

# Utjecaj kemijske i biološke zaštite na elemente prinosa pšenice

---

Rastija, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*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:151:828704>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-01**



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

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

Ivan Rastija

Diplomski studij Bilinogojstvo

smjer Zaštita bilja

**UTJECAJ KEMIJSKE I BIOLOŠKE ZAŠTITE NA ELEMENTE  
PRINOSA PŠENICE**

**Diplomski rad**

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Rastija

Diplomski studij Bilinogojstvo

smjer Zaštita bilja

**UTJECAJ KEMIJSKE I BIOLOŠKE ZAŠTITE NA ELEMENTE  
PRINOSA PŠENICE**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. dr. sc. Jurica Jović, predsjednik
2. prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. doc. dr. sc. Dario Iljkić, član

Osijek, 2022.

## SADRŽAJ

|   |  |    |
|---|--|----|
| <b>1.</b>                               | <b>UVOD</b>  | 1  |
|   | 1. 2. Cilj istraživanja                                | 3  |
| <b>2.</b>                               | <b>PREGLED LITERATURE</b>                              | 4  |
| <b>3.</b>                               | <b>MATERIJALI I METODE</b>                             | 8  |
|   | 3. 1. Opis pokusa                                      | 8  |
|   | 3. 2. Proizvodnja biopreparata                         | 10 |
|   | 3.3. Statistička obrada podataka                       | 16 |
| <b>4.</b>                               | <b>REZULTATI</b>                                       | 17 |
|   | 4. 1. Prinos, agronomska i morfološka svojstva pšenice | 17 |
| <b>5.</b>                               | <b>RASPRAVA</b>  | 23 |
| <b>6.</b>                               | <b>ZAKLJUČAK</b>                                       | 26 |
| <b>7.</b>                               | <b>POPIS LITERATURE</b>                                | 27 |
| <b>8.</b>                               | <b>SAŽETAK</b>   | 30 |
| <b>9.</b>                               | <b>SUMMARY</b>   | 31 |
| <b>10.</b>                              | <b>POPIS TABLICA</b>                                   | 32 |
| <b>11.</b>                              | <b>POPIS SLIKA</b>                                     | 33 |
| <b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b> |  | 34 |
| <b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b>         |  | 35 |

## 1. UVOD

Suvremene poljoprivredne prakse uzrokovale su zagađenje poljoprivrede što dovodi do degradacije ekosustava i okoliša zbog povećane primjene kemijskih pesticida i anorganskih gnojiva (Malik i sur., 2017.). Uz to, primjena mulja iz kanalizacije, stajskog gnoja, industrijskih nusproizvoda i navodnjavanja otpadnom vodom glavni su izvori teških metala u poljoprivrednim sustavima. Teški metali i metaloidi, uključujući Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Sn, Hg, Pb, mogu rezultirati značajnim toksičnim utjecajima.

Koncentracije metala / metaloida u tlu se povećavaju alarmantnom brzinom i utječu na rast biljaka, sigurnost hrane i mikrofloru tla. Visoke razine teških metala dosegnute su u poljoprivrednom tlu (gdje je koncentracija općenito niska) visokim razinama umjetnim fosforim gnojivima (Verkleij, 1993.; Carnelo i sur., 1997.).

Pesticidi također pripadaju glavnim izvorima teških metala na poljoprivrednom tlu (Ross, 1994.; Wei i Yang, 2010.; Tóth i sur., 2016.; Marrugo-Negrete i sur., 2017.). Pesticidi imaju veliki utjecaj na zdravlje, uključujući kardiovaskularne bolesti (Behl i sur., 2015.), na živčani sustav, (Y. Yang i sur., 2013.; Subramaniam i Hoggard, 1988.), neurološke probleme koji se javljaju u djece (Tsatsakis i sur., 2017.) i autizma kod djece (Defarge i sur., 2018., Pu i sur., 2020.). Nadalje, utječu na karcinom dojke, citotoksičnost, kašnjenje u spolnom sazrijevanju i mnogim drugim bolestima (Cox i Surgan, 2006.; Sagarkar i sur.; 2016.).

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je naša najznačajnija krušarica koja pripada grupi pravih žitarica, redu Poales, porodici Poaceae te rodu *Triticum* koji je najbogatiji vrstama od svih žitarica. Najveće gospodarsko značenje imaju samo dvije vrste pšenice: *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* – meka pšenica i *Triticum durum* – tvrda pšenica (Kovačević i Rastija, 2014.). Pšenica se prema načinu uzgoja dijeli na ozimu i jaru (proljetnu) pšenicu što joj osigurava mogućnost uzgoja diljem svijeta. Uzgojno područje ozime pšenice pripada blagoj i umjereno kontinentalnoj klimi, dok je jara pšenica ograničena na područja u kojima ozima pšenica ne može prezimiti na polju uslijed preniskih temperatura, stoga se jara pšenica uzgaja u područjima s oštrom zimom gdje su donje granice temperature zraka ispod tolerancije ozime pšenice. Stoga se u Republici Hrvatskoj, a tako i u zapadnoj i srednjoj Europi uzgaja isključivo ozima pšenica, dok se u hladnijim podnebljima kao što su države Rusije i Kanade

uzgaja isključivo jara pšenica. Ozimu pšenicu odlikuju veći i stabilniji prinosi zrna po godinama, sije se u jesen, ima 2 dužu vegetaciju, jače busanje i duže trajanje jarovizacije i svjetlosnog stadija. Jara pšenica je tolerantnija na sušu i visoke temperature te ima kvalitetnije zrno od ozime pšenice (Kovačević i Rastija, 2014.).

Biološko suzbijanje biljnih bolesti obuhvaća primjenu komercijaliziranih bioloških pripravaka, tj. biofungicida na bazi antagonističkih mikroorganizama koji antagonistički djeluju na uzročnike biljnih bolesti. Od antagonističkih gljiva to su najčešće vrste iz rodova *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Pythium*, *Coniothyrium* i *Ampelomyces*, a od antagonističkih bakterija vrste iz rodova *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* i *Streptomyces*. S obzirom na ekološki povoljne učinke biofungicida, te na sve veće uspjehe u njihovoj komercijalizaciji, biološko suzbijanje biljnih patogena postaje vrlo bitan segment u integriranoj zaštiti bilja diljem svijeta, iako se u Hrvatskoj vrlo slabo primjenjuje (Miličević i Kaliterna, 2014.).

Uz nužne agrotehničke mjere koje su potrebne za stabilan prinos i kvalitetu prinosa između kojih su sjetva, obrada tla i gnojidba, zaštita pšenice od korova, bolesti i štetočina je jedan od najznačajnijih činitelja prinosa i kvalitete prinosa u poljoprivrednoj proizvodnji (Kovačević i Rastija, 2014.). Uspješna zaštita je moguća aplikacijom odgovarajućih zaštitnih sredstava u pravo vrijeme.

Trenutne poljoprivredne prakse uključuju široku uporabu kemijskih pesticida i mineralnih gnojiva poznatih po svojoj sposobnosti da uzrokuju negativne učinke na zdravlje ljudi i da degradiraju prirodni okoliš. Stoga je potreban hitan strateški pristup za smanjenje upotrebe agrokemikalija i za primjenu održivih praksi. Iz navedenih razloga u zaštiti pšenice koristili smo biopreparate koje sadrže čiste kulture mikroorganizama izoliranih iz našeg tla čije je djelovanje potvrđene u laboratorijskim i poljskim uvjetima. Mikrobiološki preparati kao aktivnu tvar u svom sastavu sadrže žive mikroorganizme koji imaju pozitivan učinak na rast i razvoj uzgajanih kultura, stimuliraju prirodne procese, povećavaju mikrobiološku aktivnost u tlu, potpomažu u razlaganju organske tvari u tlu, aktiviraju hranjive tvari u tlu, pomažu u obrambenim mehanizmima biljke te povećavaju dostupnost i aktivaciju makroelemenata. Upravo radi velike degradacije tla i okoliša svijet se polako okreće ka ekološkoj poljoprivredi, te je upotreba biopreparata jedna od perspektiva buduće poljoprivredne proizvodnje.

## **1. 1. Cilj istraživanja**

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj vremena primjene dušičnog gnojiva na prinos (t/ha), komponente prinosa (sadržaj bjelančevina u zrnu i masu 1000 zrna) i druga morfološka svojstva (visina biljke i hektolitarska masa) ozime pšenice tijekom dvogodišnjeg istraživanja u vegetacijskim sezonama 2019./2020. i 2020./2021.

## 2. PREGLED LITERATURE

Bakterije su sitni jednostanični mikroorganizmi. Oni razgrađuju humus i hrane se biljnim ostacima u tlu i organskim otpadima koje zatim probavljaju i tako oslobađaju hranjive tvari u obliku pristupačnom drugim organizmima, te zbog tog procesa koji je izuzetno nužan u ciklusu dušika i ostalih makroelemenata su konstantno dio brojnih istraživanja (Johns, 2017.). Tako su 2009. Naiman i suradnici proveli istraživanje u kojem su istraživali kako inokulacija sjemena pšenice s *Azospirillum brasilense* i *Pseudomonas fluorescens* utječe na proizvodnju i rizosferu mikroflore. Primjenom bakterija koje potpomažu u rastu biljke, dobili su povećanje biomase za 12 %, biomasa korijena je bila veća za 40%, a prinos je bio veći za 16%.

Da bi pobliže objasnili važnost primjene rizobakterija u poljoprivrednoj proizvodnji, Cvijanović i sur. (2011.) su proveli istraživanje u kojem sjeme pšenice tretirali s *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum lipoferum*, *Brijerinckia Derx*, *Klebsiella planticola*, soju s *Bradyrhizobium japonicum*, a kukuruz s *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandi*, *Azospirillum lipoferum*, *Pseudomonas*, *Bacillus subtilis*. Cilj istraživanja je bio pratiti utjecaj primjene navedenih bakterija na osnovne parametre bioraznolikosti agroekosustava i visinu prinosa. Rezultati istraživanja su pokazali da se njihovom primjenom smanjuje mogućnost trovanja zemljišta i podzemnih voda, a povećava se sadržaj organske tvari tla povećanjem brojnosti i aktivnosti mikroorganizama.

Radi rješavanja budućih pitanja gladi u Indiji i diljem svijeta, Singh i sur. (2011.) su proveli istraživanje kako inokulacija mikroorganizmima djeluje na održivost plodoreda pšenica – riža i pšenica – mungo grah u Indiji. Rezultati su bili zapanjujući, gdje je inokulacija pšenice s rizobakterijama koje stimuliraju rast i s mikoriznim gljivama povećala prinos za 41 % u odnosu na pšenicu koja nije inokulirana, te su zaključili da su korisni mikroorganizmi u poljoprivrednoj proizvodnji ključ za osiguranje hrane u budućnosti.

Salmabi i sur. (2018.) su proveli istraživanje u kojem su htjeli saznati kako pšenica reagira na tretman sjemena benefitnim bakterijama u usporedbi s mineralnim gnojivom. Pokus su proveli u stakleniku te su koristili više rodova mikrobioloških inokulanata koji imaju srodni učinak mineralnim gnojivima, i usporedbom su htjeli pronaći razlike u rastu pšenice i utjecaj na



prinos i mikrobiološku aktivnost u tlu. Mikrobiološki preparat se uspoređivao s kontrolnom varijablom gdje nije bilo ništa aplicirano, s pšenicom gdje je aplicirano mineralno gnojivo u količini od 75 kg/ha (5.6 kg N ha<sup>-1</sup> 5.6 kg P ha<sup>-1</sup>) i kemijskim gnojivom u količini od 75 kg/ha (7.3 kg N ha<sup>-1</sup> i 8.4 kg P ha<sup>-1</sup>). U početku je pšenica s primijenjenim biopreparatom zaostajala u razvoju, no kasnije je brzo nadoknadila rast. Prinosi su bili znatno veći od kontrolne varijante i slični onim varijantama koje su dobile mineralnu ishranu. Na kraju istraživanja su zaključili da kombinacija mikrobioloških inokulanata i gnojiva treba biti novi put ka održivosti poljoprivredne proizvodnje s ciljem isticanja važnosti korisnosti mikroorganizama. Slično su istraživanje proveli Texeira i suradnici (2017.) gdje su ispitali kako se gnojidba dušikom i inokulacija s *Azospirillum brasilense* odražava na prinos pšenice. Istraživanje su napravili po slučajnom blok sustavu s četiri ponavljanja, gdje su imali dva izvora dušika, pet varijabli prihrane dušika (0, 50, 100, 150 i 200 kg/ha) i sjeme s ili bez inokulacije s *A. brasilense*. Rezultati su pokazali da kako se količina dušika povećavala tako su se rezultati povećavali u pogledu dužine klasa, broja klasića i zrna po klasu, broja klasova po m<sup>2</sup>, sadržaju klorofila u listu i prinosa zrna u navodnjavanoj pšenici. Jedan od zaključaka jest da samo inokulacija s *A. brasilense* nije utjecala na komponente prinosa i prinos, unatoč povećanju sadržaja dušika u slami, dok je inokulacija s *A. brasilense* s prihranom od 140 kg N ha<sup>-1</sup> dala najveći prinos zrna.

Proučavajući aktualne trendove u proizvodnji, proizvođačke navike u proizvodnji i prinos pšenice diljem svijet s potencijalom poljoprivredne proizvodnje koji uključuje najbolje moguće odluke po agroekosustav, Donn i sur. (2015.) su zaključili da je ta razlika prevelika. Te razlike se mogu smanjiti u pravilnoj manipulaciji procesa u tlu koji uključuju mikroorganizme, te su tako postavili pokus u kojem su tokom dvije vegetacijske sezone uzgajali pšenicu stimuliranu benefitnim bakterijama *Pseudomonas* i *Actinobacteria*. U dvije godine istraživanja su demonstrirali kako se zajednica bakterija mijenjala s razvojem pšenice, gdje su u početku bakterije bile slabije vezane uz korjenov sustav, pa kako se pšenica razvijala, tako su se sve više pribijale uz pšenicu. Istraživanje je rezultiralo poboljšanom mikrobiološkom aktivnošću tla, te je pšenica bila znatno veće kvalitete.

Moradgholi i sur. (2021.) su tokom 2017./2018. i 2018./2019. vegetacijske sezone proveli istraživanje gdje su proučavali iskoristivost vode, sadržaj proteina i prinos pšenice pod utjecajem bioloških i kemijskih preparata uz različite režime navodnjavanja. Prinos, žetveni

indeks i sadržaj proteina u varijanti gdje je biofertilizator *Azotobacter* bio tretiran s 50% običnog mineralnog gnojiva je dao 37.8 %, 30.55 % i 29.62 % povećanje u odnosu na kontrolnu varijantu. Najveći sadržaj proteina u zrnu i prinos su dali tretmani u kombinaciji s *Azotobacter* i fosfobakterijski biofertilizatori, te su takvi tretmani dali 61.28 % veći protein i 16.13 % veći prinos. Na temelju cijelog istraživanja znanstvenici su zaključili da biološki pripravci imaju pozitivan učinak na kvalitativna i kvantitativna svojstva prinosa pšenice.

Cvijanović i sur. (2017.) su istraživali mogućnost uzgoja četiri genotipova pšenice (faktor A) koristeći se pritom organskim gnojivom i tekućim mikrobiološkim preparatom i zatim vidjeti kako se to odražava na visinu prinosa i mikrobiološku aktivnost u tlu. Za folijarnu ishranu su se koristili brojni mikroorganizmi: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Rhodopseudomona spalustris*, *Rodobacter sphaeroides*, *Saccharomyces carevisiae*, *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*. Gnojili su u tri varijante (faktor B). U jesen je bačeno 400 kg NPK (15:15:15) gnojiva za cijelo istraživanje. Prva varijanta gnojidbe je bila 150 kg/ha dušičnog gnojiva (46 % N), druga varijanta je bila 1725 kg/ha granuliranog pilećeg gnojiva s 20 l/ha tekućeg mikrobiološkog preparata apliciranog u tlo i 6 l/ha tekućeg mikrobiološkog preparata folijarno u fazi busanja, a treća varijanta 875 kg/ha granuliranog pilećeg gnojiva s 20 l/ha tekućeg mikrobiološkog preparata apliciranog u tlo u dva navrata, u busanju i vlatanju. Temeljem dobivenih rezultata su došli do zaključka da su organsko gnojivo i mikrobiološki preparati utjecali na bržu mobilizaciju hranjivih elemenata i njihovu dostupnost biljkama i mikroorganizmima. Visina prinosa je bila u korelacijskoj vezi s utvrđenim brojem i aktivnosti mikroorganizama. Kada su usporedili sve rezultate i dobivene prinose, zaključili su da je unošenje mikrobiološkog preparata s korisnim mikroorganizmima put ka stabilnoj i ekonomski isplativoj proizvodnji.

Biološko suzbijanje biljnih bolesti antagonističkim djelovanjem mikroorganizama treba i može biti bitan dio intergirane zaštite bilja, jer se njihovom primjenom u određenim slučajevima može značajno smanjiti uporaba kemijskih sredstava za zaštitu bilja (Miličević i Kaliterna, 2014.). Tako su Duffy i suradnici (1997.) istražili kako kemijska i fizikalna svojstva tla povezana u zaustavljanju patološkog polijeganja pšenice pri zaštiti pšenice s *Trichoderma koningii*. Pokus su proveli u Australiji, Kini i Sjedinjenim Američkim Državama. U pokusima

je *T. koningii* značajno povećala rast biljke i reducirala jačinu bolesti, no jačina bolesti je varirala ovisno o tipu tla i njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima. Biokontrola je imala pozitivnu korelaciju sa željezom, nitratnim dušikom, borom, željezom, topljivim magnezijem i postotkom gline, a negativnu korelaciju s reakcijom tla i pristupačnim fosforom u tlu.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3. 1. Opis pokusa

Istraživanja su provedena tijekom 2019/20. i 2020/21. godine na humogleju i eutričnom smeđem tlu (Tablica 1.). Pokus je postavljen po split – blok shemi u 4 ponavljanja na dva tipa tla, na svakom u 12 različitih varijanti. Površina osnovne parcele iznosila je 40 m<sup>2</sup> (4 m širine, 10 m dužine), dok je obračunska parcela iznosila 24 m<sup>2</sup>.

Tablica 1. Kemijska svojstva tla

| Ispitivana svojstva tla                       | Tip tla  |                    |
|---|----------|--------------------|
| Oranični sloj (0 – 30 cm)                     | Humoglej | Eutrično smeđe tlo |
| pH (H <sub>2</sub> O)                         | 7.36     | 6.39               |
| pH (KCl)                                      | 6.59     | 5.48               |
| Humus (%)                                     | 3.07     | 2.03               |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/ 100 g tla) | 25.71    | 22.80              |
| K <sub>2</sub> O (mg/ 100 g tla)              | 24.10    | 22.06              |

Nakon skidanja predkulture (uljana repica), uzeti su uzorci tla za određivanje mikrobioloških svojstava tla (Tablica 2.).

Tablica 2. Mikrobiološka svojstva tla

| Tip tla            | Bakterije<br>(log cfu g <sup>-1</sup> ) | Gljive<br>(log cfu g <sup>-1</sup> ) | Aktinomicete<br>(log cfu g <sup>-1</sup> ) | <i>Azotobacter<br/>chroococcum</i><br>(% akt. zrn. tla) | Celulolitički<br>mikroorganizmi<br>(% akt. zrn. tla) |
|--------------------|---|--------------------------------------|--|---|--|
| Humoglej           | 8,25                                    | 4,81                                 | 5,99                                       | 54,10   | 53,70  |
| Eutrično smeđe tlo | 7,06                                    | 5,86                                 | 5,14                                       | 51,20   | 50,40  |

Elementi istraživanja bili su: A. tip tla, istraživanja su provedena na humogleju (1) i eutrično smeđem tlu (2), B. tretman sjemena, gdje smo imali kontrolu koja je predstavljala netretirano sjeme (1) i tretirano sjeme (2) i C. zaštitu protiv bolesti, gdje smo imali kontrolni tretman u kojem nije provedena zaštita (1), tretman kemijskim fungicidima (2) i tretman biopreparatima (3).

Korištena sorta pšenice u istraživanju je bila Maja. Prema katalogu proizvođača to je sorta rane ozime pšenice, izuzetno visokog prinosa i kvalitete zrna, brašna i kruha. Ona je izrazito rodna sorta s visinom stabljike do 80 cm, i otporna je na polijeganje. Klas je bijele boje s osjem. Tolerantna je na osnovne bolesti pšenice, i otporna je na sušu i niske temperature. Masa 1000 zrna iznosi 42 – 45 g, a sadržaj proteina iznosi iznad 13,5 %. Norma sjetve ove sorte iznosi 650 klijavih zrna po m<sup>2</sup>.

Osnovna gnojidba na humogleju je provedena sa sljedećim količinama hraniva: 50 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg/ha K<sub>2</sub>O, te 50 kg/ha N<sub>2</sub> na osnovu rezultata analize tla. Prva prihrana dušikom iznosila je 40 kg/ha N<sub>2</sub>, dok je druga prihrana obavljena je u količini od 30 kg/ha N<sub>2</sub>. Ukupna primjenjena količina dušika tijekom vegetacije ozime pšenice iznosila je 120 kg/ha.

Na eutričnom smeđem tlu osnovna gnojidba je iznosila: 80 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 90 kg/ha K<sub>2</sub>O, 60 kg/ha N<sub>2</sub>. Prva prihrana dušikom iznosila je 50 kg/ha N<sub>2</sub>, dok je druga prihrana obavljena je u količini od 40 kg/ha N<sub>2</sub>. Ukupna primjenjena količina dušika tijekom vegetacije ozime pšenice iznosila je 150 kg/ha (varijanta C1), odnosno 105 kg/ha na varijanti C2.

Sjetva je obavljena u optimalnim rokovima. Na tipu tla humoglej pšenica (sorta Maja AG) je posijana 22.10.2019. i 27.10.2020., dok je na eutrično smeđem tlu posijano 23.10.2019. i 28.03.2020. godine. Neposredno prije sjetve sjeme je tretirano biopreparatom koji je sadržavao 7 sojeva endomikoriznih gljiva rodova *Glomus* i *Gigaspora* (4 x 10<sup>8</sup>), te nitrofiksirajuće bakterije *Azotobacter chroococcum* (2 x 10<sup>8</sup>) i *Azospirillum brasilense* (9 x 10<sup>7</sup>) u količini od 1,5 kg po hektaru (varijanta B2).

Prva zaštita od bolesti obavljena je 22.04.2020. te 16.04.2021., i na humogleju i na eutričnom smeđem tlu, korištenjem fungicida (varijanta C2) Revystar (0,6l/ha) + Flex (0,2 l/ha), odnosno biopreparatom koji je sadržavao benefitnu gljivu *Trichoderma harzianum* (5 x 10<sup>8</sup>) i bakteriju *Bacillus subtilis* (5 x 10<sup>7</sup>) u količini od 1 l/ha (varijanta C3). Druga zaštita obavljena

je 29.05.2020. i 26.05.2021. godine istim kemijskim, odnosno biopreparatom kao i prva prihrana.

Krajem lipnja izmjerena je dužina biljaka, a nakon žetve određeni su prinos, masa 1000 zrna, hektolitarska masa i sadržaj bjelančevina u zrnu. Sadržaj bjelančevina određen je pomoću Infratec Grain Analyzer (Near Infrared Spectroscopic Method).

Dobiveni podaci obrađeni su suvremenim statističkim metodama (analiza varijance; u statističkom i programu “SAS 9.4”).

### 3. 2. Proizvodnja biopreparata

Proizvodnja biopreparata počela je s odabirom pravilnog supstrata za uzgoj adekvatnih mikroorganizama. Bio-lit (Slika 1.) je poboljšivač tla koji služi kao dobar supstrat za korisne mikroorganizme u sklopu ovog istraživanja. 1,5 kg Bio-lita se dodalo u vrećicu te je to predstavljalo prvi korak u proizvodnji biopreparata za ovo istraživanje.



Slika 1. Biolit kameno brašno, supstrat za biopreparat (Izvor: Pšeno d.o.o.)

Da bismo uzgojili potrebne mikroorganizme, trebali smo pripremiti hranjivu podlogu. Za pripremu hranjivih podloga u svrhu naciepljivanja mikroorganizama trebalo je pripremiti

pojedine sastojke ovisno kakva se podloga radila, da li je ona čvrsta ili tekuća. Za svaku podlogu bila je potrebna određena gramaža različitih sastojaka. Od hranjivih podloga se pripremao: Potato Dextrose Broth, Potato Dextrose Agar, Mycorrhiza medium (tekuća i čvrsta), Nutrient Broth i Azospirillum medium (tekući i čvrsti). Nakon što bi se za određenu kulturu od navedenih pripremio sadržaj, taj se sadržaj usipao u čistu bocu te se zatim taj sadržaj prelije destiliranom vodom i čvrsto zatvori čepom. Nakon rada s vagom (Slika 2.), ista se morala očistiti i isključiti.



Slika 2. Vaga KERN 572 korištena za pripremu hranjivih podloga (Izvor: I. Rastija)

Sterilizacija pripremljenih hranjivih podloga se vršila u autoklavu (Slika 3.), uređaju koji služi za zagrijavanje tvari i sterilizaciju različitih materijala vodenom parom. U autoklav se polože boce s hranjivim podlogama, autoklav se hermetički zatvori, te se određeni vremenski period zagrijava pod visokom temperaturom i tlakom. Nakon završetka rada autoklava, on se otvara i pažljivo se boce vade van iz njega pošto su vruće.



Slika 3. Autoklav korišten za sterilizaciju boca u kojima se pripremaju hranjive podloge  
(Izvor: I. Rastija)

Napravljene podloge su se zatim morale ohladiti prije nego li se sadržaj mogao koristiti, tj. prelići u praznu Petrijevu zdjelicu. Nakon što se boca ohladila, sadržaj se prelio u praznu Petrijevu zdjelicu, zatim se uzela Petrijeva zdjelica s kolonijama korisnih mikroorganizama (Slika 4.), te su se sa sterilnom ezom mikroorganizmi prenosili u Petrijeve zdjelice s hranjivim podlogama i tako se stvarale nove kolonije za upotrebu. Kasnije su se uzeli prethodno uzgojeni mikroorganizmi te su se sa sterilnom ezom pažljivo prenijeli u bocu s hranjivom podlogom (Slika 5.). Gotove boce s korisnim mikroorganizmima pažljivo spremile na policu dok nisu bile spremne za upotrebu (Slika 6.).





Slika 4. Kolonije korisnih mikroorganizama za potrebe proizvodnje biopreparata (Izvor: I. Rastija)



Slika 5. Mikroorganizmi u boci s hranjivom podlogom (Izvor: I. Rastija)

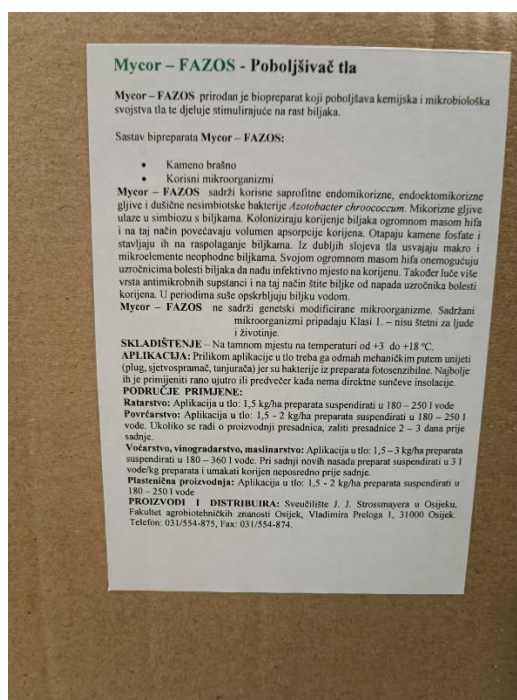


Slika 6. Boce s korisnim mikroorganizmima (Izvor: I. Rastija)

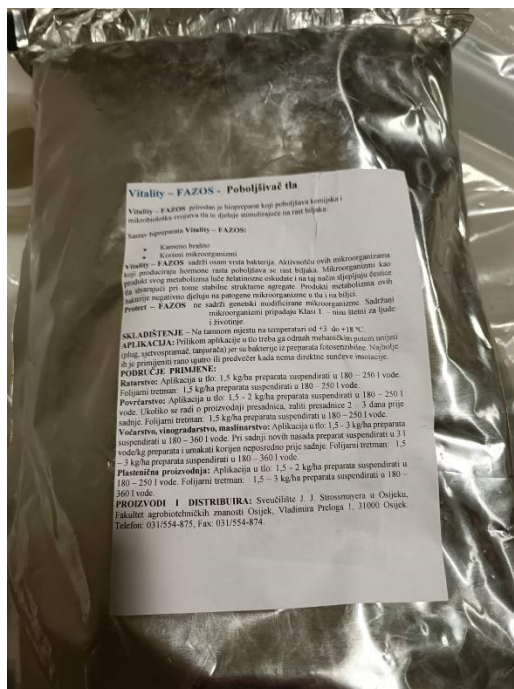
U prethodno pripremljene vrećice s 1.5 kg Bio-lita pažljivo su se ulili mikroorganizmi *Azotobacter chroococcum* i *Azospirillum brasilense*, zatim su se dobro umiješali s supstratom, hermetički zatvorili s varilicom(Slika 7.) te je takva vrećica (Slika 8.) spremna za tretiranje sjemena. Na isti način se pripremio i biopreparat za zaštitu od bolesti koji je sadržavao benefitnu gljivu *Trichoderma harzianum* i bakteriju *Bacillus subtilis* (Slika 9.).



Slika 7. Varilica za varenje vrećica (Izvor: I. Rastija)



Slika 8. Biopreparat za tretiranje sjemena (Izvor: I. Rastija)



Slika 9. Biopreparat za zaštitu od bolesti (Izvor: I. Rastija)

### 3. 5. Statistička obrada podataka

Dobiveni rezultati su obrađeni u računalnim programima Excel i SAS Software 9.4. (SAS Institute Inc., 2003.). Statistička obrada podataka o istraživanim svojstvima je provedena pojedinačnom analizom varijance. Značajnost razlika između prosječnih vrijednosti ispitivanih faktora i tretmana je ocjenjena LSD-om.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Prinos, agronomska i morfološka svojstva pšenice

Tablica 3. Prinos zrna pšenice (t/ha) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)

| Tretman sjemena       | Zaštita od bolesti | Prinos zrna pšenice (t/ha) |        |         |                    |       |         | Ukupni prosjek |
|-----------------------|--------------------|----------------------------|--------|---------|--------------------|-------|---------|----------------|
|                       |                    | Humoglej                   |        |         | Eutrično smeđe tlo |       |         |                |
|                       |                    | 2020.                      | 2021.  | Prosjek | 2020.              | 2021. | Prosjek |                |
| Kontrola              | 1                  | 5,36                       | 5,70   | 5,53    | 4,60               | 5,27  | 4,94    | 5,24           |
|                       | 2                  | 6,86                       | 7,40   | 7,13    | 6,35               | 6,92  | 6,64    | 6,89           |
|                       | 3                  | 6,79                       | 7,31   | 7,05    | 6,38               | 6,77  | 6,58    | 6,82           |
| Prosjek               |                    | 6,34                       | 6,80   | 6,57    | 5,78               | 6,32  | 6,05    | 6,31           |
| Primjena biopreparata | 1                  | 5,48                       | 5,65   | 5,57    | 5,03               | 5,46  | 5,25    | 5,41           |
|                       | 2                  | 7,49                       | 8,25   | 7,87    | 7,19               | 7,81  | 7,50    | 7,69           |
|                       | 3                  | 8,13**                     | 8,62** | 8,38**  | 7,46*              | 8,11* | 7,79*   | 8,09**         |
| Prosjek               |                    | 7,03                       | 7,51   | 7,27    | 6,56               | 7,13  | 6,85    | 7,06           |
| Ukupni prosjek        |                    | 6,69                       | 7,15   | 6,92    | 6,17               | 6,73  | 6,45    | 6,69           |
| LSD <sub>0.05</sub>   |                    | 0,21                       | 0,18   | 0,20    | 0,16               | 0,19  | 0,18    | 0,19           |
| LSD <sub>0.01</sub>   |                    | 0,44                       | 0,34   | 0,37    | 0,29               | 0,36  | 0,35    | 0,36           |

Zaštita od bolesti: 1. – kontrola; 2 – tretman kemijskim fungicidima; 3 – tretman biopreparatima

Najviši prosječni prinos zrna pšenice (t/ha) tijekom dvogodišnjeg istraživanja na humogleju (Tablica 3.) dobiven je uz tretman sjemena i zaštitu od bolesti primjenom biopreparata (8,38 t/ha). Sve ostale varijante ostvarile su statistički vrlo značajno niži prinos ( $p < 0,01$ ). Najviši prosječni prinos kod varijante netretiranog sjemena dobiven je uz zaštitu kemijskim fungicidima (7,13 t/ha), iako nije bilo statistički značajne razlike s varijantom tretiranom biopreparatima. Najviši prosječni prinos uz tretman sjemena i zaštitu od bolesti primjenom biopreparata bio je za 17,53 % viši u odnosu na varijantu netretiranog sjemena uz zaštitu kemijskim fungicidima.

Na eutričnom smeđem tlu najviši prosječni prinos zrna pšenice (t/ha) tijekom dvogodišnjeg istraživanja dobiven je također uz tretman sjemena i zaštitu od bolesti primjenom biopreparata

(7,79 t/ha), međutim kod ovog tla ostvarena je statistički značajna razlika na razini  $p < 0,05$  u odnosu na varijantu tretiranu kemijskim fungicidima. Sve ostale varijante ostvarile su statistički vrlo značajno niže prinose zrna pšenice ( $p < 0,01$ ).

Najviši prosječni prinos zrna pšenice na humogleju (8,62 t/ha) bio je za 10,65 % viši od istog na eutričnom smeđem tlu (7,79 t/ha).

Evidentno je da je manja razlika između tretmana kemijskim fungicidima i biopreparatima i kod varijanti tretiranog i netretiranog sjemena kod eutrično smeđeg tla. Razlog tome je vjerojatno znatno niži pH, a prema tome i drugačiji kvalitativni i kvantitativni sastav zemljišnih mikroorganizama (Tablica 1., 2.).

Najviši prosječni sadržaj bjelančevina u zrnu pšenice (%) u obje godine istraživanja i na oba tipa tla dobiven je u varijanti tretiranog sjemena i uz zaštitu od bolesti primjenom biopreparata (Tablica 4.). Sve ostale varijante ostvarile su statistički vrlo značajno niže prinose zrna pšenice ( $p < 0,01$ ).

Prosječni dvogodišnji sadržaj bjelančevina u zrnu pšenice, u navedenoj varijanti, na humogleju iznosio je 15,14 % i bio je za 1,75 % viši od istog na eutrično smeđem tlu (14,88 %). Međutim, na tipu tla humoglej, u odnosu na varijantu tretiranog sjemena i zaštitu kemijskim fungicidima (14,43 %) razlika je bila 4,92 %. Na eutrično smeđem tlu navedena razlika iznosila je 4,64.

Najviši prosječni sadržaj bjelančevina u zrnu dobiven u varijanti tretiranog sjemena i uz zaštitu od bolesti primjenom biopreparata na humogleju bio je za 10,51 % viši u odnosu na varijantu netretiranog sjemena ali uz zaštitu od bolesti primjenom biopreparata (13,70 %). Na eutrično smeđem tlu ta je razlika iznosila 11,21 %.

Tablica 4. Sadržaj bjelančevina u zrnu pšenice (%) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)

| Tretman sjemena       | Zaštita od bolesti | Sadržaj bjelančevina u zrnu pšenice |         |         |                    |         |         | Ukupni prosjek |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|----------------|
|                       |                    | Humoglej                            |         |         | Eutrično smeđe tlo |         |         |                |
|                       |                    | 2020.                               | 2021.   | Prosjek | 2020.              | 2021.   | Prosjek |                |
| Kontrola              | 1                  | 12,07                               | 12,19   | 12,13   | 12,10              | 12,03   | 12,07   | 12,10          |
|                       | 2                  | 13,46                               | 13,70   | 13,58   | 13,08              | 13,52   | 13,30   | 13,44          |
|                       | 3                  | 13,58                               | 13,81   | 13,70   | 13,27              | 13,49   | 13,38   | 13,54          |
| Prosjek               |                    | 13,04                               | 13,23   | 13,14   | 12,82              | 13,01   | 12,92   | 13,03          |
| Primjena biopreparata | 1                  | 12,10                               | 12,26   | 12,18   | 11,89              | 12,10   | 12,00   | 12,09          |
|                       | 2                  | 14,31                               | 14,55   | 14,43   | 14,15              | 14,29   | 14,22   | 14,33          |
|                       | 3                  | 15,07**                             | 15,21** | 15,14** | 14,76**            | 14,99** | 14,88** | 14,01**        |
| Prosjek               |                    | 13,83                               | 14,01   | 13,92   | 13,60              | 13,79   | 13,70   | 13,81          |
| Ukupni prosjek        |                    | 13,44                               | 13,62   | 13,53   | 13,21              | 13,40   | 13,31   | 13,42          |
| LSD <sub>0,05</sub>   |                    | 0,31                                | 0,34    | 0,32    | 0,29               | 0,33    | 0,32    | 0,31           |
| LSD <sub>0,01</sub>   |                    | 0,57                                | 0,61    | 0,58    | 0,57               | 0,59    | 0,57    | 0,57           |

Zaštita od bolesti: 1. – kontrola; 2 – tretman kemijskim fungicidima; 3 – tretman biopreparatima

Najviša prosječna masa 1000 zrna pšenice (g) u obje godine istraživanja i na oba tipa tla dobivena je u varijanti tretiranog sjemena i uz zaštitu od bolesti primjenom biopreparata (Tablica 5.). Sve ostale varijante ostvarile su statistički vrlo značajno niže prinose zrna pšenice ( $p < 0,01$ ). Prosječna masa 1000 zrna (g) kod navedena varijante na humogleju tijekom dvogodišnjeg istraživanja iznosila je 42,57 g i bila je 4,24 % viša od varijante netretiranog sjemena uz biološku zaštitu protiv bolesti (40,84 g), odnosno od kontrolne varijante 14,22 %. Te su razlike na eutrično smeđem tlu iznosile 6,64 % (varijanta netretiranog sjemena uz biološku zaštitu protiv bolesti), odnosno 16,18 % (kontrolna varijanta).

Tablica 5. Masa 1000 zrna pšenice (g) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)

| Tretman sjemena       | Zaštita od bolesti | Masa 1000 zrna pšenice |         |         |                    |         |         | Ukupni prosjek |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|----------------|
|                       |                    | Humoglej               |         |         | Eutrično smeđe tlo |         |         |                |
|                       |                    | 2020.                  | 2021.   | Prosjek | 2020.              | 2021.   | Prosjek |                |
| Kontrola              | 1                  | 36,78                  | 36,95   | 36,87   | 36,30              | 36,41   | 36,36   | 36,62          |
|                       | 2                  | 40,25                  | 40,96   | 40,61   | 38,91              | 39,07   | 38,99   | 39,80          |
|                       | 3                  | 40,88                  | 40,80   | 40,84   | 39,20              | 39,72   | 39,46   | 40,15          |
| Prosjek               |                    | 39,30                  | 39,57   | 39,44   | 38,14              | 38,40   | 38,27   | 38,86          |
| Primjena biopreparata | 1                  | 37,12                  | 37,41   | 37,27   | 36,18              | 36,25   | 36,22   | 36,75          |
|                       | 2                  | 41,16                  | 41,80   | 41,48   | 40,55              | 40,93   | 40,74   | 41,11          |
|                       | 3                  | 42,31**                | 42,83** | 42,57** | 41,86**            | 42,30** | 42,08** | 42,33**        |
| Prosjek               |                    | 40,20                  | 40,68   | 40,44   | 39,53              | 39,83   | 39,68   | 40,06          |
| Ukupni prosjek        |                    | 39,75                  | 40,13   | 39,94   | 38,84              | 39,12   | 38,98   | 39,46          |
| LSD <sub>0,05</sub>   |                    | 0,51                   | 0,59    | 0,57    | 0,63               | 0,59    | 0,62    | 0,60           |
| LSD <sub>0,01</sub>   |                    | 0,95                   | 0,98    | 0,96    | 1,03               | 1,04    | 1,09    | 1,07           |

Zaštita od bolesti: 1. – kontrola; 2 – tretman kemijskim fungicidima; 3 – tretman biopreparatima

Najveću hektolitarsku masu su u obje godine istraživanja (2020., 2021.) i na oba tipa tla, kao i u prethodnim svojstvima, ostvarile pšenice koje su tretirane sjemenom i zaštićene od bolesti s biopreparatima (Tablica 6.). Sve ostale varijante su dale statistički vrlo značajnu nižu hektolitarsku masu. Pšenica s tretiranim sjemenom i biološkom zaštitom koja je uzgajana na humoglejnom tlu ostvarila je najveću hektolitarsku masu s prosjekom od 78,39 kg/hl kada se uzme prosjek obje vegetacijske sezone, dok je 2021. ta pšenica ostvarila 78,85 kg/hl, te je ta pšenica ostvarila najveći rezultat u cijelom istraživanju. Prosjek hektolitarske mase pšenice s tretiranim sjemenom i biološkom zaštitom na eutrično smeđem tlu je nešto manji od rezultata na humoglejnom tipu tla, no dobiveni rezultati su i dalje statistički značajno viši od kontrolne pšenice.



Tablica 6. Hektolitarska masa (kg) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)

| Tretman sjemena            | Zaštita od bolesti | Masa 1000 zrna pšenice |         |         |                    |        |         | Ukupni prosjek |
|----------------------------|--------------------|------------------------|---------|---------|--------------------|--------|---------|----------------|
|                            |                    | Humoglej               |         |         | Eutrično smeđe tlo |        |         |                |
|                            |                    | 2020.                  | 2021.   | Prosjek | 2020.              | 2021.  | Prosjek |                |
| Kontrola<br><i>Control</i> | 1                  | 70,08                  | 70,56   | 70,32   | 68,40              | 69,23  | 68,82   | 69,57          |
|                            | 2                  | 75,30                  | 76,55   | 75,93   | 75,03              | 76,13  | 75,58   | 75,76          |
|                            | 3                  | 76,03*                 | 76,38   | 76,21   | 76,11              | 76,05  | 76,08   | 76,15          |
| Prosjek                    |                    | 73,80                  | 74,50   | 74,15   | 73,18              | 73,80  | 73,49   | 73,82          |
| Primjena biopreparata      | 1                  | 70,31                  | 70,56   | 70,44   | 69,25              | 69,92  | 69,59   | 70,02          |
|                            | 2                  | 76,30                  | 77,48   | 76,89   | 75,85              | 76,94  | 76,40   | 76,65          |
|                            | 3                  | 77,93**                | 78,85** | 78,39** | 77,12**            | 77,54* | 77,33*  | 77,86*         |
| Prosjek                    |                    | 74,85                  | 75,63   | 75,24   | 74,07              | 74,80  | 74,44   | 74,84          |
| Ukupni prosjek             |                    | 74,33                  | 75,07   | 74,70   | 73,63              | 74,30  | 73,97   | 74,34          |
| LSD <sub>0,05</sub>        |                    | 0,61                   | 0,66    | 0,65    | 0,58               | 0,63   | 0,62    | 0,63           |
| LSD <sub>0,01</sub>        |                    | 1,19                   | 1,23    | 1,24    | 1,07               | 1,23   | 1,20    | 1,23           |

Zaštita od bolesti: 1. – kontrola; 2 – tretman kemijskim fungicidima; 3 – tretman biopreparatima

Najviše biljke su postigle pšenice s tretiranim sjemenom i koje su zaštićene od bolesti s biopreparatima (Tablica 7.). Pšenica s tretiranim sjemenom i primijenjenom biološkom zaštitom na eutrično smeđem tlu u 2020. godini (77,49 cm) je jedina varijanta koja se nije značajno razlikovala od svojih kontrolnih varijabli (76,30 cm) te je ujedno ostvarila i najmanji rezultat od pšenica na kojima su se primijenili biopreparati i tretiralo sjeme, no i dalje je ostvarila bolje rezultate od kontrolnih varijabli.

Tablica 7. Visina biljke (cm) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)

| Tretman sjemena       | Zaštita od bolesti | Visina biljke |         |         |                    |         |         | Ukupni prosjek |
|-----------------------|--------------------|---------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|----------------|
|                       |                    | Humoglej      |         |         | Eutrično smeđe tlo |         |         |                |
|                       |                    | 2020.         | 2021.   | Prosjek | 2020.              | 2021.   | Prosjek |                |
| Kontrola              | 1                  | 73,28         | 73,37   | 73,33   | 73,04              | 73,25   | 73,15   | 73,24          |
|                       | 2                  | 76,30         | 76,95   | 76,63   | 76,12              | 76,91   | 76,52   | 76,58          |
|                       | 3                  | 76,55         | 77,13   | 76,84   | 76,30              | 76,88   | 76,59   | 76,72          |
| Prosjek               |                    | 75,38         | 75,82   | 75,60   | 75,15              | 75,68   | 75,42   | 75,51          |
| Primjena biopreparata | 1                  | 73,14         | 73,39   | 73,27   | 73,10              | 73,06   | 73,08   | 73,18          |
|                       | 2                  | 77,25         | 77,91   | 77,58   | 77,11              | 77,25   | 77,18   | 77,38          |
|                       | 3                  | 78,30**       | 79,02** | 78,66** | 77,49              | 78,73** | 78,11** | 78,39**        |
| Prosjek               |                    | 76,10         | 76,77   | 76,44   | 75,90              | 76,35   | 76,13   | 76,30          |
| Ukupni prosjek        |                    | 75,74         | 76,30   | 76,02   | 75,53              | 76,02   | 75,78   | 75,90          |
| LSD <sub>0.05</sub>   |                    | 0,41          | 0,50    | 0,47    | 0,39               | 0,48    | 0,43    | 0,45           |
| LSD <sub>0.01</sub>   |                    | 0,78          | 0,96    | 0,82    | 0,76               | 0,93    | 0,81    | 0,88           |

Zaštita od bolesti: 1. – kontrola; 2 – tretman kemijskim fungicidima; 3 – tretman biopreparatima

## 5. RASPRAVA

U provedenom poljskom istraživanju ispitivan je utjecaj kemijske i biološke zaštite na elemente prinosa pšenice tijekom vegetacijske sezone 2019./2020. i 2020./2021. Rastija i Kovačević (2014.) navode kako je zaštita usjeva od korova, bolesti i štetočina jedan od najznačajnijih činitelja prinosa i kvalitete u intenzivnoj proizvodnji pšenice i ostalih ratarskih kultura, te da je uspješna zaštita moguća primjenom odgovarajućih zaštitnih sredstava (herbicidi, fungicidi, insekticidi i dr.). Provedeno dvogodišnje istraživanje se provelo po split – blok shemi u 4 ponavljanja na dva tipa tla, na svakom u 12 različitih varijanti. Rezultati su bili statistički analizirani te su utvrđene statistički značajne razlike između pšenice koja je tretirana biopreparatima u odnosu na kontrolne tretmane.

Prosječni prinos zrna svih tretmana je iznosio 6,69 t/ha. Pšenica koja je imala tretirano sjeme i koja je bila tretirana biopreparatima koji su sadržavali benefitnu gljivu *Trichoderma harzianum* i bakteriju *Bacillus subtilis* su na obje vrste tla u obje vegetacijske sezone dali iznadprosječan iznos. Najveći prinos zrna je ostvarila pšenica s tretiranim sjemenom koja je posijana na humogleju te koja je zaštićena s biopreparatima (8,62 t/ha). Najmanje prinose su ostvarivale kontrolne varijable koje nisu imale tretirano sjeme i koje nisu imale zaštitni tretman s biopreparatima.

Cvijanović i sur. (2011.) tretiranjem sjemena pšenice benefitnim bakterijama *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum lipoferum*, *Beijerinckia Derx* i *Klebsiella planticola* ostvarili su povećanje prinosa pšenice za 11,64 %. Tretiranjem sjemena pšenice bakterijama *Azospirillum brasilense* i *Pseudomonas fluorescens* (Naiman i sur., 2009.) dobiveni prinos pšenice u odnosu na kontrolnu varijantu bio je viši za 16 %. U svojim istraživanjima Salmabi i sur. (2018.) postigli su povećanje prinosa pšenice za 11 % koristeći male koncentracije više vrsta mikroorganizama (*Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Trichoderma*, *Azospirillum*, *Rhizophagus*). Njihovi ostvareni prinosi su bili znatno veći od kontrolne varijante i slični onim varijantama koje su dobile mineralnu ishranu.

Ova istraživanja potvrđuju da biostimulansi mogu potaknuti rast i prinos biljaka čak i kada se koriste u malim količinama, pa se mogu koristiti komplementarno.

Prosječan sadržaj bjelančevina u zrnu tijekom dvogodišnjeg istraživanja je iznosio 13.42 %. Najveći rezultat, odnosno najviši prosječni sadržaj bjelančevina u zrnu dobiven u varijanti tretiranog sjemena i uz zaštitu od bolesti primjenom biopreparata na humogleju u 2021. godini, i on je bio za 10,51 % viši u odnosu na varijantu netretiranog sjemena ali uz zaštitu od bolesti primjenom biopreparata (13,70 %). Na eutrično smeđem tlu ta je razlika iznosila 11,21 %. Najmanji rezultat su ostvarile kontrolne varijante istraživanja.

U rezultatima istraživanja brojni autori dobili su značajno veći sadržaj bjelančevina u zrnu pšenice, uz tretman sjemena benefitnim bakterijama (Cvijanović i sur., 2008., Donn i sur., 2015., Moradgholi i sur., 2021., Salmabi i sur., 2018.). Duffy i suradnici (1997.) upotrebom bakterije *Trichoderma koningii* za zaštitu od bolesti u Australiji, Kini i Americi dobili su povećanje svih istraživanih parametara prinosa i kvalitete zrna.

Iako se većina istraživanja bazira na unos učinkovitih mikroorganizama na sjeme ili u tlo, sve više su istraživanja, kao i sama primjena mikroorganizama usmjereni na folijarni tretman radi zaštite od bolesti, štetnika ili pak povećanja brzine fotosinteze.

Prosječna masa 1000 zrna tijekom provedenog istraživanja je iznosila 39,46 g. Pšenice koje su imale tretirano sjeme i zaštićene s biopreparatima su dale iznadprosječne rezultate, gdje je najmanja od takvih bila pšenica na eutrično smeđem tlu u 2020. godini (41,86 g). Nijedna pšenica koja je imala netretirano sjeme nije postigla masu 1000 zrna iznad 41 g. U svojim istraživanjima Cvijanović et al. (2022.) uz tretman sjemena pšenice mikroorganizmima (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Streptomyces albus*, *S. griseus*, *Bacillus subtilis*, *B.megaterium*, *Azotobacter spp.*) dobili su povećanje mase 1000 zrna pšenice od 4,63 % do 17,2 % (zavisno od sorte) u odnosu na kontrolnu varijantu. Salmabi i sur. (2018.), Singh i sur. (2007.), Teixeira i sur. (2017.) su neki od istraživača koji su dobili slične rezultate korištenjem korisnih mikroorganizama u kulturi pšenice.

Hektolitarska masa, odnosno njen prosjek tijekom provedenog istraživanja je iznosio 74,84 kg/hl. Najveće rezultate su kao i u prethodnim svojstvima postigle pšenice koje su imale tretirano sjeme i koje su od bolesti bile zaštićene biopreparatima. Svaka od tih pšenica je imala hektolitarsku masu iznad 77 kg/hl, dok je najveću hektolitarsku masu ostvarila pšenica na

humogleju u 2021. godini. Hektolitarska masa je element prinosa koji je genetski uvjetovan i na nju veliki utjecaj imaju okolišni čimbenici (Mladenov i sur., 1998.), što se može povezati s tim da je 2021. bila izuzetno povoljna godina za uzgoj pšenice te je u toj godini ostvaren i najveći hektolitar (humoglej, 2021.).

U provedenom istraživanju korištena je samo jedna sorta ozime pšenice. Sorta maja je izrazito rodna sorta visine stabljike do 80 cm i otporna je na polijeganje. Ukupan prosjek visina stabljika tijekom dvogodišnjeg istraživanja iznosi 75,90 cm. Najviše biljke su ostvarile biljke tretiranog sjemena te koje su zaštićene, tj. tretirane biopreparatima. Prosjek kontrolnih tretmana iznosio je 75,51 cm, a sve pšenice gdje su primijenjeni biopreparati su u prosjeku dale 76,30 cm visoke biljke. Pšenice koje su tretiranog sjemena i tretirane biopreparatima za zaštitu su u prosjeku dale 78,39 cm visoke biljke.

Temeljem provedenog istraživanja u poljskim uvjetima utvrđena su variranja između tretmana za sva svojstva, i analizom varijance je utvrđeno da su razlike statistički značajne. Svaki od ispitivanih elemenata prinosa pšenice na varijanti tretiranog sjemena uz zaštitu s biopreparatima je dao statistički značajnu razliku u odnosu na njene kontrolne varijante, te se može zaključiti na temelju dobivenih rezultata da korisni mikroorganizmi ne samo da nisu zdrava opcija za tlo i biljku u usporedbi s kemijskim tretmanima, nego i da imaju potencijal ostvarivanja većih i kvalitetnijih prinosa.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj kemijske i biološke zaštite na elemente prinosa pšenice, a rezultati provedenog istraživanja su dali konkretne i jasne rezultate. Statističkom obradom podataka dolazimo do zaključka da je pšenica koja je prije sjetve bila tretirana i zaštićena od bolesti biopreparatima statistički značajna po gotovo svim elementima prinosa u odnosu na kontrolne tretmane.

Godine konvencionalne poljoprivredne proizvodnje i ekscesivnog kemijskog tretiranja biljaka su iscrpile i degradile tlo i podzemne vode. Ekološka poljoprivreda je budućnost poljoprivredne proizvodnje jer potiče održivost agroekosustava, te potiče rast plodnosti i proizvodni potencijal tla.

Provedeno istraživanje je dokazalo da primjena biopreparata pozitivno utječe na rast i razvoj ozime pšenice. Svaki element prinosa pšenice koji je bio tretiran biopreparatima uz tretirano sjeme je pokazao statistički značajno veći rezultat od njegovog kontrolnog tretmana, i od kemijski tretirane pšenice. Uz potencijal veće kvalitete i kvantitete prinosa uz primjenu biopreparata, korištenjem biopreparata pridonosimo očuvanju okoliša, tala i podzemnih voda. Proizvodi dobiveni ovim načinom uzgoja neće štetiti našem zdravlju kao što to dokazano rade proizvodi tretirani pesticidima.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Behl, M., Hsieh, J.-H., Shafer, T. J., Mundy, W. R., Rice, J. R., Boyd, W. A., Freedman, J. H., Hunter, E. S., Jarema, K. A., Padilla, S. (2015.): Use of alternative assays to identify and prioritize organophosphorus flame retardants for potential developmental and neurotoxicity. *Neurotoxicol. Teratol.* 52, 181–193.
2. Cox, C., Surgan, M. (2006.): Unidentified inert ingredients in pesticides: implications for human and environmental health. *Environ Health Perspect.* 2006 Dec;114(12):1803-6
3. Cvijanović, G., Milošević, N., Tintor, B., Dozet, G., Ivić, M. (2011.): Značaj primene rizobakterija u biljnoj proizvodnji. *International Scientific Symposium of Agriculture „Agrosym Jahorina 2011.“*, Jahorina 139-146
4. Cvijanović, G., Petrović, G., Marinković, J., Cvijanović, V., Đurić, N., Roljević, S. (2017.): Mikrobiološka aktivnost zemljišta i produktivnost različitih genotipova pšenice u održivom sistemu proizvodnje. *KNOWLEDGE – International Journal*, Vol. 20.5, Bansko, December, 2017
5. Defarge, N., Lozano, V. L., Rocque, L.M., Mesnage, R., Hennequin, D., Cassier, R., de Vendomois, J.S., Panoff, J.M., Seralini, G. E., Amiel, C. (2018.): Sex-dependent impact of Roundup on the rat gut microbiome. *Toxicology Reports*, Vol 5, 2018, 96 - 107
6. Donn, S., Kirkegaard, J. A., Perera. G., Richardson, A. E., Watt, M. (2014.): Evolution of bacterial communities in the wheat crop rhizosphere. *Environmental Microbiology* (2014)
7. Duffy, B. K., Ownley, B. H., Weller, D. M. (1997.): Soil Chemical and Physical Properties Associated with Suppression of Take-all of Wheat by *Trichoderma koningii*. *Phytopathology* 87:1118-1124
8. Johns, C. (2017.): Living soils: the role of microorganisms in soil health. *Future Directions International*
9. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): Žitarice, sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
10. Malik, R., N., Waheed, S., Halsall, C., Sweetman, A. J., Jones, K. C. (2017.): Pesticides contaminated dust exposure, risk diagnosis and exposure markers in occupational and residential settings of Lahore, Pakistan. *Environmental Toxicology and Pharmacology*

11. Marrugo – Negrete, J., Pinedo – Hernandez, J., Diez, S. (2017.): Assessment of heavy metal pollution, spatial distribution and origin in agricultural soils along the Sinú River Basin, Colombia. *Environmental Research* Volume 154, April 2017, Pages 380-388
12. Miličević, T., Kaliterna, J. (2014.): Biološko suzbijanje bolesti kao dio integrirane zaštite bilja. *Glasiló biljne zaštite* 5/2014
13. Moradgholi, A., Mobasser, H., Ganjali, H., Fanaie, H., Mehraban, A. (2021.): WUE, protein and grain yield of wheat under the interaction of biological and chemical fertilizers and different moisture regimes. *Cereal Research Communications* 50(5): 1-9
14. Naiman, A. D., Latronico, A., Garcia de Salamone, I. (2009.): Inoculation of wheat with *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens*: Impact on the production and culturable rhizosphere microflora. *European Journal of Soil Biology*. 45(1):44-51.
15. Pu, Y., Yang, J., Chang, L. (2020.): Maternal glyphosate exposure causes autism-like behaviors in offspring through increased expression of soluble epoxide hydrolase. *PNAS* Vol. 117 No. 21, 11753-11759
16. Ross, S. M. (1994.): Retention, transformation and mobility of toxic metals in soils. Ross SM (Ed) *Toxic Metals in Soil – Plant Systems* (63 – 152)
17. Sagarkar, S., Gandhi, D., Devi, S.S., Sakharkar, A., Kapley, A. (2016.): Atrazine exposure causes mitochondrial toxicity in liver and muscle cell lines. *Indian J Pharmacol*. 2016 Mar-Apr;48(2):200-7
18. Salmabi, K.A., Abbott, L.K., Mickan, B., Whiteley, A. (2018.): Response of Wheat to a Multiple Species Microbial Inoculant Compared to Fertilizer Application. *Frontiers in Plant Science* 9
19. Singh, R., Mader, P., Kaiser, F., Adholeya, A., Uppal, H. S., Sharma, A. K., Srivastava, R., Sahai, V., Aragno, M., Wiemken, A., Johri, B., Fried, P. (2011.): Inoculation of root microorganisms for sustainable wheat–rice and wheat–black gram rotations in India. *Soil Biology & Biochemistry* 43 (2011) 609 – 619
20. Subramaniam, V., Hoggard, P.E. (1998.): Metal complexes of glyphosate. *Journal of agricultural and food chemistry*, Vol 36, Issue 6
21. Texeira, M., C., M., Galindo, F., S., Buzetti, S., Santini, J., M., K., Alves, C., J., Ludkiewicz, M., G., Z. (2017.): Wheat yield in the Cerrado as affected by nitrogen



- fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*. Soil Science, Pesq. Agropec. Bras. 52 (9)
22. Tsatsakis, A.M., Nawaz, M.A., Tutelyan, V.A., Golokhvast, K.S., Kalantzi, O.I., Chung, D.H., Kang, S.J., Coleman, M.D., Tyshko, N., Yang, S.H., Chung, G. (2017.): Impact on environment, ecosystem, diversity and health from culturing and using GMOs as feed and food. Food Chem Toxicol. 2017 Sep;107(Pt A):108-121
  23. Tóth, G., Hermann, T., Da Silva, M. R., Montanarella, L. (2016.): Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. Environ Int. 2016 Mar;88:299 – 309
  24. Verkleij, J. A. C., Harmens, H., Den Hartog, P. R., Ten Bookum, W. M. (1993.): Increased Zinc Tolerance in *Silene vulgaris* (Moench) Garcke 1s Not Due to Increased Production of Phytochelatins. Plant Physiol. (1993) 103: 1305-1309
  25. Yang, Y., Tian, M., Chen, D., Sun, Y., Jia, Q. (2013.): Pillararene-functionalized Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles as magnetic solid-phase extraction adsorbent for pesticide residue analysis in beverage samples. RSC Adv., 2013, 3, 22111
  26. Wei, B., Yang, L. (2010.): A Review of Heavy Metal Contaminations in Urban Soils, Urban Road Dusts and Agricultural Soils from China. Microchemical Journal, 94, 99-107

## 8. SAŽETAK

**Ključne riječi:** pšenica, kemijski fungicidi, biopreparati, prinos, komponente prinosa

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj kemijske i biološke zaštite na elemente prinosa ozime pšenice (sadržaj bjelančevina u zrnu i masu 1000 zrna) i druga morfološka svojstva (visina biljke i hektolitarska masa) tijekom dvogodišnjeg istraživanja u vegetacijskim sezonama 2019./2020. i 2020./2021.

Istraživanja su provedena tijekom 2019/20. i 2020/21. godine na humogleju i eutrično smeđem tlu. Pokus je postavljen po split – blok shemi u 4 ponavljanja na dva tipa tla, na svakom u 12 različitih varijanti. Neposredno prije sjetve sjeme je tretirano biopreparatom koji je sadržavao 7 sojeva endomikoriznih gljiva rodova *Glomus* i *Gigaspora*, te nitrofiksirajuće bakterije *Azotobacter chroococcum* i *Azospirillum brasilense*. Prva zaštita od bolesti obavljena je korištenjem fungicida, odnosno biopreparatom koji je sadržavao benefitnu gljivu *Trichoderma harzianum* i bakteriju *Bacillus subtilis*. Druga zaštita obavljena je istim kemijskim, odnosno biopreparatom kao i prva prihrana.

Najviši prosječni prinos zrna pšenice ostvaren je uz tretman sjemena i zaštitu od bolesti primjenom biopreparata (8,38 t/ha). Sve ostale varijante ostvarile su niži prinos. Najviši prosječni prinos kod varijante netretiranog sjemena dobiven je uz zaštitu kemijskim fungicidima (7,13 t/ha). Kod svih ostalih elemenata prinosa najveće rezultate su ostvarile pšenice uz tretman sjemena i zaštitu od bolesti primjenom preparata.

## 9. SUMMARY

**Key words:** wheat, chemical fungicides, biopreparation, yield, yield components

Research goal of this study was to determine influence of chemical and biological protection on elements of winter wheat yield (protein content and 1000 grain mass) and other morphological traits (plant height and hectolitre mass) during two year research during 2019./2020. and 2020./2021. wheat vegetation.

Research was conducted during 2019/20. and 2020/21. year on humogley and eutric cambisol. Experiment was designed on split – block schema in 4 repetitions on two types of soil, on each in 12 different varieties. Just before sowing seed was treated with biopreparation which contained 7 sorts of endomycorrhiza fungi of genus *Glomus* and *Gigaspora*, and nitrogen – fixing bacteria *Azotobacter chroococcum* i *Azospirillum brasilense*. First protection of plants was conducted with fungicide use, respectively with biopreparation which contained beneficial fungi *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis*. Second protection of plants was done with same chemical, respectively with biopreparation as in first top dressing.

Highest average wheat grain yield was achieved with seed treatment and plant protection with biopreparation (8,38 t/ha). All other control varieties achieved lower yields. Highest average yield in untreated seed variety was achieved with chemical fungicide treatment (7,13 t/ha). Wheat with seed treatment and plant protection with biopreparation achieved highest results in all other elements of wheat yield.

## 10. POPIS TABLICA

| <b>Broj</b> | <b>Naziv tablice</b>   | <b>Str.</b> |
|-------------|--|-------------|
| 1.          | Kemijska svojstva tla  | 8           |
| 2.          | Mikrobiološka svojstva tla   | 8           |
| 3.          | Prinos zrna pšenice (t/ha) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)              | 17          |
| 4.          | Sadržaj bjelančevina u zrnu pšenice (%) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.) | 19          |
| 5.          | Masa 1000 zrna pšenice (g) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)              | 20          |
| 6.          | Hektolitarska masa (kg) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)                 | 21          |
| 7.          | Visine biljke (cm) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2020., 2021.)                      | 22          |

## 12. POPIS SLIKA

| <b>Broj</b> | <b>Naziv slike</b>  | <b>Str.</b> |
|-------------|---|-------------|
| 1.          | Biolit kameno brašno, supstrat za biopreparat                                   | 10          |
| 2.          | Vaga KERN 572 korištena za pripremu hranjivih podloga                           | 11          |
| 3.          | Autoklav korišten za sterilizaciju boca u kojima se pripremaju hranjive podloge | 12          |
| 4.          | Kolonije korisnih mikroorganizama za potrebe proizvodnje biopreparata           | 13          |
| 5.          | Mikroorganizmi u boci s hranjivom podlogom                                      | 13          |
| 6.          | Boce s korisnim mikroorganizmima  | 14          |
| 7.          | Varilica za varenje vrećica   | 15          |
| 8.          | Biopreparat za tretiranje sjemena   | 15          |
| 9.          | Biopreparat za zaštitu od bolesti   | 16          |

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKAKARTICA

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

### UTJECAJ KEMIJSKE I BIOLOŠKE ZAŠTITE NA ELEMENTE PRINOSA PŠENICE

Ivan Rastija

**Sažetak:** Cilj rada bio je utvrditi utjecaj kemijske i biološke zaštite na elemente prinosa ozime pšenice (sadržaj bjelančevina u zrnu i masu 1000 zrna) i druga morfološka svojstva (visina biljke i hektolitarska masa) tijekom dvogodišnjeg istraživanja u vegetacijskim sezonama 2019./2020. i 2020./2021. Istraživanja su provedena tijekom 2019/20. i 2020/21. godine na humogleju i eutričnom smeđem tlu. Pokus je postavljen po split – blok shemi u 4 ponavljanja na dva tipa tla, na svakom u 12 različitih varijanti. Neposredno prije sjetve sjeme je tretirano biopreparatom koji je sadržavao 7 sojeva endomikoriznih gljiva rodova *Glomus* i *Gigaspora*, te nitrofiksirajuće bakterije *Azotobacter chroococcum* i *Azospirillum brasilense*. Prva zaštita od bolesti obavljena je korištenjem fungicida, odnosno biopreparatom koji je sadržavao benefičnu gljivu *Trichoderma harzianum* i bakteriju *Bacillus subtilis*. Druga zaštita obavljena je istim kemijskim, odnosno biopreparatom kao i prva prihrana. Najviši prosječni prinos zrna pšenice ostvaren je uz tretman sjemena i zaštitu od bolesti primjenom biopreparata (8,38 t/ha). Sve ostale varijante ostvarile su niži prinos. Najviši prosječni prinos kod varijante netretiranog sjemena dobiven je uz zaštitu kemijskim fungicidima (7,13 t/ha). Kod svih ostalih elemenata prinosa najveće rezultate su ostvarile pšenice uz tretman sjemena i zaštitu od bolesti primjenom preparata.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Suzana Kristek

**Broj stranica:** 33

**Broj grafikona i slika:** 9

**Broj tablica:** 7

**Broj literaturnih navoda:** 26

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** pšenica, kemijski fungicidi, biopreparati, prinos, komponente prinosa

**Datum obrane:** 30.9.2022

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. dr. sc. Jurica Jović, predsjednik
2. prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. doc. dr. sc. Dario Iljkić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek  
University Graduate Studies Plant production, course Plant production

Graduate thesis

**INFLUENCE OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROTECTION ON ELEMENTS OF WHEAT YIELD**

Ivan Rastija

**Abstract:** Research goal of this study was to determine influence of chemical and biological protection on elements of winter wheat yield (protein content and 1000 grain mass) and other morphological traits (plant height and hectolitre mass) during two year research during 2019./2020. and 2020./2021. wheat vegetation. Research was conducted during 2019/20. and 2020/21. year on humogley and eutric cambisol. Experiment was designed on split – block schema in 4 repetitions on two types of soil, on each in 12 different varieties. Just before sowing seed was treated with biopreparation which contained 7 sorts of endomycorrhiza fungi of genus *Glomus* and *Gigaspora*, and nitrogen – fixing bacteria *Azotobacter chroococcum* i *Azospirillum brasilense*. First protection of plants was conducted with fungicide use, respectively with biopreparation which contained beneficial fungi *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis*. Second protection of plants was done with same chemical, respectively with biopreparation as in first top dressing. Highest average wheat grain yield was achieved with seed treatment and plant protection with biopreparation (8,38 t/ha). All other control varieties achieved lower yields. Highest average yield in untreated seed variety was achieved with chemical fungicide treatment (7,13 t/ha). Wheat with seed treatment and plant protection with biopreparation achieved highest results in all other elements of wheat yield.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Suzana Kristek

**Number of pages:** 33

**Number of figures:** 9

**Number of tables:** 7

**Number of references:** 26

**Original in:** Croatian

**Key words:** wheat, chemical fungicides, biopreparation, yield, yield components

**Thesis defended on date:** 30.9.2022

**Reviewers:**

1. dr. sc. Jurica Jović, chairman
2. prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. doc. dr. sc. Dario Iljkić, member

**Thesis deposited at:** Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek, Vladimira Preloga 1

