

Klijavost sjemena kres salate nakon tretmana biljnim ekstraktima

Tomić, Olga

Master's thesis / Diplomski rad

2013

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:353257>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

1. UVOD

1.1. Kres salata (*Lepidium sativum* L.)

1.1.1. Podrijetlo i sistematika kres salate

Kres salata (*Lepidium sativum* L.), grbica ili kreša je jednogodišnja kultura koja potječe s područja južno od Kavkaza (Slika 1.). Iako ima u svom imenu riječ salata, zanimljivo je da je to vrsta koja ne pripada porodici u koju svrstavamo salatu, glavočiike (*Asteraceae*), već pripada porodici kupusnjača (*Brassicaceae*) (Tablica 1.). Predstavnici porodice kupusnjača su zeljaste, grmolike te drvenaste biljke. Porodica obuhvaća više od 300 rodova i preko 3000 vrsta. Pridodan im je naziv „*mustard flowers*“ zbog gorko-ljutog okusa što podsjeća na okus senfa.

Neke vrste kao što su *Brassica napus* L., *Brassica juncea* L. i *Sinapis alba* L. se mogu koristiti kao biofumiganti tla jer se njihovim raspadom u tlu oslobađaju glukozinolati čiji međuprodukti imaju biocidno djelovanje na štetne organizme (gljivice, bakterije, neke insekte). Glukozinolati djelovanjem enzima mirozinaze daju gorkoljutkasti okus. Djelovanjem enzima mirozinaze, glukozinolati prelaze u međuprodukte od kojih su značajni izotiocianati koji djeluju biocidno (Lešić i sur., 2002.).



Slika 1. Kres salata (*Lepidium sativum* L.)

Izvor: <http://commons.wikimedia.org/>

Tablica 1. Sistematika kres salate (*Lepidium sativum* L.)

CARSTVO	<i>Eucarya</i>
PODCARSTVO	<i>Chlorobionta</i>
ODJELJAK	<i>Streptophyta</i>
PODODJELJAK	<i>Spermatophytina</i>
RAZRED	<i>Magnoliopsida</i>
PODRAZRED	<i>Rosidae</i>
RED	<i>Brassicales</i>
PORODICA	<i>Brassicaceae</i>
ROD	<i>Lepidium</i>
VRSTA	<i>Lepidium sativum</i>

Izvor: Bresinsky i sur., 2008.

1.1.2. Morfologija kres salate

Iako pripada porodici kupusnjača, za koju su karakteristični debeli, mesnati i krupni listovi koji su u početku vegetacije prekriveni voštanom prevlakom, kres salata se ipak razlikuje od tipičnih predstavnika ove porodice. Morfološki gledano, kres salata je mala biljka koja u vegetativnoj fazi formira rozetu lišća. Kotiledoni su trodijelni a listovi sitni, lirasti i duboko urezani, pa djeluju kao neparnoperasti. Cvjetna stabljika može narasti i do 50 cm. U uvjetima viših temperatura i dugog dana razvija se grozdasta cvat s bijelim ili svjetlo-ružičastim cvjetovima. Plod je komuška sa sitnim crveno-smeđim sjemenkama (Slika 2.).



Slika 2. Sjeme kres salate

Izvor: <http://commons.wikimedia.org/>

1.1.3. Uvjeti uzgoja

Dobro je znati da je kres salata biljka skromnih zahtjeva prema ekološkim uvjetima. Sije se plitko, klija već pri temperaturi od 5-6°C stupnjeva, a raste pri temperaturi od 15-25°C, gotovo u svakom tipu tla ili supstrata uz održavanje ravnomjerne vlage. Bitno je napomenuti da se na dobrom tlu može uzgajati i bez gnojidbe. Uzgaja se i u zaštićenim prostorima u plastičnim posudama na sterilnom inertnom supstratu dobrog kapaciteta za vodu (Lešić i sur., 2002.). Također se može uzgajati i u vodenim bazenima tj. hidroponu (Parađiković, 2009.). Ovisno o razdoblju godine, dužina vegetacije je 15 do 30 dana, a mladi listovi dužine 6 do 10 cm režu se u razini tla i pripremaju za tržište.

1.1.4. Hranjiva vrijednost kres salate

Na temelju nutritivnog sastava, kres salatu svrstavamo u biljke bogate mineralima i vitaminima. Na bazi 100 g svježe kres salate, najviši je sadržaj kalija (550 mg), zatim kalcija (215 mg), magnezija (40 mg), fosfora (38 mg), željeza (2,9 mg). Također sadrži karoten (2,19 mg), vitamin B (0,15 mg) vitamin B₂ (0,19 mg), niacin (1,75 mg), te vitamin C (60 mg) (Lešić i sur., 2002.). Istraživanja USDA (Agricultural Research Service, United States, Department of Agriculture) također potvrđuju kvalitetu nutritivnog sastava kres salate, a time i njezin značaj u ljudskoj prehrani (Tablica 2.).

Konzumni dio biljke je mlada rozeta listova, koji se mogu kuhati kao varivo ili pak konzervirati u octu. Međutim, treba istaknuti da je kres salata na žalost zaboravljena kultura te kod nas, kako u uzgoju tako i u prehrani, nije mnogo zastupljena. To bi svakako trebalo promijeniti, jer je ova biljka izrazito ljekovitog karaktera. Koristi se u liječenju nedostatka apetita, probavnih smetnji, astme i upale mokraćnog mjehura.

Osim toga, jedna je od biljaka koje spadaju u hiperakumulatore teških metala koji se nalaze u tlu kao posljedica onečišćenja nastalih dugotrajnom gnojidbom ili uporabom zaštitnih sredstava. Prema tome, može se koristiti i kao kultura za fitoremedijaciju onečišćenih tala. Dakle, pri samom uzgoju ove povrtno kulture mora se voditi računa o kvaliteti tla, kako bi se zadržala njezina vrijedna nutritivna svojstva.

Tablica 2. Nutritivni sastav kres salate (*Lepidium sativum* L.) u 100 g svježe tvari

ENERGETSKA VRIJEDNOST	134 kJ (32 kcal)
UGLJIKOHIDRATI	5,5 g
ŠEĆERI	4,4 g
VLAKNA	1,1 g
PROTEINI	2,6 g
VITAMIN A	346 µg
BETA KAROTEN	4150 µg
LUTEIN I ZEAKSANTIN	12500 µg
TIAMIN (VITAMIN B ₁)	0,08 mg
RIBOFLAVIN (VITAMIN B ₂)	0,26 mg
NIACIN (VITAMIN B ₃)	1mg
PANTOTENSKA KISELINA (VITAMIN B ₅)	0,247 mg
VITAMIN B ₆	0,247 mg
FOLNA KISELINA	80 µg
VITAMIN C	69 mg
VITAMIN E	0,7 mg
VITAMIN K	541,9 µg
KALCIJ	81 mg
ŽELJEZO	1,3 mg
MAGNEZIJ	38 mg
MANGAN	0,553 mg
FOSFOR	76 mg
KALIJ	606 mg

Izvor: <http://ndb.nal.usda.gov/>

1.2. BILJNI EKSTRAKTI KAO STIMULATORI RASTA

1.2.1. Sastav i podjela biljnih ekstrakta

Biljni ekstrakti ili biostimulatori su ekstrakti dobiveni iz jedne ili više vrsta biljaka te mogu stimulativno djelovati na rast i razvoj kultiviranih biljaka. Osim toga, štite biljku od napada različitih patogena, ali i ostalih nepogodnih utjecaja vanjske okoline. Nazivaju se i biotskim elicitorima. Učinak elicitora je stvaranje održivih promjena u biljci, a time i povećana tolerancija na naknadne infekcije patogenima ali i povećana tolerancija na oscilaciju ekoloških čimbenika i njihovo odstupanje od optimuma koji je potreban za normalan rast i razvoj biljke (Samuel, 2002.).

U skupinu elicitora ubrajamo stimulatore rasta te poboljšivače tla koji se često zamjenjuju s pojmom gnojiva. Međutim, u zemljama Europske unije to su pojmovi koji se strogo odvajaju iako u prodaji na tržištu nema značajne razlike.

Biljni ekstrakti ili biostimulatori se definiraju kao tvari bez ili s vrlo malim udjelom bitnih hranjivih sastojaka ali utječu na biljke pojačavajući njihovu otpornost te čine organske tvari iskoristivima. Prema Zhang i Schmidt (1997.), biostimulatori su preparati na bazi biljnih ekstrakata koji u malim koncentracijama poboljšavaju rast i metabolički status biljaka. Mogu se primjenjivati zalijevanjem biljaka ili folijarno. Ovi preparati sadrže fiziološki aktivne organske i anorganske komponente poput huminskih kiselina, aminokiselina, peptida, proteina, polisaharida, vitamina i mikroelemenata. Patentirani proces ekstrakcije daje sve prirodno sadržane aktivne komponente i prateće kofaktore, čime je osigurana visoka razina njihove čistoće i aktivnosti te pristupačnosti za biljku. Smatra se da biostimulatori povoljno utječu na razvoj korijena, poboljšavaju usvajanje i iskorištenje hraniva te povećavaju otpornost na različite vrste abiotskog stresa, naročito u fazi presađivanja mladih biljaka. Prednost ovih prirodnih stimulatora rasta je da nemaju negativnih sporednih učinaka na okoliš, za razliku od sintetskih preparata dobivenih kemijskim putem ili preparata animalnog podrijetla. Danas postoji cijeli niz komercijalnih biostimulatora različitog kemijskog sastava te je od posebnog značaja odrediti koji biostimulator primijeniti za određenu biljnu vrstu i u kojoj je fazi rasta biljke njegovo djelovanje fiziološki i komercijalno najpogodnije (Štolfa, 2010.).

Prema njemačkom zakonu, Ured za zaštitu potrošača i sigurnost hrane ističe da su biljni ekstrakti spojevi, otopine i mikroorganizmi koji štite zdravlje biljke te sprječavaju neparazitske štetne utjecaje na biljke. Budući da u većini zemalja Europske unije ne postoje pravila za uporabu biljnih ekstrakata, oni se vode po pravilniku za uporabnu dozvolu kao i zaštitna sredstva. Prije stavljanja na tržište, biljni ekstrakti moraju biti odobreni od strane Ureda za zaštitu potrošača i sigurnost hrane (<http://www.bvl.bund.de>). U mnoštvu različitih biljnih ekstrakata koji su svrstani u grupe i to prema sastavu odnosno sirovini iz koje se dobivaju, postoji i mogućnost kombiniranja istih. Za lakšu primjenu postoje ekstrakti u različitom obliku (otopine, granulat, paste, prašak).

Prema sastavu svrstavaju se u više grupa:

- Anorganski biljni ekstrakti koji uključuju vapnenac i kalijeve silikate. Također mogu sadržavati karbonate koji sekundarno djeluju na biljke poboljšavajući aktivnost živog dijela tla, mikroorganizama.
- Organski biljni ekstrakti sastoje se uglavnom od biljnih sirovina kao što su ekstrakti algi, huminska kiselina, biljni ekstrakti, gnojovka te eterična ulja i voskovi. Postoje i sirovine životinjskog podrijetla kao što su propolis, proteini, sirutka.
- Homeopatski biljni ekstrakti su pripravci koji se dobivaju kombinacijom biljnih i životinjskih ekstrakata te dolaze kao vodene otopine.
- Mikrobiološki biljni ekstrakti su grupa ekstrakata koju je teško odijeliti od zaštitnih sredstava jer mogu djelovati i antibiotski. Najčešće se u ovim pripravcima koriste gljivice rodova *Trichoderma*, *Pythium*, *Streptomyces*, te bakterije *Bacillus*, *Pseudomonas* (Kappert i Balas, 2012.).

Biostimulatori se mogu podijeliti i u tri velike skupine prema sadržaju fiziološki aktivnih tvari: biostimulatori koji sadrže huminsku kiselinu, biostimulatori koji sadrže hormone i biostimulatori koji sadrže aminokiseline (Teklić, 2010.).

Huminske tvari kao što su huminske i fulvo kiseline, a nalaze se u sastavu biostimulatora, poboljšavaju rast biljaka zbog utjecaja na povećanu propusnost staničnih membrana, respiraciju, fotosintezu, usvajanje kisika i fosfora i ostalih hraniva te stimuliraju rast korijena (Cacco i Dell Agnolla, 1984.; Russo i Berlyn, 1990.).

Osim toga huminske kiseline utječu na povećan sadržaj makro- i mikroelemenata u biljnim organima presadnica rajčice, ali istovremeno prevelike doze mogu negativno djelovati na navedena svojstva (Türkmen i sur., 2004.). Također djeluju na mehanizme usvajanja željeza (Sánchez Sánchez i sur., 2009.). Pod utjecajem huminskih kiselina, kod pšenice se javlja pojačano usvajanje fosfora, kalija, magnezija, natrija, bakra i cinka u uvjetima pojačane zaslanjenosti tla (Aşık i sur., 2009.).

Prema svemu navedenom može se zaključiti da huminske kiseline najviše utječu na pojačano usvajanje hraniva kod biljaka, zbog potencijalnog utjecaja na povećanu propustljivost staničnih membrana te izmjenjivački kapacitet tla ili medija uzgoja (Stevenson, 1994.; Tipping, 2002.; Kulikova i sur., 2005.; Yilmaz, 2007.).

Biostimulatori mogu sadržavati i aminokiseline koje imaju važnu ulogu u fiziološkim procesima. Jedno od prvih istraživanja o akumulaciji aminokiseline prolina te njegovoj ulozi u otpornosti na sušu kod ječma proveli su Singh i suradnici (1972.). Njihovo istraživanje je pokazalo da su otporne sorte ječma akumulirale nekoliko puta više prolina od neotpornih sorti. Osim osmoregulatorne funkcije, dobrobit navedene aminokiseline je u tome što ima potencijalnu sposobnost uklanjanja viška slobodnih radikala koji se stvaraju u uvjetima abiotskog stresa (Kaul i sur., 2008.).

Brojna su istraživanja gdje se spominje akumulacija slobodnih aminokiselina poput asparagina, alanina, arginina, glutaminske kiseline, glutamina, serina i glicina kod različitih biljnih vrsta u stresnim uvjetima što upućuje na njihovu ulogu u obrani biljke u nepovoljnim uvjetima okoline (Rai, 2002.).

Aminokiseline utječu na propustljivost staničnih membrana i transport iona, stoga pojedine aminokiseline kao što su prolin, arginin, asparagin i glutamin, smanjuju propusnost staničnih membrana kod *Vinca minor* L. (Rai i Kumari, 1983.). S druge strane, aminokiseline mogu djelovati na pojačano usvajanje hraniva, što je dokazano u istraživanjima provedenim na biljkama graha, gdje su egzogeno primijenjeni histidin, prolin, glutamin, metionin i glicin doveli do pojačanog usvajanja kalcija (Rana i Rai, 1996.).

Iz svega navedenog može se zaključiti da biostimulatori koji sadrže huminske kiseline, aminokiseline, vitamine i minerale, mogu pozitivno djelovati na rast i razvoj biljaka. Ne utječu štetno na okoliš i čovjeka, a biljku mogu zaštititi u nepovoljnim ekološkim uvjetima što u konačnici može rezultirati povećanjem prinosa kultiviranih sorti.

1.2.2. Plantasalva ekstrakt

Vrlo često korišten biljni ekstrakt austrijske firme „Paracelsus“ koji se može naći u dvije različite otopine, sa ili bez dodatka čiste morske soli (Slika 3. i 4.). Plantasalva potiče prinos, cvatnju, zdravlje biljke te veću kvalitetu biljke. Njezinim korištenjem je nepotrebno dodatno koristiti sredstva za zaštitu biljaka. Ovaj ekstrakt je spoj organskih i anorganskih tvari koji biljci pomažu da se prirodnim putem štiti od bolesti i štetnika te istovremeno poboljšava zdravstveno stanje biljke i njezin fiziološki razvoj.



Slika 3. Plantasalva sa soli

Izvor: <http://www.plantasalva.at/>



Slika 4. Plantasalva bez soli

(foto: I. Pejić)

1.2.3. Sastav Plantasalve

Plantasalva se sastoji od prirodno fermentiranih biljnih sokova, različitih biljaka iz biološkog uzgoja, bio-melase, melase biljaka koje se koriste u proizvodnji šećera, levitirane izvorske vode s Alpa, raznih mikroorganizama (gljive, kvasci i bakterije), sa ili bez dodatka čiste morske soli. Za dobivanje ekstrakta se ne koriste biljke iz monokulture nego se uzgajaju u simbiozi u kakvoj dolaze i na svojim prirodnim staništima (npr. livadama), gdje rastu kao samonikle vrste. Tlo na kojem se sade biljke koje ulaze u sastav Plantasalve mora biti bez ostataka gnojiva, pesticida, pojačivača rasta itd. U tablici 3. navedene su biljke koje ulaze u sastav Plantasalve.

Tablica 3. Biljke u sastavu Plantasalve

<i>Ocimum basilicum</i> L.	bosiljak
<i>Betula Pendula</i> Roth	list breze
<i>Urtica dioica</i> L.	kopriva
<i>Rubus fruticosus</i>	list kupine
<i>Althaea officinalis</i> L.	bijeli sljez
<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	gospin plašt
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	rusomača
<i>Sambucus nigra</i> L.	cvjetovi bazge
<i>Levisticum officinale</i> W.D.J. Koch	ljupčac
<i>Tilia sp.</i> L.	cvjetovi lipe
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	plućnjak
<i>Calendula officinalis</i> L.	neven
<i>Anthemis nobilis</i> L.	rimska kamilica
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	ružmarin
<i>Salvia officinalis</i> L.	kadulja
<i>Achillea millefolium</i> L.	stolisnik
<i>Plantago lanceolata</i> L.	uskolisni trputac
<i>Lamium album</i> L.	bijela mrtva kopriva
<i>Thymus vulgaris</i> L.	timijan
<i>Thymus vulgaris</i> L.	vrba
<i>Artemisia absinthium</i> L.	pelin

Izvor: <http://www.plantasalva.at/>

1.2.4. Equisetum ekstrakt („Acker-Schachtelhalm extrakt“)

Ovaj ekstrakt je produkt austrijske firme „Bellaflora biogarten“, a osnovni mu je sastojak ekstrakt biljke *Equisetum arvense* L., poznatije kao poljska preslica (Slika 5. i 6.). Osim toga, sadrži i ekstrakte algi te 2,5% organskih spojeva. Često ga pripremaju vrtlari sakupljajući zelene klice poljske preslice, koje potom drže jedan dan natopljene u vodi. Takva otopina može se koristiti preventivno jer štiti biljku od infekcija te potiče jačanje i rast (<http://www.bellaflora.at>) (Slika 7.).

Od aktivnih tvari preslica sadrži flavonoide (0,6-0,9%), kofeinsku kiselinu (preko 1%), alkalioide (nikotin u tragovima i palustrin), te silicijsku kiselinu (5-7,7%) (Heber, 2004.). Dakle, silicij ima bitnu ulogu u kemijskom sastavu biljke preslice i upravo se fiziološko djelovanje ekstrakta spomenute biljke temelji na povećanoj koncentraciji silicija.



Slika 5. Poljska preslica
(*Equisetum arvense* L.)



Slika 6. Plodna stabljika
poljske preslice

Izvor: <http://hr.wikipedia.org/>



Slika 7. Equisetum ekstrakt

Izvor: <http://www.bellaflora.at>

Uloga silicija je smanjenje prekomjerne vlage oko biljke što sprječava stvaranje i pojavu gljivičnih infekcija. Stoga njegova folijarna primjena sprječava pojavu plamenjače (*Plasmopara viticola*), pepelnice (*Erysiphe necator*, *Podosphaera leucotricha*). Silicij je također aktivator fizioloških obrambenih mehanizama kod biljaka (European pharmacopoeia, 2008.). Međutim, veza i način interakcije silicija i

obrambenog mehanizma biljke do sada nije u potpunosti razjašnjena (Fauteux, 2005.). Zanimljivo je da ekstrakt pripravljen od suhe ili svježe preslice mora biti primijenjen u roku od 24 sata jer je takva otopina osjetljiva na prisustvo kisika koji povećava rizik od kontaminacije i razmnožavanja štetnih mikroorganizama u ekstraktu (European pharmacopoeia, 2008.).

1.2.5. Fermentirani biljni ekstrakt

Proizvođač ovog ekstrakta je austrijska firma „Multikraft“, a glavna mu je uloga potaknuti mikrobiološke procese koji se odvijaju u tlu (Slika 8.). Time se značajno povećava kvaliteta tla ali i sprječava pojava raznih bolesti što se nadalje reflektira na rast, razvoj, kvalitetu i prinos biljaka. Ekstrakt se sastoji od otopine efektivnih mikroorganizama, melase šećerne trske, svježih trava, korova, češnjaka, čili papričica i vode. Udio aktivnih tvari u ekstraktu je sljedeći: 47% svježih trava, korova i ljekovitog bilja, 3% efektivnih mikroorganizama, 3% melase šećerne trske a ostalih 47% je voda. Za 10 litara ekstrakta koristi se 7 češnjaka i 7 čili papričica. U tragovima se može pronaći i djetelina te divlji pelin (www.multikraft.de).

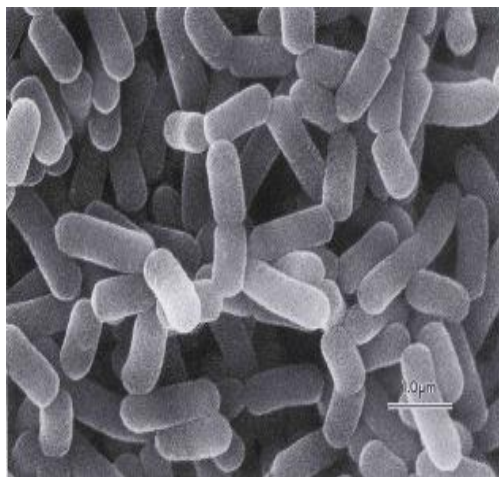


Slika 8. Fermentirani biljni ekstrakt

Izvor: <http://www.multikraft.com>

Od efektivnih mikroorganizama sadrži bakterije mliječne kiseline (*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*) (Slika 9.), kvasce (*Saccharomyces cerevisiae*) (Slika 10.), fotosintetske bakterije (*Rhodospseudomonas palustris*). Efektivni mikroorganizmi

potiču regenerativne procese, a sprječavanju procese truljenja. Mješavina organizama je razvijena još prije 30 godina u Japanu. Budući da ekstraktom dodajemo mikroorganizme u tlo, mikrobiološko stanje tla se poboljšava kroz povećavanje kapaciteta za vodu i prozračnosti. Općenito, ovaj ekstrakt utječe na klijavost, fiziološke procese i pojačava imunitet biljke.



Slika 9. *Lactobacillus casei*



Slika 10. *Saccharomyces cerevisiae*

Izvor: <http://microbiologyglossary.wikispaces.com/>

Izvor: <http://foodists.ca/>

1.2.6. Biplantol

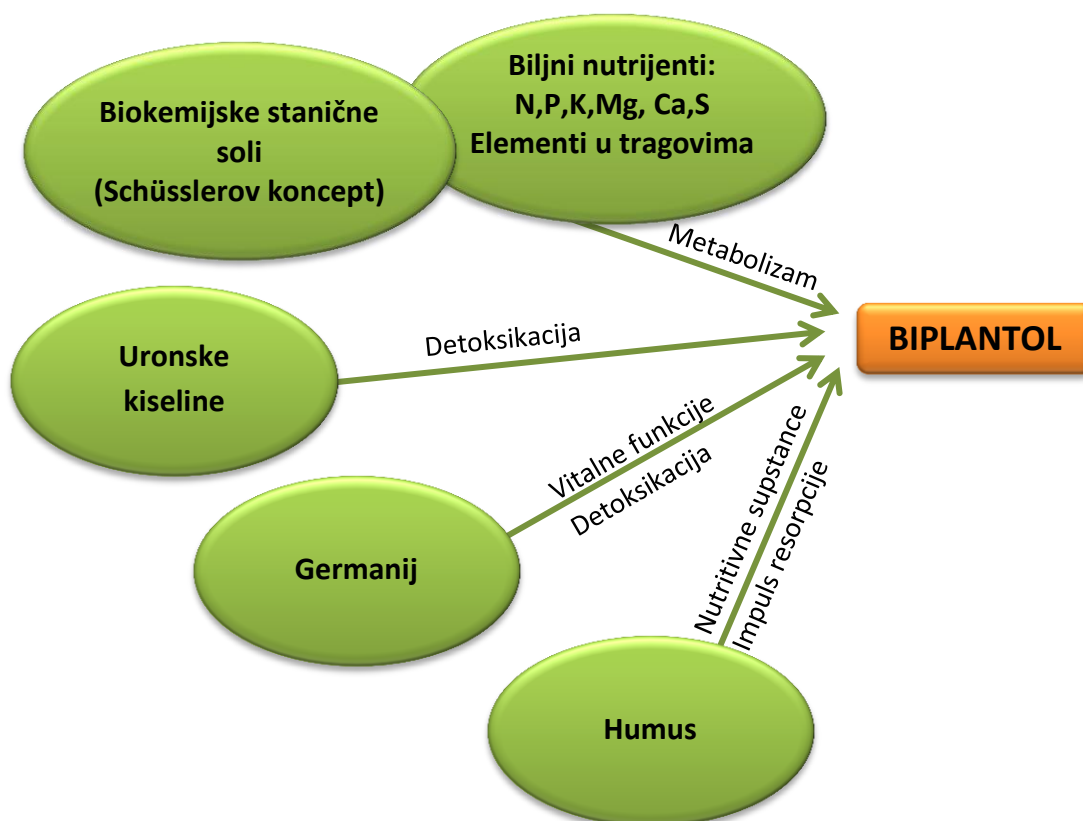
Od homeopatskih pripravaka korišten je Biplantol Universal, produkt austrijske firme „Bellaflora biogarten“ (Slika 11.). To je ekstrakt koji potiče mikrobiološke procese u tlu te povećava dostupnost i lakše usvajanje hranjivih tvari, što dovodi do povećane otpornosti biljke i jačanja njenog zdravlja i rasta. Sadrži različite minerale kao što su kalij, kalcij, željezo, mangan, fosfor, sumpor i elemente u tragovima bor, molibden, kobalt, silicij, organski germanij, a sluzavost pripravka potječe od uronskih kiselina (Slika 12.). Organski germanij i uronske kiseline potiču proces dekontaminacije od teških metala. Također biljke će lakše podnijeti i štetan učinak ostalih polutanata iz tla. Biplantol također potiče oporavak korijenovog sustava i jača simbiotsku vezu korijen-mikroorganizmi tla. Biljke koje ulaze u sastav Biplantola su korijen idirola (*Calami rhizoma* L.), gavez (*Symphytum officinale* L.), imela (*Viscum album* L.), ginseng (*Aralia*

quinquefolia L.), timijan (*Thymus vulgaris* L.) i bosiljak (*Ocimum basilicum* L.). Za bolje usvajanje hraniva i regeneraciju biljke dodaje se i humus.



Slika 11. Biplantol ekstrakt

Izvor: <http://www.bellaflora.at>



Slika 12. Aktivne tvari u Biplantol ekstraktu

Izvor: <http://bioplantimport.com/>

1.3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj provedenih istraživanja je bio ispitati utjecaj različitih komercijalnih biljnih ekstrakata na osnovne pokazatelje vigora sjemena kres salate (*Lepidium sativum* L.) kao što su postotak klijavosti, dužina korjenčića te svježa i suha masa mladih klijanaca. Također je cilj provedenog pokusa bio utvrditi koji od korištenih biljnih ekstrakata djeluje stimulativno ili pak inhibitorno na rani porast i akumulaciju suhe tvari kod klijanaca.

2. PREGLED LITERATURE

Za kres salatu, kao biljku koja je relativno rijetko zastupljena u ljudskoj prehrani, često se navodi da je hiperakumulator teških metala, a istovremeno, mnogo je znanstvenih navoda koji opisuju njezina vrijedna nutritivna i ljekovita svojstva (Kassie i sur., 2002.; Kasabe i sur., 2012.; Indumathy i Aruna, 2013.). Dakle, jako je bitno voditi brigu o zdravstvenom stanju tla i tehnologiji uzgoja ovog povrća, s ciljem očuvanja kvalitete nutritivnog sastava. Budući da se tla svakodnevno kontaminiraju putem gnojidbe i uporabom sredstava za zaštitu, treba znati kako to uvelike negativno utječe na klijanje sjemena. Rezidue zaštitnih sredstava i mineralnih gnojiva, ali i organska gnojiva, pogotovo ako se radi o nezrelom kompostu, mogu djelovati fitotoksično te inhibirati klijanje, smanjiti klijavost i rani porast biljaka. Razlog tome je što nezreli kompost inducira visoku mikrobiološku aktivnost te time reducira koncentraciju kisika, čime se blokira iskoristivost dušika u tlu. Prema tome, treba paziti na visoke koncentracije NH_4^+ iona prema koncentraciji NO_3^- iona i teških metala, jer inhibiraju klijanje sjemena te rast korijena (Selim i sur., 2012.). Pri uzgoju kres salate u uvjetima kisele reakcije tla (pH 3,5) uz povećane koncentracije teških metala poput kadmija, dušična gnojiva smanjuju njihov inhibitorni učinak na rast i razvitak klijanaca (Januškaitienė, 2008.).

Budući da smo svjedoci sve češćeg onečišćenja okoliša i tla, bilo bi dobro smanjiti unos štetnih tvari u prirodu. Zato je od velike važnosti zamijeniti mineralna gnojiva, pesticide, herbicide i ostala zaštitna sredstva, pripravcima na biljnoj bazi koja nemaju štetno djelovanje na okoliš, a tako ni na čovjeka. Tu u pitanje dolaze biostimulatori ili biljni ekstrakti. Čovjek se danas sve više okreće ekološkom načinu proizvodnje i održivoj poljoprivredi, tzv. „*sustainable agriculture*“. Stoga i ne čudi činjenica da nam tržište nudi sve više biljnih preparata i ekstrakata za jačanje imuniteta biljaka i njihovu zaštitu.

Dosad provedena istraživanja ukazuju da se upotrebom biostimulatora može smanjiti primjena mineralnih gnojiva bilo da se radi o proizvodnji na otvorenom polju, zaštićenim prostorima ili pak hidroponskom uzgoju. Naime, smanjenje upotrebe gnojiva moguće je ako biljka učinkovitije koristi hraniva, budući da je poznato da biljke ne iskoriste u potpunosti gnojivo koje se nalazi u mediju rasta (Štolfa, 2010.). Istraživanje koje su proveli Vernieri i suradnici (2005.), pokazalo je da biostimulatori mogu poboljšati usvajanje hraniva i njihovo iskorištenje. U navedenom istraživanju, primjena

biostimulatora Activawe direktno u hranjivu otopinu, smanjila je kod vrste *Eruca sativa* Mill. potrebu za hranivima do 75% te su listovi sadržavali manje nitrata i veću koncentraciju klorofila.

Prva istraživanja djelovanja biostimulatora su obuhvatila preparate koji su sadržavali ekstrakt morske alge *Ascophyllum nodosum*, huminsku kiselinu, tiamin i askorbinsku kiselinu. U ovim istraživanjima je korišteno više vrsta povrćarskih kultura uzgojenih u kontroliranim uvjetima te je utvrđeno da biostimulator poboljšava njihovu klijavost te razvoj korijena i ponika (Poincelot, 1993.).

Biostimulatori na bazi huminske kiseline sadrže auksine (Muscolo i sur., 1998.) te su upravo zbog fitohormonalne aktivnosti korišteni za poboljšanje antioksidativnog statusa biljaka pri odgovoru na stresne uvjete u okolišu (Eyheraguibel i sur., 2008.). Osim auksina, preparati na bazi huminske kiseline sadrže i različite spojeve dušika, među kojima su i poliamini, za koje je poznato da kod biljaka imaju ulogu regulatora rasta. Utvrđeno je da poliamini identificirani u ekstraktima huminske kiseline (spermidin, putrescin i spermin) poboljšavaju radijalni rast korijena klijanaca salate (Young i Chen, 1997.). Huminska kiselina također stimulira usvajanje nitrata korijenom i njihovu akumulaciju u listu kukuruza (Quaggiotti i sur., 2004.). Tretman mladih biljaka nevena, paprike i jagode huminskom kiselinom u uvjetima plasteničkog uzgoja, imao je pozitivan učinak na razvoj korijena kod sve tri biljne vrste, a kod jagoda utjecao je i na broj plodova po biljci (Arancon i sur., 2003.).

Biostimulatori mogu sadržavati aminokiseline, a dokazano je da primjena aminokiselina u hidroponskom uzgoju rajčice pozitivno utječe na rast biljaka (García i sur., 2006.). Biostimulator Radifarm koji sadrži polisaharide, glikozide i proteine, a obogaćen je aminokiselinama (argininom i asparaginom), vitaminima i kelatnim mikroelementima, pozitivno djeluje na porast korijena i ponovni rast presadnica salate i rajčice u plasteničkom uzgoju (Vernieri i sur., 2002.). Ova grupa biostimulatora ima poseban značaj što se može primijeniti od faze sjetve pa do prije presađivanja i poslije presađivanja (Garcia i sur., 2006.). Također je utvrđeno da Radifarm kod presadnica rajčica uzgajanih u plasteniku i na otvorenom pojačava rast i razvoj korijena, lista i stabljike nakon presađivanja (Parađiković i sur., 2008.; Vinković i sur., 2009.). U istraživanju Parađiković i suradnici (2009.), tretman kadife (*Tagetes erecta* L.) Radifarmom je povoljno djelovao na rast i razvoj mladih biljaka: tretirane biljke imale

su značajno veće mase korijena (27%) i nadzemnog dijela presadnica (29%). Istraživanja učinka biostimulatora na bazi aminokiselina na klijavost, masu suhe i svježe tvari klijanaca različitih cvjetnih vrsta (prkosa, slamnatog cvijeta, kadife i cinije) pokazala su da biostimulatori poboljšavaju klijavost te stimuliraju povećanje mase, osobito svježe mase tvari, što je vjerojatno posljedica boljeg usvajanja vode i bolje aktivnosti korijena (Parađiković i sur., 2008.). Osim što povoljno djeluje na morfološke pokazatelje i produktivnost biljaka, primjena biostimulatora na bazi aminokiselina smanjuje učinak stresa kod nepovoljnih temperatura, ali također i štetne posljedice suše, smrzavanja, mehaničkih i kemijskih oštećenja te virusne infekcije biljke (Maini, 2006.). Kauffman i suradnici (2007.) su pokazali da folijarni biostimulator koji sadrži samo aminokiseline ima učinak sličan auksinu te da biljke tretirane biostimulatorom pokazuju povećanu otpornost na visoku temperaturu. Biostimulatori na bazi huminske kiseline i aminokiselina pojačavaju antioksidativni odgovor soje i kukuruza na sušu i to stimulirajući aktivnost superoksid dismutaze (SOD) i askorbat peroksidaze (APX) u listovima (Feitosa de Vasconcelos i sur., 2009.).

Kod grahorice primjena biostimulatora također ima pozitivan učinak. Tako su Kertikov i Radeva (1998.) utvrdili veći prinos zrna i proteina u zrnu grahorice, ali i veću hranidbenu vrijednost navedene kulture.

Sinergijskim djelovanjem, komponente biostimulatora utječu na sustav tlo (supstrat) - korijen - nadzemni dio biljke. Iako su dosada zabilježeni pozitivni učinci biostimulatora na rast biljaka te na njihov fiziološki odgovor na stresne uvjete, mehanizmi djelovanja biostimulatora su još uvijek nerazjašnjeni (Zhang i sur., 2003.; Zhang i Ervin, 2004.).

U razvojnem ciklusu biljke veliku ulogu imaju regulatori rasta ili biljni hormoni. Oni se u stanicama vežu na specifične receptorske proteine stvarajući tako kompleks hormon-receptor koji je aktivan oblik hormona. U biljne hormone ubrajamo auksine, gibereline, citokinine, etilen i abscizinsku kiselinu (ABA) (Pevalek-Kozlina, 2003.).

Za klijanje je karakteristično da se aktivnosti hormona i enzima u sjemenu znatno povećavaju u odnosu na sjeme koje je u stadiju mirovanja. Pod utjecajem vanjskih i unutarnjih čimbenika, sjeme upija vodu potrebnu za metaboličke aktivnosti a hormoni aktiviraju enzime. Hormoni koji reguliraju klijanje su giberelini, auksini, citokinini i ABA (Teklić, 2010.).

Prema Müller i sur. (2006.) procesi biosinteze u endospermu te njegovo omekšavanje prije faze klijanja, su povezani s odnosom giberelina i apscizinske kiseline. Tijekom razvoja i sazrijevanja sjemena, sadržaj apscizinske kiseline nije uvijek jednak. U ranim fazama embriogeneze je vrlo nizak, a nakon toga se povećava te kako sjeme dostiže zrelost, opet se postupno smanjuje. Dobro je znati da ABA koja je egzogeno dodana sprječava klijanje sjemena (Pevalek-Kozlina, 2003.).

S druge strane, egzogeno dodani giberelini pospješuju klijanje, čak i u uvjetima kada nisu prisutni potrebni okolišni čimbenici. U prirodnim uvjetima giberelini predstavljaju vezu između okolišnog signala i početka rasta embrija. U većini slučajeva odnos razine apscizinske kiseline i giberelina određuje da li će sjeme ostati u fazi dormantnosti ili će proklijati (Pevalek – Kozlina, 2003.)

Također su poznati i specifični međusobni odnosi između biljnih vrsta, tzv. alelopatski odnosi, koji se uspostavljaju putem različitih kemijskih supstanci koje biljke sintetiziraju i izlučuju u okolinu. Prema Kato-Noguchi i Tanaka (2006.), esteri apscizinske kiseline, koji su izolirani iz biljke *Citrus junos* Siebold ex. Tanaka, djelovanjem na kres salatu inhibirali su rast korijena i izdanka. To je dovelo do pretpostavke da se ABA može koristiti u alelopatskim odnosima te u borbi protiv korova. Putem alelopatskih odnosa mogla bi se smanjiti upotreba kemijskih preparata u zaštiti bilja i suzbijanju korova.

Neki autori su htjeli istaknuti hranjivu vrijednost i ljekovitost kres salate. Stoga je često svrstavaju u skupinu funkcionalne hrane. Dva su razloga: kao prvo pojačava određene funkcije u organizmu (jačanje imuniteta, obrana od slobodnih radikala), a kao drugo smanjuje rizik od bolesti (karcinom, dijabetes, osteoporoza, artritis i drugo).

Upravo iz tih razloga Kasabe i suradnici (2012.), navode nutritivne vrijednost kres salate. Značajnu ulogu imaju fenoli koji su odgovorni za antioksidacijski kapacitet. Također se stvaraju i izotiocijanati koji su aktivatori enzima uključenih u detoksifikaciju karcinogenih spojeva. Kod dijabetičara ova biljka ima važnu ulogu jer usporava proces razgradnje škroba u glukozu. Bogata je ugljikohidratima (60 mg/g), proteinima (1,64 mg/g), željezom (1,05 mg/g), kalcijem (0,102%), te fenolima (0,021 mg/mg).

Manohar i suradnici (2012.) su potvrdili da sadrži glutaminsku kiselinu kao najzastupljeniju aminokiselinu. Od esencijalnih aminokiselina sadrži leucin i metionin.

Već prije navedeno, sjeme kres salate sadrži alkaloida, a od najpoznatijih glukozinolata je glukotropaeolin. Sjeme je bogato uljima i masnim kiselinama kao što su palmitinska, stearinska, oleinska i linoleinska kiselina. Sve su to komponente koje povećavaju antioksidacijski potencijal. Antioksidansi su vrlo bitni jer štite od oksidacijskog stresa uzrokovanog slobodnim kisikovim i dušikovim radikalima. Od minerala se ističe kalij kojeg ima čak 1,2 mg/100g. Također sadrži mnogo palmitinske kiseline te omega-3 masnih kiselina. Od vitamina je najzastupljeniji tokoferol (vitamin E) koji također u organizmu djeluje kao antioksidans, a naročito je važan u sprječavanju lančane reakcije peroksidacije lipida, što čuva integritet i fiziološku funkciju staničnih membrana (Zia-Ul-Haq i sur., 2012.).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Materijali

Sjeme kres salate (*Lepidium sativum* L.), austrijskog proizvođača „Reinsaat KG“ je tretirano otopinama pet različitih komercijalnih biljnih ekstrakta koji se međusobno razlikuju po sastavu i djelovanju na određenu biljnu vrstu. Korišteni su biljni ekstrakti iz skupine stimulatora rasta, poboljšivača tla te sredstva za njegu i jačanje biljaka. Sjeme je tretirano sljedećim biostimulatorima: Plantasalva bez soli, Plantasalva sa soli, Equisetum ekstrakt, Fermentirani biljni ekstrakt, Biplantol i voda kao kontrola.



Slika 13. Ambalaža i deklaracija sjemena kres salate

(foto: Olga Tomić)

3.2. Metode

Od svakog ekstrakta je pripremljena otopina 0,5%-tne koncentracije. Sjeme kres salate (*Lepidium sativum* L.) je stavljeno na naklijavanje na naborani filter papir, prethodno natopljen biljnim ekstraktom, ovisno o tretmanu, te postavljeno u plastične posude (širine 13,5 cm, dužine 18 cm, visine 6 cm) (Slika 14.). Sjeme kod kontrole je bilo potopljeno u običnu vodu, s kojom je bio natopljen i filter papir na kojem su sjemenke naklijavane.



Slika 14. Sjemenke kres salate na filter papiru

(foto: Olga Tomić)



Slika 15. Klijanci kres salate (*Lepidium sativum* L.)

(foto: Olga Tomić)

Pokus je postavljen u tri repeticije sa po 50 sjemenki u svakom ponavljanju. Posude sa sjemenkama prekrivene su prozirnim plastičnim poklopcem, kako bi se spriječio gubitak vode, ostavljene su u uvjetima sobne temperature i dnevnog osvjetljenja (Slika 15.). Nakon 7 dana klijanci su izbrojani, utvrđen je postotak klijavosti te je izmjerena dužina korijena svakog klijanca pomoću pomičnog ravnala (Slika 16.). Određena je masa svježe tvari (Sv.T.) i suha tvar (S.T.), nakon što su klijanci salate stavljeni na sušenje u komoru na 105 °C (2 sata) te nakon toga na 85°C (24 sata) (Slika 17.).



Slika 16. Mjerenje dužine korijena klijanaca

(foto: Olga Tomić)



Slika 17. Uzorci prilikom određivanja svježe i suhe mase klijanaca

(foto: Olga Tomić)

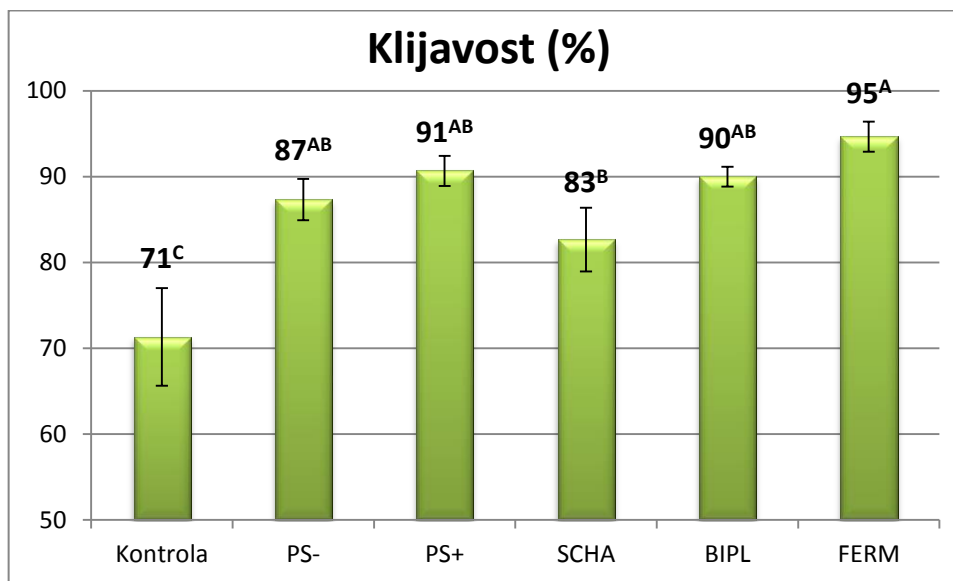
3.3. Statistička analiza podataka

Svi utvrđeni rezultati su analizirani uobičajenim metodama statističke obrade podataka pomoću SAS Software 9.1.3, programske podrške (2002.-2003., SAS Institute Inc., Cary, USA) i Microsoft Office Excell 2010. Korištene su sljedeće statističke metode: analiza varijance (eng. analysis of variance – ANOVA), statistički testovi značajnosti utjecaja primjenjenih tretmana – F test i Fisher's LSD test (eng. least significant difference – LSD).

4. REZULTATI

Prema vrijednostima F testa, tretmani biljnim ekstraktima značajno su utjecali na postotak klijavosti sjemena kres salate ($P=0,0030$).

LSD testom su utvrđene značajne razlike u postotku klijavosti između pojedinih tretmana sjemena kres salate različitim biljnim ekstraktima (Grafikon 1.).



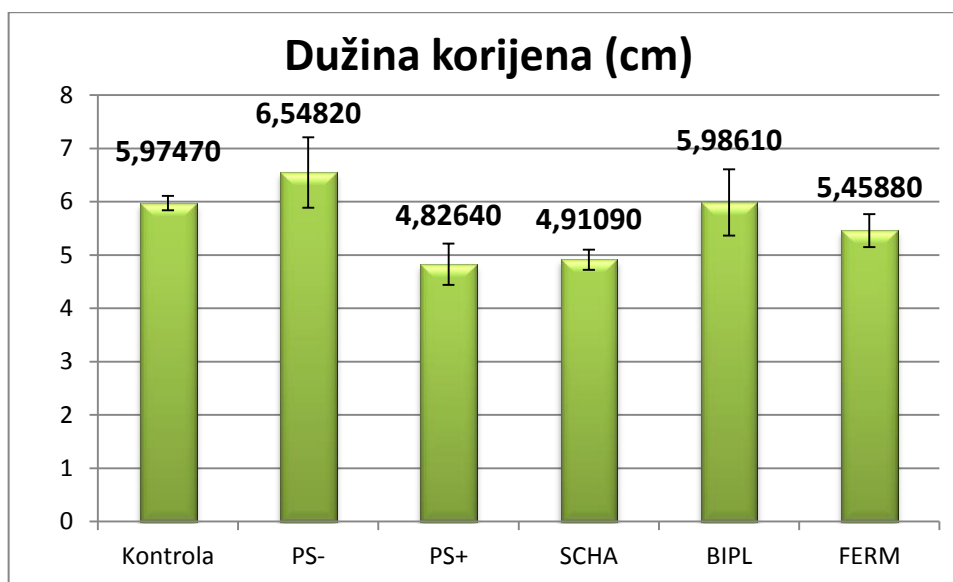
***Kontrola** – netretirane biljke; **PS-** – Plantasalva bez morske soli; **PS+** – Plantasalva sa morskom soli; **SCHA** – Equisetum ekstrakt; **BIPL** – Biplantol; **FERM** – Fermentirani biljni ekstrakt.

Prosjeci označeni različitim slovom se razlikuju prema LSD testu (A,B,C $P=0,05$).

Grafikon 1. Klijavost klijanaca kres salate (%).

Značajno najniži postotak klijavosti sjemena kres salate (71%), zabilježen je kod kontrolnih tj. netretiranih klijanaca. Najveću klijavost (95%), imalo je sjeme kres salate tretirane fermentiranim biljnim ekstraktom te se nije statistički značajno razlikovala od postotka klijavosti pri tretmanima s Biplantolom (90%) te Plantasalvom sa ili bez dodatka morske soli (91% odnosno 87%). Klijavost sjemena pri tretmanu s ekstraktom preslice (83%) bila je značajno viša od one kod kontrolnih biljaka, međutim, nije se značajno razlikovala od klijavosti sjemena nakon tretmana s Biplantolom te Plantasalvom sa ili bez soli, koji se nadalje nisu međusobno značajno razlikovali.

Iako prema F testu tretman sjemena kres salate biljnim ekstraktima nije značajno utjecao na dužinu korijena klijanaca ($P=0,0961$), najveća dužina korijena izmjerena je kod klijanaca tretiranih Plantasalvom bez dodatka morske soli (Grafikon 2).



***Kontrola** – netretirane biljke; **PS-** – Plantasalva bez morske soli; **PS+** – Plantasalva sa morskom soli; **SCHA** – Equisetum ekstrakt; **BIPL** – Biplantol; **FERM** – Fermentirani biljni ekstrakt.

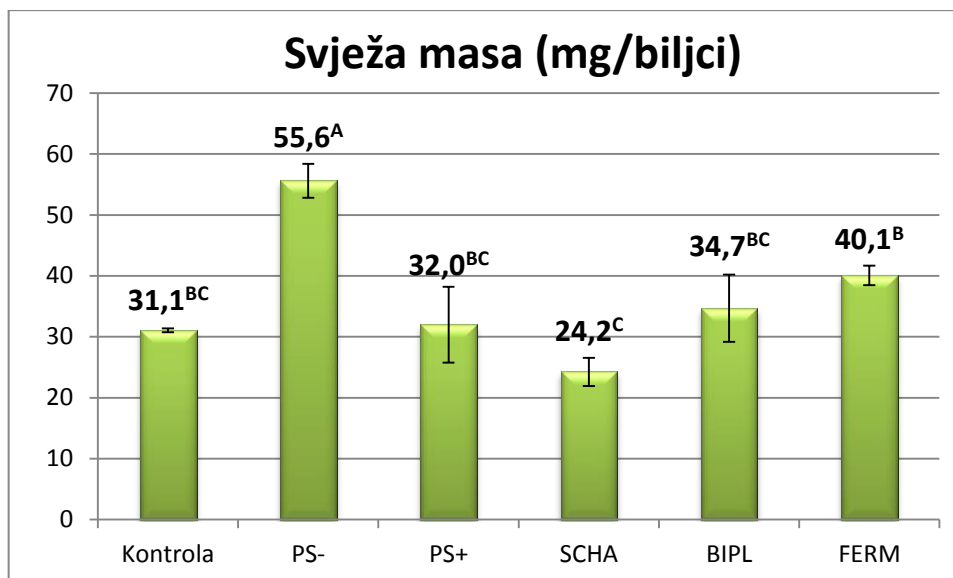
Prosjeci označeni različitim slovom se razlikuju prema LSD testu (A,B,C $P=0,05$).

Grafikon 2. Dužina korijena klijanaca kres salate (cm).

Najkraći korijen imali su klijanci tretirani s ekstraktom Plantasalva sa soli (4,83 cm) i Equisetum ekstraktom (4,91 cm), dok su nešto veće vrijednosti zabilježene kod netretiranih biljaka (5,97 cm) te biljaka tretiranih s Biplantolom (5,99 cm) i fermentiranim biljnim ekstraktom (5,46 cm).

F testom je dokazan značajan utjecaj primijenjenih tretmana na svježu masu klijanaca kres salate ($P=0,0014$).

LSD testom su utvrđene statistički značajne razlike u svježoj masi klijanaca između pojedinih tretmana biljnim ekstraktima (Grafikon 3).



***Kontrola** – netretirane biljke; **PS-** – Plantasalva bez morske soli; **PS+** – Plantasalva sa morskom soli; **SCHA** – Equisetum ekstrakt; **BIPL** – Biplantol; **FERM** – Fermentirani biljni ekstrakt.

Prosjeci označeni različitim slovom se razlikuju prema LSD testu (A,B,C $P=0,05$).

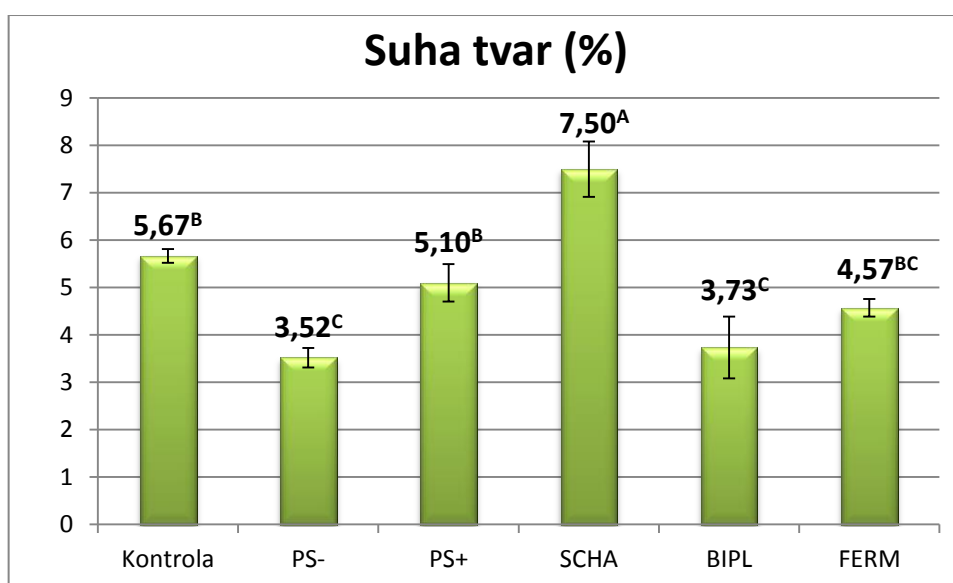
Grafikon 3. Svježa masa klijanaca kres salate (mg/biljci).

Značajno najviša svježa masa klijanaca utvrđena je pri tretmanu s Plantasalvom bez dodatka morske soli (55,6 mg). Najniža vrijednost svježe mase (24,2 mg) je utvrđena kod klijanaca tretiranih s ekstraktom preslice te se nije statistički značajno razlikovala od mase klijanaca kod kontrole te pri tretmanima s Plantasalvom s dodatkom morske soli (32,0 mg), Biplantolom (34,7 mg) koji se također nisu značajno međusobno razlikovali. Svježe mase biljaka utvrđene u kontroli (31,2 mg) te pri tretmanima s Biplantolom, Plantasalvom s dodatkom soli i fermentiranim biljnim ekstraktom (40,1 mg), nisu se međusobno značajno razlikovale. Svježa masa utvrđena pri tretmanu s fermentiranim biljnim ekstraktom bila je značajno viša od svježe mase utvrđene pri tretmanu s ekstraktom preslice, te značajno niža od mase u tretmanu s Plantasalvom bez dodatka morske soli.

Prema F testu, primjenjeni tretmani klijanaca kres salate, značajno su utjecali na postotak suhe tvari ($P \leq 0,0002$).

Pri tretmanima klijanaca s Plantasalvom bez dodatka morske soli utvrđeni je najniži udio suhe tvari (3,52%), te se prema LSD testu, nije značajno razlikovao od udjela

utvrđenih pri tretmanu s Biplantolom (3,73%) odnosno fermentiranim biljnim ekstraktom (4,57%) (Grafikon 4). Udjeli suhe tvari utvrđeni u kontroli (5,67%) te pri tretmanu s Plantasalvom s dodatkom soli (5,10%) nisu se međusobno značajno razlikovali, međutim bili su značajno viši od udjela utvrđenih pri tretmanima klijanaca s Plantasalvom bez dodatka soli i Biplantolom. Statistički značajno najviši udio suhe tvari (7,50%) utvrđen je kod klijanaca tretiranih s Equisetum ekstraktom.



***Kontrola** – netretirane biljke; **PS-** – Plantasalva bez morske soli; **PS+** – Plantasalva sa morskom soli; **SCHA** – Equisetum ekstrakt; **BIPL** – Biplantol; **FERM** – Fermentirani biljni ekstrakt.

Prosjeci označeni različitim slovom se razlikuju prema LSD testu (A,B,C $P=0,05$).

Grafikon 4. Udio suhe tvari kod klijanaca kres salate (%).

5. RASPRAVA

Svi fiziološki procesi tijekom rasta i razvoja se odvijaju pod utjecajem unutrašnjih i vanjskih činitelja. Oni mogu imati stimulativno ili inhibitorno djelovanje na biljku, u čemu sudjeluju brojne fiziološki aktivne tvari. Komercijalni biostimulatori se uglavnom smatraju stimulatorima rasta jer svojim sastojcima poboljšavaju usvajanje i iskorištenje hraniva te pomažu biljkama u obrani od stresa uslijed nepovoljnih okolišnih činitelja. Među različitim funkcionalnim komponentama u sastavu biostimulatora često se nalaze huminske kiseline, ekstrakti algi, aminokiseline, mikroelementi i različite organske tvari koje pripadaju biljnim hormonima rasta ili imaju njima slično djelovanje (Štolfa, 2010.)

Većina dosadašnjih istraživanja proučava djelovanje biljnih ekstrakta ili tzv. biostimulatora na presadnice ili već odrasle biljke (Vernieri i sur., 2002.; García i sur., 2006.; Parađiković i sur., 2008.; Vinković i sur., 2009.; Štolfa, 2010.), a rjeđe se istražuje njihovo djelovanje na sjeme i mlade klijance. Bergmayr i suradnici (2013.) su nakon tretmana sjemena različitim biostimulatorima, pratili klijavost sjemena kres salate, elongaciju korijena, svježiu masu te suhu tvar. Treba napomenuti da su i različite koncentracije primijenjenih biostimulatora (0,2-10%) dale vrlo širok raspon rezultata te imale različiti efekt na klijavost i pokazatelje vigora sjemena. Rezultati naših istraživanja provedenih na kres salati, ukazali su na vrlo značajne razlike u postotku klijavosti između pojedinih tretmana sjemena (Grafikon 1.). Najniži postotak klijavosti imalo je sjeme kontrolnih biljaka dok je svaki primijenjeni biostimulator, značajno povećao klijavost u odnosu na netretirano sjeme. Najviši postotak klijavosti zabilježen je u tretmanu s Fermentiranim biljnim ekstraktom, što se podudara s rezultatima istraživanja Bergmayr i suradnika (2013.). Razlog takvim rezultatima možemo pripisati pozitivnom i stimulirajućem djelovanju mikroorganizmima koji se nalaze u sastavu Fermentiranog biljnog ekstrakta, što je bitna razlika između ovog i ostalih ekstrakata korištenih u istraživanju. Dakle, moguće je i da se fiziološki produkti metabolizma mikroflore, poput različitih enzima i drugih fiziološki aktivnih tvari, uključuju u procese razgradnje rezervnih organskih spojeva pohranjenih u sjemenu, te je time brža i veća mogućnost iskorištenja rezerva u periodu kad još mladi ponik nije prešao na autotrofni način ishrane. S druge strane, mikroorganizmi izlučuju različite spojeve iz skupine antibiotika koji možda imaju štetan učinak na već prisutnu mikrofloru sjemenog omotača, koja je često izvor ranih zaraza klijanaca te uzrokuje njihovo propadanje.

Nadalje, proizvođač navodi da mikroorganizmi koji se nalaze u sastavu ovog ekstrakta, poboljšavaju mikrobiološko stanje tla te se time povećava kapacitet za vodu i prozračnost, što stimulatивно djeluje na klijanje te potiče fiziološke procese i jačanje imuniteta biljke. Međutim, od svih primjenjenih biostimulatora Equisetum ekstrakt je pokazao najmanje povećanje klijavosti sjemena kres salate, u odnosu na kontrolu, što ipak nije bio slučaj u istraživanjima Bergmayr i suradnika (2013.), gdje je ovaj tretman značajno povećao klijavost sjemena. U tretmanima s Plantasalvom sa i bez soli te Biplantolom, nisu utvrđene značajne međusobne razlike u postotku klijavosti. Zanimljivo je da je povećanje koncentracije bilo kojeg od biljnih ekstrakata primjenjenih u istraživanju Bergmayr i sur., (2013.), pozitivan učinak izostao te je čak utvrđeno štetno djelovanje i smanjenje klijavosti sjemena kres salate.

U provedenom istraživanju, tretmani sjemena biljnim ekstraktima nisu značajno utjecali na dužinu korijena klijanaca kres salate (Grafikon 2.). Međutim, uspoređujući podatke s rezultatima koje su dobili Bergmayr i suradnici (2013.) vidljivo je da je Equisetum ekstrakt i u njihovom istraživanju imao najmanji pozitivan efekt na elongaciju korijena. Budući da se u sastavu Equisetuma nalazi ekstrakt poljske preslice (*Equisetum arvense* L.), autori smatraju da je njezino djelovanje inhibiralo rast korijena. Prema Bajguz i Tretyn (2003.) razlog takvog djelovanja je u tome što se u sastavu preslice nalaze brasinosteroidi koji se svrstavaju u novu skupinu fitohormona. Izolirani su iz strobilusa biljke. Aktivni su već pri malim koncentracijama, stimuliraju proliferaciju stanica i sintezu etilena, te inhibiraju rast korijena. U našem istraživanju najveću dužinu korijena su imali klijanci pri tretmanu s Plantasalvom bez soli. Također, prema Bergmayr i suradnicima (2013.), najmanja primijenjena koncentracija od 0,5% imala je pozitivan učinak na elongaciju korijena. Upravo je tom koncentracijom tretirano sjeme i u našim istraživanjima, pa uz odgovarajuću koncentraciju i specifičan sastav ekstrakta (prirodno fermentiranih biljaka, mikroorganizama, levitirane vode s Alpa itd.), ne iznenađuje dobiveni rezultat. Iako očekujemo pozitivno i stimulatивно djelovanje ekstrakta na rast biljaka, jako je bitna koncentracija u kojoj se ove fiziološki aktivne tvari primjenjuju, jer velike koncentracije imaju upravo suprotan učinak te mogu smanjiti postotak klijavosti i inhibirati elongaciju korijena kod mladog ponika (Bergmayr i sur., 2013.).

Dokazan je značajan utjecaj primijenjenih tretmana biljnim ekstraktima na svježu masu klijanaca kres salate (Grafikon 3.). Tu se može povući paralela s rezultatima

akumulacije suhe tvari (Grafikon 4.), gdje je najniža vrijednost svježe mase utvrđena kod klijanaca tretiranih Equisetum ekstraktom, koji su s druge strane imali najveći postotak suhe tvari. Razlog tome može biti i svojstvo higroskopnosti elementa silicija zastupljenog u velikim koncentracijama u preslici, uslijed čega može doći do smanjenja količine slobodne vode što dovodi do slabijeg usvajanja. Međutim, razlog može biti i oksidacija ekstrakta, budući da je otopina osjetljiva na kisik te se stoga prilikom svake primjene preporuča pripremiti svježju otopinu (European pharmacopoeia, 2008.). Ekstrakt Plantasalva bez soli stimulirao je rast korijena, ali i značajno povećao svježju masu biljaka, 70% u prosjeku za sve tretmane. U tretmanu s ekstraktom Plantasalva sa soli utvrđena je značajno manja svježja masa klijanaca u usporedbi s tretmanom s istim ovim ekstraktom bez dodatka soli. Može se pretpostaviti da je morska sol koja se nalazi u sastavu ovog ekstrakta, uzrokovala stanje solnog stresa koji je negativno djelovao na svježju masu. S jedne strane, uzrok tome može biti kemijsko svojstvo kationa natrija koji stvara veliki hidratacijski plašt, zbog kojeg može doći do privremene imobilizacije slobodne vode, bilo da se radi o egzogenoj ili endogenoj mobilizaciji. S druge strane, povećanje osmotskog potencijala vanjske otopine također dovodi do slabog usvajanja vode, a što se direktno odražava na svježju masu. Štetno djelovanje solnog stresa je kompleksno stanje koje je rezultat vodenog stresa, toksičnosti suviška iona, narušavanja ionske ravnoteže i distribucije iona ili pak kombinacija svih navedenih faktora (Kurth i sur., 1986.; Tunçtürk i sur., 2011.). Primijenjeni tretmani su značajno utjecali na akumulaciju suhe tvari kod klijanaca kres salate (Grafikon 4.). Značajno najniži udjeli suhe tvari dobiveni su u tretmanima s Plantasalvom bez soli i Biplantolom. Najveća svježja masa klijanaca je utvrđena u tretmanu Plantasalva bez soli (Grafikon 3.) pa se vjerojatno radi o efektu razrjeđenja. Ovaj rezultat se poklapa s rezultatima Bergmayr i suradnika (2013.), prema kojima Biplantol negativno djeluje na postotak suhe tvari, neovisno o koncentraciji otopine. Razlog tomu mogu biti uronske kiseline od kojih potiče sluzavost ekstrakta što možda i otežava uklanjanje vlage iz uzorka prilikom sušenja. Pri tretmanu Equisetum ekstraktom klijanci su akumulirali u prosjeku 39% više suhe tvari od kontrole i tretmana Plantasalvom sa soli, te u prosjeku 90% više nego pri tretmanima ostalim biostimulatorima. Brojna istraživanja su potvrdila pozitivan učinak silicija na klijanje, rast i razvoj biljaka (Lux i sur., 2002.; Gong i sur., 2003.; Liang i sur., 2003.; Gong i sur., 2005.; Kaya i sur., 2006., Janislampi, 2012.).

6. ZAKLJUČAK

U ovom pokusu je ispitivan utjecaj pet različitih komercijalnih biostimulatora ili pojačivača rasta na fiziološke pokazatelje vigora sjemena kres salate (*Lepidium sativum* L.).

Svi primijenjeni biostimulatori značajno su povećali klijavost sjemena kres salate u odnosu na kontrolu. U tretmanu Fermentiranim biljnim ekstraktom zabilježeno je najznačajnije povećanje klijavosti dok je Equisetum ekstrakt imao najslabiji efekt. Ovakvo djelovanje Fermentiranog biljnog ekstrakta može se pripisati specifičnoj mikroflori koja se nalazi u njegovu sastavu.

Tretmani sjemena kres salate biljnim ekstraktima nisu značajno utjecali na dužinu korijena klijanaca.

Pri tretmanu sjemena Plantasalvom bez dodatka soli utvrđeno je značajno povećanje svježe mase klijanaca, dok se mase pri tretmanima ostalim biostimulatorima i kod kontrole, nisu međusobno značajno razlikovale. Pri istom ovom tretmanu, zabilježena je i najniža akumulacija suhe tvari, pa se vjerojatno radi o efektu razrjeđenja.

Sjeme tretirano Equisetum ekstraktom imalo je najveći postotak suhe tvari, ali i najmanju svježu masu, te se najvjerojatnije, kao i pri odnosima masa svježe i suhe tvari pri tretmanu Plantasalvom bez soli, radi o efektu razrjeđenja.

Budući da se sve više potiče ekološki način proizvodnje kroz održivu poljoprivredu, pretpostavlja se da će upravo biostimulatori imati sve važniju ulogu u primarnoj produkciji hrane. Uzevši u obzir utjecaj biostimulatora na pokazatelje vigora sjemena kres salate, teško je razlučiti koji je najučinkovitiji i čiji sastav može najpovoljnije utjecati na rast i razvoj klijanaca. Također treba navesti da, ovisno o vrsti i tipu ekstrakta te primijenjenoj koncentraciji, kao i fazi rasta i razvoja same biljke, biostimulatori drukčije djeluju na različite biljne vrste. Osim toga, mnogo je vanjskih ekoloških faktora koji mogu smanjiti ili intenzivirati djelovanje biostimulatora. Stoga su potrebna daljnja istraživanja kako bi se utvrdili točni mehanizmi djelovanja široke lepeze fiziološki aktivnih komponenti koje se nalaze u sastavu ispitivanih biostimulatora.

7. PREGLED LITERATURE

- Arancon, N.Q., Lee, S., Edwards, C.A., Atiyeh, R. (2003.): Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants. *Pedobiologia*, 47: 741–744.
- Aşık, B.B., Turan, M.A., Hakan, C., Katkat, A.V. (2009.): Effects of Humic Substances on Plant Growth and Mineral Nutrients Uptake of Wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) Under Conditions of Salinity. *Asian Journal of Crop Science* 1(2): 87-95.
- Bajguz, A., Tretyn, A. (2003.): The chemical characteristic and distribution of brassinosteroids in plants. *Science Direct*, 62 (7): 1027–1046.
- Balas, J., Kappert, R. (2012.): *Pflanzenstärkungsmittel - im Gartenbau*. Wien.
- Bergmayr, L., Hartmann, M., Helm, C., (2013.): *Wirkung von Pflanzenstärkungsmitteln und Biochar-Additiven auf die Keimung (Kresstest)*. Završni rad, Universität für Bodenkultur, Wien, Austrija. Projekt Garten-, Obst- und Weinbau.
- Bresinsky, A., Körner, C., Kadereit, W.J., Neuhaus, G., Sonnewald, U. (2008.): *Strasburger Lehrbuch der Botanik*. Spektrum Lehrbuch, 783.
- Cacco, G., Dell'Agnola, G. (1984.): Plant growth regulator activity of soluble humic complexes. *Canadian Journal of Soil Sciences* 64: 225-228.
- European pharmacopoeia (2008.): *Equisetum Stem, Equiseti Herba*. European Pharmacopoeia, 6.0., 01/2008: 1825.
- Eyheraguibel, B., Silvestre, J., Morard, P. (2008.): Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*, 99: 4206-4212.
- Fauteux, F. (2005.): Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 249: 1-6.

- Feitosa de Vasconcelos, A.C., Zhang, X., Ervin, E.H., Kiehl, J. (2009.): Enzymatic antioxidant responses to biostimulants in maize and soybean subjected to drought. *Scientia Agriculturae* (Piracicaba, Braz.), 66(3): 395-402.
- García, A.L., Franco, J.A., Nuria, N., Madrid Vicente, R. (2006.): Influence of amino acids in the hydroponic medium on the growth of tomato plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29(12): 2093-2104.
- Gong, H., K. Chen, G. Chen, S. Wang, Zhang, C. (2003.): Effects of silicon on growth of wheat under drought. *Journal of Plant Nutrition*, 26: 1055–1063.
- Gong, H., X. Zhu, K. Chen, S. Wang, Zhang, C. (2005.): Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 169: 313–321.
- Heber, D. (2004.): Horsetail, *Equisetum arvense*. PDR for Herbal Medicines, third edition, Montvale (NJ). ISBN 1-56363-512-7.
- Janislampi, K.W. (2012.): Effect of Silicon on Plant Growth and Drought Stress Tolerance. Disertacija, Utah State University, SAD.
- Januškaitienė, I. (2008.): The fertilization impact on garden cress resistance to substrate acidity and heavy metal cadmium. *Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture*, 27(4): 213-221.
- Kasabe, P. J., Patil, P.N., Kamble, D. D., Dandge, P. B. (2012.): Nutritional, elemental analysis and antioxidant activity of garden cress (*Lepidium sativum* L.) seeds. *Academic science, International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(3): 392-395.
- Kassie, F., Rabot, S., Uhl, M., Huber, W., Min Qin, H., Helma, C., Schulte-Hermann, R., Knasmüller, S. (2002.): Chemoprotective effects of garden cress (*Lepidium sativum*) and its constituents towards 2-amino-3-methyl-imidazo[4,5-f]quinoline (IQ)-induced genotoxic effects and colonic preneoplastic lesions arcinogenesis. *Oxford Journals*, 23 (7): 1155-1161.
- Kato-Noguchi, H., Tanaka, Y. (2006.): Potential of Citrus junos Fruit Waste From the Food Processing Industry for Weed Management. *Horticultural Science* 41(6): 1516-1517.

- Kauffman, G.L., Kneivel, D. P., Watschke, T.L. (2007.): Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. *Crop Science*, 47: 261–267.
- Kaul, S., Sharma, S.S., Mehta, I.K. (2008.): Free radical scavenging potential of L-proline: evidence from *in vitro* assays. *Amino Acids*, 34: 315-320.
- Kaya, C., Tuna, L., Higgs, D. (2006.): Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1469–1480.
- Kertikov, T., Radeva V. (1998.): Influence of treatment with the biostimulants Molstim and Ecostim on spring vetch productivity. *Rasteniev“dni Nauki* 35(3): 188-191.
- Kulikova, N.A., Stepanova, E.V., Koroleva, O.V. (2005.): Mitigating activity of humic substances direct influence on biota. Use of humic substances to remediate polluted environments: From theory to practice (Perminova, I.V., Hatfield, K., Hertkorn, N., ur.), Springer, Nizozemska, str.258-310.
- Kurth, E., Cramer G.R., Lauchli A., Epstein, E. (1986.): Effects of NaCl and CaCl₂ on cell enlargement and cell production in cotton roots. *Plant Physiology*, 82: 1102-1106.
- Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Herak-Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002.): Površarstvo. Zrinski d.d. Čakovec, 254-255.
- Liang, Y.C., Chen, Q.R., Liu, Q., Zhang, W.H., Ding, R.X. (2003.): Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Plant Physiology*, 160: 1157–1164.
- Lux, A., Luxova, M., Hattori, T., Inanaga, S., Sugimoto, Y. (2002.): Silicification in sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars with different drought tolerance. *Physiologia Plantarum*, 115: 87–92.

- Maini, P. (2006.): The experience of the first biostimulant, based on aminoacids and peptides: a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results. Ed. Centro Scientifico Italiano dei Fertilizzanti, Fertilitas Agrorum, 1(1): 29-43.
- Manohar, D., Viswanatha G.L., Nagesh, S., Jain, V., Shivaprasad, H.N. (2012.): Ethnopharmacology of *Lepidium Sativum* L. (Brassicaceae): A Review. International Journal of Phytotherapy Research, 2(1): 1-7.
- Müller, K., Tintelnot, S., Leubner-Metzger, G. (2006.): Endosperm-limited Brassicaceae Seed Germination: Absciscic Acid Inhibits Embryo-induced Endosperm Weakening of *Lepidium sativum* (cress) and Endosperm Rupture of Cress and *Arabidopsis thaliana*. Oxford Journals 47(7): 864-877.
- Muscolo, A., Cutrupi, S., Nardi, S. (1998.): IAA detection in humic substances. Soil Biology and Biochemistry, 30(8/9): 1199-1201.
- Parađiković, N. (2009.): Opće i specijalno povrćarstvo i cvjećarstvo. Tip. Osijek, 150.
- Parađiković, N., Vinković, T., Teklić, T., Guberac, V., Milaković, Z. (2008a): Primjena biostimulatora u proizvodnji presadnica rajčica. Zbornik radova 43. hrvatskog i 3. međunarodnog simpozija agronoma (Proceedings 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture) / Pospišil, M. (ur.). Opatija: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, 435-438.
- Parađiković, N., Zeljković, S., Đurić, G., Vinković, T., Mustapić-Karlić, J., Kanižai, G., Iljkić, D. (2009.): Rast i razvoj kadife (*Tagetes erecta* L.) pod utjecajem volumena supstrata i tretmana biostimulatorom. Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma. Lončarić, Z.; Marić, S. (ur.). Osijek: Sveučilište J. J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 786-790.
- Pevalek - Kozlina, B. (2003.): Fiziologija bilja. Profil Internacional, Zagreb.
- Poincelot, P.R. (1993.): The use of a commercial organic biostimulant for bedding plant production. Journal of Sustainable Agriculture, 3(2): 99-110.

- Quaggiotti, S., Rupert, B., Pizzeghello, D., Francioso, O., Tugnoli, V., Nardi, S. (2004.): Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Experimental Botany*, 55(398): 803-813.
- Rai, V.K. (2002.): Role of amino acids in plant responses to stresses. *Biologia Plantarum*, 45(4): 481-487.
- Rai, V.K., Kumari, A. (1983.): Modulation of membrane permeability by amino acids in *Vinca* petals. *Experientia*, 39: 301-303.
- Rana, U., Rai, V.K. (1996.): Modulation of calcium uptake by exogenous amino acids in *Phaseolus vulgaris* seedlings. *Acta Physiologia Plantarum*, 18: 117-120.
- Russo, R.O., Berlyn, G.P. (1990): The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 1:19-42.
- Samuel, S. G.(2002.): Biological control of crop diseases. Marcel Dekker Publisher, New York, 468.
- Sánchez Sánchez, A., Oliver, M., Cerdán, M., Juárez, M., Sánchez-Andreu, J.J. (2009.): Influence of humic acids on iron uptake by Fe-deficient tomato plants. *Acta Horticulturae* 830: 335-344.
- Selim, Sh.M., Zayed, M.S., Atta, H.M. (2012.): Evaluation of phytotoxicity of compost during composting process. *Nature and Science*, 10(2): 69-77.
- Singh, T.N., Aspinall, D., Paleg, L.G. (1972.): Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: a potential metabolic measure of drought resistance. *Nature*, 236: 188-190.
- Stevenson, F.J. (1994.): *Humus Chemistry: Genesis, composition, reactions*. 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Štolfa, I. (2010.): Utjecaj biostimulatora i reducirane gnojidbe na kvalitetu ploda jagoda i zaštitu okoliša. Disertacija, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek.
- Teklić, T. (2010.): Fiziologija bilja u povrćarstvu i cvjećarstvu. Skripta s predavanjima.

- Tipping, E. (2002.): Cation binding by humic substances. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yildirim, B., Çiftçi V. (2011.): Effect of salinity stress on plant fresh weight and nutrient composition of some Canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 10(10): 1827-1832.
- Türkmen, Ö., Dursun, A., Turan, M., Erdinç, Ç. (2004.): Calcium and Humic Acid Affect Seed Germination, Growth and Nutrient content of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Seedlings in saline Soil Conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 54: 168-174.
- Vernieri, P., Borghesi, E., Ferrante, A., Magnani, G. (2005.): Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 3(3&4): 86-88.
- Vernieri, P., Malorgio, F., Tognoni, F. (2002.): Use of biostimulants in production of vegetable seedlings. *Colture Protette*, 31(1): 75-79.
- Vinković, T. (2011.): Učinkovitost primjene biostimulatora u uzgoju presadnica rajčice. Disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek.
- Vinković, T., Paradiković, N., Teklić, T., Štolfa, I., Guberac, V., Vujić, D. (2009.): Utjecaj biostimulatora na rast i razvoj rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.) nakon presađivanja. Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma / Lončarić, Z ; Marić S (ur.). - Osijek : Sveučilište J. J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 459-463.
- Yilmaz, C. (2007.): Hümik ve fülvik asit, *Hasad Bitkisel Üretim*, Ocak, 260: 74.
- Young, C.C., Chen, L.F. (1997.): Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings. *Plant and Soil*, 195: 143–149.
- Zhang, X., Ervin, E.H. (2004.): Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science*, 44: 1737-1745.

Zhang, X., Ervin, E.H., Schmidt, R.E. (2003.): Plant growth regulators can enhance the recovery of Kentucky bluegrass Sod from heat injury. Crop Science, 43: 952-956.

Zhang, X., Schmidt, R.E. (1997.): Biostimulating turfgrasses. Grounds Maintenance November, 1999: 15-32.

Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Calani L., Mazzeo T., Del Rio, D., Pellegrini N., De Feo, V. (2012.): Compositional Study and Antioxidant Potential of *Ipomoea hederacea* Jacq. and *Lepidium sativum* L. Seeds. Molecules, 17: 1420-3049.

INTERNET STRANICE:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Garden_Cress.jpg

Pristupila: 27.10.2013.

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lepidium_sativum_01_ies.jpg

Pristupila: 29.10.2013.

<http://ndb.nal.usda.gov/>

Pristupila: 29.10.2013.

<http://www.bvl.bund.de>

Pristupila: 3.11.2013.

<http://www.plantasalva.at/>

Pristupila: 6.10.2013.

<http://www.bellaflora.at>

Pristupila: 7.10.2013.

<http://hr.wikipedia.org/wiki/Preslica>

Pristupila: 11.11.2013.

<http://www.multikraft.com>

Pristupila: 6.10.2013.

<http://microbiologyglossary.wikispaces.com/>

Pristupila: 11.11.2013.

<http://foodists.ca/>

Pristupila: 11.11.2013

<http://bioplantimport.com/>

Pristupila: 11.11.2013.

8. SAŽETAK

Budući da se sve više potiče ekološki način proizvodnje hrane kroz održivu poljoprivredu, prihrana, zaštita te stimulacija fizioloških procesa u biljci korištenjem biološki aktivnih i ekološki prihvatljivih pripravaka poput biostimulatora, imaju sve važniju ulogu u primarnoj produkciji hrane. Međutim, fiziološki mehanizmi njihova djelovanja još uvijek su nedovoljno poznati jer sadrže vrlo veliki broj biološki aktivnih komponenti čiji pojedinačni učinak na fiziološke procese još nije dovoljno istražen. Istraživanje je provedeno u svrhu ispitivanja utjecaja pet komercijalnih biostimulatora (Plantasalva sa i bez dodatka morske soli, Equisetum ekstrakt, Fermentirani biljni ekstrakt, Biplantol), na fiziološke pokazatelje vigora sjemena kres salate (*Lepidium sativum* L.). Primijenjeni biostimulatori su značajno povećali klijavost sjemena kres salate u odnosu na kontrolu te je najznačajniji porast ovog parametra utvrđen pri tretmanu s Fermentiranim biljnim ekstraktom. Najveća svježa masa klijanaca, a ujedno i najniža akumulacija suhe tvari je utvrđena pri tretmanu Plantasalvom bez dodatka soli. S druge strane, klijanci pri tretmanu s Equisetum ekstraktom su imali najviši postotak suhe tvari, ali i najmanju svježu masu. Tretmani sjemena kres salate biljnim ekstraktima, nisu značajno utjecali na dužinu korijena klijanaca. Uzevši u obzir utjecaj ispitivanih biostimulatora na pokazatelje vigora sjemena kres salate, teško je razlučiti koji je najučinkovitiji i čiji sastav može najpovoljnije utjecati na rast i razvoj klijanaca. Stoga su potrebna daljnja istraživanja kako bi se utvrdili točni mehanizmi djelovanja široke lepeze fiziološki aktivnih komponenti koje se nalaze u sastavu ispitivanih biostimulatora.

9. SUMMARY

Since more environmentally friendly way of food production is being encouraged through sustainable agriculture, fertilization, plant protection and stimulation of physiological processes in plants using biologically active and environmentally friendly compounds like biostimulators, have an increasingly important role in the primary food production. However, physiological mechanisms of their activity are not fully understood as they contain a very large number of biologically active components, whose individual impact on plant physiological processes has not yet been sufficiently explored. The study was conducted in order to examine the impact of five commercial biostimulators (Plantasalva with and without the addition of salt, Equisetum extract, Fermented plant extract, Biplantol), on the seed vigor indicators of garden cress (*Lepidium sativum* L.). The applied biostimulators significantly increased the germination of garden cress as compared to the control, while the most significant increase was recorded after seed was treated with Fermented plant extract. The highest fresh weight of seedlings, and also the lowest dry matter accumulation was observed in the treatment Plantasalva without the addition of salt. On the other hand, seed treated with Equisetum extract had the highest percentage of dry matter accumulated in seedlings, but also the lowest fresh weight. Treatments did not significantly affect the seedlings root elongation. According to the obtained results, it is difficult to distinguish which of examined biostimulator is the most effective and whose composition can influence the growth and development of seedlings the best. Therefore, further research should elucidate the exact mechanisms of activity of many physiologically active compounds that are contained in the examined biostimulators.

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Sistematika Kres salate (*Lepidium sativum* L.) (Str. 2.)

Tablica 2. Nutritivni sastav kres salate (*Lepidium sativum* L.) u 100 g svježe tvari (Str. 4.)

Tablica 3. Biljke u sastavu Plantasalve (Str. 9.)

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Kres salata (*Lepidium sativum* L.) (Str. 1.)

Slika 2. Sjeme kres salate (Str. 2.)

Slika 3. Plantasalva sa soli (Str. 8.)

Slika 4. Plantasalva bez soli (Str. 8.)

Slika 5. Poljska preslica (*Equisetum arvense* L.) (Str. 10.)

Slika 6. Plodna stabljika poljske preslice (Str. 10.)

Slika 7. Equisetum ekstrakt (Str. 10.)

Slika 8. Fermentirani biljni ekstrakt (Str. 11.)

Slika 9. *Lactobacillus casei* (Str. 12.)

Slika 10. *Saccharomyces cerevisiae* (Str. 12.)

Slika 11. Biplantol ekstrakt (Str. 13.)

Slika 12. Aktivne tvari u Biplantol ekstraktu (Str. 13.)

Slika 13. Ambalaža i deklaracija sjemena kres salate (Str. 20.)

Slika 14. Sjemenke kres salate na filter papiru (Str. 21.)

Slika 15. Klijanci kres salate (*Lepidium sativum* L.) (Str. 21.)

Slika 16. Mjerenje dužine korijena klijanaca (Str. 21.)

Slika 17. Uzorci prilikom određivanja svježe i suhe mase klijanaca (Str. 21.)

12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Klijavost klijanaca kres salate (%) (Str. 23.)

Grafikon 2. Dužina korijena klijanaca kres salate (cm) (Str. 24.)

Grafikon 3. Svježa masa klijanaca kres salate (mg/biljci) (Str. 25.)

Grafikon 4. Udio suhe tvari kod klijanaca kres salate (%) (Str. 26.)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Sveučilišni diplomski studij, smjer Povrćarstvo i cvjećarstvo

Diplomski rad

Klijavost sjemena kres salate nakon tretmana biljnim ekstraktima

Olga Tomić

Budući da se sve više potiče ekološki način proizvodnje hrane kroz održivu poljoprivredu, prihrana, zaštita te stimulacija fizioloških procesa u biljci korištenjem biološki aktivnih i ekološki prihvatljivih pripravaka poput biostimulatora, imaju sve važniju ulogu u primarnoj produkciji hrane. Međutim, fiziološki mehanizmi njihova djelovanja još uvijek su nedovoljno poznati jer sadrže vrlo veliki broj biološki aktivnih komponenti čiji pojedinačni učinak na fiziološke procese još nije dovoljno istražen. Istraživanje je provedeno u svrhu ispitivanja utjecaja pet komercijalnih biostimulatora (Plantasalva sa i bez dodatka morske soli, Equisetum ekstrakt, Fermentirani biljni ekstrakt, Biplantol), na fiziološke pokazatelje vigora sjemena kres salate (*Lepidium sativum* L.). Primijenjeni biostimulatori su značajno povećali klijavost sjemena kres salate u odnosu na kontrolu te je najznačajniji porast ovog parametra utvrđen pri tretmanu s Fermentiranim biljnim ekstraktom. Najveća svježa masa klijanaca, a ujedno i najniža akumulacija suhe tvari je utvrđena pri tretmanu Plantasalvom bez dodatka soli. S druge strane, klijanci pri tretmanu s Equisetum ekstraktom su imali najviši postotak suhe tvari, ali i najmanju svježu masu. Tretmani sjemena kres salate biljnim ekstraktima, nisu značajno utjecali na dužinu korijena klijanaca. Uzevši u obzir utjecaj ispitivanih biostimulatora na pokazatelje vigora sjemena kres salate, teško je razlučiti koji je najučinkovitiji i čiji sastav može najpovoljnije utjecati na rast i razvoj mladog ponika. Stoga su potrebna daljnja istraživanja kako bi se utvrdili točni mehanizmi djelovanja široke lepeze fiziološki aktivnih komponenti koje se nalaze u sastavu ispitivanih biostimulatora.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: doc.dr.sc. Miroslav Lisjak

Broj stranica: 44

Broj grafikona i slika: 21

Broj tablica: 3

Broj literaturnih navoda: 63

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: kres salata, biljni ekstrakti, sjeme, klijanje, vigor

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. **prof.dr.sc. Tihana Teklić, predsjednik**

2. **doc.dr.sc. Miroslav Lisjak, mentor**

3. **prof.dr.sc. Nada Paradiković, član**

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture
University Graduate Studies, Vegetables and flower growing

Graduate thesis

Graden cress germinability after treatment with plant extracts

Olga Tomić

Since more environmentally friendly way of food production is being encouraged through sustainable agriculture, fertilization, plant protection and stimulation of physiological processes in plants using biologically active and environmentally friendly compounds like biostimulators, have an increasingly important role in the primary food production. However, physiological mechanisms of their activity are not fully understood as they contain a very large number of biologically active components whose individual impact on plant physiological processes has not yet been sufficiently explored. The study was conducted in order to examine the impact of five commercial biostimulators (Plantasalva with and without the addition of salt, Equisetum extract, Fermented plant extract, Biplantol), on the seed vigor indicators of garden cress (*Lepidium sativum* L.). The applied biostimulators significantly increased the germination of garden cress as compared to the control, while the most significant increase was recorded after seed was treated with Fermented plant extract. The highest fresh weight of seedlings, and also the lowest dry matter accumulation was observed in the treatment Plantasalva without the addition of salt. On the other hand, seed treated with Equisetum extract had the highest percentage of dry matter accumulated in seedlings, but also the lowest fresh weight. Treatments did not significantly affect the seedlings root elongation. According to the obtained results, it is difficult to distinguish which of examined biostimulator is the most effective and whose composition can influence the growth and development of seedlings the best. Therefore, further research should elucidate the exact mechanisms of activity of many physiologically active compounds that are contained in the examined biostimulators.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD Miroslav Lisjak

Number of pages: 44

Number of figures: 21

Number of tables: 3

Number of references: 63

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: garden cress, plant extracts, seed, germination, vigor

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. PhD Tihana Teklić, full professor

2. PhD Miroslav Lisjak, assistant professor

3. PhD Nada Parađiković, full professor

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.