

Marko Vinceković¹, Sanja Fabek Uher¹, Nenad Jalšenjak¹,
Mario Kušek², Krunoslav Tržec², Pavle Skočir², Ivan Kralj²,
Katarina Mandarić², Katarina Sopko Stracenski¹, Ivana Podnar Žarko²

Prethodno priopćenje

Primjena inkapsuliranog gnojiva 'Rhyzo BZ' u uzgoju paprike u urbanim vrtovima

Sažetak

Mogućnost proizvodnje povrća u javnim prostorima i društvenim vrtovima modernih gradova sve je popularnija tema istraživanja posljednjih godina, kao i primjena inkapsuliranih bioaktivnih tvari koja se nameće kao jedna od suvremenih tehnika u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji. Stoga je ovo istraživanje postavljeno s ciljem utvrđivanja učinka primjene gnojiva 'Rhyzo BZ', u obliku mikročestica, na morfološka svojstva paprike (*Capsicum annuum* L.) sorte 'Slonovo uho' u uzgoju u urbanom vrtu. Provedeno je sedam berbi plodova paprike u tehnološkoj zrelosti, a u svakoj berbi određeni su masa, dužina i promjer tržnih plodova tretiranih i netretiranih biljaka. Pozitivan učinak testiranog gnojiva u obliku mikročestica potvrđen je većim vrijednostima mase, promjera i dužine plodova testirane sorte paprike prosječno za 24, 8 i 15 % u odnosu na vrijednosti netretiranih biljaka.

Ključne riječi: inkapsulacija, paprika (*Capsicum annuum* L.), mikročestice, urbano vrtlarstvo

Uvod

Budući da je većina svjetske populacije pozicionirana u gradskim sredinama, ponekad vrlo udaljenima od mjesta proizvodnje namirnica, gradsko stanovništvo se sve više okreće nekim oblicima urbane poljoprivrede (Poštećek i sur., 2021). Prema Eigenbrod i Gruda (2015) urbana poljoprivreda predstavlja priliku za poboljšanje opskrbe stanovništva hranom te može doprinijeti poboljšanju lokalnog gospodarstva, razvoju socijalne integracije i održivosti okoliša. Urbani vrtovi su nova vrsta urbanog otvorenog prostora u svim većim gradovima s novim trendom uzgoja hrane formiranjem gradskih vrtova, na zapuštenim javnim ili privatnim površinama, balkonima i krovovima zgrada (Gotlin Čuljak i sur., 2019). Prema Bokan i Lay (2018) gradski vrtovi predstavljaju najpoznatiji oblik urbane poljoprivrede koji se bazira na lokalnoj proizvodnji hrane unutar zajednice ne zahtijevajući veliku površinu, a doprinosi stvaranju kulture provođenja slobodnog vremena u prirodi, podupire suradnju, utječe na kvalitetu života u gradovima i olakšava rješavanje socijalnih problema. S druge strane, zrak i tlo u urbanim sredinama često može biti zagađeno zbog industrijskih pogona i transporta

1 prof. dr. sc. **Marko Vinceković**, izv. prof. dr. sc. **Sanja Fabek Uher**, doc. dr. sc. **Nenad Jalšenjak**, **Katarina Sopko Stracenski**, mag. chem., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
2 prof. dr. sc. **Mario Kušek**, dr. sc. **Krunoslav Tržec**, doc. dr. sc. **Pavle Skočir**, **Ivan Kralj**, mag. ing., dr. sc. **Katarina Mandarić**, prof. dr. sc. **Ivana Podnar Žarko**, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10000, Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: sfabek@agr.hr

pa Eigenbrod i Gruda (2015) upozoravaju na rizik kontaminacije uzgojenog povrća i začinskog bilja teškim metalima stoga parcele za uzgoj trebaju biti pažljivo odabrane.

Prema Richardson i Arlotta (2022) u urbanim vrtovima uobičajeni su sljedeći sustavi uzgoja biljaka: (1) uzgoj bez tla – hidroponi i akvaponi; (2) uzgoj u tlu – povišene gredice, kućni i društveni vrtovi na kojima se mogu podići niski i visoki tuneli i (3) uzgoj na otvorenom u posudama ili na krovovima zgrada. Navedeni sustavi uzgoja razlikuju se prema čimbenicima potrebnim za rast biljaka (temperatura, vlaga zraka, opskrba hranivima, osvjetljenje, ...) što značajno utječe na prinos i kvalitetu uzgajanih biljaka. Eigenbrod i Gruda (2015) navode da je u gradovima temperatura zraka 2 do 3 °C viša nego u ruralnim područjima što pruža šire razdoblje uzgoja povrtnih vrsta, a posebice termofilnih kao što su rajčica, paprika, patlidžan i krastavac. Šuljug i sur. (2024) ističu važnost kontinuiranog prikupljanja izmjerenih vrijednosti temperature i vlage te tlaka zraka, kao i sunčevog zračenja u urbanim, prigradskim i ruralnim područjima s ciljem preciznije agrometeorološke prognoze koja je ključna za pravovremenu primjenu prikladnih agrotehničkih mjera i poboljšanje prinosa usjeva.

Paprika (*Capsicum annuum* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka čiji su plodovi vrlo popularni u prehrani ljudi zbog visokog sadržaja vitamina C, karotenoida i flavonoida koje karakterizira antioksidativno djelovanje što doprinosi prevenciji brojnih bolesti i poremećaja u organizmu (Marin i sur., 2011.). Prema Lešić i sur. (2016) sorte paprike kao što je 'Slonovo uho' karakterizira splošteno-stožasti oblik sa zašiljenim vrhom, deblji perikarp i masa ploda od 60 do 100 g. Odnos promjera i dužine ploda je 1:2 (2,5), a najčešće su tamnozeleno boje u tehnološkoj zrelosti, odnosno, tamnocrvene boje u fiziološkoj zrelosti kada se koriste za pečenje i pripremu zimnice (ajvar, pindjur). Paprika pripada skupini termofilnih povrtnih vrsta s optimalnom temperaturom za rast oko 26 °C tijekom dana i 16 °C tijekom noći (Lešić i sur., 2016). Hunde (2020) navodi dobru adaptaciju paprike na visoke temperature zraka i ističe da pri temperaturama iznad 32 °C dolazi do izduživanja njuške tučka te slabe klijavosti polena što rezultira nedovoljnim oprašivanjem i oplodnjom cvjetova.

Za rast i razvoj te normalno plodonošenje, paprika zahtijeva velike količine hranjiva, a posebice kalija i dušika (Hunde, 2020). U konvencionalnom uzgoju najčešće se biljkama potrebna količina hranjiva osigurava gnojidbom mineralnim gnojivima koji povećavaju troškove proizvodnje, a primijenjena količina i formulacija gnojiva, osim na prinos, utječe i na nutritivnu vrijednost uzgojenog povrća. Intenzivna primjena mineralnih gnojiva i sredstava za zaštitu bilja može negativno utjecati na zdravlje ljudi i okoliš stoga se posljednjih deset godina intenzivno razvija mikroinkapsulacija aktivnih tvari (hraniva, mikroorganizmi). Inkapsulacija je metoda inkorporacije aktivnih sastojaka (čvrstih, tekućih ili plinovitih) u male čestice koje kontrolirano otpuštaju aktivne sastojke (Jurić i sur., 2019) čime se smanjuje upotreba agrokemikalija uz njihovu bolju iskoristivost te se smanjuje negativan učinak poljoprivrede na okoliš. Čestice se sastoje od aktivne tvari i materijala koji je obavlja (nosač). U pripremi mikrokapsula kao nosači se najčešće koriste biopolimeri poput polisaharida alginata i kitozana koji lako stvaraju kapsule u vodenim otopinama metodom ionskog geliranja (Vinceković i sur., 2016). U Republici Hrvatskoj su provedena istraživanja s dokazanim pozitivnim učinkom tehnike kapsuliranja na poboljšanje morfoloških svojstava i prinosa povrtnih vrsta u uzgoju na tlu i u hidroponu (Vinceković i sur., 2016; Jurić i sur., 2019; Jurić i sur., 2022). Pojedina istraživanja ukazuju na koristi inkapsulacije gljive *Trichoderma viride* koja osim uloge u biološkoj zaštiti bilja, ima i sposobnost stimulacije biljnog rasta te povećanje biomase (Topolovec-Pintarić i sur., 2017). Gljivične vrste roda *Trichoderma* su prirodno otporni na mnoge toksične spojeve, uključujući herbicide i fungicide pa zbog toga inoku-

lacijom u tlo brzo rastu (Benitez i sur., 2004). Optimalna formulacija mikrokapsula treba osigurati optimalnu isporuku aktivne tvari na mjestu djelovanja i u odgovarajuće vrijeme s obzirom na rast biljaka što je posebno izazovno s obzirom na promjenjive abiotске čimbenike tijekom rasta biljaka, posebice kod uzgoja na otvorenom. Stoga je potrebno istražiti učinkovitost mikrokapsula s različitim aktivnim tvarima ili kombinacijama na rast i prinos biljaka, ali i njihovu nutritivnu vrijednost. Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj gnojiva 'Rhyzo BZ' u obliku mikročestica s natrijevim alginatom (kao nosačem) na morfološka svojstva plodova paprike uzgojene u urbanom vrtu na području grada Zagreba.

Materijal i metode

Istraživanje je provedeno tijekom 2021. godine u urbanom vrtu Fakulteta elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, a testirana je primjena gnojiva 'Rhyzo BZ' u obliku mikročestica u uzgoju paprike (*Capsicum annuum* var. *macrocarpum* L.). Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknoг rasporeda u 3 ponavljanja, a uključivao je biljke paprike sorte 'Slonovo uho' (Superior Seeds d.o.o.) tretirane gnojivom 'Rhyzo BZ' (Colić trade d.o.o.), dok su netretirane biljke predstavljale kontrolnu varijantu. Paprika je uzgajana u povišenoj gredici od agrotekstila okruglog oblika, promjera 125 cm i visine 30 cm, iz presadnica s grudom supstrata koje su posađene 26. svibnja na razmak 0,4 m×0,3 m. Gredice su napunjene komercijalnim supstratom za uzgoj povrća (Klasman Potgrond H). Primjena gnojiva 'Rhyzo BZ' u obliku mikročestica provedena je pri sadnji presadnica te četiri tjedna nakon sadnje u količini 4 g po biljci. Mikročestice ispunjene gnojivom 'Rhyzo BZ' pripremljene su u laboratoriju Zavoda za kemiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Izrada mikročestica provedena je postupkom ionskog geliranja otapanjem 20 g 'Rhyzo BZ' gnojiva u 1 litri 2 % natrijevog alginata i dopapavanjem u 1,5 % otopinu kalcijevog nitrata (Gram-Mol d.o.o.) pomoću uređaja inkapsulatora Büchi - Encapsulator B-390 (BÜCHI Labortechnik AG, Švicarska) modificiranom metodom (Vinceković i sur., 2016).



Slika 1. Agrometeorološka postaja u urbanom vrtu

Figure 1. Agrometeorological station in the urban garden

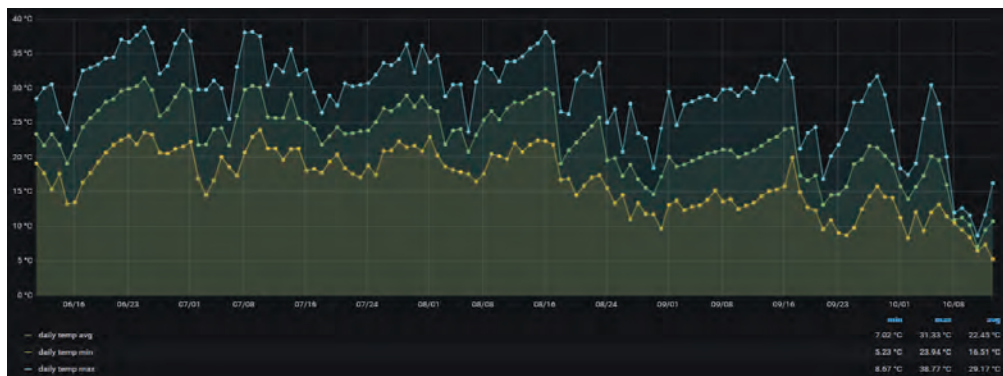
Autor/author: Ivana Podnar Žarko, 2021.

Za kontinuirano praćenje temperature i vlage zraka te supstrata, kao i količine oborina tijekom istraživanja, u urbanom vrtu postavljena je agrometeorološka postaja (Slika 1) koja koristi senzore i IoT uređaje Libelium Smart Agriculture IoT Vertical Kit. Senzori su konfigurirani za očitavanje navedenih parametara u intervalima od 15 minuta, a očitavanja su bilježena u bazi podataka vremenskih serija Influxa za analizu i vizualizaciju podataka.

U uzgoju paprike korišten je organski malč od slame, a navodnjavanje je provedeno prema potrebi i prikupljenim podacima meteorološke postaje o stanju vlažnosti tla. Prihrana vodotopivim gnojivom 'Poly-feed' 9-12-36 (Haifa Chemicals) u odgovarajućoj dozi provedena je svakih 14 dana. Berba je trajala od 13. srpnja do 12. listopada, a provodila se prema vanjskim karakteristikama boje i veličine ploda paprike u tehnološkoj zrelosti (tamnozeleno boja, odgovarajuća čvrstoća perikarpa, dužina ploda >10 cm). Provedeno je 7 berbi, a tijekom svake berbe utvrđeni su broj, masa, promjer i dužina tržnih plodova tretiranih i netretiranih biljaka. Relativna promjena (Rp%) u usporedbi s kontrolnim uzorcima plodova izračunata je prema formuli: Relativna promjena (%) = $(a - b) / b \times 100$, gdje a predstavlja tretirane biljke, a b netretirane biljke (kontrola). Statistička analiza rezultata provedena je jednostrukom analizom varijance i LSD testom pomoću programa SAS Software v. 14.3. (SAD).

Abiotski čimbenici tijekom uzgoja

Prema podacima prikupljenima pomoću agrometeorološke postaje u urbanom vrtu, vrijednosti srednje dnevne temperature zraka tijekom uzgoja paprike varirale su od 7,02 do 31,33 °C, s prosjekom 22,45 °C (Slika 2). Na slici 3 prikazane su vrijednosti temperature supstrata povišene gredice tijekom uzgoja paprike pri čemu je prosječna temperatura supstrata bila 24,5 °C, odnosno viša od prosječne temperature zraka. Temperatura supstrata manje je varirala u usporedbi s temperaturom zraka, pri čemu je temperatura supstrata samo u lipnju bila viša od 30 °C što se negativno odrazilo na rast korijena biljaka. Na zagrijavanje supstrata utjecala je i crna boja agrotekstila od kojeg je izrađena povišena gredica pa je sredinom lipnja provedeno prekrivanje okvira gredice bijelim agrotekstilom. Minimalna dnevna temperatura supstrata tijekom uzgoja paprike varirala je od 15,3 do 30,01 °C, dok su vrijednosti maksimalne temperature supstrata bile u rasponu 16,4 do 32,8 °C.



Slika 2. Srednja, minimalna i maksimalna temperatura zraka tijekom uzgoja paprike, Zagreb, 2021. / **Figure 2.** Average, minimum and maximum air temperature during pepper cultivation, Zagreb, 2021.



Slika 3. Srednja, minimalna i maksimalna temperatura supstrata tijekom uzgoja paprike u povišenoj gredici / **Figure 3.** Average, minimum and maximum substrate temperature during pepper cultivation in raised bed

Rezultati i rasprava

Primjena inkapsuliranog gnojiva 'Rhyzo BZ' nije značajno utjecala na masu ploda paprike, osim u prvoj berbi (Tablica 1). Prosječna masa plodova biljaka paprike tretiranih mikročesticama gnojiva 'Rhyzo BZ' bila je 93,5 g, dok je kod netretiranih biljaka bila manja i iznosila 83,1 g. U istraživanju Toth i sur. (2020) testirana je gnojidba vermikompostom u uzgoju sorte paprike 'Slonovo uho' te su provedene dvije berbe fiziološki zrelih plodova pri čemu je masa ploda varirala od 130 do 150 g u prvoj berbi, odnosno, od 80 do 100 g u drugoj berbi. U ovom istraživanju je najmanja prosječna masa plodova utvrđena pri prvoj berbi gdje su biljke tretirane mikročesticama gnojiva 'Rhyzo BZ' imale 39 % veću masu od netretiranih biljaka. **Najveća prosječna masa plodova (105,1 g) kod tretiranih biljaka izmjerena je u posljednjoj berbi i bila je 18 % veća u odnosu na plodove netretiranih biljaka.** Iz tablice 1 vidljivo je da je najmanja razlika u masi plodova između tretiranih i netretiranih biljaka utvrđena u šestoj berbi. Jurić i sur. (2024) potvrđuju veću masu plodova rajčice sorte 'Alamina' (u rasponu od 182,5 do 206,6 g) uslijed primjene inkapsuliranih iona kalcija i bakra te gljive *Trichoderma viride* u usporedbi s kontrolom (165,10 g).

Datum berbe/ Harvest date	Masa/mass (g)		Relativna promjena/ Relative change (%)
	T	K	
13.7./July 13	61,9 ^a	44,6 ^b	+39
11.8./August 11	95,5	79,0	+21
20.8./August 20	97,5	64,2	+52
26.8./August 26	87,1	68,3	+28
10.9./September 10	104,7	95,5	+10
24.9./September 24	102,7	102,1	+1
12.10./October 12	105,1	89,3	+18
Prosjek	93,5	83,1	+24

Tablica 1. Masa plodova paprike tretiranih (T) i netretiranih (K) mikročesticama gnojiva 'Rhyzo BZ' prema datumima berbe
Table 1. Mass of pepper fruits treated (T) and untreated (K) with microparticles of the fertilizer 'Rhyzo BZ', depending on harvest date

* Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,05$ / Different letters indicate significant differences between mean values according to LSD test, $p \leq 0,05$

Iz tablice 2 vidljivo je da je primjena testiranog gnojiva u obliku mikročestica imala opravdan utjecaj na promjer ploda samo u drugoj i trećoj berbi. Tijekom razdoblja berbe, promjer ploda paprike varirao je od 4,4 do 6,0 cm kod netretiranih biljaka, dok je promjer plodova uz primjenu mikročestica gnojiva bio u rasponu od 5,0 do 6,9 cm. Veći promjer ploda imale su biljke tretirane mikročesticama gnojiva u odnosu na kontrolne biljke tijekom cijelog razdoblja berbe (u rasponu od 2 do 26 %), izuzev u šestoj berbi, odnosno krajem rujna. Toth i sur. (2020) navode slične vrijednosti promjera plodova iste sorte paprike, u rasponu od 5,3 do 6,6 cm promatrajući obje berbe fiziološki zrelih plodova.

Datum berbe/ Harvest date	Promjer/Diameter (cm)		Relativna promjena/ Relative change (%)
	T	K	
13.7./July 13	5,0	4,4	+14
11.8./August 11	6,9 ^a	6,0 ^b	+15
20.8./August 20	6,7 ^a	5,3 ^b	+26
26.8./August 26	5,9	5,5	+7
10.9./September 10	6,0	5,9	+2
24.9./September 24	5,1	5,6	-9
12.10./October 12	6,0	5,9	+2
Prosjeck	5,8	5,5	+8

Tablica 2. Promjer plodova paprike tretiranih (T) i netretiranih (K) mikročesticama gnojiva 'Rhyzo BZ' prema datumima berbe
Table 2. Diameter of pepper fruits treated (T) and untreated (K) with microparticles of the fertilizer 'Rhyzo BZ', depending on harvest date

* Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,05$ / Different letters indicate significant differences between mean values according to LSD test, $p \leq 0.05$

U tablici 3 prikazane su vrijednosti dužine plodova paprike utvrđenih pri testiranju inkapsuliranog gnojiva 'Rhyzo BZ', a statistički opravdane razlike između tretiranih i netretiranih biljaka utvrđene su samo u trećoj berbi. U toj je berbi dužina ploda paprike tretiranih biljaka bila 42 % veća od plodova netretiranih biljaka. Prosječna dužina ploda tretiranih biljaka iznosila je 12,9 cm, dok je kod netretiranih biljaka bila manja (11,6 cm). U istraživanju Toth i sur. (2020) dužina ploda sorte 'Slonovo uho' bila je u rasponu od 12,7 do 13,3 cm u prvoj berbi provedenoj sredinom kolovoza, odnosno, u rasponu od 10,2 do 10,9 cm u berbi provedenoj mjesec dana kasnije.

U istraživanju El-Bassiony i sur. (2010) morfološka svojstva paprike sorte 'Kalifornijsko čudo' varirala su ovisno o primijenjenoj dozi kalijevog sulfata i folijarnoj primjeni kalijevog oksida i kalijevog humata pri čemu su vrijednosti mase, promjer i dužine ploda varirale od 49,17 do 108,82 g, 4,8 do 8,3 cm, odnosno, 6,3 do 11,7 cm. Najmanje vrijednosti mjerenih parametara utvrđene su pri aplikaciji najmanje doze kalijevog sulfata i bez folijarne primjene kalijevih preparata. Islam i sur. (2011) navode manje vrijednosti morfoloških svojstava plodova paprike iste sorte uslijed različitih razmaka sadnje (0,5×0,5 m, 0,5×0,4 m i 0,5×0,3 m). Masa ploda u tom istraživanju varirala je od 41,1 do 45,1 g, a promjer i dužina ploda od 5,64 do 5,94 cm, odnosno, 5,45 do 5,97 cm. Najveća masa i promjer ploda sorte 'Kalifornijsko čudo' utvrđena je pri razmaku redova 0,5 m i razmaku unutar reda 0,4 m.

Datum berbe/ Harvest date	Dužina/Length (cm)		Relativna promjena/ Relative change (%)
	T	K	
13.7./July 13	12,0	11,2	+7
11.8./August 11	12,6	11,7	+8
20.8./August 20	12,9 ^a	9,1 ^b	+42
26.8./August 26	12,1	11,8	+3
10.9./September 10	13,3	11,0	+21
24.9./September 24	14,5	12,9	+12
12.10./October 12	13,8	12,4	+11
Prosjek	12,9	11,6	+15

Tablica 3. Dužina plodova paprike tretiranih (T) i netretiranih (K) mikročesticama gnojiva 'Rhyzo BZ' prema datumima berbe
Table 3. Length of pepper fruits treated (T) and untreated (K) with microparticles of the fertilizer 'Rhyzo BZ', depending on harvest date

* Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,05$ / Different letters indicate significant differences between mean values according to LSD test, $p \leq 0,05$

U istraživanju El-Bassiony i sur. (2010) berba tehnološki zrelih plodova sorte 'Kalifornijsko čudo' provedena je 90 dana nakon sadnje, dok je u istraživanju uzgoja paprike u urbanom vrtu na području grada Zagreba berba započela mnogo ranije, 48 dana nakon sadnje. Toth i sur. (2020) navode početak fiziološke zrelosti plodova paprike sorte 'Slonovo uho' 88 dana nakon sadnje. Prema Lešić i sur. (2016) berba fiziološki zrelih plodova započinje oko 3 tjedna nakon prve berbe tehnološki zrelih plodova.

Iako je paprika tijekom ovog istraživanja sađena kasnije od uobičajenih rokova za područje kontinentalne Hrvatske, biljke su pokazale dobru otpornost tijekom dužih razdoblja visokih temperatura zraka i uslijed uzgoja u ograničenom volumenu supstrata s obzirom na uzgoj u povišenoj gredici pri čemu je zabilježena minimalna pojava netržnih plodova kao posljedica vršne truleži ploda. Navedeni fiziološki poremećaj se javlja u obliku crnih mrlja na vrhu ploda uslijed odumiranja vršnih stanica, a kao posljedica pomanjkanja kalcija uslijed visoke temperature i niske vlage zraka, odnosno, stresa u opskrbi biljaka vodom (Lešić i sur., 2016).

Posebnu pažnju pri uzgoju povrća općenito, a tako i u urbanim vrtovima, trebalo bi posvetiti mogućnosti kontinuiranog praćenja promjena na biljkama i u uzgojnom supstratu/tlu te brzoj obradi prikupljenih podataka što će rezultirati pravovremenom primjenom odgovarajućih mjera njege te doprinijeti optimizaciji korištenja vode, gnojiva i sredstava za zaštitu bilja. Daljnja istraživanja trebala bi biti usmjerena na utjecaj obogaćivanja inkapsuliranog gnojiva kalcijevim ionima, kao i učinak primijenjenih mikročestica na nutritivnu vrijednost plodova paprike.

Zaključak

Primjena gnojiva 'Rhyzo BZ' u obliku mikročestica u uzgoju paprike u urbanom vrtu pozitivno je utjecala na morfološka svojstva plodova utvrđenih tijekom berbe od sredine srpnja do sredine listopada. Veće vrijednosti mase i dužine plodova paprike utvrđene su tijekom svih berbi i prosječno su bile veće 24 i 15 % u odnosu na vrijednosti netretiranih biljaka. Rezultati istraživanja predstavljaju vrijedne smjernice za daljnje unapređenje primjene inkapsuliranih preparata u uzgoju paprike i drugih povrtnih vrsta.

Literatura

- El-Bassiony, A.M., Fawzy, Z.F., Abd El-Samad, E.H., Riad, G.S. (2010)** Growth, yield and fruit quality of sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.) as affected by potassium fertilization. *Journal of American Science*, 6(12), 722-729.
- Benítez, T., Rincón, A. M., Limón, M. C., Codon, A. C. (2004)** Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International microbiology*, 7(4), 249-260.
- Bokan, N., Lay, V. (2018)** Sociologijski aspekti urbanih vrtova: trendovi i dosezi proizvodnje hrane u gradovima. *Socijalna ekologija: časopis za ekološku misao i sociologijska istraživanja okoline*, 27(2), 141-164. <https://doi.org/10.17234/SocEkol.27.2.2>
- Eigenbrod, C., Gruda, N. (2015)** Urban vegetable for food security in cities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 483-498.
- Gotlin Čuljak, T., Juran, I., Fabek Uher, S., Židovec, V., Miličević, T., Ševar, M., Mrakužić, B. (2019)** Urbano biovrtlarstvo. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
- Hunde, N.F. (2020)**. Yield response and nutrient use efficiencies of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) to inorganic fertilizers in Ethiopia: A review article. *International Journal of Research in Agronomy*, 3, 25-32.
- Islam, M., Saha, S., Akand H., Rahim, A. (2011)** Effect of spacing on the growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 2011, 12(2), p.328-335 doi: 10.5513/JCEA01/12.2.917
- Jurić, S., Dermić, E., Topolovec-Pintarić, S., Bedek, M., Vinceković, M. (2019)** Physicochemical properties and release characteristics of calcium alginate microspheres loaded with *Trichoderma viride* spores. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(11), 2534-2548.
- Jurić, S., Vlahoviček-Kahlina, K., Jurić, O., Fabek Uher, S., Jalšenjak, N., Vinceković, M. (2022)** Increasing the lycopene content and bioactive potential of tomato fruits by application of encapsulated biological and chemical agents. *Food Chemistry*, 393(11), 133341. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133341>.
- Jurić, S., Vlahoviček-Kahlina, K., Fabek Uher, S., Vinceković, M. (2024)**. Amplifying synthesis of health-promoting metabolites in tomatoes via stimulation with encapsulated biological and chemical agents in hydroponic and soil cultivation. *Food Bioscience*, 61, 104717. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104717>.
- Lešić, R., Borošić, J., Butorac I., Herak Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2016)** Povrčarstvo. Zrinski d.d. Čakovec.
- Marin, A., Gil, M.I., Flores, P., Hellin, P., Selma, M.V. (2008) Microbial quality and bioactive constituents of sweet peppers from sustainable production systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(23), 11334-11341. <https://doi.org/10.1021/jf8025106>
- Poštek, A., Kisić, I., Cerjak, M., Brezinščak, L. (2021)** Društvena uloga gradske poljoprivrede sa primjerima iz Hrvatske. *Journal of Central European Agriculture*, 22(4), 881-891. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3299>
- Richardson, M.L., Arlotta, C.G. (2022)** Producing Cherry Tomatoes in Urban Agriculture. *Horticulturae* 8,

274. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8040274>

SAS Institute (2017) SAS/STAT 14.3. Cary, NC, SAD.

Šuljug J., Spišić J., Grgić K., Žagar D. (2024) A comparative study of machine learning models for predicting meteorological data in agricultural applications. *Electronics*, 13(16), 3284. <https://doi.org/10.3390/electronics13163284>

Topolovec-Pintarić, S., Vinceković, M., Jalšenjak, N., Martinko, K., Žutić, I., Đermić, E. (2017) Prototip biognojiva: mikrokapsule na osnovu *Trichoderma viride* i kalcija. Zbornik radova 52. hrvatskog i 12. međunarodnog simpozija agronoma, Dubrovnik, Hrvatska, 100-104.

Toth, N., Prlić, L., Čoga, L., Žutić, I., Fabek Uher, S., Benko, B. (2020) Učinak vermikomposta na morfološka svojstva, prinos i mineralni sastav ploda paprike. Zbornik radova 55. hrvatskog i 15. međunarodnog simpozija agronoma, Vodice, Hrvatska, 237-241.

Vinceković, M., Jalšenjak, N., Topolovec-Pintarić, S., Đermić, E., Bujan, M., Jurić, S. (2016). Encapsulation of biological and chemical agents for plant nutrition and protection: chitosan/alginate microcapsules loaded with copper cations and *Trichoderma viride*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64(43):8073-8083. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02879>

Prispjelo/Received: 3.12.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 7.3.2025.

Preliminary communication

Application of encapsulated fertilizer 'Rhyzo BZ' in pepper cultivation in urban gardens

Abstract

The possibility of growing vegetables in public spaces and community gardens in modern cities has become an increasingly popular research topic in recent years, as well as the application of encapsulated bioactive substances, which has emerged as one of the modern techniques of sustainable agricultural production. Therefore, a trial was conducted with the aim of determining the effects of the application of the fertilizer 'Rhyzo BZ' in the form of microparticles on the morphological characteristics of pepper (*Capsicum annuum* L.) of the cultivar 'Slonovo uho' grown in urban gardens. Seven harvests of pepper fruits at the technological maturity were carried out, and the mass, length and diameter of marketable fruits of treated and untreated plants were determined at each harvest. The positive effect of the tested fertilizer in the form of microparticles was confirmed by higher values of mass, diameter and length of the fruits of the tested pepper variety by an average of 24, 8 and 15% compared to the values of the untreated plants.

Key words: encapsulation, pepper (*Capsicum annuum* L.), microparticles, urban gardening