijelih do blijedoružičastih, dvousnatih cvjetića. Imaju vjenčić dug 3 do 6 mm i nose dva duža i dva kraća prašnika (Kuštrak, 2014). Plodići su kalavci, sitni i tamnosmeđi, mase 1000 zrna 0,25 – 0,28 g (Šilješ i sur., 1992).

Timijan je termofilna i fotofilna biljka kojoj za razvoj pogoduju srednje temperature oko 20 ˚C, a opasne su niske zimske temperature, posebice ako ih prati golomrazica. Kserofitna je biljna vrsta kojoj u zimskom razdoblju može škoditi kombinacija vlage u tlu i niskih temperatura (Šilješ i sur., 1992). To je osnovni razlog zašto timijan ne treba uzgajati na slabopropusnim, teškim glinenim tlima.

2.3. Mehaničko kondicioniranje biljaka

Kako bi se proizvođačima biljne sirovine omogućio lakši početak uzgoja, prije nekoliko desetaka godina započela su istraživanja različitih tehnika za koje se smatralo da bi mogle doprinijeti ostvarenju proizvodnje kvalitetnijih, na stres otpornijih presadnica. Između ostalih, istraživane su tehnike mehaničkog kondicioniranja (podražavanja) kojima se u biljaka stvara određeni stres, na koji one reagiraju smanjivanjem rasta u visinu i razvojem deblje i čvršće stabljike. Reakcija biljaka na mehaničko kondicioniranje, odnosno na taktilni podražaj (dodirivanje, trljanje, četkanje) naziva se tigmomorfogeneza (grč. *thigma* – dodir), a pojam je uveo Jaffe kako bi opisao reakciju biljaka induciranu dodirom (Braam, 2005; Chebab i sur., 2009).

Tigmomorfogeneza se pod utjecajem smjera stimulacije dijeli na tigmotropizam i tigmonastiju. Tropizmi su reakcije koje se javljaju u smjeru koji je određen pravcem poticaja, odnosno položajem predmeta koji biljku dodiruje, kao što je, primjerice, povijanje vitica vinove loze i drugih povijuša. Nastije su, pak, reakcijena dodir u vidu pokreta (poput preklapanja listića u biljke *Mimosa pudica*; slika 3), koji se javljaju u smjeru koji je uglavnom neovisan o pravcu poticaja (Braam, 2005). Osim na dodir, biljke reagiraju i na netaktilne podražaje (vibracije različitih uzroka i intenziteta, kao što je primjerice vjetar), a takva se reakcija naziva seizmomorfogeneza (Latimer, 1991).



Slika 3. Tigmomorfogeneza kod vrste *Mimosa pudica*. Slika a) prikazuje listove prije podražaja dodirom, a slika b) nakon dodira *(izvor: https://www.scienceabc.com)*

Zanimljivo je da različita tkiva pokazuju različit intenzitet reakcije na mehaničke podražaje. Prema Biddingtonu (1986), mlada tkiva imaju jaču tigmomorfogenetsku reakciju od starijih. Moguće objašnjenje je da su mlada tkiva nježnija i osjetljivija na stres te stoga moraju jače reagirati kako bi preživjela surove uvjete okoline. Chehab i sur. (2009) smatraju da su reakcije biljke na mehaničke podražaje uzrokovane signalnim molekulama. Kao potencijalni signalni čimbenici navode se hormoni, sekundarni glasnici, dušikov oksid (NO), reaktivni kisikovi spojevi, kao i metaboliti lipida (Li i Gong, 2011).

Ulogu u reakciji na primljen mehanički podražaj može imati unutarstanični turgor. Prema Morris i Homann (2001), mehanička stimulacija stanične stjenke može uzrokovati promjene u unutarstaničnom turgoru, što može dovesti do premještanja staničnih organela. Sato i sur. (1999) u istraživanju promjena koje se u stanici javljaju uslijed podražaja, uočili su da kod stimulacije lista staklenom kapilarom dolazi do pomicanja kloroplasta dalje od mjesta kontakta, koje se javlja vjerojatno zbog promjena turgora u stanici. Nešto drugačiji zaključak glede reakcije biljaka na mehaničke podražaje iznose Jaffe i sur. (2002), koji ukazuju da se dodirom nastale promjene u površinskoj napetosti membrane prenose u aktivirani kanal. Pored istezanja membrana, dodir može rezultirati poremećajem veza između stanične stjenke, membrane i citoskeleta. Istezanje i opuštanje stanične membrane, kao reakcija na mehaničku stimulaciju stanične stjenke, dovodi do promjena između membrane i citoskeleta te prenošenja informacija u unutrašnjost stanice, u što su uključeni ioni Ca^{2+}.

Nestankom regulatora rasta *Alara* (daminozid) s tržišta 1989. godine, proizvođači presadnica povrća bili su primorani razviti nove metode kondicioniranja presadnica. Prvotne mjere regulacije rasta presadnica uključivale su manipulaciju količinom primijenjene vode i hranjivih tvari, kao i temperaturom. Međutim, fiziološki stres koji nastaje zbog ograničenja količine vode i hranjivih tvari kod navodnjavanja, negativno utječe na kvalitetu presadnica, jednako kao i velike razlike između dnevnih i noćnih temperatura. Kako bi se to izbjeglo, nastavljena su istraživanja mehaničkog kondicioniranja, koje je kao nekemijska metoda kontrole

visine i kvalitete presadnica, pokazivalo dobre rezultate (Latimer i Beverly 1993; Garner i Björkman, 1999).

Različiti materijali koji se potencijalno mogu koristiti za mehaničko kondicioniranje su: papir za tiskanje, karton, vinilna mreža, četka za prašinu, obložene aluminijske šipke, čelične rešetke s obješenom tkaninom, drveni štap (Hiraki i Ota, 1975; Biddington i Dearman, 1985; Nakaseko, 1988; Latimer, 1990; Latimer i sur., 1991). Potrebno je izbjegavati one materijale koji uzrokuju prekomjernu štetu, kao što su polivinil klorid ili materijali koji se zapetljaju s listovima određenih biljnih vrsta (primjerice četke koje se zapetljaju s listovima rajčice).

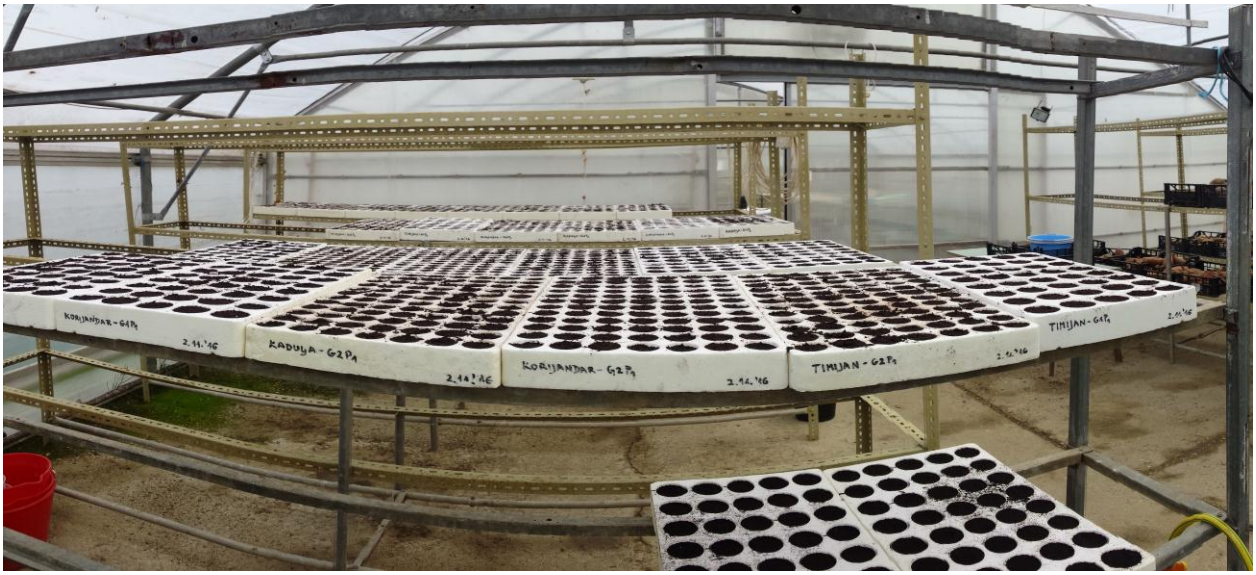
Biljne vrste različito reagiraju na mehanički stres, a reakcija ovisi, kako o kultivaru, tako i o načinu rasta (Latimer, 1991). No, unatoč raznolikosti fenotipova, kod biljaka se uvijek radi o morfološkoj reakciji induciranoj stresom, koja utječe na proces razvoja, a sastoji se od tri komponente: sprečavanja izduživanja stanica, sprečavanja diobe stanica i promjena diferencijacije stanica (Potters i sur., 2007). Mehanička stimulacija može se uspješno primijeniti za ograničavanje izduživanja stabljike i poboljšanje prilagodbe nakon presađivanja kod različitih biljnih vrsta, kao što su krastavac, buča, rajčica, patlidžan, petunija maćuhica, mažuran, bosiljak (Baden i Latimer, 1992; Latimer i Thomas, 1991; Autio i sur., 1994; Latimer i Beverly, 1994; Garner i Björkman, 1996; Garner i Langton, 1997; Horvat i sur., 2010).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Materijali korišteni za postavljanje pokusa

Dvofaktorijalni pokus je postavljen u zimskom razdoblju 2016/2017. godine (studeni/ siječanj) u grijanom plasteniku Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Ispitivan je utjecaj tretmana četkanja (0, 10 i 20 prohoda/danu) i gustoće sklopa biljaka (40 i 84 lončića/kontejneru) na rast presadnica korijandra i timijana.

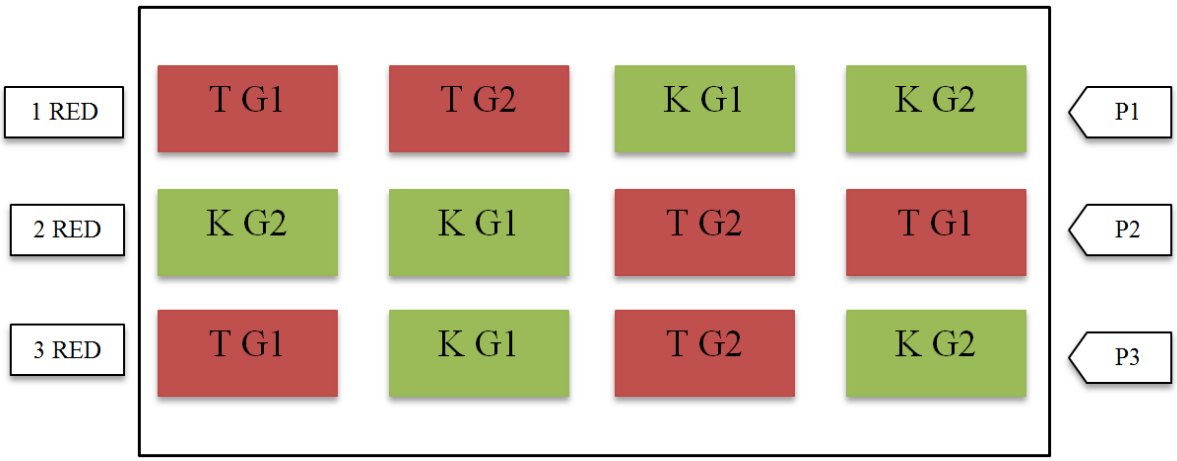
Za uzgoj presadnica s grudom supstrata korišteni su standardizirani polistirenski kontejneri dimenzija 53 cm x 31 cm s 40 i 84 sjetvena mjesta (lončića/kontejneru) (Plastform d.o.o., Hrvatska). Volumen svakog lončića u kontejneru s 40 sjetvenih mjesta je 78 ml, a u kontejneru s 84 sjetvena mjesta 44 ml. Upotrijebljeno je ukupno 12 kontejnera punjenih komercijalnim organskim supstratom za uzgoj presadnica povrća (Potgrond H, Klasmann, Njemačka). Korišteno je sjeme korijandra (apsolutna masa 6 g) i timijana (apsolutna masa 0,4 g), oba tvrtke Sgaravatti (Italija). Sjetva je obavljena ručno 2. studenog 2016., a u svaki lončić sijano je 5 sjemenki (slika 4).



Slika 4. Kontejneri neposredno nakon sjetve korijandra i timijana *(foto: M. Bedek)*

3.2 Provedba pokusa

Tretmani četkanja provođeni su u razdoblju od pojave kotiledonskih listova do faze spremnosti biljaka za presađivanje u lončiće. Plan pokusa prikazan je na slici 5.



Legenda: biljne vrste (T-timijan, K-korijandar), sklop biljaka (G1− 40 lončića, G2− 84 lončića), tretman četkanjem (P1 − 0 prohoda/dan, P2 − 10 prohoda/dan, P3 − 20 prohoda/dan)

Slika 5. Shema pokusa

Presadnice korijandra mehanički su tretirane četkanjem u razdoblju od 10. studenog do 15. prosinca 2016. (slika 6), a timijana od 15. studenog 2016. do 2. veljače 2017. (slika 7).



Slika 6. Presadnice korijandra u razdoblju mehaničkog kondicioniranja četkanjem (10.11. – 15.12.2016.) *(foto: M. Bedek)*



Slika 7. Presadnice timijana u razdoblju mehaničkog kondicioniranja četkanjem (15.11.2016. – 2.2.2017.) *(foto: M. Bedek)*

Četkanje presadnica provođeno je jutenom tkaninom pričvršćenom na drveni štap (slika 8). Ovisno o tretmanu, dnevno je bilo 10 ili 20 prohoda preko biljaka, a jednim prohodom smatrao se prolazak lijevo i desno preko biljaka.



Slika 8. Četkanje presadnica korijandra (1 prohod = prolazak lijevo + desno preko biljaka)

(foto: M. Bedek)

3.3. Analiza presadnica

Morfometrijska analiza presadnica obavljena je u trenutku kad su biljke bile spremne za presađivanje u lončiće za prodaju; kod korijandra 15. prosinca 2016., kod timijana 2. veljače 2017. U svakom je kontejneru slučajnim odabirom određeno 20 sjetvenih mjesta u kojima je konstatiran broj biljaka i iz svakog je za daljnju analizu izdvojena najrazvijenija biljka (slika 9). Mjereni su sljedeći parametri rasta: visina biljke (cm), broj listova (samo kod korijandra), broj izbojaka i nodija (samo kod timijana), dužina i širina najrazvijenijeg lista (cm) te ukupna svježa i suha masa nadzemnog dijela i korijena (g/lončiću).



Slika 9. Priprema biljaka korijandra (lijevo) i timijana (desno) za morfometrijsku analizu
(foto: M. Bedek)

Zbog male pojedinačne mase svježih biljnih dijelova, za određivanje udjela suhe tvari uzorci su objedinjeni na način da su svi uzorci nadzemnog dijela presadnica/sadnom mjestu (20 uzoraka/tretiranju) pomiješani zajedno, a potom razdijeljeni u ukupno 3 uzorka po tretiranju. Jednako je učinjeno i s uzorcima korijena. Neposredno prije sušenja, tako pripremljeni uzorci obrađeni su sjeckanjem. Suha tvar nadzemnog dijela i korijena određivana je halogenim žaračem HG53 (Halogen Moisture Analyzer, Mettler Toledo; slika 10).



Slika 10. Priprema svježih uzoraka nadzemne mase i korijena prije stavljanja na sušenje u halogeni žarač *(foto: M. Bedek)*

Statistička obrada podataka provedena je testiranjem razlika između dviju srednjih vrijednosti nezavisnih uzoraka pomoću t-testa.

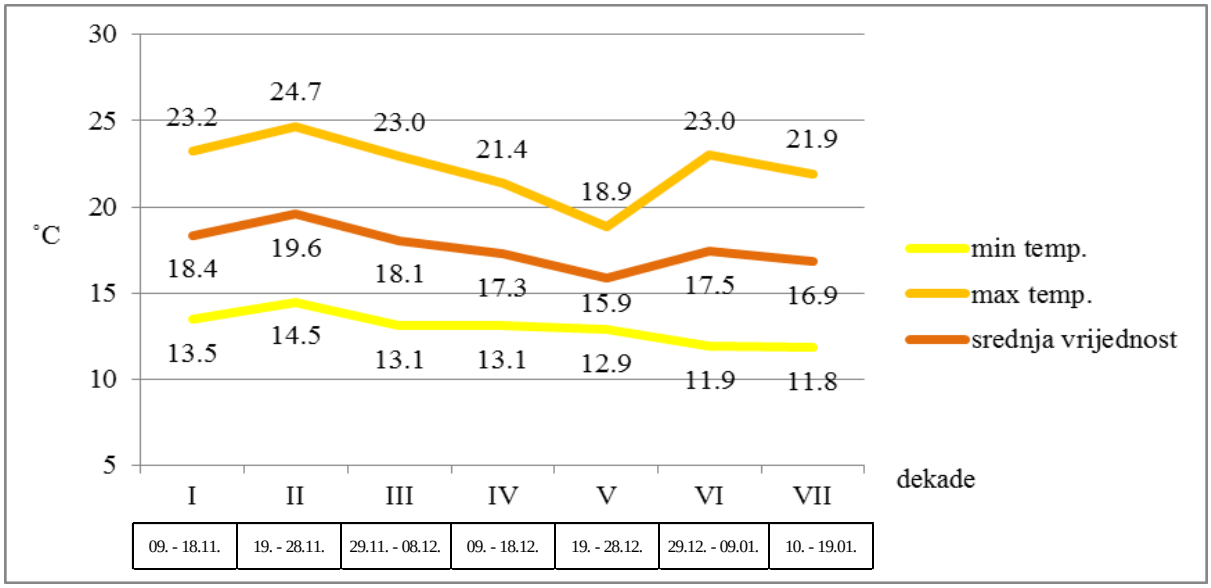
3.4. Ambijentalni uvjeti zaštićenog prostora tijekom provođenja istraživanja

Temperatura i relativna vlažnost zraka mjerene su svakodnevno tijekom uzgoja presadnica (9.11.2016. - 19.1.2017). Srednje vrijednosti minimalne i maksimalne temperature i relativne vlage zraka po dekadama prikazane su u grafikonima 1 i 2.

Srednja minimalna temperatura zraka promatranog razdoblja bila je 12,9 ˚C. Dekadne minimalne temperature zraka bile su u rasponu od 11,8 do 14,5 ˚C (2. dekada siječnja 2017. i 3. dekada studenog 2016.; u grafikonu 1 prikazano kao dekade VII i II). Dnevne minimalne temperature nisu se spuštale ispod 10,5 ˚C, odnosno, nisu bile više od 15,1 ˚C. Granična minimalna temperatura za rast korijandra i timijana u ranim razvojnim fazama je 12 ˚C, a bila je dosegnuta u samo 10 dana tijekom cijelog razdoblja promatranja. Minimalne temperature zraka, dakle, nisu bile ograničavajući čimbenik rasta za obje biljne vrste.

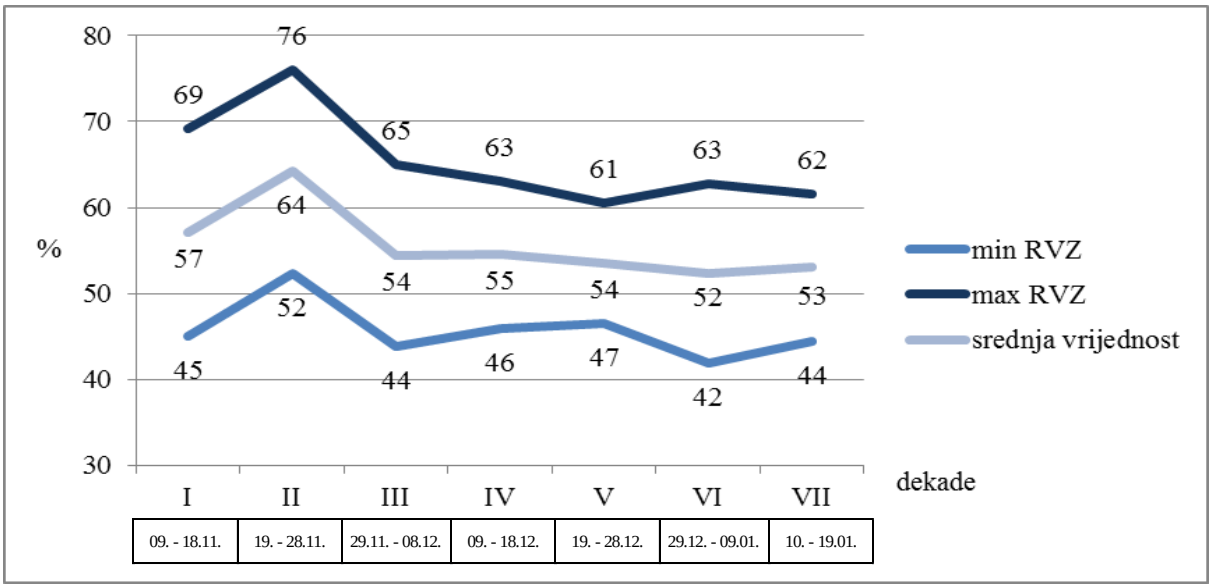
Srednja maksimalna temperatura zraka za promatrano razdoblje bila je 22,3 ˚C. Dekadne maksimalne temperature zraka bile su u rasponu od 18,9 do 24,7 ˚C (1. dekada siječnja 2017. i zadnja dekada studenog 2016.; u grafikonu 1 prikazano kao dekade V i II), pri čemu su maksimalne dnevne temperature bile u rasponu od 15,5 do 28,8 ˚C. Niti ove temperature nisu bile ograničavajuće za rast uzgajanih kultura.

Srednja vrijednost između minimalne i makimalne temperature zraka bila je u rasponu od 15,9 do 19,6 ˚C, a prosječna vrijednost im je iznosila 17,7 ˚C (grafikon 1).



Grafikon 1. Dekadne minimalne i maksimalne temperature zraka te njihove srednje vrijednosti u plasteniku tijekom razdoblja uzgoja presadnica korijandra i timijana (9.11.2016. - 19.1.2017).

Prema dekadama, maksimalna relativna vlaga zraka (RVZ) kretala se između 61 i 76 %, a dekadna minimalna RVZ bila je u rasponu od 42 do 52 % (grafikon 2). Prosječna minimalna RVZ za cijelo razdoblje uzgoja presadnica bila je 46 %, dok je maksimalna bila 66 %. Srednja vrijednost između minimalne i maksimalne RVZ bila je u rasponu od 52 do 64 %, a prosjek joj je iznosio 56 % (grafikon 2).



Grafikon 2. Dekadna minimalna i maksimalna relativna vlaga zraka te njihova srednja vrijednost u plasteniku tijekom razdoblja uzgoja presadnica korijandra i timijana (9.11.2016. - 19.1.2017).

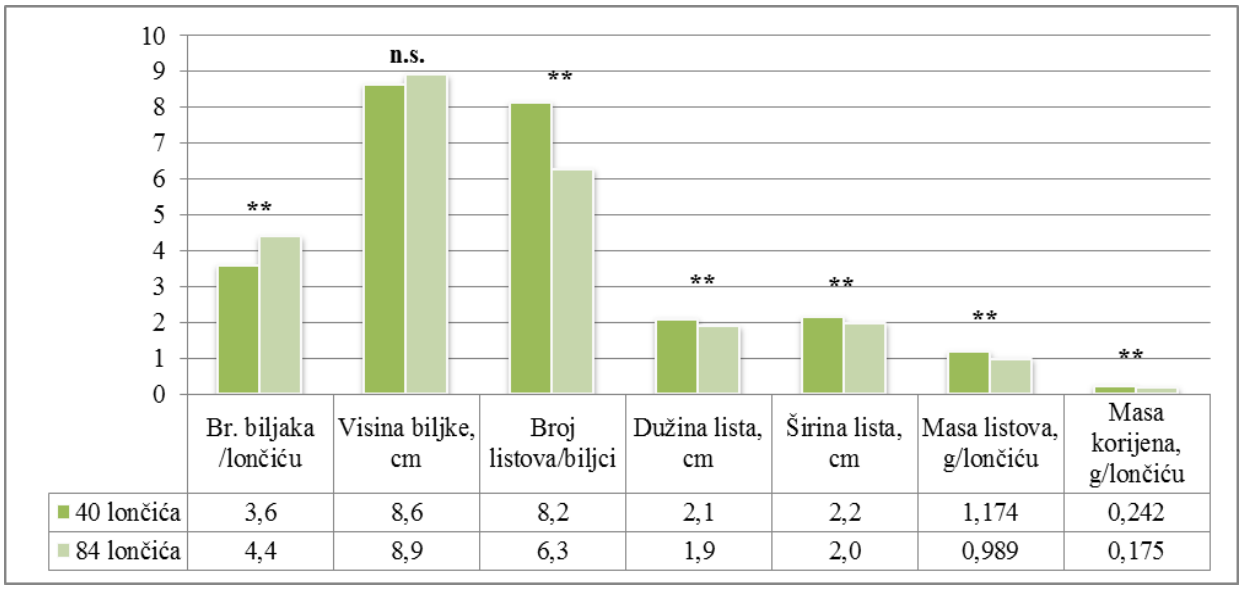
4. REZULTATI RADA

4.1. KORIJANDAR

4.1.1. Svojstva presadnica s obzirom na sklop (broj lončića/kontejneru)

Promatrana svojstva presadnica korijandra prikazana su u grafikonu 3 prema sklopu biljaka, odnosno, prema broju sjetvenih mjesta (lončića) u kontejneru. Vidljivo je da je kod gušćeg sklopa (84 lončića/kontejneru) ostvaren veći broj biljaka u lončiću (4,4).

Visina biljaka statistički je podjednaka u oba sklopa, što znači da, suprotno pretpostavci, nije došlo do značajnog izduživanja biljaka korijandra u gušćem sklopu.



	Br. biljaka /lončiću	Visina biljke, cm	Broj listova/biljci	Dužina lista, cm	Širina lista, cm	Masa listova, g/lončiću	Masa korijena, g/lončiću
40 lončića	3,6	8,6	8,2	2,1	2,2	1,174	0,242
84 lončića	4,4	8,9	6,3	1,9	2,0	0,989	0,175

Značajnost razlike utvrđena t-testom: ** - p≤0,01; n.s. - nije signifikantno

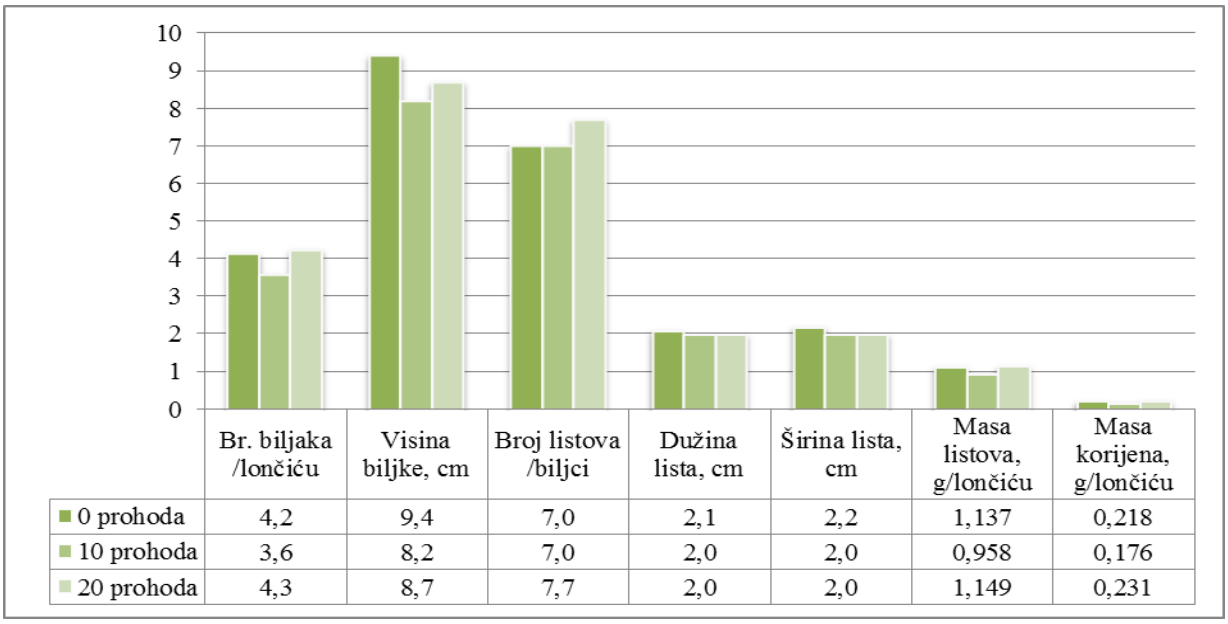
Grafikon 3. Svojstva presadnica korijandra prikazana prema broju sjetvenih mjesta (lončića) po kontejneru

Ostala promatrana svojstva presadnica korijandra (broj listova po biljci, dužina i širina lista te svježa masa listova i korijena po sjetvenom mjestu) imala su značajno veće vrijednosti u rjeđem sklopu (kod 40 lončića/kontejneru). To se prvenstveno može tumačiti manjom kompeticijom biljaka glede ekoloških faktora, prvenstveno svjetlosti (manje zasjenjivanje) te većim volumenom korjenove bale, koja nije oskudijevala u vlazi i hranivima.

4.1.2. Svojstva presadnica s obzirom na četkanje (broj prohoda/dan)

Grafikon 4 prikazuje promatrana svojstva presadnica korijandra pod utjecajem četkanja (0, 10 i 20 prohoda/dan), bez obzira na sklop biljaka.

Utvrđeno je da četkanje (10 i 20 prohoda/dan) ne utječe opravdano na broj biljaka u lončiću promatrano u odnosu na netretirane presadnice (0 prohoda/dan). No, kod četkanja s 10 prohoda/dan bio je opravdano manji broj biljaka/lončiću u odnosu na 20 prohoda/dan ($p \leq 0,05$).



	Br. biljaka /lončiću	Visina biljke, cm	Broj listova /biljci	Dužina lista, cm	Širina lista, cm	Masa listova, g/lončiću	Masa korijena, g/lončiću
0 prohoda	4,2	9,4	7,0	2,1	2,2	1,137	0,218
10 prohoda	3,6	8,2	7,0	2,0	2,0	0,958	0,176
20 prohoda	4,3	8,7	7,7	2,0	2,0	1,149	0,231
signifikantnost	ab b a	a c b	n.s.	a b b	a b b	a b a	a b a

Grafikon 4. Svojstva presadnica korijandra prikazana prema broju prohoda/dan četkanjem

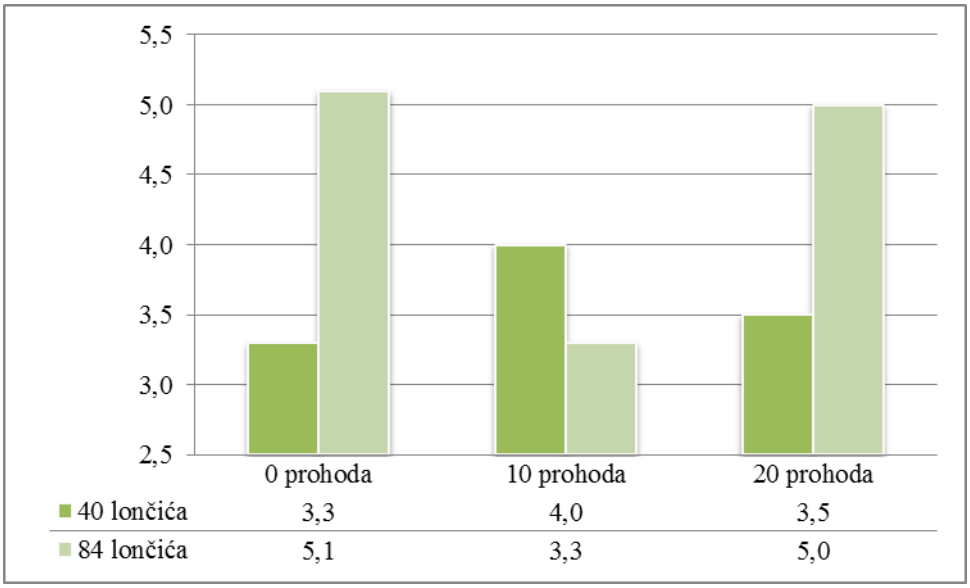
Broj listova/biljci neovisan je o četkanju, dok su ostala promatrana svojstva uglavnom pod značajnim utjecajem četkanja. U odnosu na netretirane, sve četkane presadnice bile su niže ($p \leq 0,01$) i imale su listove manjih dimenzija (uglavnom $p \leq 0,05$), dok su manju svježu masu listova i korijena ($p \leq 0,05$) imale samo presadnice četkane sa 10 prohoda/danu.

U međusobnoj usporedbi četkanih presadnica vidi se da su one četkane s 10 prohoda/dan imale manji broj biljaka/lončiću ($p \leq 0,05$), bile su niže ($p \leq 0,05$) i s relativno manjim brojem listova, a također su imale značajno manju svježu masu listova i korijena ($p \leq 0,05$) u odnosu na presadnice četkane s 20 prohoda/dan.

Iz navedenog proizlazi da četkanje s 10 prohoda/dan ima nešto izraženiji utjecaj na promatrana svojstva presadnica korijandra u odnosu na četkanje s 20 prohoda/dan.

4.1.3. Broj biljaka/lončiću

U grafikonu 5 prikazan je broj biljaka korijandra u lončiću pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i mehaničkog kondicioniranja četkanjem (broj prohoda /dan).



Broj lončića/ kontejneru	Usporedba broja prohoda/danu		
	0 i 10	0 i 20	10 i 20
40	n.s.	n.s.	n.s.
84	**	n.s.	**

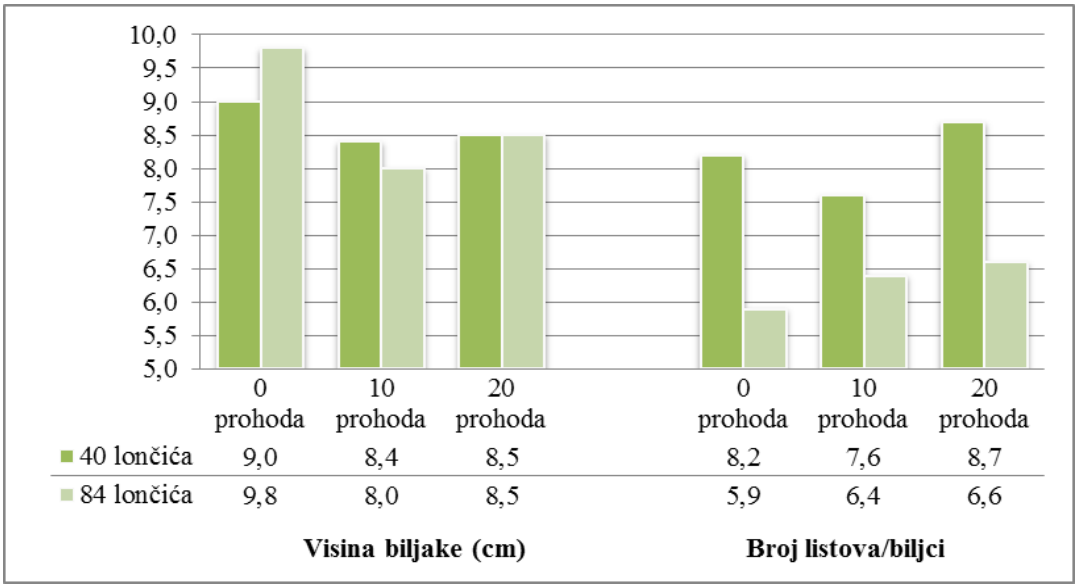
Grafikon 5. Korijandar - broj biljaka u lončiću pod utjecajem interakcije sklopa (broj lončića/kontejneru) i četkanja (broj prohoda/dan)

U rjeđem sklopu (40 lončića/kontejneru) ostvaren je statistički podjednaki broj biljaka /lončiću (n.s.), bez obzira na broj prohoda četkanjem. Obrnuto, u gušćem sklopu (84 lončića /kontejneru) broj biljaka/lončiću značajno je različit obzirom na broj prohoda četkanjem - pri 10 prohoda/danu opravdano je manji u odnosu na preostala tretiranja ($p \leq 0,01$).

4.1.4. Visina biljke i broj listova/biljci

Visina biljke je parametar koji dobro ilustrira djelovanje mehaničkog podraživanja na rast presadnica. Iz grafikona 6 vidljivo je da četkanje značajno smanjuje visinu presadnica, no samo u gušćem sklopu biljaka ($p \leq 0,01$), dok su u rjeđem sklopu razlike u visini presadnica statistički zanemarive (n.s.).

Iz istog se grafikona vidi da četkanje nema značajan utjecaj na broj listova/biljci (n.s.) te da je ovdje daleko izraženiji utjecaj sklopa biljaka jer je broj listova/biljci općenito veći kod uzgoja presadnica u rjeđem sklopu (u kontejnerima s 40 lončića), u odnosu na gušći sklop (kontejneri s 84 lončića).



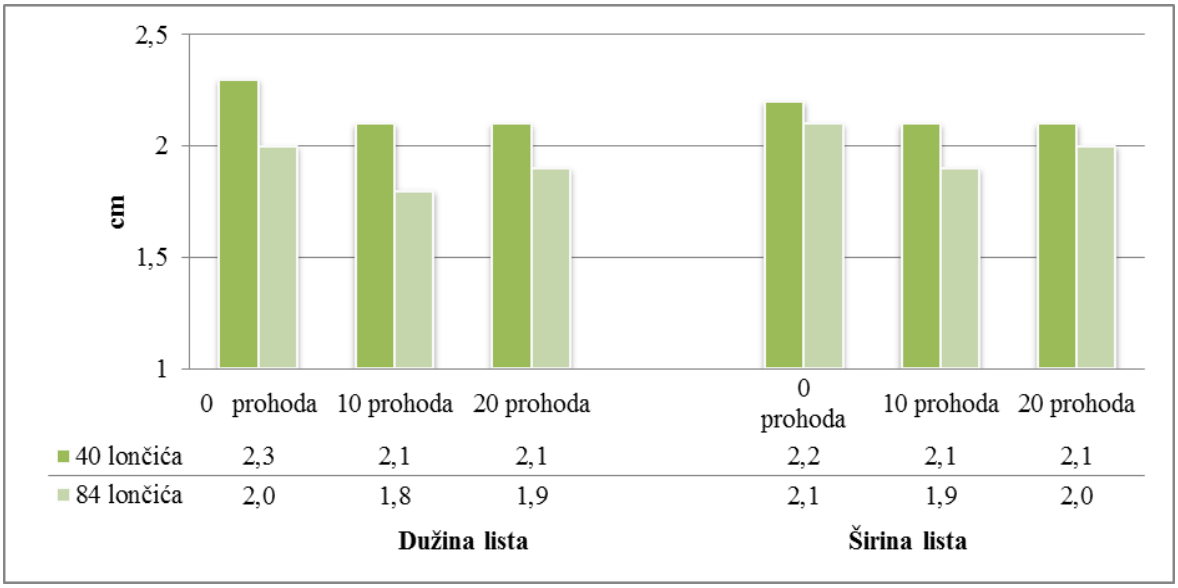
Svojstvo	Broj lončića/ kontejneru	Usporedba broja prohoda/danu		
		0 i 10	0 i 20	10 i 20
Visina biljke, cm	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	**	*	**
Broj listova/biljci	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	n.s.	n.s.	n.s.

Grafikon 6. Korijandar - visina biljke (cm) i broj listova po biljci pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i četkanja (broj prohoda/dan)

4.1.5. Veličina listova

Utjecaj mehaničkog kondicioniranja presadnica četkanjem na dimenzije listova vidljiv je u grafikonu 7. Uzgajane u rjeđem sklopu (40 lončića/kontejneru), sve presadnice korijandra tretirane četkanjem imaju značajno kraće listove u odnosu na nečetkane ($p \leq 0,05$). Kod presadnica uzgajanih u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru) dužina listova je značajno manja samo kod onih koje su četkane s 10 prohoda/dan ($p \leq 0,05$).

Širina listova kod presadnica uzgajanih u rjeđem sklopu statistički je podjednaka bez obzira na frekvenciju četkanja (n.s.), a u gušćem je sklopu značajno manja samo kod četkanja s 10 prohoda/dan ($p \leq 0,05$).



Svojstvo	Broj lončića/ kontejneru	Usporedba broja prohoda/danu		
		0 i 10	0 i 20	10 i 20
Dužina lista, cm	40	*	*	n.s.
	84	*	n.s.	n.s.
Širina lista, cm	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	*	n.s.	n.s.

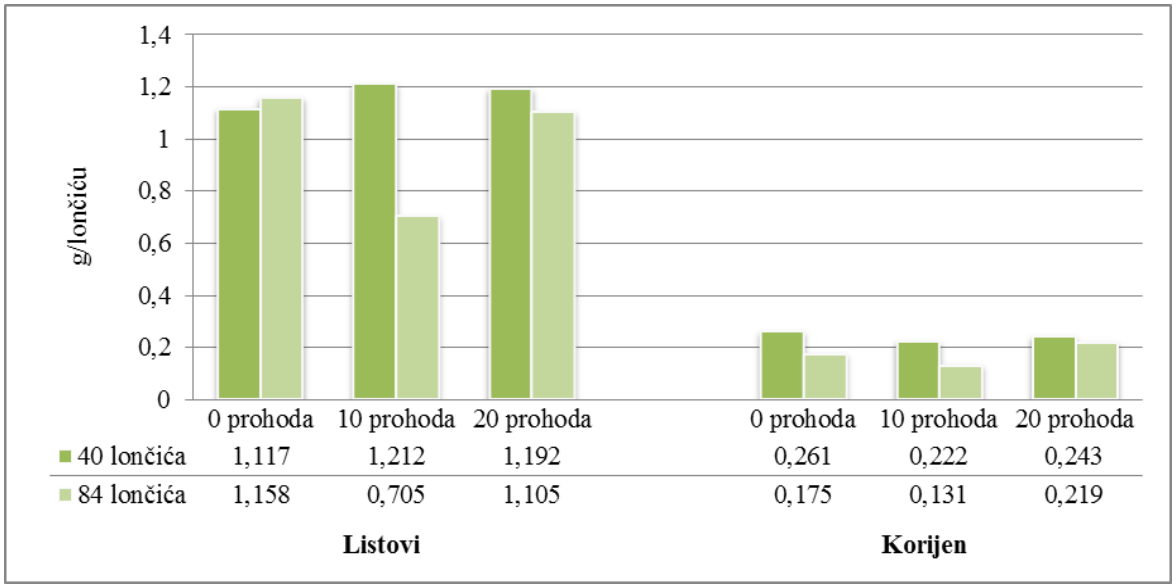
Grafikon 7. Korijandar - dužina i širina listova pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i četkanja (broj prohoda/dan)

4.1.6. Svježa masa listova i korijena

Utjecaj četkanja na svježu masu listova korijandra nije ujednačen, odnosno različit je ovisno o sklopu u kojem se presadnice uzgajaju, a također je različit i obzirom na broj prohoda koji se primjenjuje. Iz grafikona 8 vidljivo je da do znatnijeg smanjenja svježe mase listova pod utjecajem četkanja dolazi samo kod uzgoja u gustom sklopu (84 lončića/kontejneru), a najjače je izraženo kod 10 prohoda/dan ($p \leq 0,01$).

Kod svježe mase korijena utjecaj četkanja još je slabije izražen i djelomično slijedi trend koji ima kod svježe mase listova - četkanje značajno doprinosi smanjenju svježe mase korijena jedino u gustom sklopu (84 lončića/kontejneru) kod primjene 10 prohoda/dan ($p \leq 0,05$).

Iz istog je grafikona vidljivo da kod uzgoja presadnica korijandra u rjeđem sklopu (40 lončića/kontejneru) četkanje nema značajan utjecaj na svježu masu niti listova niti korijena.



Svojstvo	Broj lončića/ kontejneru	Usporedba broja prohoda/danu		
		0 i 10	0 i 20	10 i 20
Masa listova, g/lončiću	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	**	n.s.	**
Masa korijena, g/lončiću	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	**	n.s.	n.s.

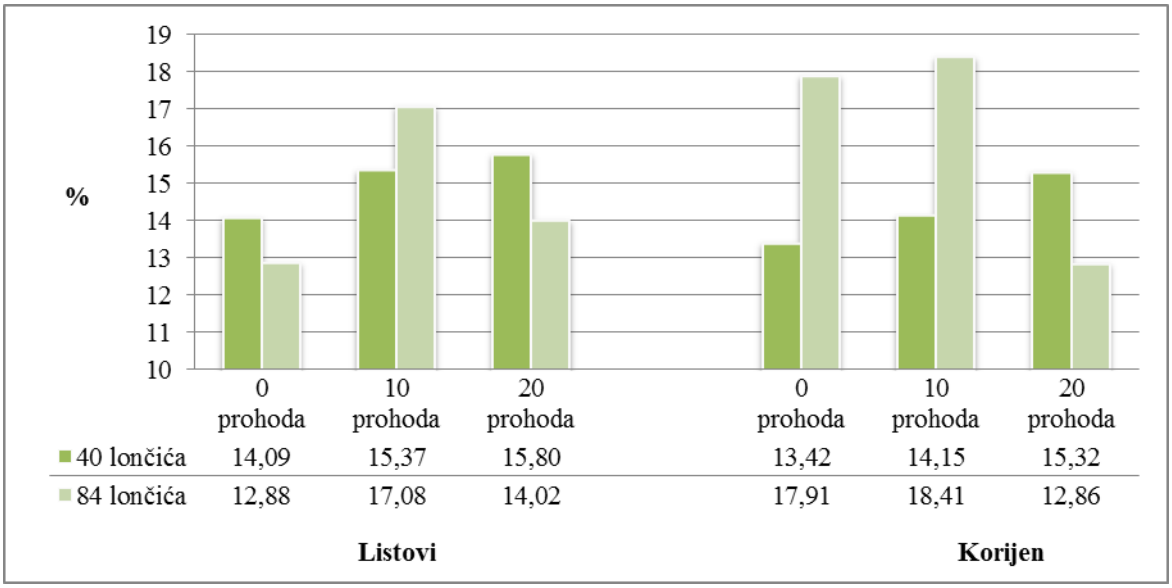
Grafikon 8. Korijandar - svježa masa listova i korijena pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i četkanja (broj prohoda/dan)

4.1.7. Udio suhe tvari u listu i korijenu

Neovisno o sklopu biljaka, najmanji udio suhe tvari u listovima je kod netretiranih biljaka (grafikon 9), što govori da se udio suhe tvari u listovima korijandra povećava pod utjecajem četkanja.

U rjeđem sklopu (40 lončića/kontejneru) udio suhe tvari u listovima pokazuje kontinuirani porast s povećanjem broja prohoda/dan (od 14,09 na 15,80 %). U gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru) takav trend nije vidljiv, već se značajno veći udio suhe tvari javlja kod presadnica četkanih s 10 prohoda/dan (17,08 %). Kod presadnica četkanih s 20 prohoda/dan (14,02 %) u odnosu na nečetkane (12,88 %) to je povećanje slabije izraženo.

Udio suhe tvari u korijenu kod uzgoja presadnica u kontejnerima s 40 lončića također pokazuje trend porasta s intenziviranjem četkanja, odnosno s povećanjem broja prohoda/danu (od 13,42 na 15,32 %). Kod uzgoja u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru) situacija je zanimljiva u smislu da je s povećanjem učestalosti četkanja došlo do značajnijeg smanjenja udjela suhe tvari u korijenu (sa 17,91 na 12,86 %), što je pak obrnuto proporcionalno u odnosu na vrijednosti prisutne u listovima.



Grafikon 9. Korijandar - udio suhe tvari u listovima i korijenu pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i četkanja (broj prohoda/dan)

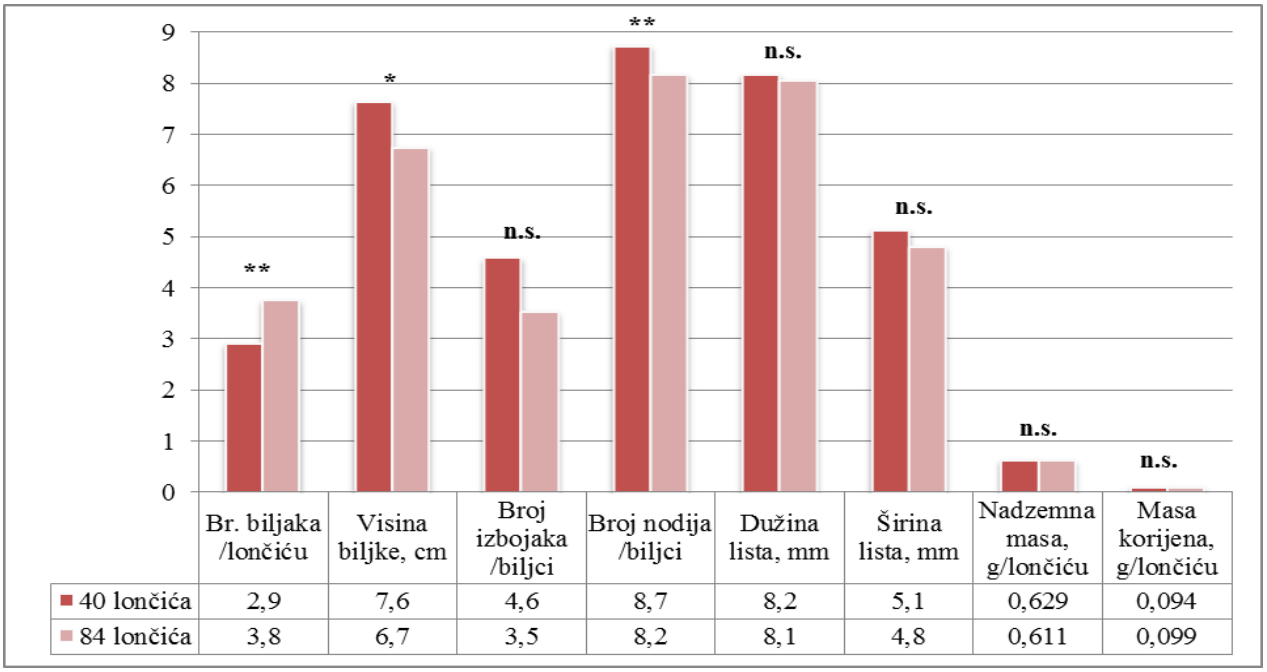
4.2. TIMIJAN

4.2.1. Svojstva presadnica s obzirom na sklop (broj lončića/kontejneru)

U grafikonu 10 prikazana su svojstva presadnica timijana prema sklopu biljaka, odnosno, prema broju sjetvenih mjesta (lončića) u kontejneru. Vidljivo je da je veći broj biljaka u lončiću (3,8) ostvaren kod gušćeg sklopa (84 lončića/kontejneru).

Visina biljke i broj nodija značajno su veći kod rjeđeg sklopa (40 lončića) što je dosta neočekivano jer se pretpostavljalo da će u gušćem sklopu, zbog kompeticije za svjetlom, biljke biti višlje, odnosno, izduženije. No, čini se da sklop od 84 lončića/kontejneru još nije dovoljno gust da bi imao neželjen utjecaj na visinu presadnica timijana. Broj izbojaka/biljci također je veći u rjeđem sklopu (4,6 vs 3,5), no razlika nije statistički značajna.

Ni kod ostalih promatranih svojstava presadnica timijana (dužina i širina lista te svježa nadzemna masa i masa korijena po sjetvenom mjestu) nema statistički značajnih razlika u oba sklopa, što govori da sklop biljaka ne utječe značajno na navedena svojstva.



	Br. biljaka /lončiću	Visina biljke, cm	Broj izbojaka /biljci	Broj nodija /biljci	Dužina lista, mm	Širina lista, mm	Nadzemna masa, g/lončiću	Masa korijena, g/lončiću
40 lončića	2,9	7,6	4,6	8,7	8,2	5,1	0,629	0,094
84 lončića	3,8	6,7	3,5	8,2	8,1	4,8	0,611	0,099

Značajnost razlike utvrđena t-testom: ** - p≤0,01; * - p≤0,05; n.s. - nije signifikantno

Grafikon 10. Svojstva presadnica timijana prikazana prema broju sjetvenih mjesta (lončića) po kontejneru

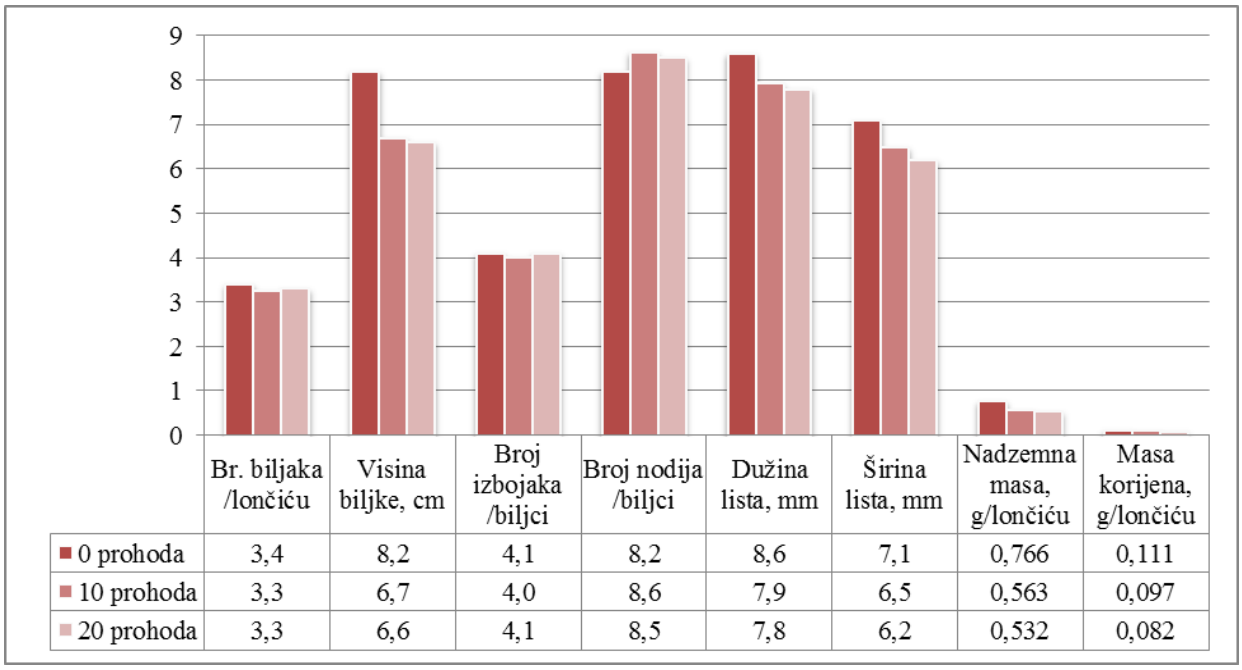
4.2.2. Svojstva presadnica s obzirom na četkanje (broj prohoda/dan)

Promatrana svojstva presadnica timijana pod utjecajem četkanja (0, 10 i 20 prohoda /dan), prikazana su u grafikonu 11.

U odnosu na netretirane presadnice (0 prohoda/dan), utvrđeno je da četkanje nema značajan utjecaj na broj biljaka u lončiću, a isto tako, ne utječe značajno niti na broj izbojaka i broj nodija po biljci.

Četkane presadnice, bez obzira na broj prohoda/dan, bile su niže i sitnijih listova, što je rezultiralo i značajno manjom nadzemnom masom u odnosu na netretirane presadnice ($p \leq 0,01$). I masa korijena bila je značajno manja, ali samo kod presadnica četkanih s 20 prohoda/dan.

Iz navedenog proizlazi da četkanje, čak i sa samo 10 prohoda/dan, ima izražen utjecaj na neka promatrana morfološka svojstva timijana, odnosno, taj je utjecaj uglavnom podjednak kao i kod četkanja s 20 prohoda/dan.



	Br. biljaka /lončiću	Visina biljke, cm	Broj izbojaka /biljci	Broj nodija /biljci	Dužina lista, mm	Širina lista, mm	Nadzemna masa, g/lončiću	Masa korijena, g/lončiću
0 prohoda	3,4	8,2	4,1	8,2	8,6	7,1	0,766	0,111
10 prohoda	3,3	6,7	4,0	8,6	7,9	6,5	0,563	0,097
20 prohoda	3,3	6,6	4,1	8,5	7,8	6,2	0,532	0,082
signifikantnost	n.s.	a b b	n.s.	n.s.	a b b	a ab b	a b b	a a b

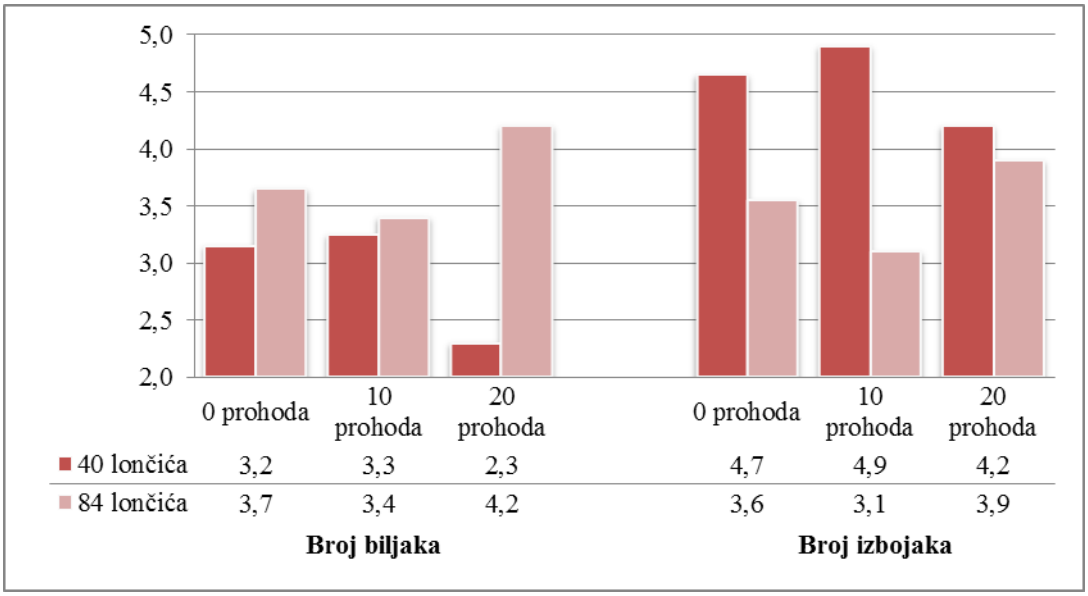
Grafikon 11. Svojstva presadnica timijana prikazana prema broju prohoda/dan četkanjem

4.2.3. Broj biljaka/lončiću i broj izbojaka/biljci

U grafikonu 12 prikazan je broj biljaka timijana u lončiću i broj izbojaka po biljci pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i mehaničkog kondicioniranja četkanjem (broj prohoda/dan).

U pojedinačnom lončiću kontejnera kod uzgoja timijana bilo je od 2,3 do 4,2 biljke. Kod oba promatrana sklopa jedino je četkanje s 20 prohoda/dan imalo značajan utjecaj na broj biljaka/lončiću ($p \leq 0,05$). No, vidljiva je oprečna situacija ovisno o sklopu biljaka – primjenom četkanja u 20 prohoda/dan u rjeđem sklopu (40 lončića/ kontejneru) broj biljaka/lončiću je smanjen, a u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru) značajno je povećan.

Broj izbojaka/biljci bio je relativno veći u rjeđem sklopu (4,2 – 4,9) u odnosu na gušći sklop (3,1 – 3,9). No, neovisno o gustoći sklopa (40 ili 84 lončića/kontejneru) i broju prohoda četkanjem u toku dana (0, 10, 20), sve su presadnica imale statistički podjednaki broj izbojaka/biljci (n.s.).



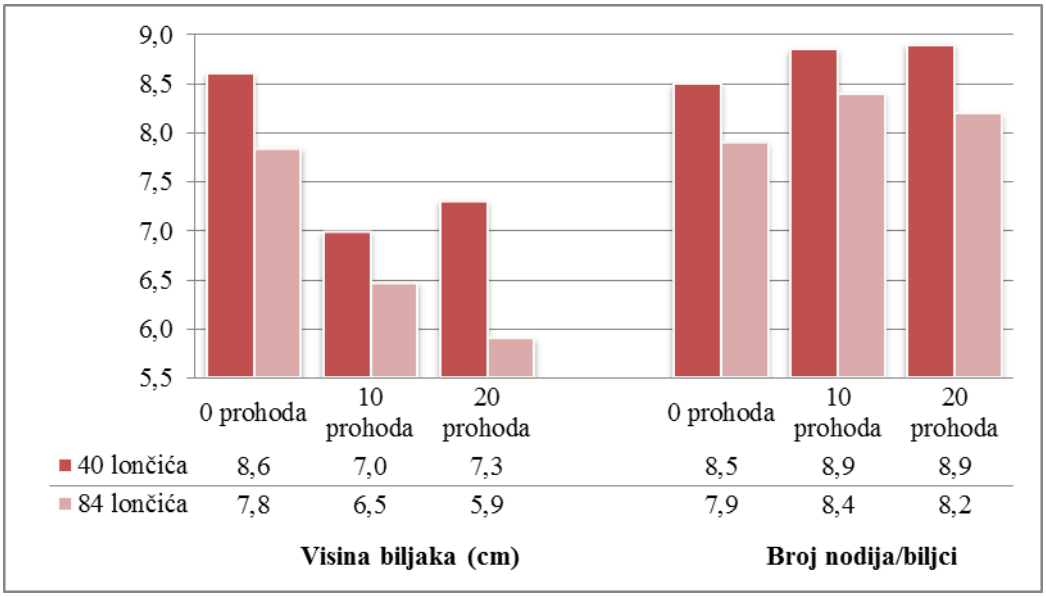
Svojstvo	Broj lončića/ kontejneru	Usporedba broja prohoda/danu		
		0 i 10	0 i 20	10 i 20
Broj biljaka/lončiću	40	n.s.	*	**
	84	n.s.	*	*
Broj izbojaka/biljci	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	n.s.	n.s.	n.s.

Grafikon 12. Timijan - broj biljaka u lončiću i broj izbojaka po biljci pod utjecajem interakcije sklopa (broj lončića/kontejneru) i mehaničkog kondicioniranja četkanjem (broj prohoda/danu)

4.2.4. Visina biljke i broj nodija

Visina presadnica bosiljka bila je između 5,9 i 8,6 cm (grafikon 13). Četkanje s 10 prohoda/dan kod oba je sklopa usporavalo porast presadnica u visinu ($p \leq 0,05$), dok je četkanje s 20 prohoda/dan značajno usporavalo porast visine samo kod presadnica uzgajanih u gušćem sklopu.

Broj nodija po biljci bio je u rasponu od 7,9 do 8,9, a četkanje nije utjecalo na vrijednosti ovog svojstva niti kod jednog od korištenih sklopova (n.s.).



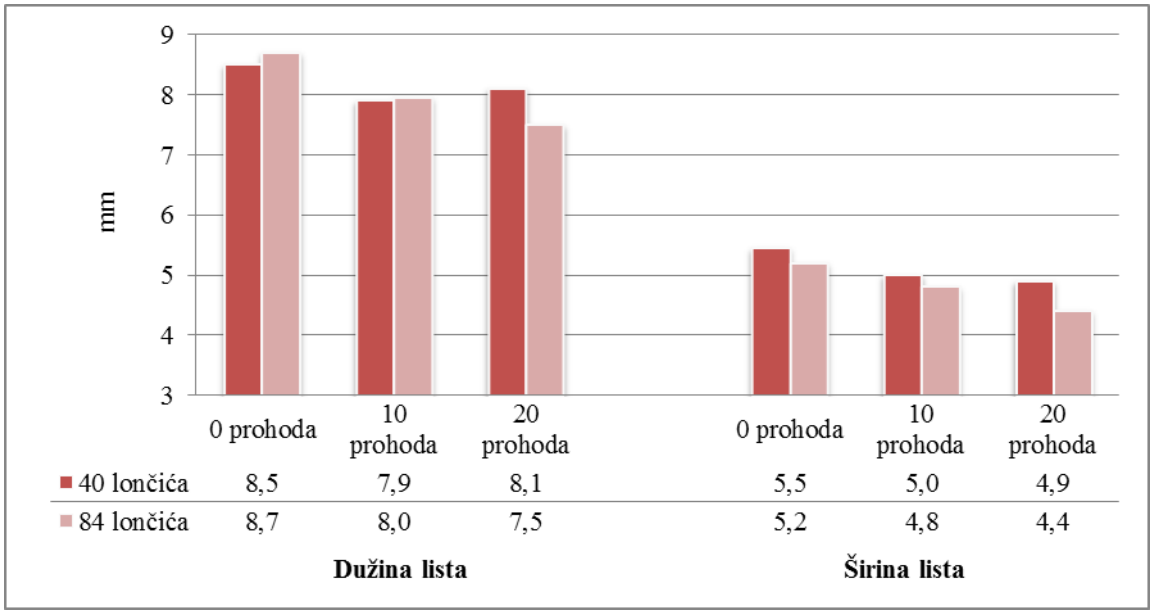
Svojstvo	Broj lončića/ kontejneru	Usporedba broja prohoda/danu		
		0 i 10	0 i 20	10 i 20
Visina biljaka (cm)	40	*	n.s.	n.s.
	84	*	**	n.s.
Broj nodija/biljci	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	n.s.	n.s.	n.s.

Grafikon 13. Timijan - visina biljke i broj nodija po biljci pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i mehaničkog kondicioniranja četkanjem (broj prohoda/dan)

4.2.5. Veličina listova presadnica

Utjecaj mehaničkog kondicioniranja presadnica četkanjem na dimenzije listova timijana prikazan je u grafikonu 14. Dužina listova je u primijenjenim kombinacijama bila u rasponu od 7,5 do 8,7 mm. Sve presadnice uzgajane u rjeđem sklopu (40 lončića/kontejneru), tretirane četkanjem imale su podjednaku dužinu listova kao i one nečetkane (7,9 - 8,5 mm; n.s.). Kod uzgoja u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru) presadnice su imale značajno kraće listove samo kod četkanja s 20 prohoda/dan (7,5 mm; $p \leq 0,01$).

Širina listova u presadnica timijana bila je od 4,4 do 5,5 mm. Isto kao i kod dužine listova, širina listova u rjeđem sklopu statistički je podjednaka bez obzira na frekvenciju četkanja (4,9 - 5,5 mm; n.s.), dok su u gušćem sklopu listovi značajno uži samo kod četkanja s 20 prohoda/dan (4,4 mm; $p \leq 0,01$).



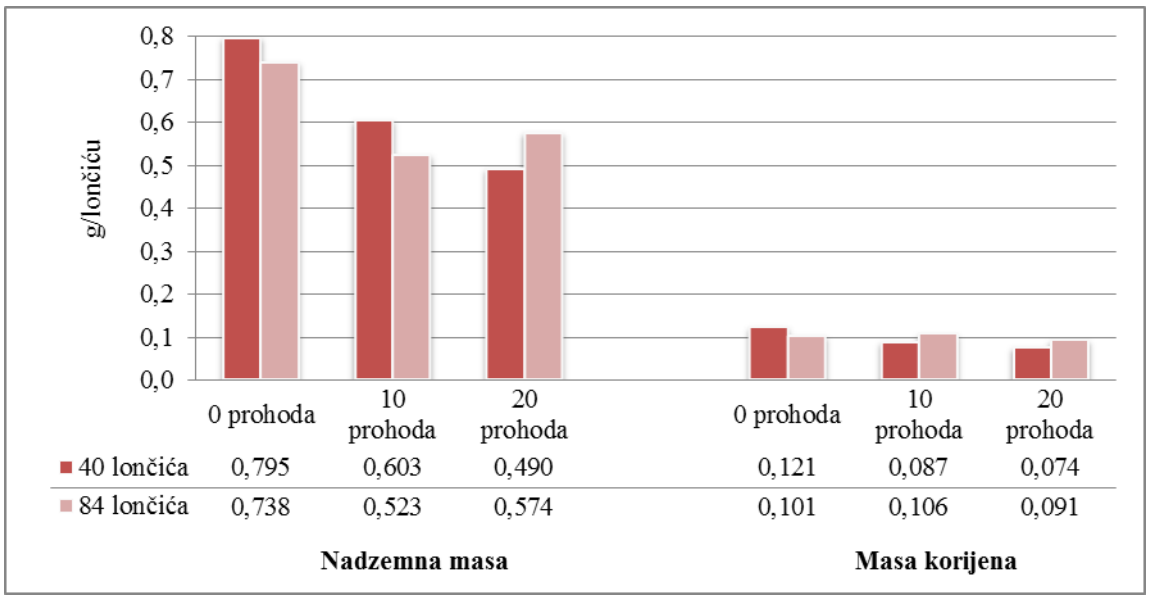
Svojstvo	Broj lončića/ kontejneru	Usporedba broja prohoda/danu		
		0 i 10	0 i 20	10 i 20
Dužina lista (mm)	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	n.s.	**	n.s.
Širina lista (mm)	40	n.s.	n.s.	n.s.
	84	n.s.	**	n.s.

Grafikon 14. Timijan - dužina i širina listova pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i mehaničkog kondicioniranja četkanjem (broj prohoda/dan)

4.2.6. Svježa nadzemna masa i masa korijena/lončiću

Promatrano kroz interakciju sklop × četkanje vidi se da je utjecaj četkanja na svježu nadzemnu masu timijana djelomično različit kod primijenjenih sklopova (grafikon 15). U rjeđem sklopu (40 lončića/kontejneru) s povećanjem frekvencije četkanja sve je znatnije smanjivanje svježe nadzemne mase/lončiću (s 0,795 na 0,490 g/lončiću; $p \leq 0,01$). U gustom sklopu (84 lončića/kontejneru) četkanje također značajno doprinosi smanjenju mase svježeg nadzemnog dijela biljke/lončića ($p \leq 0,01$), ali promjena je neovisna o broju prohoda/dan (0,523 i 0,574 g/lončiću; n.s.)

Kod svježe mase korijena (grafikon 15) utjecaj povećanih frekvencija četkanja vidljiv je samo u rjeđem sklopu (40 lončića/kontejneru) jer se ona smanjuje s 0,121 g/lončiću kod 0 prohoda/dan na 0,074 g/lončiću kod 20 prohoda/dan ($p \leq 0,01$). Također je vidljivo da kod uzgoja presadnica timijana u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru) četkanje nema značajan utjecaj na svježu masu korijena (n.s.).



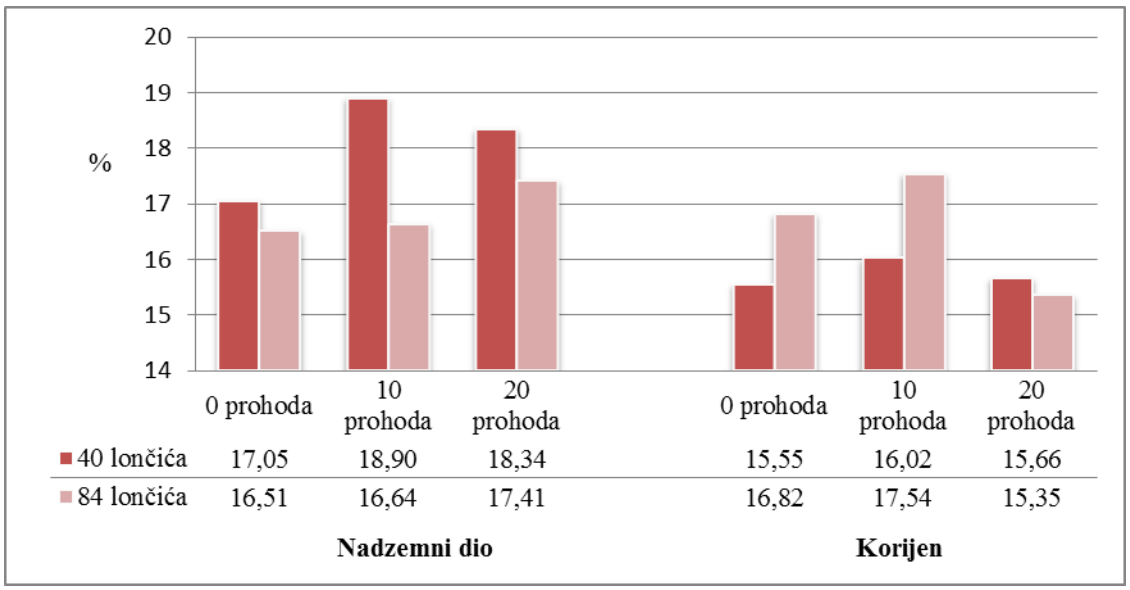
Svojstvo	Broj lončića/ kontejneru	Usporedba broja prohoda/danu		
		0 i 10	0 i 20	10 i 20
Nadzemna masa, g/lončiću	40	**	**	*
	84	**	**	n.s.
Masa korijena, g/lončiću	40	*	**	n.s.
	84	n.s.	n.s.	n.s.

Graf 15. Timijan - svježa nadzemna masa i masa korijena pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i mehaničkog kondicioniranja četkanjem (broj prohoda/danu)

4.2.7. Udio suhe tvari u nadzemnom dijelu i korijenu

Neovisno o sklopu biljaka, najmanji udio suhe tvari u nadzemnom dijelu je kod netretiranih biljaka, što govori da se udio suhe tvari povećava pod utjecajem četkanja, sa 17,05 do 18,34 % u rjeđem sklopu, te sa 16,51 do 17,41 % u gušćem sklopu (grafikon 16).

Udio suhe tvari u korijenu pri oba je korištena sklopa neznatno povećan četkanjem s 10 prohoda/dan (16,02 i 17,54 %). Kod uzgoja u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru) s povećanjem učestalosti četkanja došlo je do nešto izraženijeg smanjenja udjela suhe tvari u korijenu (sa 16,82 na 15,35 %), što je pak, kao i kod korijandra, obrnuto hodu vrijednosti suhe tvari u nadzemnom dijelu.



Grafikon 16. Timijan - udio suhe tvari nadzemnog dijela i korijena pod utjecajem interakcije sklopa biljaka (broj lončića/kontejneru) i mehaničkog kondicioniranja četkanjem (broj prohoda/danu)

5. RASPRAVA

Dosadašnja istraživanja pojedinih tehnika mehaničkog kondicioniranja presadnica različitih, uglavnom povrtnih biljnih vrsta, provedena od strane više autora (Telewski i Jaffe, 1986; Braam i Davis, 1990; Johjima i sur., 1992; Smith i Ennos, 2003; Braam, 2005; Chehab i sur., 2009, Horvat i sur., 2010; Saidi i sur., 2010), pokazuju da ono dovodi do smanjivanja izduživanja stabljike i do njenog proširenja. To ima pozitivan učinak na daljnji rast, jer u odnosu na netretirane, četkane presadnice ne pokazuju smanjenje intenziteta porasta u neodgovarajućim (sušnim/vrućim) uvjetima nakon sadnje, već suprotno tome, pokazuju bolju izdržljivost i ujednačenost (Latimer i Beverly, 1994; Garner i Björkman, 1996). Baden i Latimer (1992) i Johjima i sur. (1992) navode da tretman četkanjem smanjuje visinu presadnica rajčice 50 %, patlidžana 35 %, krastavca 25 % i bundeve 15 do 25 %. U sličnom istraživanju Latimer i Thomas (1991), Garner i Björkman (1996) te Garner i Björkman (1997) utvrdili su da se četkanjem smanjuje ukupan rast presadnica rajčice od 20 do 40 % u odnosu na netretirane, pri čemu nešto više učinka pokazuje primjena >10 prohoda/dan. Garner i Björkman (1996) kod tretiranih presadnica rajčice nisu zabilježili konzistentnu razliku u visini biljke, koja bi bila posljedica primjene različitih tretmana četkanjem. Garner i Langton (1997), u istraživanju maćuhice (*Viola tricolor*) utvrdili su da s povećanjem broja prohoda četkanja dolazi do smanjenja izduživanja cvjetne stapke za 25 - 30 %, bez pojave oštećenja biljaka ili negativnog utjecaja na naknadnu cvatnju. Presadnice krastavca reagiraju na mehaničko kondicioniranje sa smanjenjem visine za čak 25 % (Björkman, 1999). Sličan rezultat dobili su Horvat i sur. (2010) sa smanjenjem visine za prosječno 23 % kod presadnica mažurana, kopra i bosiljka tretiranih četkanjem. Chehab i sur. (2009) navode smanjenje intenziteta rasta od 30 % kod *Arabidopsis* sp. U ovom je istraživanju kod presadnica korijandra s grudom supstrata utvrđeno smanjenje rasta od 6 % kod rjeđeg sklopa (40 lončića/kontejneru) i 16 % kod gušćeg sklopa (84 lončića /kontejneru), dok je najveće smanjenje visine presadnica zabilježeno kod četkanja s 10 prohoda/danu, neovisno o gustoći sklopa. Kod timijana visina presadnica smanjena je za 17 % kod rjeđeg i 21 % kod gušćeg sklopa te se pokazalo da u rjeđem sklopu timijan jače reagira na četkanje s 10 prohoda/dan, a u gušćem sklopu s 20 prohoda/dan.

Kod mehaničkog podražavanja presadnica četkanjem također se smanjuje i površina lista. Štoviše, Latimer i Thomas (1991) utvrdili su da se četkanjem smanjuje površina lista, ali da se paralelno povećava udio suhe tvari, što ukazuje na to da su listovi kod četkanih presadnica manji, ali gušći nego kod netretiranih. U sličnim istraživanjima koje su proveli Latimer (1990), Johjima i sur. (1992) i Ayastuy i sur. (2011) utvrđeno je da četkanje neznatno smanjuje broj listova, ali značajno smanjuje njihovu veličinu, odnosno, površinu i masu kod biljaka kao što su celer, cvjetača, grašak, patlidžan, rajčica, salata i soja. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju kod korijandra su nekonzistentni obzirom na sklop - broj listova smanjen je za neznatnih 1 % kod rjeđeg sklopa, a povećan je za 8 % kod gušćeg sklopa biljaka. Međutim, četkanje je u oba sklopa dovelo do podjednakog smanjenja dimenzija lista - dužine za 8 i 9 %, a širine 5 i 7 %. Znatnije smanjenje veličine listova vidljivo je kod primjene 10 prohoda/dan, dok se sa 20 prohoda/dan veličina listova značajno nije mijenjala. Kod timijana četkanje je prouzročilo

smanjenje broja izbojaka tek 1 i 2 %, dok je povećan broj nodija za 4 i 5 % u oba sklopa, što nije statistički značajno. Veličina listova se tokom tretiranja također smanjivala, nešto izraženije u gušćem sklopu. Dužina i širina lista u rjeđem sklopu se pod utjecajem četkanja smanjuju za 6 % i 9 %, a u gušćem za 11 % i 12 %, pri čemu do znatnijeg ukupnog smanjenja lisne površine dolazi kod četkanja s 20 prohoda/dan.

Poticanjem stresa četkanjem kod biljaka se smanjuje ukupna masa, no intenzitet smanjenja ovisi o biljnoj vrsti. Garner i Björkman (1997) kod presadnica rajčice utvrdili su smanjenje ukupne biljne mase za 14 %. Horvat i sur. (2010) su kod primjene četkanja utvrdili smanjenje svježe nadzemne mase presadnice mažurana za 61 %, a bosiljka za 16 % u odnosu na netretirane, dok kod kopra nisu registrirali promjene u nadzemnoj masi, već samo kod podzemne mase, gdje je uočeno povećanje za 36 %. U ovom istraživanju utjecaj četkanja presadnica korijandra na svježu masu listova i korijena je nekonzistentan, odnosno, prilično je različit obzirom na sklop - u rjeđem sklopu četkanje je dovelo do povećanja svježe mase listova za 8 %, dok je u gušćem sklopu izazvalo smanjenje za 22 %. Svježa masa korijena u rjeđem je sklopu smanjena pod utjecajem četkanja za 11 %, dok se u gušćem sklopu značajno nije mijenjala. Kod timijana je pod utjecajem četkanja svježa nadzemna masa smanjena za 26 - 33 %, a korijena za 2 - 33 %. Takav rezultat postignut kod timijana podudara se s rezultatima istraživanja gdje je ustanovljeno da mehaničko kondicioniranje smanjuje rast korijena kod nekih povrtnih vrsta, primjerice brokule, krastavca, rajčice i salate (Biddington i Dearman, 1985; Latimer, 1990; Latimer i sur., 1991; Johjima i sur., 1992). Smanjenje mase korijena utvrđeno je i kod bundeve, celera, cvjetače, graška i suncokreta (Turgeon i Webb, 1971; Akers i Mitchell, 1985; Biddington i Dearman, 1985).

Četkanje dovodi do smanjenja udjela suhe tvari u listovima, stabljici, izbojcima i korijenu u usporedbi s netretiranim biljkama (Latimer, 1991; Latimer i Thomas, 1991; Johjima i sur., 1992). Keller i Steffen (1995) smatraju da smanjenje udjela suhe tvari nastupa postepeno s povećanjem stimulacije, a vjerojatni razlozi su promjena brzine fotosinteze ili disanja, a moguće i jednog i drugog. Također, udio suhe tvari smanjuje se i ovisno o duljini stabljike ili izbojaka (Garner i Björkman, 1996; Garner i Langton, 1997). Suprotno prethodnom, u ovome je istraživanju utvrđena neujednačenost promjena udjela suhe tvari primjenom četkanja. Kod presadnica korijandra u oba je sklopa utvrđeno povećanje udjela suhe tvari u listovima - u rjeđem sklopu povećanje iznosi 12 % kod četkanja s 20 prohoda/dan, a u gušćem sklopu 33 % kod 10 prohoda/dan. No, udio suhe tvari korijena u rjeđem je sklopu znatnije povećan uz četkanje s 20 prohoda/dan (za 14 %), dok je u gušćem sklopu s istim brojem prohoda smanjen za čak 28 %, a s 10 prohoda povećan za neznatnih 3 % u odnosu na netretirane presadnice. Promatrajući kroz viši udio suhe tvari, kod uzgoja presadnica korijandra u rjeđem sklopu uputno je primijeniti četkanje s 20 prohoda/dan, dok je kod gustog sklopa dovoljno 10 prohoda/dan. Kod timijana je u rjeđem sklopu najveći udio suhe tvari nadzemnog dijela utvrđen kod četkanja s 10 prohoda/dan, za 11 % više u odnosu na netretirano, a u gušćem sklopu kod 20 prohoda/danu, uz povećanje od samo 5 %. Udio suhe tvari u korijenu kod oba je sklopa bio najveći pri četkanju s 10 prohoda/danu, no tek je za 3 i 4 % veći u odnosu na netretirane presadnice.

6. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata istraživanja provedenog s četkanjem presadnica korijandra i timijana uzgajanih u dva različita sklopa, može se donijeti nekoliko zaključaka.

Korijandar

- Četkanjem se smanjuje visina presadnica samo u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru), a jači učinak ima 10 prohoda/dan.
- Četkanje ne utječe na broj listova/presadnici, a znatno je izraženiji utjecaj sklopa biljaka jer je veći broj listova u rjeđem sklopu (40 lončića/kontejneru).
- Pod utjecajem četkanja smanjuje se dužina i širina lista, a učinak je podjednak s 10 i 20 prohoda/dan, neovisno o sklopu biljaka.
- Svježa masa listova i korijena smanjuje se pod utjecajem četkanja samo u gušćem sklopu biljaka i to uz 10 prohoda/dan.
- Udio suhe tvari u listovima i korijenu povećava se primjenom četkanja s 10 prohoda/dan. Četkanje s 20 prohoda/dan u rjeđem sklopu dovodi do povećanja udjela suhe tvari, a u gušćem sklopu do njenog znatnijeg smanjenja i u listovima i u korijenu.

Timijan

- Četkanje značajno smanjuje visinu presadnica, a kod gušćeg sklopa biljaka najjači se učinak postiže s 20 prohoda/dan.
- Četkanje ne utječe na broj nodija i broj izbojaka/biljci.
- Četkanje doprinosi smanjenju dužine i širine listova samo u gušćem sklopu i to uz primjenu 20 prohoda/dan.
- Četkanjem se smanjuje svježa masa nadzemnog dijela presadnice. U rjeđem sklopu učinak je jači kod 20 prohoda/dan, a u gušćem je sklopu podjednak kod obje učestalosti.
- Pod utjecajem četkanja smanjuje se svježa masa korijena samo u rjeđem sklopu, a učinak je podjednak s 10 i 20 prohoda/dan.
- Pod utjecajem četkanja s 10 prohoda/dan neznatno se povećava udio suhe tvari u nadzemnom dijelu biljke i korijenu.

Temeljem navedenog, za proizvodnju kvalitetnih presadnica korijandra u zimskom periodu može se preporučiti uzgoj u gušćem sklopu (84 lončića/kontejneru) uz četkanje s 10 prohoda/dan.
Za uzgoj presadnica timijana također se može preporučiti gušći sklop (84 lončića/kontejneru), ali četkanje s 20 prohoda/dan.

7. LITERATURA

1. Akers S.W., Mitchell C.A. (1985) Seismic stress effects on reproductive structures of tomato, potato, and marigold. *HortScience*, 20, 684 – 686.

2. Autio J., Voipio I., Koivunen, T. (1994) Responses of aster, dusty miller, and petunia seedlings to daily exposure to mechanical stress. *HortScience*, 29, 1449 – 1452.

3. Ayastuy M.E., Hernández L.F., Rodríguez R.A., Fernández J.A., Cantamutto M.A. (2011) Field performance of melon seedlings hardened by brushing or with Paclobutrazol. *Acta horticulturae*, 898, 299 – 306.

4. Baden S. A., Latimer J.G. (1992) An effective system for brushing vegetable transplants for height control. *HortTechnology*, 3, 412 – 414.

5. Biddington N.L. (1986) The effects of mechanically-induced stress in plants: a review. *Plant Growth Regulation*, 4, 103 – 123.

6. Biddington N.L., Dearman A.S. (1985) The effect of mechanically induced stress on the growth of cauliflower, lettuce and celery seedlings. *Annals of Botany*, 55, 109 – 119.

7. Braam J. (2005) In touch: plant responses to mechanical stimuli. *New Phytologist*, 165, 373–389.

8. Braam J., Davis R.W. (1990) Rain, wind, and touch-induced expression of calmodulin and calmodulin-related genes in *Arabidopsis*. *Cell*, 60, 357 – 364.

9. Chehab E. W., Eich E., Braam J. (2009) Thigmomorphogenesis: a complex plant response to mechano-stimulation. *Journal of Experimental Botany*, 60, 43 – 56.

10. Galle Toplak, Katja (2016) Domaće ljekovito bilje. Mozaik knjiga, Zagreb

11. Garner L.C., Björkman T. (1996) Mechanical conditioning for controlling excessive elongation in tomato transplants: sensitivity to dose, frequency, and timing of brushing. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 5, 894 – 900.

12. Garner L. C., Björkman T. (1997) Using impedance for mechanical conditioning of tomato transplants to control excessive stem elongation. *HortScience*, 2, 227 – 229.

13. Garner L.C., Björkman T. (1999) Mechanical conditioning of tomato seedlings improves transplant quality without deleterious effects on field performance. *HortScience*, 34, 848 – 851.

14. Garner L.C., Langton F.A. (1997) Brushing pansy (*Viola tricolor* L.) transplants: a flexible, effective method for controlling plant size. *Scientia Horticulturae*, 70, 187 – 195.

15. Grdinić V., Kremer D. (2009) Ljekovito bilje i ljekovite droge. Hrvatska liječnička komora, Zagreb.

16. Hiraki Y., Ota Y. (1975) The relationship between growth inhibition and ethylene production by mechanical stimulation in *Lilium longiflorum*. *Plant & Cell Physiol*, 16, 185 – 189.

17. Horvat J., Žutić I., Ban D. (2010) Smanjenje izduživanja presadnica začinskog bilja mehanički izazvanim stresom. *Agronomski glasnik*, 6, 322 – 329.

18. Houdret J. (2002) Ljekovito bilje: uzgoj i uporaba. Dušević i Kršovnik, Rijeka.

19. Jaffe M.J., Leopold A.C., Staples R.A. (2002) Thigmo responses in plants and fungi. *American Journal of Botany*, 89, 375 – 382.

20. Johjima T., Latimer J. G., Wakita H. (1992) Brushing influences transplant growth and subsequent yield of four cultivars of tomato and their hybrid lines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 3, 384 – 388.

21. Keller E., Steffen K. L. (1995) Increased chilling tolerance and altered carbon metabolism in tomato leaves following application of mechanical stress. *Physiologia plantarum*, 93, 519 – 525.

22. Kuštrak D. (2005) Farmakognozija: fitofarmacija. Golden-marketing-Tehnička knjiga, Zagreb.

23. Kuštrak D. (2014) Morfološka i mikroskopska analiza začina. Golden-marketing-Tehnička knjiga, Zagreb.

24. Latimer J.G. (1990) Drought or mechanical stress affects broccoli transplant growth and establishment but not yield. *HortScience*, 25, 1233 – 1235.

25. Latimer J.G. (1991) Mechanical conditioning for control of growth and quality of vegetable transplants. *HortScience*, 26, 1456 – 1461.

26. Latimer J.G., Beverly R. (1993) Mechanical conditioning of greenhouse – grown transplants. *HortTechnology*, 3, 412 – 414.

27. Latimer J.G., Beverly R. B. (1994) Conditioning affects growth and drought tolerance of cucurbit transplants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 5, 943–948.

28. Latimer J.G., Johjima T., Harada K. (1991) The effect of mechanical stress on transplant growth and subsequent yield of four cultivars of cucumber. *Scientia Horticulturae*. 47, 221 – 230.

29. Latimer J.G., Thomas P. A. (1991) Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. *HortTechnology*, 109 – 110.

30. Li Z.G., Gong M. (2011) Mechanical stimulation-induced cross-adaptation in plants: an overview. *Journal of Plant Biology*, 54, 358 – 364.

31. Morris C.E., Homann U. (2001) Cell surface area regulation and membrane tension. *Journal of Membrane Biology*, 179, 79 – 102.

32. Nakaseko K. (1988) Productivity of a dwarf type soybean induced by mechanical stimulation applied during vegetative stage. *Japanese Journal of Crop Science*, 57, 782 – 789.

33. Potters G., Pasternak T.P., Guisez Y., Palme K. J., Jansen M.A.K. (2007) Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble?. *Trends in Plant Science*, 12, 98 – 105.

34. Saidi I., Ammar S., Demont-Caulet N., Thevenin J., Lapierre C., Bouzid S., Jouanin L. (2010) Thigmomorphogenesis in *Solanum lycopersicum* - Morphological and biochemical responses in stem after mechanical stimulation. *Plant Signaling & Behavior*, 5, 122 – 125.

35. Sato Y., Kadota A., Wada M. (1999) Mechanically induced avoidance response of chloroplasts in fern protonemal cells. *Plant Physiology*, 121, 37 – 44.

36. Šilješ I., Grozdanić D., Grgesina I. (1992) Poznavanje, uzgoj i prerada ljekovitog bilja. Školska knjiga, Zagreb.

37. Smith V.C., Ennos A. R. (2003) The effects of air flow and stem flexure on the mechanical and hydraulic properties of the stems of sunflowers *Helianthus annuus* L. *Journal of Experimental Botany*, 54, 845 – 849.

38. Telewski F.W., Jaffe M.J. (1986) Thigmomorphogenesis: anatomical, morphological and mechanical analysis of genetically different sibs of *Pinus taeda* in response to mechanical perturbation. *Physiologia Plantarum*, 66, 219 – 226.

39. Turgeon R., Webb J.A. (1971) Growth inhibition by mechanical stress. *Science*, 174, 961 – 962.

Izvori slika s interneta:

Slika 1. Korijandar (Izvor: http://www.i-flora.com/steckbriefe-der-arten/suche-nach-arten/art/show/coriandrum-sativum.html); Pristupljeno 02.06.2018.

Slika 3. Tigmomorfogeneza kod vrste *Mimosa pudica* (Izvor: https://www.scienceabc.com/nature/how-mimosa-pudica-plant-leaves-work-sleep-touch-shake-turgor-pressure.html); Pristupljeno 02.06.2018.

Slika 2. Timijan (Izvor: https://www.pureplantessentials.com/products/thyme-oil); Pristupljeno 02.06.2018.

ŽIVOTOPIS

Marta Bedek rođena je 10.07.1993. godine u Zagrebu, gdje je završila osnovnu školu (Brezovica) i X. gimnaziju "Ivan Supek", a maturirala je 2012. godine. Preddiplomski studij Biljne znanosti na Agronomskom fakultetu upisuje 2012. godine i završava 2015., kada upisuje diplomski studij Hortikultura, usmjerenje Povrćarstvo na istom fakultetu. Stručnu praksu preddiplomskog studija završila je u Zavodu za genetiku, dok je praksu diplomskog studija završila u Zavodu za kemiju. Godine 2018. nagrađena je Rektorovom nagradom za temu rada "Fizikalno-kemijska karakterizacija i mehanizmi otpuštanja *Trichoderma viride* spora i kalcijevih iona iz mikrosfera kalcijevog alginata".

Tijekom studija studentica je završila tečaj fitoterapije u Učilištu Galbanum u Zagrebu u trajanju od godinu dana. U Samoboru je završila osnovnu glazbenu školu "Ferdo Livadić" u odsjeku za harmoniku, koju nastavlja svirati u Akademskom harmonikaškom orkestru "Ivan Goran Kovačić" u Zagrebu. Pohađa i školu gitare. Obavljala je nekoliko poslova izvan struke, a više godina radi u cvjetnom salonu u izradi buketa, raznovrsnih cvjetnih aranžmana i ukrasa. Od hobija, uz harmoniku i gitaru, studentica se redovito bavi folklorom i organizacijom garderobe s nošnjama i ostalim rekvizitima potrebnim za folklorne nastupe. Također, bavi se ashtanga jogom, zumbom, pilatesom i aerobikom, a ističe želju za završavanjem škole za joga učitelja, kako bi stečena sadašnja i buduća znanja prenijela novim zaljubljenicima u ovu divnu vještinu "upravljanja" tijelom.