

Rast i razvoj presadnica kupusa pod utjecajem tretmana s Rivergreen-om

Blažević, Mateja

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:105416>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-21**



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](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Mateja Blažević

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**RAST I RAZVOJ PRESADNICA KUPUSA POD UTJECAJEM TRETMANA S
RIVERGREEN®-OM**

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mateja Blažević

Diplomski studij Povrčarstvo i cvjećarstvo

**RAST I RAZVOJ PRESADNICA KUPUSA POD UTJECAJEM TRETMANA S
RIVERGREEN®-OM**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Brigita Popović, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Tomislav Vinković, mentor
3. Doc. dr. sc. Miro Stošić, član

Osijek, 2018.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 1.1. Proizvodnja kupusa u Republici Hrvatskoj..... | 2 |
| 1.2. Uloga kupusa u prehrani ljudi | 3 |
| 1.3. Uzgoj kupusa..... | 4 |
| 1.3.1. Temperature za uzgoj kupusa..... | 4 |
| 1.3.2. Zahtjevi za vodom | 4 |
| 1.3.3. Tla pogodna za uzgoj kupusa | 4 |
| 1.3.4. Plodored i gnojidba..... | 4 |
| 1.3.5. Sjetva i sadnja..... | 5 |
| 1.3.6. Fertilizacija i fertigacija | 6 |
| 1.3.7. Berba..... | 6 |
| 1.3.8. Sorte i hibridi..... | 7 |
| 2. Pregled literature..... | 12 |
| 2.1. Cilj istraživanja..... | 14 |
| 3. Materijali i metode..... | 15 |
| 3.1. Postavljanje pokusa..... | 18 |
| 4. Rezultati | 21 |
| 5. Rasprava..... | 25 |
| 6. Zaključak..... | 28 |
| 7. Popis literature..... | 29 |
| 8. Sažetak | 32 |
| 9. Summary | 33 |
| 10. Popis tablica | 34 |
| 11. Popis slika | 35 |
| 12. Popis grafikona..... | 36 |
| TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA..... | 37 |
| BASIC DOCUMENTATION CARD..... | 38 |

1. UVOD

Kupus (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) pripada porodici krstašica (*Brassicaceae*), u koju pripadaju, između ostalih, i kineski kupus (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis* Lour.), kelj (*Brassica oleracea* L. var. *sabauda*), brokula (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck), i cvjetača (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*). Pripadnici ove porodice proizvode se iz presadnica što osigurava sadnju najkvalitetnijih biljaka.

Kupus u ljudskoj prehrani ima značajnu ulogu jer sadrži 43 mg vitamina C i 0,15 mg tiamina na 100 g zelene mase. Osim vitaminima, kupus je bogat mineralnim solima, može se konzumirati u svježem, kuhanom ili ukiseljenom obliku (Parađiković, 2009.).

Kao i ostalo lisnato povrće, kupus ima nisku energetska vrijednost, odnosno 100 g svježeg kupusa ima 25 kcal. Može sadržavati do 3 g bjelančevina i 4 g ugljikohidrata ovisno o sorti. Bogat je kalijem, željezom i magnezijem, a odnos sadržaja kalcija i fosfora najpovoljniji je za optimalno iskorištavanje kalcija u ljudskom organizmu. Kiseli kupus sadrži mliječnu kiselinu koja je dobra za održavanje ravnoteže crijevne flore te može biti značajan izvor vitamina, pogotovo u hladnijim razdobljima i krajevima. Sirovi kiseli kupus ima više hranjivih tvari od kuhanog kiselog kupusa te je poželjno da se u takvom obliku što više koristi (<http://www.zzjzpgz.hr/nzl/17/kupus.htm>).

Grci i Rimljani su glavice kupusa stavljali u glinene posude, prelijevali sa octom i dodavali sol što predstavlja početak prerade kupusa u ukiseljeni oblik (<http://www.zzjzpgz.hr/nzl/17/kupus.htm>).

Porijeklom iz Europe, odnosno Sredozemlja, kupus se raširio po svijetu zbog sposobnosti lake prilagodbe na različite uvjete što je uzrokovalo i pojavu raznih sorata. Može se uzgajati kao rani (proljetni) ili kasni (jesenski) kupus (Parađiković, 2009.).

Korijen biljke kupusa je razgranat i nalazi se u zoni do 30 cm. Stabljika je kratka, a listovi su debeli i tvore glavicu međusobnim preklapanjem te mogu biti zelene ili ljubičaste boje. Na površini listova se nalazi voštana prevlaka. Kupus je dvogodišnja biljka te u drugoj godini stvara cvijet (Parađiković, 2009.).

1.1. Proizvodnja kupusa u Republici Hrvatskoj

Ukupna proizvodnja kupusa u Hrvatskoj 2016. godine bila je 37 722 t te kupus pripada u grupu kultura koje su među najzastupljenijim u proizvodnji. Najmanja zabilježena proizvodnja bila je 2012. godine s 23 093t. Najveća ukupna proizvodnja kupusa bila je 2009. godine kada se proizvelo 66 833 t (Tablica 1).

Tablica 1. Ukupna proizvodnja kupusa u Republici Hrvatskoj (Statistički ljetopis 2012; Statistički ljetopis 2016.).

| Godina proizvodnje | 2009. | 2010. | 2011. | 2012. | 2013. | 2014. | 2015. | 2016. |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ukupno (t) | 66 833 | 36 597 | 38 871 | 23 093 | 34 542 | 23 399 | 36 413 | 37 722 |

Od ukupno proizvedenog kupusa, za tržište 2016. bilo je namijenjeno 33 654 t dok je 2009. godine ta brojka bila znatno veća (56 807 t). Najmanja proizvodnja za tržište bila je 2012. godine s ukupnom količinom od 19 261 t (Tablica 2.).

Tablica 2. Proizvodnja kupusa za tržište (Statistički ljetopis 2012; Statistički ljetopis 2016.).

| Godina proizvodnje | 2009. | 2010. | 2011. | 2012. | 2013. | 2014. | 2015. | 2016. |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ukupno (t) | 56 807 | 30 307 | 32 777 | 19 261 | 30 286 | 20 998 | 34 711 | 33 654 |

Proizvodnja kupusa u povrtnjacima se razlikuje od proizvodnje za tržište te je znatno manja. Najmanja proizvodnja kupusa u povrtnjacima bila je 2015. godine te je iznosila 1 702 t, dok je najveća proizvodnja bila 2009. godine kada je proizvedeno 10 026 t (Tablica 3.).

Tablica 3. Proizvodnja kupusa u povrtnjacima (Statistički ljetopis 2012; Statistički ljetopis 2016.).

| Godina | 2009. | 2010. | 2011. | 2012. | 2013. | 2014. | 2015. | 2016. |
|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ukupno (t) | 10 026 | 6 290 | 6 094 | 3 832 | 4 256 | 2 401 | 1 702 | 4 068 |

Površina na kojoj se kupus uzgajao bila je najmanja 2014. godine kada je iznosila svega 719 ha. Najveća površina na kojoj je bio kupus bila je 2 963 ha i to 2009. godine (Tablica 4.).

Tablica 4. Proizvodne površine kupusa (Statistički ljetopis 2012; Statistički ljetopis 2016.).

| Godina | 2009. | 2010. | 2011. | 2012. | 2013. | 2014. | 2015. | 2016. |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ukupno (ha) | 2 963 | 1 406 | 1 664 | 1 066 | 1 402 | 719 | 1 304 | 1 235 |

Najmanji prirod kupusa po hektaru ostvaren je 2012. godine kada je iznosio 18 t/ha, a najveći prirod bio je 29,1 t/ha 2014.godine (Tablica 5).

Tablica 5. Prirod kupusa t/ ha (Statistički ljetopis 2012; Statistički ljetopis 2016.)

| Godina | 2009. | 2010. | 2011. | 2012. | 2013. | 2014. | 2015. | 2016. |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ukupno (t) | 18,9 | 21,5 | 19,7 | 18 | 21,1 | 29,1 | 26,5 | 25 |

1.2. Uloga kupusa u prehrani ljudi

Kupus, kao i ostalo povrće ima vrlo važnu ulogu u ljudskoj prehrani, bilo to u svježem, prerađenom ili kuhanom obliku. Povrće sadrži puno vitamina, od kojih je vrlo bitan vitamin C (Tablica 6.).

Tablica 6. Sadržaj vitamina u kupusu (Parađiković, 2009.).

| mg/100 g zelene mase | Vitamin C | Karotin (provitamin A) | Vitamin B ₁ (tiamin) | Vitamin B ₂ (riboflavin) |
|-------------------------|-----------|---------------------------|------------------------------------|--|
| | 43 | 0,04 | 0,15 | 0,05 |

Osim vitamina, kupus sadrži i mineralne soli koje su bitne za normalnu izmjenu tvari u ljudskom organizmu (Tablica 7) (Parađiković, 2009.).

Tablica 7. Sadržaj mineralnih soli u kupusu (Parađiković, 2009.).

| % zelene mase | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO |
|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|------|------|
| | 0,08 | 0,27 | 0,10 | 0,06 | 0,02 |

1.3. Uzgoj kupusa

1.3.1. Temperature za uzgoj kupusa

Kupus (*Brassica oleracea var. capitata*) je kultura koja je prilagodljiva na razne uvjete za rast i razvoj, no najpovoljnija su područja s hladnijom klimom i povećanom vlagom. Kupus ima sjeme koje podnosi i niže temperature te i tada može proklijati, ali nešto sporije nego kod viših temperatura. Temperature povoljne za nicanje sjemena kupusa kreću se oko i tada nicanje traje do tjedan dana. Presadnice kupusa osjetljive su na temperature više od 30 °C, a optimalne temperature za nesmetan rast i razvoj su 15 – 20 °C. Niske temperature podnosi vrlo dobro te sam rast prestaje kada temperatura iznosi 0 °C. Ukoliko je kratko izložen, kupus može podnijeti temperature do -12 °C u početku formiranja glavice uz uvjet da nije došlo do naglog zahladnjenja nego je ono bilo postepeno. Ako dođe do nagle pojave izrazito niskih temperatura, glavice kupusa mogu biti potpuno uništene (Matotan, 2006.).

1.3.2. Zahtjevi za vodom

Kupus je kultura koja voli vlažnija područja te je opskrbljenost vodom vrlo važna kako bi se biljka normalno razvijala. Optimalna vlažnost tla za razvoj kupusa je oko 80 % vodnog kapaciteta tla. Ukoliko tijekom razvoja nema dovoljno vode, glavice su manje i voštana prevlaka na površini lista je veća što je nepoželjno kod kupusa koji se uzgaja za kiseljenje. Relativna vlaga zraka treba iznositi 85 – 90 %. U trenutku kada započne formiranje glavice, kupus ima najveće zahtjeve za vodom (Matotan, 2006.).

1.3.3. Tla pogodna za uzgoj kupusa

Kupus je kultura koja se može prilagoditi svim vrstama tala no preferira plodna tla koja imaju pH od 6,0 do 7,0. Sorte koje se uzgajaju u rano proljeće uspijevaju na lakšim i pjeskovitim tlima, a kasne sorte na tlima koja su teža te samim time i sadrže veću količinu vlage. Tla koja u sebi sadrže velike količine gline nisu pogodna za uzgoj kupusa (Matotan, 2006; Parađiković, 2009.).

1.3.4. Plodored i gnojidba

Kupus se uzgaja u plodoredu kako bi se smanjila mogućnost pojave bolesti ili štetnika. Predkulture koje pogoduju uzgoju kupusa su: rajčica, grašak, ječam, pšenica, lucerna i druge. Na istu površinu kupus treba posaditi tek nakon 3 godine. Također, obrada tla prije presađivanja kupusa utječe na daljnji rast i razvoj biljke, a osim agrotehničkih mjera,

potrebno je provesti i gnojidbu ukoliko je potrebno. Prije svake primjene gnojiva, potrebno je obaviti kemijsku analizu tla kako bi gnojidba bila provedena pravilno. Kupus iznosi velike količine hraniva iz tla, kao i ostalo povrće te ima velike potrebe za dušikom i kalijem, a na sam prinos utječe odnos sadržaja dušika, fosfora i kalija. Prevelik sadržaj N, a premali P i K uzrokuje pojavu malih glavica koje nemaju potrebnu čvrstoću kako bi se mogle plasirati na tržište i ostvariti očekivanu tržišnu vrijednost. Osnovna gnojidba srednje plodnih tala provodi se u jesen s naglašenim sadržajem P ili K u količini od 300 – 400 kg/ha, a u proljeće je moguće unijeti u tlo istu količinu gnojiva no u formulaciji 15:15:15. Prihrana se obavlja dušičnim gnojivima nakon presađivanja biljaka (Matotan, 2006; Parađiković, 2009.).

1.3.5. Sjetva i sadnja

Najčešći oblik uzgoja kupusa je iz presadnica, no moguće je posijati sjeme direktnom sjetvom u tlo. Presadnice koje se koriste za ranu proizvodnju se proizvode u prostorima gdje je moguće utjecati na uvjete za rast i razvoj kao što su klijašta, staklenici i plastenici, a one koje se koriste za kasnu proizvodnju mogu biti uzgajane i na otvorenom. Prije sjetve, tlo treba biti usitnjeno i blago navlaženo, a za proizvodnju presadnica visoke kvalitete potrebno je posijati sjeme u redove koji su udaljeni 10 cm. Biljke u redu trebaju biti na udaljenosti od oko 3 cm, a dubina sjetve treba biti do 2 cm. Početak proizvodnje presadnica započinje u ožujku ako se proizvode presadnice za proljetnu odnosno ranu proizvodnju, a u svibnju i lipnju za jesensku proizvodnju (Matotan, 2006.).

Kupus se može uzgajati u obliku presadnica u kontejnerima gdje svaka biljka ima jednak prostor za razvoj te se tako postiže ujednačen rast svih biljaka. Osim toga, supstrati koji se koriste u takvom uzgoju su sterilizirani i u sebi ne sadrže štetne kukce ili potencijalne uzročnike bolesti koje se javljaju u uzgoju kupusa. Biljke uzgojene na ovakav način mogu se presađivati s tim supstratom u kojemu su rasle, manja je mogućnost da biljka doživi stres pri presađivanju, presađivanje se može obavljati u bilo koje doba dana, a tlo može odstupati od optimalne vlažnosti. Presadnice kupusa iz kontejnerskog uzgoja daju veće i ranije prinose. Ovakav uzgoj čest je kod uporabe hibridnog sjemena koje ima veću cijenu i važno je da iz svakog sjemena izraste zdrava biljka visoke kvalitete. Kontejneri mogu biti od stiropora ili PVC-a (Matotan, 2006.).

U zaštićenim prostorima, presadnice se uzgajaju na temperaturama između 15 i 20 °C, potrebno ih je redovito kontrolirati, zalijevati po potrebi i prostor prozračivati, a postupno i otvarati na duža razdoblja kako bi se kupus mogao prilagoditi vanjskim uvjetima (Matotan, 2006.).

Kada dođe vrijeme za presađivanje, biljke treba postaviti na razmak između redova od 50 cm, a optimalan razmak u redu je 30 do 40 cm (rana, proljetna proizvodnja). Kod jesenske, kasne proizvodnje, razmak treba biti nešto veći, 70 cm između redova i 40 – 60 cm unutar reda (Matotan, 2006.).

1.3.6. Fertilizacija i fertigacija

Kupus se najčešće uzgaja na otvorenom polju te ako tlo nema sposobnost zadržavanja vlažnosti, odnosno ima više čestica pijeska, potrebno je provesti navodnjavanje. Uz navodnjavanje je tako moguće provesti i fertigaciju to jest navodnjavanje uz dodatak gnojiva. Kupus prosječno zahtjeva od 120 – 160 kg/ha N, 50 – 100 kg/ha P₂O₅ i 180 – 200 kg/ha K₂O. Fosfor je potreban biljci za što kvalitetnije formiranje glavica, nedostatak kalija uzrokuje nekrozu i smanjuje kvalitetu kupusa, a nedostatak dušika rezultira manjim prinosom (<http://www.haifa-group.com/fertilization-cabbage-and-cauliflower-open-field-1>).

Tablica 8. Preporučene količine gnojiva (<http://www.haifa-group.com/fertilization-cabbage-and-cauliflower-open-field-1>).

| Faza razvoja | Potrebna hraniva | | |
|----------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | kg/ha/dnevno | | |
| Od sadnje – 45. dana | 1,013 | 1,14 | 1,08 |
| 46. – 70. dan | 3,33 | 1,36 | 3,73 |
| Od 71. dana – berbe | 0,74 | 0,32 | 0,84 |

1.3.7. Berba

Berba kupusa započinje kada glavice postignu određenu čvrstoću, a mora se obavljati u vrijeme kada nema padalina jer se kupus teže skladišti ako su glavice vlažne. Berba se obavlja ručno, tako da se odsijeku glavice, a ako se obavlja na većoj površini berba je polumehanizirana, to jest, koristi se i stroj na koji se stavi odsječena glavica te se skladišti u sanduke. Prinosi se kreću od 40 – 80 t/ha, ovisno o sorti, hibridu, ali i uvjetima uzgoja. Glavice se mogu skladištiti maksimalno 6 mjeseci na temperaturi do 1 °C i RVZ od 95 % (Matotan, 2006.).

1.3.8. Sorte i hibridi

Sorte kupusa za ranu proizvodnju najčešće imaju kraću vegetaciju i manje glavice, dok se za jesensku proizvodnju koriste sorte duže vegetacije koje se kasnije koriste za kiseljenje. Sorte koje su najpoželjnije su one koje postižu željenu čvrstoću glavice, imaju tanje listove, a žile im ne smiju biti izražene. Sorte kupusa mogu imati različitu boju listova, tj. listovi mogu biti zeleni, zeleno – bijeli i ljubičasti. Kod uzgoja kupusa na većim površinama, u većem obujmu proizvodnje najčešće se koriste hibridi jer postižu ujednačen rast i veličinu glavice (Matotan, 2006.).

Na Sortnoj listi Republike Hrvatske objavljenoj 28. veljače 2017. godine bilo je 52 sorte bijelog kupusa, od kojih su 3 čuvane sorte; ogulinski, varaždinski i čepinski. Navedene sorte najčešće se koriste u prerađenom ukiseljenom obliku, iako se mogu konzumirati u svježem (<https://www.hcphs.hr>).

Neki od hibrida koji se uzgajaju u Hrvatskoj su: Gregorian F₁ Reaktor F₁, Farao F₁, Bravo F₁, Tiara F₁, Capture F₁ i drugi (<http://pseno.hr/nova-trgovina>).

Neke od sorata kupusa koje se mogu pronaći u Republici Hrvatskoj su: bijeli braunšvajski, bijeli kopenhaški, ditmar, polar, bijeli futoški, varaždinski, čepinski i drugi (<http://pseno.hr/nova-trgovina>).

Tiara F₁

Hibrid (Slika 1.) čija vegetacija traje oko 60 dana, ima vrlo veliku otpornost na procvjetavanje, a glavice mogu doseći težinu do 2kg.



Slika 1. Hibrid kupusa Tiara F₁

(Izvor: <http://pseno.hr/trgovina/sjeme/bejo-zaden/kupus-tiara-f1/>)

Farao F₁

Za ovaj hibrid karakterističan je okrugao oblik glavica (Slika 2.), a ima otpornost na pucanje glavica. One mogu težiti 1,5 – 2 kg, a uzgaja se za potrošnju u svježem obliku.



Slika 2. Hibrid kupusa Farao F₁

(Izvor: <http://pseno.hr/trgovina/sjeme/bejo-zaden/kupus-farao-f1-bejo/>)

Capture F₁

Vegetacija ovoga hibrida (Slika 3.) traje do 83 dana, glavice teže 2 – 3 kg i imaju plosnati oblik, mogu se koristiti za konzumaciju u svježem ili ukiseljenom obliku.



Slika 3. Hibrid kupusa Capture F₁

(Izvor: <http://pseno.hr/trgovina/sjeme/bejo-zaden/kupus-capture-f1/>)

Sir F₁

Hibrid vrlo visoke kvalitete, otporan na pucanje glavice. Glavica je okrugla a može biti teška 1 – 2 kg (Slika 4.).



Slika 4. Hibrid kupusa Sir F₁
(Izvor: <http://pseno.hr/trgovina/povrce/kupus/kupus-sir-f1/>)

Bravo F₁

Hibrid karakteristične plavo – zelene boje glavice (Slika 5.) koji se uzgaja u jesen, a može se konzumirati u svježem ili ukiseljenom obliku.



Slika 5. Hibrid kupusa Bravo F₁
(Izvor: <http://pseno.hr/trgovina/sjeme/kupus-bravo-f1/>)

Gregorian F₁

Hibrid čija vegetacija traje oko 70 dana, a berba od svibnja do srpnja. Listovi su tanki sa slabo izraženom lisnom nervaturom, plavkaste boje (Slika 6.). Ovaj hibrid pogodan je za rano kiseljenje glavica čija je težina 2 – 2,5 kg.



Slika 6. Hibrid kupusa Gregorian F₁
(Izvor: <http://pseno.hr/trgovina/povrce/kupus/kupus-kevin-f1/>)

Kevin F₁

Može se uzgajati na otvorenom ili u niskim tunelima, dužina vegetacije je oko 53 dana. Sadi se krajem zime i u rano proljeće, a glavice postiču težinu 0,8 – 1,5 kg.



Slika 7. Hibrid kupusa Kevin F₁
(Izvor: <http://pseno.hr/trgovina/povrce/kupus/kupus-kevin-f1/>)

Varaždinski kupus

Stara kasna sorta kupusa s dužinom vegetacije od oko 110 dana nakon presađivanja. Glavice imaju karakterističan plosnati oblik (Slika 8.), listovi su tanki i imaju slabo izraženu lisnu nervaturu. Težina glavice je u prosjeku oko 2 kg. Sadnja započinje u lipnju, a berba u listopadu. (<https://www.agroklub.com/povrcarstvo>)



Slika 8. Varaždinski kupus

(Izvor: <https://www.total-croatia-news.com/business/22551-varazdin-cabbage-and-slavonian-kulen-receive-eu-protection>)

Bijeli futoški domaći kupus

Kasna sorta kupusa (Slika 9.) okruglih glavica s dužinom vegetacije od 90 – 100 dana nakon presađivanja. Može se koristiti u svježem, kao i u ukiseljenom obliku.



Slika 9. Bijeli futoški domaći kupus

(Izvor: <https://www.agroklub.com/korisnici/karolina-tusek-13125/zid/7153/>)

2. PREGLED LITERATURE

Kao što je ranije navedeno, kupus nema velike zahtjeve prema tlu iako dobro reagira na gnojdbu stajskim gnojem te preferira plodna i prozračna tla. Kod kondicioniranja tla dobri rezultati su postignuti primjenom zeolita i njima sličnih proizvoda.

Ramesh i Reddy su objavili 2011. godine rad u kojem opisuju zeolite i njihovu potencijalnu ulogu u agronomiji. Zeoliti su otkriveni 1756. godine od strane švedskog znanstvenika koji je pronašao kristale u rudniku u Švedskoj. Prirodni zeoliti se stvaraju na mjestima gdje vulkanske stijene i talog pepela reagiraju s alkalnom vodom no oni su rijetko čisti, a češće zagađeni s drugim mineralima, metalima itd. Japanski poljoprivrednici su koristili zeolite kako bi kontrolirali sadržaj vlage u vulkanskim tlima i povećali pH vrijednost koja je bila kisele reakcije. U grupu zeolita pripada više od 50 različitih minerala i još ih ima puno neidentificiranih. Omjer silicija i aluminija je vrlo bitna karakteristika zeolita koji je obrnuto proporcionalan sa sadržajem kationa, a proporcionalan s termičkom stabilnosti. Kada se omjer poveća, površina se mijenja iz hidrofilne prema hidrofobnoj. Zeoliti su klasificirani prema odnosu silicija i aluminija: zeoliti s malim odnosom silicija i aluminija (1,0:1,5), zeoliti sa srednjim odnosom silicija i aluminija (2:5) i zeoliti s velikim odnosom silicija i aluminija (10: nekoliko tisuća). Zeolit koji se najčešće može pronaći u tlu nosi naziv klinoptilolit, a najčešće se koristi i u poljoprivredi kao kondicioner i kako bi omogućio što dužu retenciju dušika u tlu. Može se koristiti i pronaći u tlima široke pH vrijednosti, od blago kisele do vrlo alkalne. Klinoptilolit ima visoki kapacitet izmjene kationa (KIK) i veliki afinitet prema NH_4^+ ionima. Zeoliti su poželjni u poljoprivredi jer imaju veliku poroznost što uzrokuje retenciju vode, a čestice zeolita su vrlo sitne i lako ih je inkorporirati u tlo te visoki KIK zadržava hraniva.

Huang i Petrović (1994.) su otkrili da je primjena zeolita poboljšala retenciju NH_4^+ i K^+ iona u zoni korijena pogotovo u tlima gdje ima više čestica pijeska. Također, nitrifikacija se povećala, a ispiranje nitrata je bilo smanjeno.

Ferguson i Pepper (1987.) su utvrdili da zeolit klinoptilolit ima sposobnost fizički spriječiti amonijeve ione od nitrifikacije od strane mikroorganizama.

Prema Ramesh i Reddy (2011.), inkorporacija zeolita u tlo povećala je prinos rajčice, a osim toga, postoji mogućnost primjene sa sporo otpuštajućim gnojivima, insekticidima, fungicidima i herbicidima. Također se koriste za poboljšanje fizikalnih svojstava tala, prvenstveno na tlima s povećanim sadržajem pijeska, a manjim sadržajem gline. Ističu kako

Dodatak zeolita može povećati efikasnu upotrebu to jest usvajanje N te se najčešće zbog toga i koristi u agronomiji.

Dwairi (1998.) je utvrdio da zeolit pomiješan s dušikom, fosforom i kalijem poboljšava djelovanje tih komponenti djelujući kao sporo-otpuštajuće gnojivo.

Ramesh i Reddy (2011.) ističu kako se zeoliti mogu koristiti u razvoju dušičnih gnojiva koja bi se sporije otpuštala u tlo i tako bi se spriječilo moguće zagađenje tla nitratima, a povećalo iskorištenje samog gnojiva. Također, zeoliti mogu biti primijenjeni i na organska gnojiva, odnosno stajski gnoj. Potvrđeno je kako zeoliti mogu zadržati amonijev ion, bilo da se on nalazi u stajskom gnoju, kompostu ili gnojivima koja sadrže NH_4^+ . Tako se mogu spriječiti gubitci dušika iz gnojiva i zagađenje podzemnih voda to jest okoliša. Osim sposobnosti zadržavanja N, zeoliti stvaraju i mogućnost retencije vode raspoložive biljkama.

Prema Rehakova i sur. (2004.), zeoliti imaju potencijal za korištenje u poljoprivredi u obliku "nositelja" hraniva što bi rezultiralo sporijim otpuštanjem gnojiva u tlo, pa bi samim time ono bilo i iskoristivije te ne bi došlo do eventualnog ispiranja gnojiva i gubitaka. Osim za gnojiva, mogu se primijeniti za poboljšavanje svojstava tla i na tla koja su degradirana nepravilnom obradom.

Szeremnt i sur. (2014.) ističu kako zeoliti imaju jedinstvena fizikalna i kemijska svojstva kao što su visoka adsorpcijska sposobnost, razmjena iona i termička stabilnost te se mogu upotrebljavati u proizvodnji mineralnih gnojiva. Tvrde kako dodatak zeolita poboljšava rast i razvoj biljaka te biološku aktivnost u tlu.

Prema Mumptonu (1985.), zeoliti koji su velik broj godina korišteni u poljoprivredi u Japanu, postaju predmet istraživanja u Sjedinjenim Američkim Državama kao aditiv za kontrolu vlažnosti u tlima koja su siromašna glinom te kao „klopke“ za teške metale kao i za bolje i sporije otpuštanje gnojiva u tlo. Tvrde kako zeoliti zadržavaju vodu u tlu te tako pomažu u kontroli vlažnosti, a istraživanja su provedena i na čistim zeolitima i zeolitima koji su tretirani s hranivima kao što su kalij i dušik. Ističe mogućnost zeolita da zadržavaju hranjive elemente u svojoj strukturi kroz duži period čime povećavaju efikasnost gnojidbe i smanjuju ukupni trošak gnojidbe. Smatra kako se optimalna količina zeolita koje treba dodati u tlo mora odrediti za svaku vrstu zasebno pritom obrađujući pozornost na tip tla.

2.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak tretmana s Rivergreen – om® na rast i razvoj presadnica kupusa. Rivergreen® je novi hrvatski proizvod dobiven mljevenjem i tribomehaničkom aktivacijom kamenog sedimenta rijeke Drave podrijetlom iz Alpa.

3. MATERIJALI I METODE

Metoda rada: Sjetva i praćenje rasta kupusa do faze proizvodnje presadnica te mjerenje svih morfoloških parametara presadnica nakon završetka pokusa.

Istraživanje je provedeno tijekom 2018. godine na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek (FAZOS) u laboratoriju za Povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito i začinsko bilje. Za istraživanje je korišteno sjeme kupusa, sorti Varaždinski (Slika 11.) i Bijeli futoški domaći kupus (Slika 10.) koji se koriste za preradu kupusa u ukiseljeni oblik. Osim sjemena korišteni su sljedeći proizvodi, pribor i potrošni materijal:

- Supstrat Potgrond P (Klasmann)
- Rivergreen®
- kristaloni
- stiroporske plitice
- kanta za vodu
- posuda za supstrat i Rivergreen®
- vaga
- boca štrcaljka 1000ml
- filter papir
- klima komora
- škare
- ravnalo

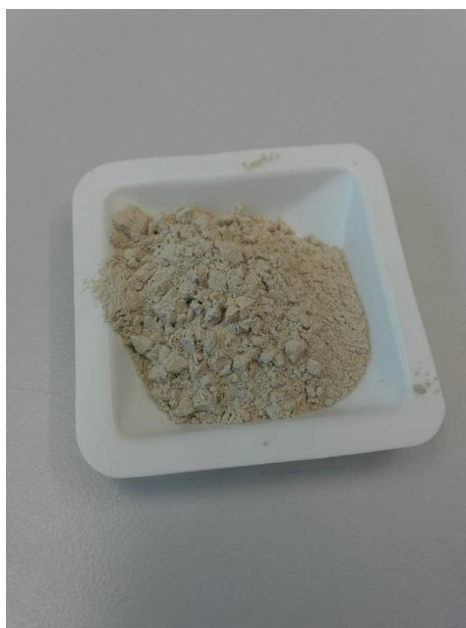


Slika 10. Sjeme sorte Kupus bijeli futoški domaći
(Izvor: original)



Slika 11. Sjeme sorte Varaždinski kupus
(Izvor: original)

Korišten je supstrat marke Klasman Potgrond P i pripravak Rivergreen® (Slika 12.) tj. anorgansko mineralno gnojivo prirodnog podrijetla ili kameno brašno. To je inovativan proizvod dobiven mljevenjem sedimenta podrijetlom iz Alpa, a izvađen iz rijeke Drave na području Međimurja. Nakon selekcije obavlja se mljevenje te se materijal dodatno obrađuje tribomehaničkom aktivacijom (Slika 12.).



Slika 12. Rivergreen®
(Izvor: original foto)

Proizvod Rivergreen® sadrži najviše silicija, kao i zeolitni pripravci koji se primjenjuju u poljoprivredi. U tablici 9 je prikazan kemijski sastav Rivergreen-a®. Kemijska analiza je obavljena u Naftno kemijskom laboratoriju pri Zavodu za ispitivanje kvalitete (ZIK) u Sisku te je ista ustupljena od strane dobavljača.

Tablica 9. Izvješće o ispitivanju anorganskog mineralnog hraniva Rivergreen®

| Značajka kakvoće | Mjerna jedinica | Metoda ispitivanja | Izmjerena vrijednost | Deklarirana vrijednost |
|--|-----------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------|
| CaO % | % m/m | EC 2003/2003 Metoda 8.1 i 8.6 | 9,55 | 8,91 |
| MgO % | % m/m | EC 2003/2003 Metoda 8.1 i 8.7 | 6,56 | 6,03 |
| Fe ₂ O ₃ | % m/m | Vlastita metoda | 1,205 | 1,239 |
| Al ₂ O ₃ | % m/m | Vlastita metoda | 3,67 | 5,52 |
| SiO ₂ | % m/m | Vlastita metoda | 58,8 | 58,00 |
| Na ₂ O – ukupni | % m/m | EC 2003/2003 Metoda 8.10 | 0,85 | 0,80 |
| P ₂ O ₅ – ukupni | % m/m | EC 2003/2003 Metoda 3.1.6 i 3.2 | 0,186 | 0,190 |
| K ₂ O – ukupni | % m/m | Vlastita metoda | 1,24 | 1,22 |
| Zn – ukupno | mg/kg | ICP – OES | 17,68 | 18,90 |
| Cu – ukupno | mg/kg | ICP – OES | 9,53 | 9,25 |
| Ni – ukupno | mg/kg | ICP – OES | 1,53 | 3,91 |
| Cd – ukupno | mg/kg | ICP – OES | < 0,05 | 0,1590 |
| Pb – ukupno | mg/kg | ICP – OES | 2,13 | 2,33 |
| Cr – ukupno | mg/kg | ICP – OES | 5,18 | 8,20 |
| Hg – ukupno | mg/kg | ICP – OES | < 0,05 | < 0,05 |
| Suha tvar (105 °C) | % m/m | HRN EN 12880 | 99,24 | |

Najsličnije gnojivo ili kondicioner koji se može pronaći u Republici Hrvatskoj nosi naziv Megagreen®. Megagreen® je prirodno mineralno gnojivo koji se proizvodi u Hrvatskoj od minerala kalcita. Koristi se u proizvodnji povrćarskih i ratarskih kultura, certificiran je kao ekološko sredstvo, a neke od karakteristika ovog gnojiva su:

- Veći prinosi
- Intenzivniji okusi i mirisi plodova
- Kraća vegetacija
- Brzo dozrijevanje plodova
- Stvara povećanu otpornost biljaka
- Smanjene upotrebe pesticida – primjena uzrokuje repelentan učinak na kukce
- Duže skladištenje
- Nema karencu

Megagreen® se primjenjuje u količini od oko 2 kg/ha, a može se pronaći u pakiranju od 0,25 kg, 1 kg, 5 kg, 10 kg i 30 kg. Primjena se treba vršiti 2 – 4 puta tijekom vegetacije s razmakom od 10 – 15 dana između svake primjene. (<http://velebitagro.hr/poljoprivreda/folijarna-prihrana/megagreen>)

3.1. Postavljanje pokusa

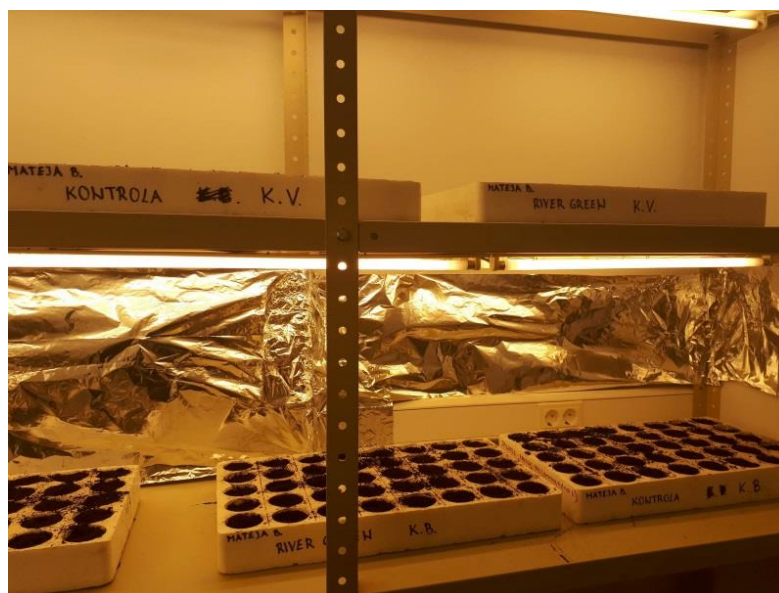
Sjeme je posijano u polistirenske kontejnere sa 40 sjetvenih mjesta. Prethodno, kontejneri su napunjeni supstratom Potground P (Klasmann). Obje sorte kupusa su posijane u netretirani supstrat i tretirani supstrat. Tretman supstrata podrazumijeva primjenu tj. miješanje supstrata s proizvodom Rivergreen® (Slika 13.) u koncentraciji 0,2 % tj. na 20 kg supstrata je dodano 400 g Rivergreen-a®. Miješanje je obavljeno ručno. Nakon miješanja, supstratna mješavina je dodatno navlažena do optimalne vlažnosti.



Slika 13. Dodavanje i miješanje Rivergreen-a®
(Izvor: original foto)

Svaka sorta kupusa je posijana u dva polistirenska kontejnera što podrazumijeva jedan kontejner napunjen netretiranim supstratom i jedan kontejner s tretiranim supstratom. Prema tome, svaki kontejner je predstavljao varijantu tretmana s 4 ponavljanja s 10 biljaka po ponavljanju. Pri sjetvi, u svako sjetveno mjesto je položeno tri sjemenke jer se radilo o prirodnom i netretiranom sjemenu, a nakon nicanja je provedeno prorjeđivanje po potrebi. Nakon sjetve je provedeno dodatno zalijevanje te su kontejneri postavljeni na stalno mjesto

uzgoja u kontroliranim uvjetima (walk-in komora). U klima komori je bila podešena temperatura na 23 °C tijekom dana te 19 °C tijekom noći u režimu 16h dan (aktivno osvjetljenje) i 8h noć (Slika 14.).



Slika 14. Postavljanje pokusa u klima komoru
(Izvor: original)

Tijekom provedbe pokusa je redovito vršena kontrola biljaka te su biljke svakodnevno zalijevane. Zalijevanje je obavljeno s običnom vodom ili vodom u kojoj je otopljen Rivergreen® u koncentraciji 0,25 %. Također, presadnice kupusa su prihranjene s kristalonskim gnojivom formulacije 20:20:20+ME (Novalon) u koncentraciji 0,30 %. Pokus je postavljen 19.3.2018., a završen je 24.4.2018.

Uzorkovanje svih biljaka je obavljeno na zadnji dan istraživanja (Slika 15 i 16) te su izmjereni sljedeći parametri: visina stabljike do prvog grananja (do prvog lista), broj listova po biljci, dužina i širina listova te svježa i suha masa nadzemnog dijela presadnica. Mjerenja su obavljena preciznim metrom ili laboratorijskom vagonom KERN & SOHN.

Prije mjerenja suhe mase, uzorci su osušeni u sušioniku na 70 °C do konstante mase.

Nakon prikupljanja svih podataka, isti su statistički obrađeni programskim paketom SAS 9.1 (New York, Carry Inc.). Razlike između tretmana su uspoređene pomoću Fisher-ovog LSD testa na razini signifikantnosti od 0,05.



Slika 15. Završetak istraživanja – Kupus bijeli futoški domaći
(Izvor: original)



Slika 16. Završetak istraživanja – Varaždinski kupus
(Izvor: original)

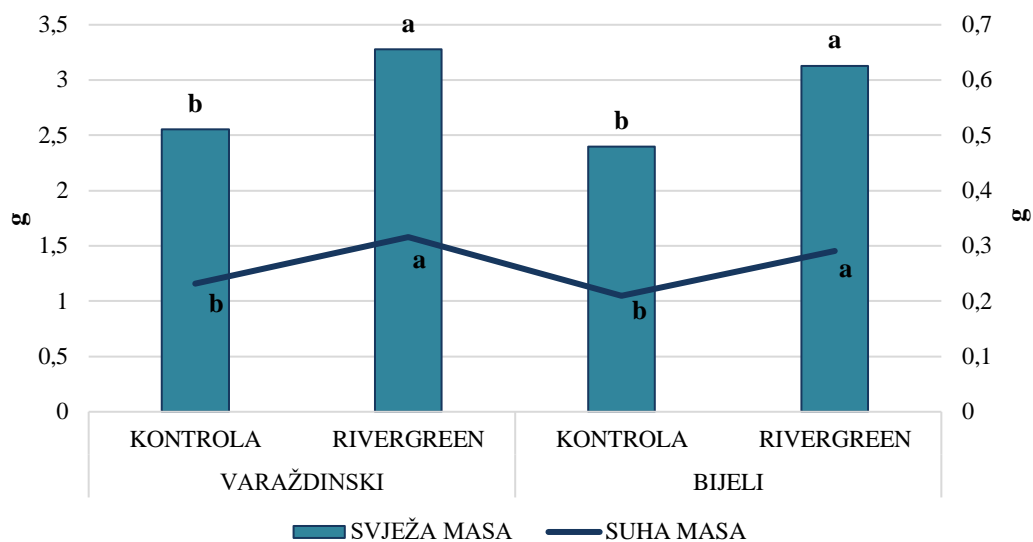
4. REZULTATI

Nakon mjerenja, podatci su statistički obrađeni, a detaljni rezultati mjerenja i prosječne vrijednosti mjerenih parametara prikazani su u tablici 10. Najveća statistička razlika između kontrolnih i tretiranih presadnica zabilježena je kod svježe i suhe mase nadzemnog dijela i to kod obje sorte. Suprotno, visina biljaka nije bila pod značajnim utjecajem tretmana s Rivergreen-om® dok je zabilježena statistički značajna razlika u broju listova kod sorte Bijeli futoški domaći, a kod sorte Varaždinski u dužini listova.

Tablica 10. Rezultati mjerenja i prosječne vrijednosti mjerenih parametara kod kupusa

| Tretman | Sorta | Svježa masa (g) | Suha masa (g) | Broj listova | Dužina lista (cm) | Širina lista (cm) | Visina stabljike (cm) |
|----------------|-----------------------------|-----------------|---------------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| Kontrola | Varaždinski | 2,876 | 0,252 | 4,750 | 7,450 | 4,345 | 2,050 |
| | | 2,876 | 0,263 | 4,250 | 8,414 | 4,788 | 1,650 |
| | | 2,325 | 0,202 | 4,500 | 7,593 | 4,511 | 2,375 |
| | | 2,135 | 0,210 | 4,250 | 7,163 | 4,566 | 2,100 |
| Prosjek | | 2,553 | 0,232 | 4,438 | 7,655 | 4,553 | 2,044 |
| Rivergreen | Varaždinski | 3,208 | 0,336 | 4,500 | 8,410 | 4,725 | 2,050 |
| | | 3,460 | 0,328 | 5,000 | 8,010 | 4,619 | 1,650 |
| | | 3,603 | 0,317 | 4,500 | 9,148 | 5,104 | 2,375 |
| | | 2,843 | 0,283 | 5,000 | 8,207 | 4,564 | 2,100 |
| Prosjek | | 3,279 | 0,316 | 4,750 | 8,444 | 4,753 | 2,044 |
| Kontrola | Kupus bijeli domaći futoški | 2,263 | 0,208 | 4,500 | 7,753 | 4,356 | 2,475 |
| | | 2,496 | 0,208 | 4,250 | 7,897 | 4,621 | 2,150 |
| | | 2,699 | 0,230 | 3,750 | 9,458 | 4,977 | 1,875 |
| | | 2,136 | 0,193 | 4,000 | 9,156 | 4,713 | 2,400 |
| Prosjek | | 2,399 | 0,210 | 4,125 | 8,566 | 4,667 | 2,225 |
| Rivergreen® | Kupus bijeli domaći futoški | 3,815 | 0,402 | 4,750 | 8,448 | 4,946 | 2,500 |
| | | 2,819 | 0,256 | 4,750 | 8,072 | 4,610 | 2,500 |
| | | 2,846 | 0,247 | 4,000 | 7,988 | 4,406 | 3,250 |
| | | 3,038 | 0,258 | 4,500 | 8,715 | 4,892 | 2,700 |
| Prosjek | | 3,130 | 0,291 | 4,500 | 8,306 | 4,714 | 2,738 |

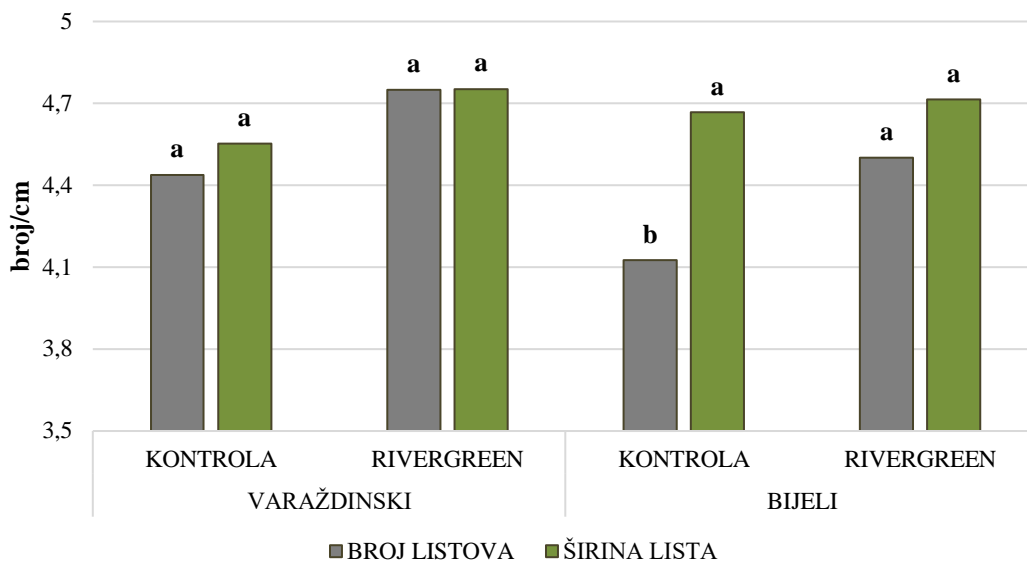
Svježa i suha masa nadzemnog dijela kupusa sorte Varaždinski su bile pod značajnim utjecajem tretmana s Rivergreen-om® te je utvrđena značajno veća ($p=0,05$) svježa i suha masa nadzemnog dijela kod tretiranih biljaka (Grafikon 1.). Također, isti trend je zabilježen kod sorte Bijeli futoški domaći (Grafikon 1.).



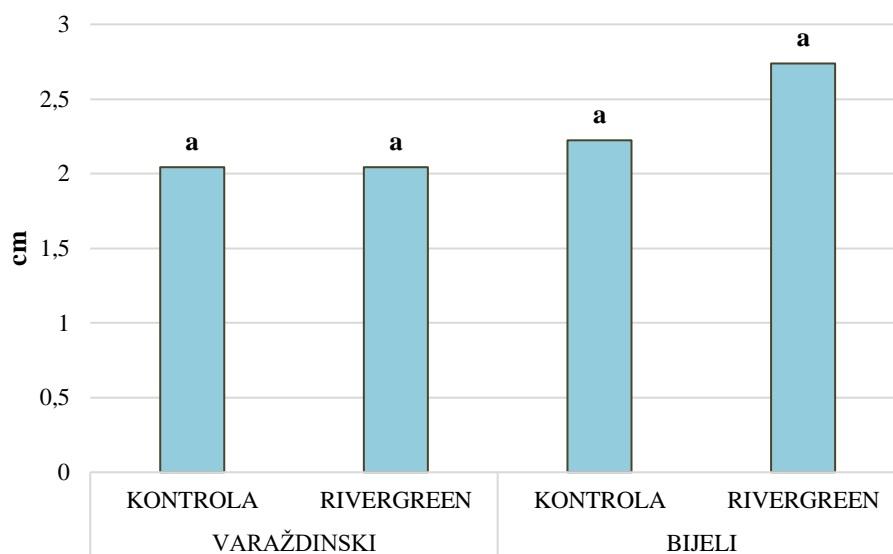
Grafikon 1. Utjecaj tretmana s Rivergreen-om® na svježju i suhu masu nadzemnog dijela kupusa. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se statistički značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).

Statistički značajna razlika je zabilježena u broju listova i to kod sorte Bijeli futoški domaći gdje je značajno veći ($p=0,05$) broj listova bio kod biljaka tretiranih s Rivergreen-om® u usporedbi s kontrolnim biljkama. Kod sorte Varaždinski nije bilo razlike u širini listova između tretmana. Što se tiče širine listova, kod obje sorte nije zabilježen značajan utjecaj tretmana (Grafikon 2.).

Visina stabljike presadnica kupusa do prvog grananja obje sorte nije bila pod značajnim utjecajem tretmana s Rivergreen-om® iako je kod sorte Bijeli futoški domaći izmjerena prosječno viša stabljika kod tretiranih biljaka (Grafikon 3.).



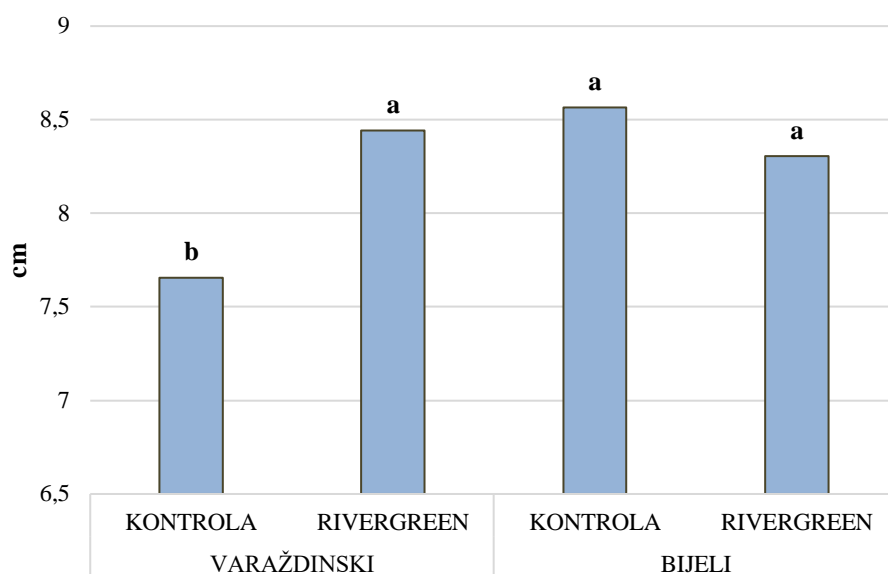
Grafikon 2. Utjecaj tretmana s Rivergreen®-om na broj i širinu listova presadnica kupusa. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se statistički značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).



Grafikon 3. Utjecaj tretmana s Rivergreen®-om na visinu stabljike presadnica kupusa. Vrijednosti obilježene s istim slovima ^a se statistički značajno ne razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).

Dužina lista presadnica kupusa je bila pod značajnim utjecajem tretmana s Rivergreen-om®, ali samo kod sorte Varaždinski te su izmjereni značajno duži ($p=0,05$)

listovi kod tretiranih biljaka. Kod sorte Bijeli futoški domaći nije bilo statistički značajne razlike u dužini lista iako su kod kontrolnih biljaka listovi bili nešto duži (Grafikon 4.).



Grafikon 4. Utjecaj tretmana s Rivergreen®-om na dužinu lista presadnica kupusa. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se statistički značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).

5. RASPRAVA

Provedenim istraživanjem utvrđeno je da Rivergreen® ima utjecaj na masu obje istraživane sorte kupusa te na broj listova sorte Bijeli futoški domaći kupus kao i na dužinu listova sorte Varaždinski.

Prema Qin i sur. (2016.), suha masa kineskog kupusa bila je značajno veća u slučaju dodatka zeolita što je u skladu s rezultatima dobivenim u ovom našem istraživanju gdje je utvrđena značajno veća suha masa presadnica kupusa kod biljaka tretiranih s Rivergreen®-om. Kemijskom analizom je utvrđeno da je *Rivergreen*® vrlo sličnog sastava kao i različiti proizvodi na bazi zeolita.

Prema kemijskom sastavu i fizikalnim svojstvima, Rivergreen® i Megagreen® su srodni proizvodi. U istraživanju Dudaš i sur. (2016.), kod salate (*Lactuca sativa* var. *capitata*) koja je tretirana s Megagreen®-om zabilježena je značajno veća visina biljaka u odnosu na kontrolu. Međutim, u našem istraživanju tretman nije značajno utjecao na visinu stabljike kod obje sorte kupusa. Osim visine, statistički značajna razlika zabilježena je i u broju listova te masi glavica salate u odnosu na kontrolu. Slični rezultati su zabilježeni u našem istraživanju jer se javila statistički značajna razlika u broju listova kod sorte Bijeli futoški domaći pod utjecajem tretmana s Rivergreen-om® u usporedbi s kontrolnim biljkama.

Pozitivan učinak tretmana s Megagreen®-om utvrđen je i u istraživanju Horvat i sur. (2012.) gdje najveći prinos gomolja krumpira bio zabilježen kod biljaka tretiranim s Megagreen®-om. U istom istraživanju, najbolji učinak je imao folijarni tretman s navedenim proizvodom.

Azarpour i sur. (2011.) proveli su istraživanje u kojemu su proučavali utjecaj primjene zeolita i gnojidbe dušikom na prinos mletačkog graha (*Vigna unguiculata* L. War.). Utvrdili su da je najveći prinos sjemena, broj mahuna po biljci, broj sjemenki u mahuni, visina biljke, dužina mahuna te masa 1000 sjemenki bio kod biljaka tretiranih sa zeolitima. Također, prinos i visina mletačkog graha su bili još veći u slučaju dodatka zeolita u kombinaciji s dušičnim gnojivom. U ovom istraživanju zeoliti su imali utjecaj na velik broj mjerenih parametara što nije slučaj u našem istraživanju gdje je prisutnost Rivergreen®-a utjecala na suhu i svježnu masu obje sorte, broj listova jedne i dužinu listova druge sorte, dok nije imala nikakav utjecaj na visinu biljke što upućuje na to da je odgovor biljke na tretman ovisan o vrsti.

Abda i sur. (2006.) istraživali su utjecaj prirodnog zeolita na rast i cvatnju jagode (*Fragaria x ananassa* Duch.) i došli su do spoznaje da je aplikacija zeolita uz gnojdbu uvelike utjecala na rast biljke te da je površina lista i dužina peteljke bila znatno veća. Povećanjem sadržaja zeolita u supstratu, povećana je i masa ploda. Osim mase ploda, došlo je do povećanja suhe i svježje mase izdanka (mladice). Osim navedenog, primjena zeolita povećala je i sadržaj mineralnih elemenata kao što su N, P i K. U našem istraživanju, mase kod obje sorte su također bile značajno veće uslijed tretmana sa Rivergreen-om®, no nije došlo do povećanja visine stabljike, to jest rasta biljke kao što je bio slučaj kod jagode u navedenom istraživanju.

Böhme i Hoang (1997.) proveli su istraživanje u hidroponskom uzgoju rajčice gdje je vrlo bitno uravnotežiti ishranu biljke. Utvrdili su da zeolit ima pozitivne učinke na svježju masu biljaka što se može povezati sa našim istraživanjem u kojem je masa presadnica bila pod utjecajem Rivergreen®-a te je bila značajno veća u odnosu na masu kontrolnih biljaka.

Zahedi i sur. (2009.) istraživali su utjecaj tretmana tla sa zeolitom i folijarne primjene selena na prinos tri vrste sorte uljane repice (Zarfam, Sarigol i Okapi) u uvjetima suše. Zeolit je primijenjen u količini od 10 t/ha, a rezultati su pokazali znatnu razliku između tretiranih i netretiranih biljaka. U istom istraživanju je utvrđeno da tretman sa zeolitom povećava visinu biljke, broj mahuna po biljci, broj sjemenki po mahuni i prinos sjemena. U našem istraživanju je također utvrđeno pozitivno djelovanje proizvoda Rivergreen® na rast i razvoj presadnica kupusa.

Aghaalikhani i sur. (2011.) proveli su pokus gdje su proučavali utjecaj zeolita na prinos i druge komponente prinosa uljane repice i došli do zaključka da je visina biljke bila pod utjecajem zeolita te pozitivan učinak zeolita može biti pripisan sposobnosti zeolita da apsorbira dušik, što se ne poklapa s rezultatima dobivenim u provedenom istraživanju s dvije sorte kupusa gdje visina stabljike nije bila pod utjecajem tretmana s Rivergreen®-om koji je po kemijskom sastavu sličan zeolitu. Zajednička primjena dušika i zeolita utječe na povećanje broja grana na biljci. Masa 1000 sjemenki nije bila pod utjecajem tretmana sa dušikom i zeolitom. Ukupna suha masa bila je veća kod primjene dušika i zeolita, kao i broj mahuna po m². Primjena zeolita uzrokovala je poboljšanu vododržnost pjeskovitog tla te je na kraju ostvaren značajno veći prinos zrna uljane repice (Aghaalikhani i sur., 2011.).

Prema Ozbahce i sur. (2014.) primjena samih zeolita i zeolita u kombinaciji s navodnjavanjem ima značajan utjecaj na prinos graha (*Phaseolus vulgaris* L.). Zeoliti su poboljšali usvajanje hraniva te je u biljkama utvrđen povećan sadržaj N, K, Zn, Mn i Cu. U našem istraživanju biljni materijal nije podvrgnut analizi elementarnog sastava, ali je uočeno

intenzivnije zeleno obojenje listova što upućuje na veći sadržaj klorofila i bolju opskrbljenost biljke s dušikom (Slika 15. i 16.).

Leggo i sur. (2005.) proveli su istraživanje u kojemu su koristili zeolite u kombinaciji s pilećim gnojem te su u takav supstrat zasijali jaru pšenicu (*Triticum aestivum* L., cv. *Red Fife*) i ljulj (*Lolium perenne* L.). Utvrdili su da je suha masa biljaka bila značajno veća u navedenom supstratu te da biljke pozitivno reagiraju na tretman sa zeolitom. Također, navedeni rezultati mogu se povezati s rezultatima dobivenim u našem istraživanju jer je svježja i suha masa kod obje sorte tretirane s Rivergreen®-om bila veća u odnosu na kontrolne biljke (Grafikon 1).

Noori i sur. (2006.) zasijali su rotkvicu (*Raphanus sativus* L.) u supstrat obogaćen zeolitima te su utvrdili da je svježja masa bila značajno veća u takvom supstratu u odnosu na kontrolu. Slični rezultati utvrđeni su i u našem istraživanju (Grafikon 1). Također, ističu kako je prirodni zeolit (klinoptilolit) poboljšao kvalitetu tla i povećao kvalitetu prinosa.

Kocar (2012.) je istraživao utjecaj kombinacije goveđeg stajnjaka i zeolita na rast i razvoj te prinos uljane repice. Rezultati su pokazali da aplikacija navedenog gnojiva u kombinaciji sa zeolitom ima pozitivan učinak na istraživane parametre kod uljane repice. Biljke su bile više kao i sam prinos, no u našem istraživanju nije bilo razlike u visini stabljike do prvog grananja između kontrolnih biljaka i biljaka tretiranih s Rivergreen®-om iako je porast bio značajno veći (Grafikon 1., Slika 15. i 16.).

Zeljković i sur. (2017.) proveli su istraživanje na reznicama surfinije koje su bile posijane u čistom supstratu i supstratu sa zeolitom (70 % supstrata i 30 % zeolita). Izvršili su mjerenja visine biljke, broja listova, cvjetova i bočnih izdanaka te promjer biljaka. Mjerenja su pokazala da je visina biljaka bila pod utjecajem tretmana sa zeolitom, za razliku od istraživanja koje smo mi proveli gdje visina biljaka kupusa nije pokazivala značajne razlike između tretmana. Broj listova surfinije nije bio pod utjecajem tretmana sa zeolitima za razliku od rezultata dobivenih u našem istraživanju gdje se pojavila značajna razlika u broju listova kod kupusa Bijeli futoški domaći te je veći broj listova zabilježen kod biljaka tretiranih s proizvodom Rivergreen® (Grafikon 2.).

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovoga istraživanja bio je odrediti učinak tretmana s Rivergreen®-om na rast i razvoj presadnica kupusa (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*).

Nakon provedenog istraživanja doneseni su sljedeći zaključci:

1. Svježa i suha masa nadzemnog dijela presadnica kupusa sorte Varaždinski su bile pod značajnim utjecajem tretmana s Rivergreen®-om. Obje mase su bile veće u supstratu koji je u sebi sadržavao Rivergreen®. Također, svježa i suha masa nadzemnog dijela presadnica sorte Bijeli futoški domaći kupus bile su značajno veće pri tretmanu s Rivergreen®-om. Može se zaključiti kako tretman s Rivergreen®-om pozitivno utječe na rast i razvoj tj. povećanje biomase presadnica kupusa.

2. Broj i širina listova sorte Varaždinski kupus nisu bili pod utjecajem tretmana s Rivergreen®-om.

3. Broj listova sorte Bijeli futoški domaći kupus bio je znatno manji u kontroli u odnosu na tretman s Rivergreen®-om. Širina listova ove sorte nije bila pod utjecajem navedenog tretmana. Iz navedenog proizlazi da Rivergreen® ima utjecaj na povećanje broja listova što ovisi o sorti kupusa.

4. Tretman s Rivergreen®-om nije utjecao na visinu stabljike do prvog grananja kod obje istraživane sorte.

5. Sorta Varaždinski kupus razvila je duže listove u slučaju tretmana s Rivergreen®-om iz čega se može pretpostaviti da Rivergreen® ima utjecaj na povećanje dužine lista što također ovisi o sorti.

6. Dužina lista kod sorte Bijeli futoški domaći kupus nije bila pod utjecajem tretmana s Rivergreen®-om.

7. POPIS LITERATURE

1. Abdi Gh., Khosh – Khui M, Eshghi S. (2006.): Effects of Natural Zeolite on Growth and Flowering of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *International Journal of Agriculture Research*, 1(4): 384 – 389.
2. Aghaalikhani M., Gholamhoseini M., Dolatabadian A., Khodaei . Jaghan A., Asilan K. S. (2011.): Zeolite influences on nitrate leaching, nitrogen - use efficiency, yield and yield components of canola in sandy soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(10): 1149–1169.
3. Azarpour E., Motamed M. K., Moraditochae M and Bozorgi H. R. (2011.): Effects of Zeolite Application and Nitrogen Fertilization on Yield Components of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *World Applied Sciences Journal*, 14(5): 687-692.
4. Böhme M., Hoang T. L. (1997.): Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants. *Acta. Hort.*, 450: 161-168.
5. Dudaš S., Šola I., Sladonja B., Erhatic R., Ban D., Poljuha D. (2016.): The effect of biostimulant and fertilizer on "low input" lettuce production. *Acta Bot. Croat*, 75(2): 253–259.
6. Dwairi, J. M. (1998.): Evaluation of Jordanian zeolite tuff as a controlled slow-released fertilizer for NH_4^+ *Environmental Geology*, 34(1): 1 – 4.
7. Ferguson G. A., Pepper I. L. (1987.): Ammonium Retention in Sand Amended with Clinoptilolite. *Soil Science Society of America Journal* 51(1): 231-234.
8. Horvat T., Poljak M., Lazarević B., Svečnjak Z., Halilović S., Karažija T.: Utjecaj folijarnih gnojiva na prinos i strukturu prinosa gomolja krumpira (*Solanum tuberosum* L.). *Glasnik zaštite bilja* 3/2012.
9. Huang Z. T., Petrovic A. M. (1994.): Clinoptilolite zeolite influence on nitrate leaching and nitrogen use efficiency in simulated sand based golf greens. *Journal of Environmental Quality*, 23(6): 119 - 1194.
10. Kocar G. (2011.): The use of anaerobically digested slurry combined with natural zeolite for rapeseed production. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, 30(1): 545-552.
11. Leggo P. J., Ledésert B., Christie G. (2005.): The role of clinoptilolite in organo-zeolitic-soil systems used for phytoremediation. *Science of the Total Environment*, 363 (1-3): 1 – 10.

12. Matotan Z. (2006.): Tehnologija proizvodnje i sortiment kupusnjača. Glasnik zaštite bilja 29(4): 4-34.
13. Mumpton F. A. (1985.): Using Zeolites in Agriculture. Department of the Earth Sciences State University College Brockport, NY 14420
14. Noori M., Zendeheh M., Ahmadi A. (2006.): Using natural zeolite for improvement of soil salinity and crop yield. Toxicological and Environmental Chemistry 88(1): 77-84.
15. Ozbahce A., Fuat Tari A., Gönülal E., Simsekli N., Padem H. (2014.): The effect of zeolite applications on yield components and nutrient uptake of common bean under water stress. Archives of Agronomy and Soil Science, 61(5): 615-626.
16. Parađiković N. (2009.): Opće i specijalno povrćarstvo. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
17. Ramesh K., Reddy D. D. (2011.): Zeolites and their potential uses in agriculture. Advances in Agronomy, Volume, 113: 215-236.
18. Reháková M., Čuvanová S., Dzivák M., Rimár J., Gaval'ová (2004.): Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of clinoptilolite type. Current Opinion in Solid State and Materials Science, 8(6): 397-404.
19. Szerement J., Ambrożewicz – Nita A., Kędziora K., Piasek J. (2014.): Use of zeolite in agriculture and environmental protection, Department of Physical Chemistry of Porous Materials, 781: 172-177.
20. Qin YL, Xiong SJ, Xu WH, Zhao WY, Wang WZ, Chen YQ, Chi SL, Chen XG, Zhang JZ, Xiong ZT, Wang ZY, Xie DT (2016.): Effect of Nano Zeolite on Chemical Fractions of Cd in Soil and Uptake by Chinese Cabbage at Different Soil pH and Cadmium Levels, Huan Jing ke Xue 37(10): 4030-4043.
21. Zahedi H., Noormohammadi G., Rad A. H. S., Habibi D., Boojar M. M. A. (2009.): The effect of zeolite and foliar applications of selenium on growth, yield and yield components of three canola cultivars under drought stress. World Applied Sciences Journal 2009, 7(2): 255-262.
22. Zeljković S, Šušak U., Parađiković N., Davidović Gidas J., Tkalec M., Todorović V. (2017.): Primjena zeolita, kao kondicionera supstrata u proizvodnji presadnica surfinije (*Petunia hybrida* Juss.). Zbornik radova 52. hrvatskog i 12. međunarodnog simpozija agronoma, 290-293.

Internet stranice:

1. <http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/horticulture/vegetables/vegetables-a-z/cabbage-growing> (21. srpanj 2018.)
2. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf (21. srpanj 2018.)
3. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2012/sljh2012.pdf (26. srpanj 18.)
4. <https://www.hcphs.hr/wp-content/uploads/2017/02/SORTNA-LISTA-REPUBLIKE-HRVATSKE-28.2.2017.pdf> (30. srpnja, 2018.)
5. <https://www.total-croatia-news.com/business/22551-varazdin-cabbage-and-slavonian-kulen-receive-eu-protection> (2. kolovoz 18.)
6. <http://www.haifa-group.com/fertilization-cabbage-and-cauliflower-open-field-1> (3. kolovoz 18.)
7. <http://velebitagro.hr/poljoprivreda/folijarna-prihrana/megagreen-2/> (3. kolovoz 2018.)
8. <http://www.zzjzpgz.hr/nz/17/kupus.htm> (20. kolovoz 2018.)

8. SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak tretmana s Rivergreen – om® na rast i razvoj presadnica kupusa. Rivergreen® je novi proizvod dobiven mljevenjem i tribomehaničkom aktivacijom kamenog sedimenta rijeke Drave. U istraživanju je korišteno sjeme kupusa sorti Varaždinski i Bijeli futoški domaći te je praćen rast i razvoj kupusa do faze presadnica. Nakon sjetve, biljke su rasle u klima komoru sa 16h svjetlosti i 8h tame. Izmjereni su pojedini morfološki parametri presadnica nakon završetka pokusa i to visina stabljike, broj, dužina i širina listova kao i svježa i suha masa nadzemnog dijela. Nakon obrade podataka utvrđeno je da su svježa i suha masa obje sorte bile značajno veće kod biljaka tretiranih s Rivergreen®-om. Visina stabljike do prvog grananja kod obje sorte nije bila pod utjecajem tretmana s Rivergreen – om® kao ni broj i širina listova sorte Varaždinski kupus. Broj listova sorte Bijeli futoški domaći bio je pod utjecajem tretmana te je bio značajno veći kod tretiranih presadnica. Širina listova navedene sorte nije bila pod utjecajem tretmana. Sorta Varaždinski kupus razvila je značajno duže listove u slučaju tretmana s Rivergreen®-om dok tretman s Rivergreen®-om nije utjecao na dužinu listova sorte Bijeli futoški domaći. Iz navedenog se može zaključiti da Rivergreen® ima utjecaj na pojedina morfološka svojstva te pozitivno utječe na razvoj biomase presadnica kupusa što je preduvjet za optimalni rast i razvoj biljke te konačno prinos, ali je potrebno naglasiti da je odgovor biljke na tretman s Rivergreen®-om strogo ovisan o sorti tj. biljnoj vrsti.

Ključne riječi: kupus, Rivergreen®, morfološka svojstva, presadnice

9. SUMMARY

The aim of this study was to determine the effect of treatment with Rivergreen® on growth and development of cabbage seedlings. Rivergreen® is a new product obtained by milling and tribomechanical activation of the Drava river rock sediment. The seeds of two cabbage cultivars were used in this study, cv. Varaždinski and cv. Bijeli futoški domaći. Growth and development of cabbage was monitored until the stage of transplants. After sowing, the plants grew in the climate chamber with regime of 16 hours of light and 8 hours of darkness. Certain morphological parameters of the transplants were measured after the experiment was completed, namely the stem height, the number, length and width of the leaves as well as the fresh and dry weight of the aboveground part. After statistical analysis of data, it was concluded that fresh and dry mass of both varieties was significantly higher in plants treated with Rivergreen®. Stem height in both varieties was not affected by the treatment with Rivergreen® as well as the number and width of leaves of the cv. Varaždinski. The number of leaves of the Bijeli futoški domaći was under the influence of the treatment and was significantly higher in treated plants. Further, the leaf width of the specified variety was not affected by the treatment. Cv. Varaždinski developed significantly longer leaves in the case of Rivergreen® treatment, while Rivergreen® treatment did not affect the length of the other cultivar. At the end, it can be concluded that Rivergreen® has an effect on certain morphological properties with positive influence on the development of cabbage transplants biomass that is a prerequisite for optimal growth and development of the plant and finally yield. However, it should be emphasized that the plant response to Rivergreen® strictly depends on variety or plant species.

Keywords: cabbage, Rivergreen®, morphological traits, transplants

10. POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Ukupna proizvodnja kupusa u Republici Hrvatskoj (Statistički ljetopis 2012.; Statistički ljetopis 2016.). | 2 |
| Tablica 2. Proizvodnja kupusa za tržište (Statistički ljetopis 2012; Statistički ljetopis 2016.). | 2 |
| Tablica 3. Proizvodnja kupusa u povrtnjacima (Statistički ljetopis 2012; Statistički ljetopis 2016.). | 2 |
| Tablica 4. Proizvodne površine kupusa (Statistički ljetopis 2012; Statistički ljetopis 2016.). | 3 |
| Tablica 5. Prirod kupusa t/ ha (Statistički ljetopis 2012.; Statistički ljetopis 2016.). | 3 |
| Tablica 6. Sadržaj vitamina u kupusu (Parađiković, 2009.). | 3 |
| Tablica 7. Sadržaj mineralnih soli u kupusu (Parađiković, 2009.). | 3 |
| Tablica 8. Preporučene količine gnojiva (http://www.haifa-group.com/fertilization-cabbage-and-cauliflower-open-field-1). | 6 |
| Tablica 9. Izvješće o ispitivanju anorganskog mineralnog hraniva Rivergreen®. | 17 |
| Tablica 10. Rezultati mjerenja i prosječne vrijednosti mjerenih parametara kod kupusa | 21 |

11. POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Hibrid kupusa Tiara F ₁ | 7 |
| Slika 2. Hibrid kupusa Farao F ₁ | 8 |
| Slika 3. Hibrid kupusa Capture F ₁ | 8 |
| Slika 4. Hibrid kupusa Sir F ₁ | 9 |
| Slika 5. Hibrid kupusa Bravo F ₁ | 9 |
| Slika 6. Hibrid kupusa Gregorian F ₁ | 10 |
| Slika 7. Hibrid kupusa Kevin F ₁ | 10 |
| Slika 8. Varaždinski kupus | 11 |
| Slika 9. Bijeli futoški domaći kupus | 11 |
| Slika 10. Sjeme sorte Kupus bijeli futoški domaći..... | 15 |
| Slika 11. Sjeme sorte Varaždinski kupus | 16 |
| Slika 12. Rivergreen®..... | 16 |
| Slika 13. Dodavanje i miješanje Rivergreen-a® | 18 |
| Slika 14. Postavljanje pokusa u klima komoru | 19 |
| Slika 15. Završetak istraživanja- Kupus bijeli futoški domaći..... | 20 |
| Slika 16. Završetak istraživanja- Varaždinski kupus | 20 |

12. POPIS GRAFIKONA

| | |
|---|----|
| Grafikon 1. Utjecaj tretmana s Rivergreen-om® na svježu i suhu masu nadzemnog dijela kupusa. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se statistički značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$)..... | 22 |
| Grafikon 2. Utjecaj tretmana s Rivergreen®-om na broj i širinu listova presadnica kupusa. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se statistički značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$)..... | 23 |
| Grafikon 3. Utjecaj tretmana s Rivergreen®-om na visinu stabljike presadnica kupusa. Vrijednosti obilježene s istim slovima ^a se statistički značajno ne razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$)..... | 23 |
| Grafikon 4. Utjecaj tretmana s Rivergreen®-om na dužinu lista presadnica kupusa. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se statistički značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$)..... | 24 |

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij, smjer Povrćarstvo i cvjećarstvo

Diplomski rad

Rast i razvoj presadnica kupusa pod utjecajem tretmana s Rivergreen®-om

Mateja Blažević

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak tretmana s Rivergreen – om® na rast i razvoj presadnica kupusa. Rivergreen® je novi proizvod dobiven mljevenjem i tribomehaničkom aktivacijom kamenog sedimenta rijeke Drave. U istraživanju je korišteno sjeme kupusa sorti Varaždinski i Bijeli futoški domaći te je praćen rast i razvoj kupusa do faze presadnica. Nakon sjetve, biljke su rasle u klima komoru sa 16 h svjetlosti i 8 h tame. Izmjereni su pojedini morfološki parametri presadnica nakon završetka pokusa i to visina stabljike, broj, dužina i širina listova kao i svježa i suha masa nadzemnog dijela. Nakon obrade podataka utvrđeno je da su svježa i suha masa obje sorte bile značajno veće kod biljaka tretiranih s Rivergreen®-om. Visina stabljike do prvog grananja kod obje sorte nije bila pod utjecajem tretmana s *Rivergreen – om®* kao ni broj i širina listova sorte Varaždinski kupus. Broj listova sorte Bijeli futoški domaći bio je pod utjecajem tretmana te je bio značajno veći kod tretiranih presadnica. Širina listova navedene sorte nije bila pod utjecajem tretmana. Sorta Varaždinski kupus razvila je značajno duže listove u slučaju tretmana s *Rivergreen®-om* dok tretman s *Rivergreen®-om* nije utjecao na dužinu listova sorte Bijeli futoški domaći. Iz navedenog se može zaključiti da *Rivergreen®* ima utjecaj na pojedina morfološka svojstva te pozitivno utječe na razvoj biomase presadnica kupusa što je preduvjet za optimalni rast i razvoj biljke te konačno prinos, ali je potrebno naglasiti da je odgovor biljke na tretman s Rivergreen®-om strogo ovisan o sorti tj. biljnoj vrsti.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: Izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković

Broj stranica: 38

Broj grafikona i slika: 20

Broj tablica: 10

Broj literaturnih navoda: 21 znanstveni rad, 2 knjige i 8 internet izvora

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: kupus, zeoliti, *Rivergreen®*, visina, broj listova, širina listova, dužina listova, masa

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Izv. prof. dr. sc. Brigita Popović, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Tomislav Vinković, mentor
3. Doc. dr. sc. Vladimir Ivezić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Graduate thesis

University Graduate Studies, Plant production, course Vegetable and flower growing

Cabbage transplants growth and development under the influence of treatment with
Rivergreen®

Mateja Blažević

Abstract: The aim of this study was to determine the effect of treatment with Rivergreen® on growth and development of cabbage seedlings. Rivergreen® is a new product obtained by milling and tribomechanical activation of the Drava river rock sediment. The seeds of two cabbage cultivars were used in this study, cv. Varaždinski and cv. Bijeli futoški domaći. Growth and development of cabbage was monitored until the stage of transplants. After sowing, the plants grew in the climate chamber with regime of 16 hours of light and 8 hours of darkness. Certain morphological parameters of the transplants were measured after the experiment was completed, namely the stem height, the number, -length and width of the leaves as well as the fresh and dry weight of the aboveground part. After statistical analysis of data, it was concluded that fresh and dry mass of both varieties was significantly higher in plants treated with Rivergreen®. Stem height in both varieties was not affected by the treatment with Rivergreen® as well as the number and width of leaves of the cv. Varaždinski. The number of leaves of the Bijeli futoški domaći was under the influence of the treatment and was significantly higher in treated plants. Further, the leaf width of the specified variety was not affected by the treatment. Cv. Varaždinski developed significantly longer leaves in the case of Rivergreen® treatment, while Rivergreen® treatment did not affect the length of the other cultivar. At the end, it can be concluded that Rivergreen® has an effect on certain morphological properties with positive influence on the development of cabbage transplants biomass that is a prerequisite for optimal growth and development of the plant and finally yield. However, it should be emphasized that the plant response to Rivergreen® strictly depends on variety or plant species.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: PhD. Tomislav Vinković, associate professor

Number of pages: 38

Number of figures: 20

Number of tables: 10

Number of references: 21 scientific references and 8 internet sources

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: cabbage, zeolites, *Rivergreen*®, height, number of leaves, width of leaves, length of leaves, mass

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. PhD. Brigita Popović, associate professor - chair member
2. PhD. Tomislav Vinković, associate professor- mentor
3. PhD. Vladimir Ivezić, assistant professor – member

Thesis deposited at: Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia