

Utjecaj biostimulatora na prinos i parametre prinosa ozime pšenice

Marinić, Marina

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:151:949585>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-11**



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**

Marina Marinić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ BIOSTIMULATORA NA PRINOS I PARAMETRE PRINOSA
OZIME PŠENICE**

Diplomski rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marina Marinić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ BIOSTIMULATORA NA PRINOS I PARAMETRE PRINOSA
OZIME PŠENICE**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Mirta Rastija, predsjednik
2. doc. dr. sc. Dario Iljkić, mentor
3. doc. dr. sc. Ivana Varga, član

Osijek, 2022.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1. 1. Proizvodnja pšenice | 2 |
| 1. 2. Cilj istraživanja | 4 |
| 2. PREGLED LITERATURE | 5 |
| 2. 1. Biostimulatori | 5 |
| 2.2. Značaj agroekoloških uvjeta | 5 |
| 2. 3. Značaj agrotehničkih uvjeta..... | 7 |
| 3. MATERIJALI I METODE..... | 10 |
| 3. 1. Opis pokusa..... | 10 |
| 3. 2. Karakteristika sorte | 10 |
| 3. 3. Određivanje parametara prinosa pšenice | 11 |
| 3. 4. Statistička obrada podataka | 16 |
| 3. 5. Analiza vremenskih prilika..... | 16 |
| 4. REZULTATI | 17 |
| 4. 1. Vremenske prilike tijekom 2021./2022. | 17 |
| 4. 2. Prinos i komponente prinosa..... | 18 |
| 4. 3. Agronomski i morfološki pokazatelji | 22 |
| 5. RASPRAVA..... | 28 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 32 |
| 7. POPIS LITERATURE..... | 33 |
| 8. SAŽETAK | 35 |
| 9. SUMMARY | 36 |
| 10. POPIS TABLICA | 37 |
| 11. POPIS SLIKA | 38 |
| 12. POPIS GRAFIKONA..... | 39 |

1. UVOD

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je jedna od najvažnijih žitarica na svijetu koja potječe iz porodice trava (*Poaecae*, *Gramineae*). Jednogodišnja je biljka bogata vitaminima, mineralima i bjelančevinama koji ju čine osnovnim prehrambenim proizvodom. Zrno pšenice se upotrebljava za proizvodnju kruha, a preradom zrna dobivaju se razni proizvodi poput kolača, grisa, tjestenine, škroba, alkohola i drugo (Gagro, 1997.).

Osim za prehranu ljudi, pšenica se koristi kao sirovina u farmaceutskoj, mlinarskoj, pivarskoj te mnogim drugim industrijama. Nadalje, koristi se u proizvodnji papira, ljepila, sapuna, za izradu kapsula i slično. Također, veliku važnost ima i u prehrani domaćih životinja gdje se koristi u obliku mekinja, silirana ili sušena, koriste se sitna zrna te zelena masa s leguminozama (Gagro, 1997.).

Pšenica ima veliku ekonomsku i privrednu važnost te se uzgaja diljem svijeta. Poznata je više od 10 000 godina te se prvo uzgajala u Maloj Aziji, Iraku, Kini i Egiptu. Kasnije se uzgoj proširio na Europu, Ameriku i Australiju (Gagro, 1997.). Na prostoru današnjeg Iraka pronađena su prva nalazišta, dok su 5000 - 6000 godina pr. Kr. poznata nalazišta iz Kine, Male Azije i Starog Egipta. Mađarska, Poljska, Bugarska, Slovačka i Češka imaju nalazišta stara 4000 - 5000 godina pr. Kr. (Kovačević i Rastija, 2014.).

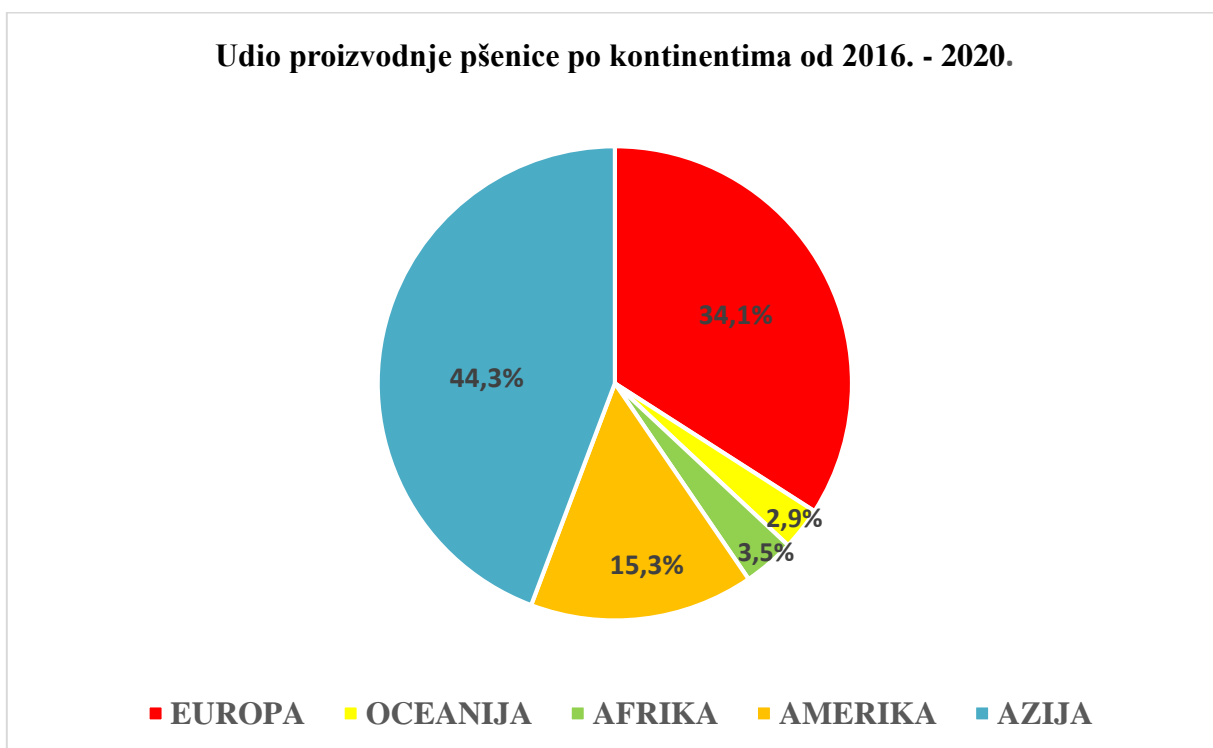
Uzgoj pšenice je moguć u različitim agroklimatskim okolinama, a najveća proizvodnja odvija se između 30° i 60° sjeverne te između 27° i 40° južne zemljopisne širine. Zbog toga se žetva pšenice obavlja svakog mjeseca tijekom cijele godine na različitim mjestima u svijetu (Novoselić i sur., 2018.).

Poznato je više od 20 vrsta iz roda *Triticum* koje uključuju kulturne i divlje forme. Prema Mac Keyu postoje tri skupine pšenice koje se razlikuju po broju kromosoma: diploidna ($2n = 24$), tetraploidna ($2n = 28$) i heksaploidna ($2n = 42$) pšenica. Prema pljevičavosti zrna postoje one sa obuvenim ili golim zrnom. Od svih pšenica najveće gospodarsko značenje imaju *Triticum vulgare* - meka pšenica i *Triticum durum* - tvrda pšenica. Meka pšenica je daleko zastupljenija i zauzima oko 90 % površina (Kovačević i Rastija, 2014.). Kako navodi Gagro (1997.) pšenica ima dva tipa a to su ozima i jara. Ozima pšenica daje veći i stabilniji prinos od jare, a jara pšenica

ima kraću vegetaciju, kvalitetnije zrno, bolje podnosi sušu i visoke temperature. Sjetva jare pšenice je u proljeće, a ozima pšenica se sije u jesen i prezimljava u fazi od nicanja do busanja.

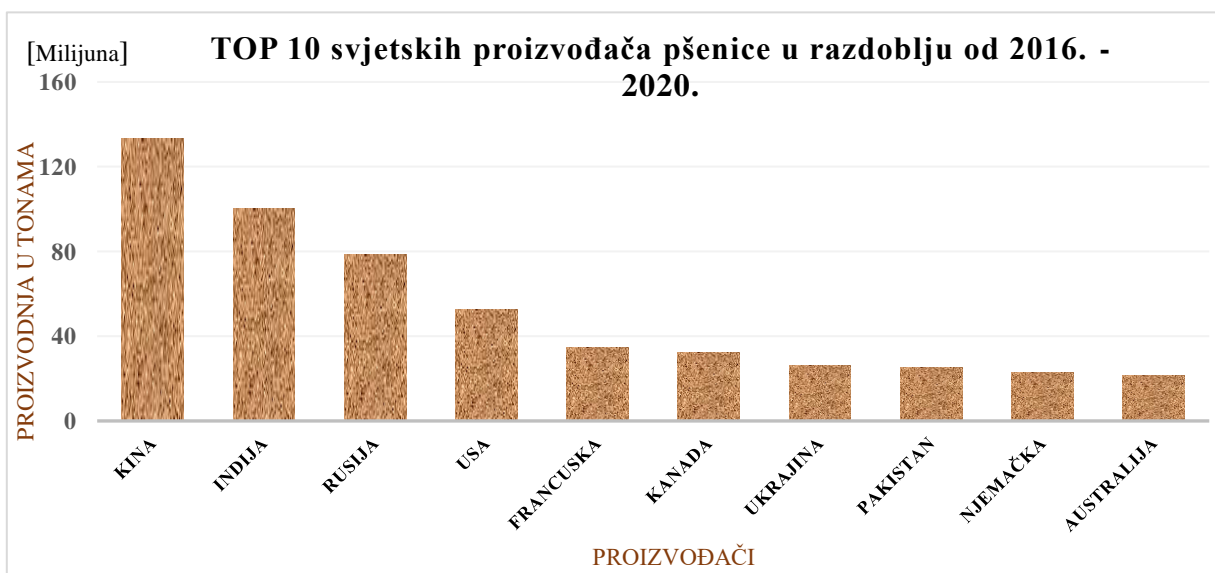
1. 1. Proizvodnja pšenice

Pšenica se uzgaja na svim kontinentima osim na mjestima gdje je trajno zaleđeno tlo. Prema zasijanim površinama nalazi se na prvom mjestu, dok su kukuruz i riža zasijani na nešto manjim površinama. Grafikon 1. prikazuje udio proizvodnje pšenice po kontinentima za razdoblje od 2016. – 2020. godine (FAOSTAT, 2022.). Najveći udio u proizvodnji pšenice od 44,3 % ima Azija, zatim Europa sa 34,1 % i Amerika sa 15,3 %. Manji udio proizvodnje ima Afrika od 3,5 % i Oceanija od 2,9 %.



Grafikon 1. Udio proizvodnje pšenice po kontinentima od 2016. – 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.)

Grafikon 2. prikazuje 10 najvećih proizvođača pšenice u istom razdoblju. Vodeće mjesto zauzima Kina (133 359 820 t), zatim Indija (100 371 194 t) i Rusija (78 356 677,6 t). Najveći europski proizvođač pšenice u navedenom razdoblju je Francuska (34 833 487,4 t), dok ju slijede Ukrajina (26 048 656 t) i Njemačka (22 888 720 t).



Grafikon 2. Najveći svjetski proizvođači pšenice od 2016. – 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.)

U Tablici 1. nalaze se podaci o proizvodnim površinama, proizvodnji i prinosu pšenice u svijetu od 2016. do 2020. godine. U promatranom vremenskom razdoblju najveća proizvodnja pšenice u svijetu bila je u 2017. godini kada se na proizvodnoj površini od 218 301 750 ha proizvelo 772 290 608 t, što je skoro 25 000 000 t više od 2016. godine kada je bila najveća proizvodna površina pšenice. Najveći pad proizvodnje dogodio se 2018. godine kada je bila i najmanja proizvodna površina pšenice od 213 938 636 ha. Poznavajući genetski potencijal pšenice prosječni prinosi u svijetu su vrlo niski. Najveći prinos ostvaren je 2019. godine od 3,543 t/ha.

Tablica 1. Proizvodnja pšenice u svijetu (izvor: FAOSTAT, 2022.)

| Godina | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | Prosjek |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Površina (ha) | 219163521 | 218301750 | 213938636 | 215899861 | 219006893 | 217262132,2 |
| Ukupna proizvodnja (t) | 748435124 | 772290608 | 732139584 | 764980821 | 760925831 | 755754393,6 |
| Prinos (t/ha) | 3,415 | 3,538 | 3,422 | 3,543 | 3,474 | 3,478 |

Republika Hrvatska ima dobre agroekološke preduvjete za vrhunsku proizvodnju pšenice te bi s potpunim uređenjem tla i provođenjem suvremene tehnologije, uz odgovarajuća sustavna rješenja za poljoprivrednu proizvodnju, mogla znatno povećati prosječan prinos pšenice. Međutim, Hrvatska proizvodi dovoljnu količinu pšenice za svoje potrebe i otprilike polovicu uroda izvozi u druge zemlje. U razdoblju od 2016.-2020. godine najveći prinos pšenice u Republici Hrvatskoj ostvaren je 2020. godine (5,868 t/ha) na površini od 147 840 hektara dok je najmanji prinos ostvaren 2018. godine s 5,439 t/ha na površini od 138 460 hektara (Tablica 2.). Općenito, zadnjih 15-tak godina u Hrvatskoj se događa jedan vrlo blagi negativni trend smanjivanja površina iako znatno varira između godina.

Tablica 2. Proizvodnja pšenice u Republici Hrvatskoj (izvor: FAOSTAT, 2022.)

| Godina | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | Prosjek |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Površina (ha) | 171 400 | 118 380 | 138 460 | 143 150 | 147 840 | 143846 |
| Ukupna proizvodnja (t) | 969 050 | 687 595 | 753 060 | 803 270 | 867 530 | 816101 |
| Prinos (t/ha) | 5,654 | 5,808 | 5,439 | 5,611 | 5,868 | 5,676 |

1. 2. Cilj istraživanja

Intenzivna proizvodnja pšenice u današnje vrijeme je pred sve većim izazovom povećanja inputa u proizvodnji s jedne strane i sve nepovoljnijim agroekološkim uvjetima s druge strane. Pored uobičajene poljoprivredne prakse potrebno je pronaći rješenje koje će odgovoriti na sve teškoće proizvodnje pšenice. Stoga je cilj istraživanja bio u poljskim uvjetima ispitati utjecaj biostimulatora na prinos, agronomski i morfološki svojstva pšenice u usporedbi s uobičajenim načinom proizvodnje.

2. PREGLED LITERATURE

2. 1. Biostimulatori

Biostimulatori su fiziološki aktivne tvari koje pospješuju rast, razvoj i hranidbu biljaka te pomažu pri smanjenju posljedica stresa izazvanih abiotičkim i biotičkim čimbenicima. Iako postoje različiti biostimulatori s obzirom na kemijski sastav, obično sadrže mješavinu organskih i anorganskih komponenti obuhvaćajući esencijalne makro i mikroelemente, humate, citrate i aminokiseline (Čeh, 2020.). Razlikuju se mikrobn i nemikrobni biostimulatori. Mikrobn biostimulatori su korisne gljive i bakterije dok su nemikrobni biostimulatori huminske kiseline, ekstrakti morskih algi, aminokiseline, kitozan i anorganski biostimulansi. Primjena može biti folijarna, zalijevanjem tla i drugo, ovisno o njihovoj namjeni i formulaciji pripravka (Mešić i sur., 2022.).

Biostimulatori nisu zamjena za gnojiva, ali se njihovom primjenom smanjuje potreba za njima. Naime, primjena biostimulatora povećava količinu dušika u listu, razinu fotosinteze i koncentraciju biljnih pigmenata. Huminske kiseline utječu na povećanje rasta korijena i unosa vode te pospješuju rast biljke unošenjem hranjivih tvari (N, Ca, P, K, Mg, Fe, Zn, Cu) i vezanja toksičnih elemenata (aluminij i kadmij). Također, huminske kiseline utječu na poboljšanje fotosinteze, gustoće klorofila i disanje korijena biljke što rezultira boljim rastom biljaka. Aminokiseline povećavaju količinu klorofila u biljci koja utječe na veći rast fotosinteze, a djeluju i kao aktivatori fitohormona i tvari za rast u biljkama (Parađiković, 2009.).

U mnogim područjima proizvodnje sve je intenzivnije tretiranje biostimulatorima kako bi se postigla kvalitetnija proizvodnja, tj. kako bi se postigli veći prinosi, uštedilo gnojivo i poboljšala kvaliteta biljnih proizvoda (Čeh, 2020.).

2. 2. Značaj agroekoloških uvjeta

Najznačajniji agroekološki uvjeti koji utječu na rast i razvoj pšenice su temperatura, svjetlost, voda i tlo (Madjarić, 1985.) dok Balaghi i sur. (2008.) navode da vremenski uvjeti imaju jako velik utjecaj na prinos pšenice.

Pšenica je termosenzibilna kultura. Toplina je neophodna za rast, razvoj i prezimljavanje pšenice. Duljina vegetacije kod ozime pšenice je oko 270 dana, a jare pšenice oko 130 dana.

Ukupna suma temperature kroz razdoblje vegetacije ozime pšenice iznosi oko 1900 – 2200 °C, a za jaru 300 – 400 °C manje. Minimalna temperatura klijanja pšenice je 1 °C kada slabo i dugo klija i niče dok je optimalna temperatura oko 25 °C. Temperature više od 25 °C s niskom relativnim vlažnosti zraka i tla najčešće uzrokuju prekid vegetacije te zrno pšenice biva šturo a prinos nizak (Gagro, 1997.).

Suša je jedan od najčešćih ekoloških stresova koji utječu na rast i razvoj biljaka. Općenito, tolerancija na nedostatak vode se može podijeliti u dva dijela uključujući izbjegavanje suše i toleranciju na dehidraciju. Izbjegavanje suše uključuje veću dubinu korijena, razumnu upotrebu raspoložive vode od strane biljaka i promjene u načinu života kako bi se koristila kiša. Tolerancija na dehidraciju sastoji se od sposobnosti biljaka da djelomično dehidriraju i ponovno rastu kada se biljka nađe u optimalnoj vlazi. Tolerantnost biljke na nedostatak vode ovisi o više čimbenika, a najvažniji su genotip biljke, faza rasta, jačina i dužina stresa, fiziološki proces rasta te čimbenici okoliša (Nezhadahmadi i sur., 2013.). Prije sjetve, tijekom sjetve, za vrijeme nicanja i ukorjenjivanja suša može otežati predsjetvenu pripremu tla, odgoditi sjetvu, utjecati na razvoj pšenice i produžiti razdoblje od sjetve do nicanja. Za vrijeme busanja pod utjecajem suše biljka se slabije ukorjenjuje, slabije busa i klas je manji. Tijekom vlatanja moguća je manje razvijena lisna površina i korijenov sustav, poremećen razvoj cvjetova, manje cvjetova u klasićima i manje klasića u klasu. Veći broj sterilnih cvjetova, manji broj zrna u klasu i kraća cvatnja također su posljedica suše u vrijeme klasanja, cvatnje i oplodnje. Dok se formira i nalijeva zrno može doći do povrede reproduktivnih organa, pogoršanja kvalitete zrna i manjeg prirasta suhe tvari zrna (Kovačević i Rastija, 2014.). Pravilnom i odgovarajućom agrotehnikom te stvaranjem i uzgojem otpornih sorti povećava se otpornost pšenice prema suši (Nezhadahmadi i sur., 2013.).

Pšenica je veći dio vegetacije izložena niskim temperaturama zraka kada su mogući negativni utjecaji na ozimu pšenicu. Prilikom čestih promjena toplog i hladnog vremena stvara se ledena kora zbog koje biljke otežano dišu, a ukoliko se nađu ispod dugotrajnog snijega moguće su pojave raznih infekcija i truljenje biljaka. Također, posljedica niskih temperatura je i smrzavanje biljaka. Najveća otpornost biljke prema zimi je u fazi od tri lista do početka busanja. Prema Kovačević i Rastija (2014.) na otpornost pšenice prema niskim temperaturama utječe faza razvoja biljke, vlažnost tla, izbor sorte, trajanje niskih temperatura i mineralna ishrana.

Visokokvalitetno zrno pšenice i visoki prinosi se postižu na prostorima sa 650 – 750 mm oborina godišnje, ali ako su padaline dobro raspoređene. Idealna vlažnost tla za pšenicu je 65 - 80 % poljskog vodnog kapaciteta. Vlažnost ispod 30 % punog vodnog kapaciteta ne osigurava klijanje i nicanje pšenice. Najkritičnije razdoblje je 15 dana prije klasanja do 6 dana nakon klasanja, kada manjak vode loše utječe na prinose pšenice (Kovačević i Rastija, 2014.). Reakcija tla, fenofaza, temperatura, zasićenost tla vodom, kultivar i gnojidba su činitelji koji utječu na transpiracijski koeficijent koji se kreće u vrlo širokim granicama od 240 do 755. Najveći je u fazi busanja, a najmanji u fazi klasanja (Gagro, 1997.).

Uspješna proizvodnja pšenice može se postići na plodnim tlima povoljnih vodozračnih karakteristika, tlima povoljne vlažnosti i neutralne reakcije te strukturnim i dubokim tlima. Pšenica najbolje uspijeva na ilovastim tlima sa sadržajem humusa 2 %, rahlog i dubokog profila dok pjeskovita tla nisu preporuka za uzgoj pšenice (Kovačević i Rastija, 2014.).

2. 3. Značaj agrotehničkih uvjeta

Agrotehnički uvjeti u velikoj mjeri su značajni za uspješnu proizvodnju pšenice. Suvremena tehnologija od velike je pomoći u proizvodnji pšenice te je sve više zastupljena u cijelome svijetu.

Pšenica pripada pod kulture kod kojih dolazi do „umornosti tla“ ako se često siju na istu površinu. Nepovoljne predkulture pšenice jesu općenito strne žitarice naročito ječam i zob. Prikladne predkulture su one od kojih se tlo pravodobno oslobodi pa ima dovoljno vremena za pripremu tla i sjetvu. U njih spadaju jednogodišnje leguminoze poput graha, graška i soje (Kovačević i Rastija, 2014.).

Nedostatak mikrohraniva i makrohraniva iziskuje gnojidbu pšenice kako bi se osigurala potrebna hraniva u svakoj fazi rasta. Kemijskim analizama tla utvrđuju se zalihe hraniva u tlu te se na temelju tih podataka određuju količine potrebnog gnojiva. Količina hraniva ovisi o mehaničkom sastavu i tipu tla, žetvenim ostacima, vremenskim prilikama i načinu gospodarenja (Gagro, 1997.). Dušik je element koji najviše ograničava prinos, fosfor je sljedeći, a sumpor može biti ograničavajući u rijetkim situacijama na nekim tlima (Davis i Westfall, 2014.). Uz pravilno određenu količinu mineralnih gnojiva, bitno je i dati ih u pravo vrijeme i na odgovarajući način. Kod osnovne gnojidbe koriste se gnojiva s malo dušika, a više kalija i

fosfora. Izjednačen odnos koristi se najčešće kod pripreme tla za sjetvu, a čista dušična gnojiva za prihranu. Fosfor i kalij pridonose kvaliteti i zdravlju te usklađuju rast, a u tlo se unose oranjem u jesen. S druge strane, potreba pšenice za dušikom velika je kroz cijelo razdoblje vegetacije (Gagro, 1997.). Dušik ima utjecaj na jačinu busanja, tijekom vlatanja na broj vlata i krajnju veličinu lista. Procjenjuje se da je za jedinicu indeksa zelene površine potrebno oko 40 kilograma N/ha zbog djelovanja dušika na lisnu masu. U vrijeme klasanja i cvatnje dušik ima znatan utjecaj na sadržaj bjelančevina u zrnu. U ranijim fazama razvoja bitni su fosfor i kalij koji imaju utjecaj na korijen, mehaničko tkivo i vlata biljke dok za izgradnju klorofila i bjelančevina služe magnezij i sumpor (Novoselić i sur., 2018.).

Pravilnom obradom i pripremom tla za sjetvu stvaraju se bolji uvjeti za klijanje i nicanje, razvijanje korijena te korištenje zemljišnih resursa. Cilj obrade tla je postići dobro usitnjeni površinski sloj orašasto mrvičaste strukture (Novoselić i sur., 2018.). Obrada tla je svaki mehanički zahvat u pedosferu tla s ciljem popravke antropogenog sloja tla, stvaranja optimalnih vodozračnih odnosa, popravljivanja kemijskih, fizikalnih i bioloških svojstava tla, uništavanja štetnika i bolesti i uništavanja korova. Način i vrsta obrade ovise o stanju i predkulturi. Razlikuju se osnovna i predsjetvena priprema tla te priprema tla za sjetvu. Zebec i sur. (2009.) ispitivali su utjecaj gnojidbe dušikom i obrade tla na prinos pšenice. Pokus je proveden s tri načina obrade tla (reducirana, konvencionalna i „no till“ obrada) uz tri različite količine gnojidbe dušikom. Najveći prosječni prinos postignut je konvencionalnom obradom tla i najvećom gnojidbom dušika, dok je najniži prinos ostvaren „no till“ obradom gdje je izostavljena gnojidba dušikom.

Zbog klimatskih promjena vrijeme sjetve je vrlo bitno. Sjetva u krivo vrijeme može smanjiti prinos pšenice do 30 %. Prekasnom sjetvom može se smanjiti broj klasića, a pravovremenom sjetvom može se povećati produktivnost usjeva (Abdelmageed, 2019.). Dobri i kvalitetni prirodni rezultat su kvalitetnog sjemena te je zbog toga bitno veliku pozornost pridati izboru sorte. Sjeme bi trebalo biti zdravo, što teže i krupnije, što više kategorije i deklarirano. Optimalno vrijeme za sjetvu pšenice je listopad. Ako pšenicu sijemo ranije, ona brže proklija i buja, a na taj način sadržaj vode je puno veći pa je u zimskim mjesecima slabo otporna na smrzavanje. S druge strane, u kasnijoj sjetvi uvjeti su lošiji za klijanje i nicanje, također su i temperature uglavnom niže, tlo je lošije pripremljeno što dovodi do smanjene kakvoće sjetve. Sjeme ili propada ili mu je razvoj nejednoličan, a to onda dovodi do slabog priroda. Stanje tla i nepovoljne vremenske prilike glavni su razlozi koji mogu utjecati na odgodu sjetve, tj. kasniju sjetvu (Madjarić, 1985.).

Pored već navedenih agrotehničkih operacija u proizvodnji pšenice također, potrebna je određena njega kako bismo osigurali uvjete za rast i razvoj pšenice. Nakon sjetve u suhom tlu, potrebno je provesti valjanje s drljanjem. Na taj način stvara se bolja veza sjemena sa tlom, voda se lakše kapilarama dovodi do sjemena i ono brže klija i raste (Gagro, 1997.). Korovi mogu naštetiti pšenici tako da od nje uzimaju vodu, hraniva, svjetlost i životni prostor jer brže rastu. Također, na taj način lakše se pojavljuju bolesti i štetnici. Načini na koji se mogu uništiti korovi jesu mehaničke, biološke i kemijske mjere. Primjenom herbicida suzbija se rast korova na način da u sebi sadržavaju aktivne tvari koje djeluju na njega. No, izbor herbicida vrlo je važan jer ovisi o mnogim čimbenicima poput vlažnosti tla, sadržaju humusa u tlu i dr. Velike štete pšenici prouzrokuju bolesti i štetnici koje smanjuju prirodu čak i preko 50 % (Kovačević i Rastija, 2014.). Današnja intenzivna proizvodnja pšenice je gotovo nemoguća bez primjene fungicida i insekticida.

3. MATERIJALI I METODE

3. 1. Opis pokusa

Poljski pokus proveden je tijekom 2021./2022. godine na pokušalištu Tenje Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku na ukupnoj površini od 20 000 m². Pokus se sastojao od dva tretmana: kontrola (uobičajena mineralna gnojidba) i primjena biostimulatora (kontrola + biostimulator) u tri ponavljanja po slučajnom prostornom rasporedu. Za provedbu pokusa primjenjena je uobičajena agrotehnika za pšenicu. Predkultura je bio silažni kukuruz, nakon čega je obavljena osnovna obrada plugom. S obzirom na relativno dobru plodnost tla pred sjetvu je dodano samo 130 kg/ha ureje, a sjetva je obavljena 28. listopada 2021. sortom Kraljica u količini od 280 kg/ha. Prva i druga prihrana obavljene su jednako za oba tretmana u količini od 100 kg/ha KAN-a i 120 kg/ha KAN-a. Tretman biostimulatora (Fertiactyl Starter) obavljen je folijarnim prskanjem 21. ožujka 2022. u količini od 3 l/ha. Suzbijanje korova obavljeno je herbicidnim sredstvom Lancelot 450 WG u količini 0,33 g/ha 13. travnja 2022. Zaštita usjeva od bolesti obavljena je fungicidima Elatus era u količini 0,8 l/ha 04. travnja 2022. te Magnellom u količini 1,0 l/ha 19. svibnja 2022., a štetnika insekticidom Karate zeon u količini od 0,15 l/ha. Žetva pšenice sorte Kraljice obavljena je 01. srpnja 2022.

3. 2. Karakteristika sorte

Kraljica je najzastupljenija ozima sorta pšenice u proizvodnji Republike Hrvatske. To je srednje rana sorta prosječne visine stabljike od oko 75 cm. Prosječna masa 1000 zrna je oko 40 g, a hektolitarska masa oko 81 kg/hl. Radi se o visokorodnoj sorti koja u značajnoj mjeri ujedinjuje kakvoću i rodnost. Genetski potencijal rodnosti veći je od 11 t/ha, pripada u I. razred kakvoće, A2 farinografska kvalitetna grupa sa sadržajem vlažnog ljepekka od 28 %. Kraljicu karakterizira vrlo dobra tolerantnost na polijeganje, najučestalije bolesti pšenice i na niske temperature. Sjetva ove sorte je poželjna od 10. do 25. listopada s normom 500 - 650 kljavih zrna/m² (katalog Poljoprivredni institut Osijek, 2022.).

3. 3. Određivanje parametara prinosa pšenice

U svrhu određivanja procjene prinosa pšenice i drugih svojstava neposredno prije žetve (Slika 1.) prikupljeni su uzorci sa polja. Uzorci su prikupljeni pomoću škara i metalnog okvira dimenzija $0,5 \times 0,5$ m, koji su postavljeni na četiri mjesta kako bi se prikupio ukupan uzorak na površini od 1 m^2 . Sa polja su prikupljeni uzorci u tri ponavljanja ($3 \times 1 \text{ m}^2$) za oba tretmana slučajnim odabirom te spremljeni u označene vreće (Slika 2.).



Slika 1. Pšenica neposredno prije žetve na pokušalištu Tenja (izvor: Marinić, M.)



Slika 2. Prikupljanje uzoraka pomoću metalnog okvira i škara (izvor: Marinić, M.)

Nakon prikupljanja uzoraka s 1 m², isti su istreseni na najlon kako bi se spriječio gubitak zrna, a zatim je ručnim prebrojavanjem klasova izbrojan broj biljaka/m² svakog ponavljanja kako bi se odredio sklop (Slika 3.). Potom su uzorci spremljeni u papirnate vreće na koje su stavljene oznake sa natpisom broja ponavljanja i tretmana (K1, K2, K3, B1, B2 i B3). Nakon toga uzorci su ovršeni i spremljeni u vreće s odgovarajućim oznakama pomoću specijaliziranog malog kombajna (Quantum Core). Quantum Core je model kombajna koji je razvio Wintersteiger. Dizajniran je tako da bi bio dostupan manjim pokusima, a ispunjava sve osnovne zahtjeve za žetvu svih vrsta sitnog sjemena te osigurava čiste uzorke. Osim toga može se instalirati dodatni sustav za vaganje i uzorkovanje (Slika 4.).



Slika 3. Brojanje klasova/m² (izvor: Marinić, M.)



Slika 4. Vršenje uzoraka pšenice i ispuštanje u vreće (izvor: Marinić, M.)

Ovršeni uzorci su odneseni u Laboratorij za analizu ratarskih usjeva na Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Neposredno prije određivanja procjene prinosa bilo je potrebno očistiti zrna od nečistoća. Prinos zrna je određen pomoću analitičke digitalne vage na dvije decimale u gramima i preračunat u t/ha (Slika 5.).



Slika 5. Čišćenje pšenice od nečistoća i određivanje prinosa zrna (izvor: Marinić, M.)

Na uređaju Patern AM 5200-A izmjerena je vlaga zrna (%), hektolitarska masa (kg/hl) i temperatura (°C) zrna pšenice. AM 5200- A je visokofrekventni mjerač vlage u zrnu koji prodire u uzorke za sveobuhvatne rezultate, nudeći i poboljšavajući točnost analize, bez obzira na vrstu usjeva ili temperaturu. Zrno pšenice se usipa u gornji otvor te se nakon propuštanja kroz uređaj

dobiju rezultati na zaslonu. Nakon toga zrno je pušteno u donju ladicu i spremljeno u odgovarajuću vrećicu (Slika 6.).

Neposredno prije određivanja mase 1000 zrna, uzorci su očišćeni od nečistoća te su uklonjena polomljena zrna pšenice prema pravilniku. Pomoću brojača zrna Pfeuffer Contador izbrojana je količina od 1000 zrna (2×500) te izvagana na preciznoj analitičkoj digitalnoj vagi kako bi se odredila masa 1000 zrna u gramima (Slika 7.). Spremnik za zrno drži zrno na mjestu pomoću elektromagneta i vibracija izazvanih tijekom brojanja. Zrno koje se broji dolazi do izlaza i pada u spremnik kroz fotoelektronički brojač. Contador automatski odabire brzinu brojanja ovisno o veličini materijala koji se broji te na taj način osigurava optimalno korištenje kapaciteta brojanja i smanjuje vrijeme brojanja na minimum uz održavanje točnosti brojanja. Prije završetka brojanja smanjuje brzinu brojanja tako da se ne broji više sjemenki nego što je unaprijed podešeno. Brzina brojanja također se može ručno podesiti. Instrument može ponovno prepoznati kada nema spremnika ili spremnika za zrno, zaustavlja brojanje i prijavljuje činjenicu na zaslonu tako da ne dolazi do greške u radu.



Slika 6. Mjerenje hektolitarske mase i vlage zrna (izvor: Marinić, M.)



Slika 7. Brojanje 1000 zrna pomoću brojača zrna (izvor: Marinić, M.)

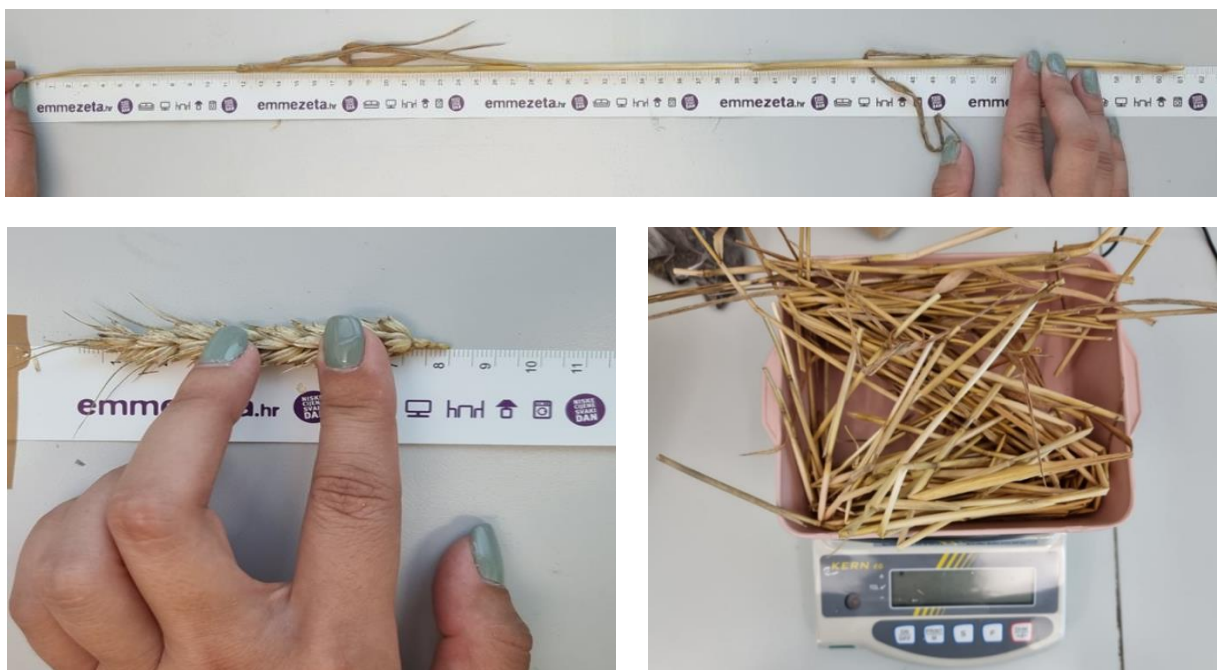
Osim uzimanja uzoraka s 1 m², također s pokušališta su uzeti uzorci za analizu mase vlasi (g), visine vlasi (cm), dužine klasa (cm) i broja zrna u klasu koji su napravljeni u Laboratoriju za

analizu ratarskih usjeva na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Za svako ponavljanje je slučajnim odabirom prikupljeno 30 biljaka (Slika 8.).



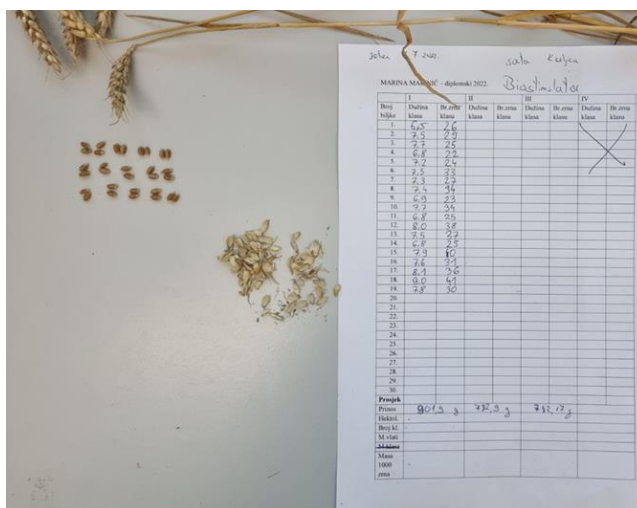
Slika 8. Materijal za analizu mase vlati (g), visine vlati (cm), dužine klasa (cm) i broja zrna u klasu (izvor: Marinić, M.)

Škarama su vlati i klasovi pšenice odvojeni. Nakon toga je izmjerena visina vlati i dužina klasa u centimetrima. Tako odvojene vlati su izvagane na analitičkoj, digitalnoj vagi te je na taj način izmjerena masa vlati pšenice u gramima (Slika 9.).



Slika 9. Mjerenje visine vlati (cm), dužine klasa (cm) i mase vlati (g) (izvor: Marinić, M.)

Za određivanje broja zrna po klasu, jedne od komponenata prinosa, ručnim drobljenjem klasa pšenice odvojeno je svako zrno kako bi se mogao odrediti točan broj zrna u klasu (Slika 10.).



Slika 10. Određivanje broja zrna po klasu (izvor: Marinić, M.)

3. 4. Statistička obrada podataka

Dobiveni rezultati su obrađeni u računalnim programima Excel i SAS Software 9.1.4. (SAS Institute Inc., 2003.). Statistička obrada podataka o istraživanim svojstvima je provedena pojedinačnom analizom varijance uz korištenje F testa. Značajnost razlika između prosječnih vrijednosti ispitivanih faktora i tretmana je ocjenjena pomoću LSD vrijednosti.

3. 5. Analiza vremenskih prilika

U radu su korišteni službeni podatci Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske za meteorološku postaju Osijek-Klisa. Korišteni su podaci srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) i mjesečnih količina oborina (mm) tijekom vegetacijskog razdoblja pšenice 2021./2022. godine kao i višegodišnji podatci srednjih mjesečnih temperatura zraka i mjesečnih količina oborina za razdoblje od 2002. do 2020. godine zbog usporedbe ispitivane godine s višegodišnjim prosjekom.

4. REZULTATI

4. 1. Vremenske prilike tijekom 2021./2022.

Mjesečna količina oborina i prosječne temperature zraka tijekom vegetacije pšenice 2021./2022. za meteorološku postaju Osijek-Klisa prikazane su u Tablici 3.

Tijekom cijele vegetacije pšenice ukupna količina oborina je bila manja za svega 15 %, dok su prosječne temperature zraka bile gotovo identične višegodišnjem prosjeku. U jesen, odnosno u početku vegetacijskog razdoblja pšenice palo je više oborina nego što je uobičajeno prema višegodišnjim prosjecima za listopad, studeni i prosinac. Međutim, tijekom zime dogodio se veći nedostatak oborina, koji je najizraženiji bio u siječnju i ožujku, kada je količina oborina bila manja za 80 % očekivane količine prema višegodišnjem prosjeku za navedene mjesece. S obzirom da pšenica tijekom zimskog razdoblja uglavnom miruje ovaj nedostatak ne bi trebao drastično utjecati na prinose pšenice. U travnju je mjesečna količina oborina bila najbliža očekivanoj količini, dok su svibanj i lipanj imali nešto manju mjesečnu količinu oborina.

Tablica 3. Mjesečne količine oborina (mm) i prosječne temperature zraka (°C) tijekom 2021./2022. te višegodišnje prosječne vrijednosti (VGP) od 2002.-2020. za meteorološku postaju Osijek - Klisa (izvor: DHMZ)

| God./Mjes. | 10. | 11. | 12. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | Ukupno |
|-------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| Oborine (mm) | | | | | | | | | | |
| 2021./2022. | 68 | 74 | 78 | 5 | 25 | 7 | 49 | 55 | 61 | 422 |
| VGP | 61 | 48 | 45 | 43 | 47 | 42 | 47 | 87 | 78 | 498 |
| Razlika (%) | +12 | +54 | +73 | -88 | -47 | -83 | +4 | -37 | -22 | -15 |
| Temperature (C°) | | | | | | | | | | |
| 2021./2022. | 10,1 | 6,6 | 3,0 | 1,5 | 5,3 | 5,6 | 10,9 | 19,1 | 23,4 | 9,5 |
| VGP | 12,0 | 7,2 | 2,2 | 0,6 | 2,4 | 7,2 | 13,0 | 17,6 | 21,6 | 9,3 |
| Razlika (%) | -15,8 | -8,3 | +36,4 | +150 | +120 | -22,2 | -16,2 | +8,5 | +8,3 | +2,2 |

Srednja mjesečna temperatura u listopadu i studenom je bila neznatno manja od očekivanih temperatura, dok je zima bila dosta toplija u usporedbi s višegodišnjim prosjekom. Temperature

u ožujku i travnju su bile oko 20 % manje od očekivanih srednjih mjesečnih temperatura, dok su temperature u svibnju i lipnju bile otprilike 8 % veće od očekivanih srednjih mjesečnih temperatura. Prosječna temperatura tijekom razdoblja vegetacije pšenice u promatranoj 2021./2022. godini je bila 9,5 °C što je gotovo identično višegodišnjem prosjeku od 9,3 °C. Općenito, tijekom proljetno-ljetnog razdoblja prosječne temperature zraka su bile uglavnom povoljne za razvoj pšenice.

4. 2. Prinos i komponente prinosa

Za prinos, komponente prinosa te druga agronomska i morfološka svojstva u ovom istraživanju napravljena je analiza varijance kako bi se utvrdio statistički značaj pojedinih svojstava (Tablica 4.). Od svih ispitivanih parametara samo je vlaga zrna bila signifikantna što je i dokazano LSD testom. Iako nije bilo značajnosti za većinu svojstava, najveće F vrijednosti su zabilježene kod vlage zrna, hektolitarske mase i prinosa zrna dok je koeficijent varijacije bio najveći za broj klasova/m², masu vlati, broj zrna po klasu i prinos.

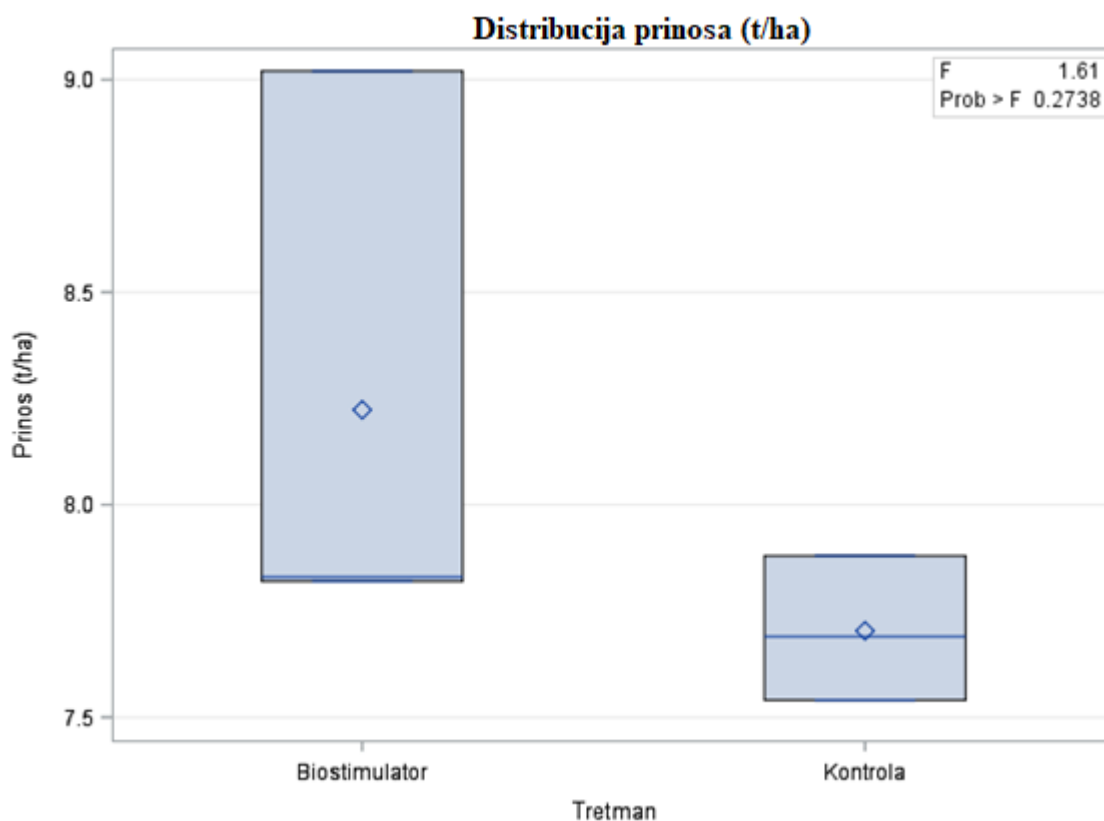
Tablica 4. Analiza varijance ispitivanih parametara

| | Prosjek | F vrijednost | Pr >F | LSD_{0,05} | Koeficijent varijacije |
|-----------------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|
| Prinos | 7,96 | 1,61 | 0,2738 | ns | 6,310 |
| Vlaga zrna | 11,53 | 13,59 | 0,0211 | 0,125 | 0,480 |
| Broj klasova/m ² | 760 | 0,65 | 0,4641 | ns | 8,435 |
| Broj zrna po klasu | 29,3 | 0,29 | 0,6206 | ns | 6,965 |
| Masa 1000 zrna | 36,27 | 0,08 | 0,7910 | ns | 3,735 |
| Masa vlati | 21,8 | 0,00 | 0,9773 | ns | 7,399 |
| Visina biljke | 58,9 | 0,00 | 0,9612 | ns | 2,276 |
| Dužina klasa | 7,34 | 0,88 | 0,4003 | ns | 2,720 |
| Hektolitarska masa | 81,18 | 6,51 | 0,0632 | ns | 0,886 |

Prinos je najvažnije svojstvo u proizvodnji pšenice i cilj svakog proizvođača je ostvariti što veći prinos uz što manja ulaganja. Analizom varijance nije utvrđena statistička značajnost na razni

LSD_{0,05} za prinos zrna pšenice (Grafikon 3.), iako se variranje kretalo od 7,70 t/ha (kontrola) do 8,22 t/ha (biostimulator).

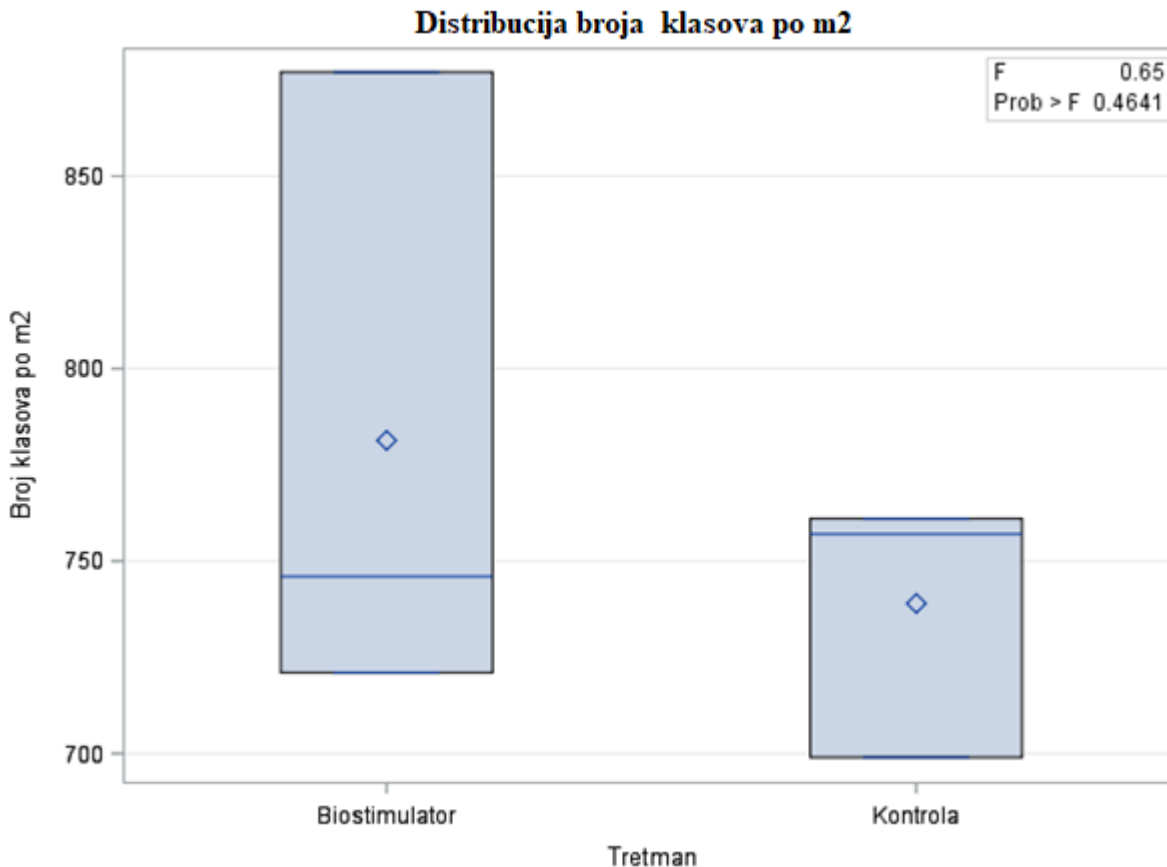
Prosječno ostvaren prinos je iznosio 7,96 t/ha što je iznad prosjeka na razini Republike Hrvatske. Nadalje, u kontrolnom tretmanu variranje prinosa se kretalo od 7,54 t/ha do 7,88 t/ha dok je na tretmanu biostimulatora bilo izraženije i kretalo se od 7,82 t/ha do čak 9,02 t/ha.



Grafikon 3. Plot analiza prinosa zrna pšenice

Broj biljaka po kvadratnom metru ili jedinici površine je izuzetno važno svojstvo u proizvodnji. S obzirom da je pšenica usjev gustog sklopa broj biljaka se može povećavati, ali do određene granice. Smatra se da za postizanje visokih prinosa sklop biljaka treba biti 600-700 po m². U ovom istraživanju kretao se od 739 klasova/m² (kontrola) do 781 klas/m² (biostimulator). Na tretmanu biostimulatora minimalni broj klasova/m² bio je 721 klas/m², a maksimalan 877 klasova/m² dok je na kontrolnom tretmanu variranje iznosilo od 699 klasova/m² do maksimalnim 761 klas/m².

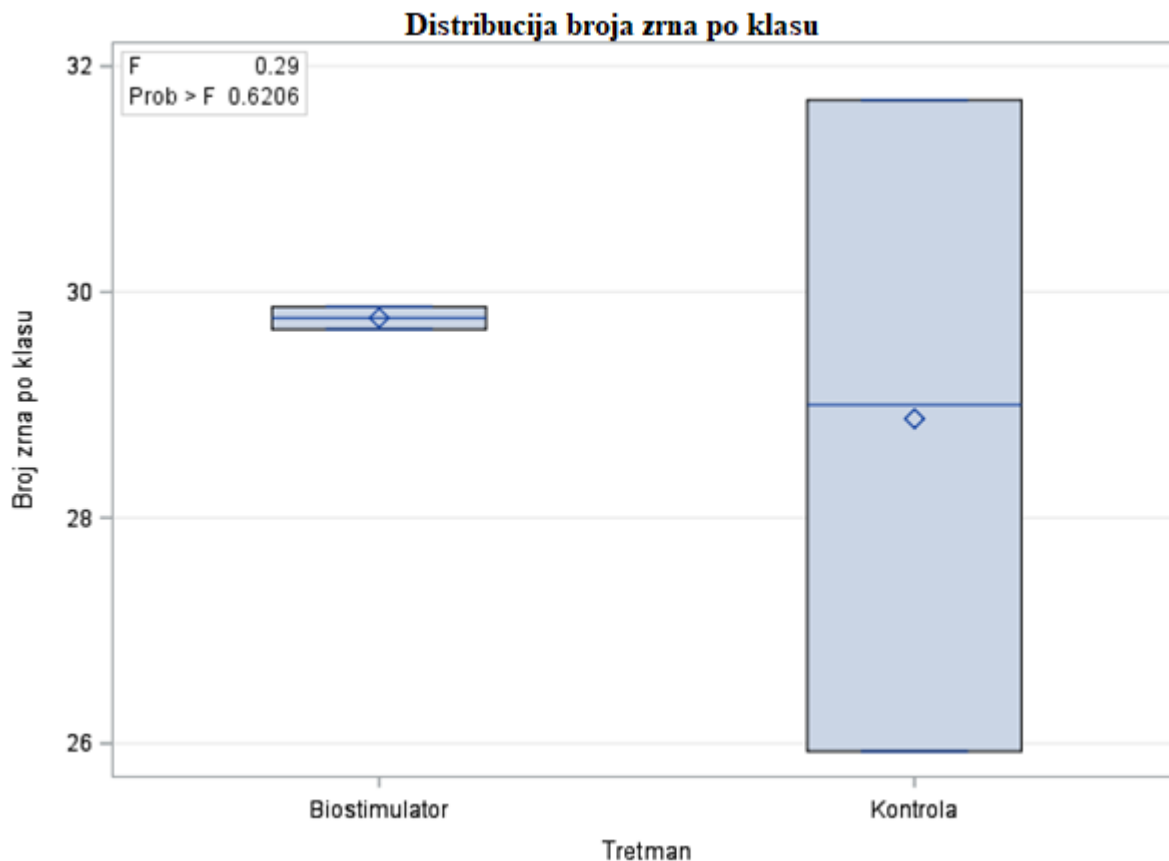
Prosječni broj klasova/m² u ovom istraživanju bio je 760 klasova/m². Na temelju podataka analizom varijance nije utvrđena statistički značajna razlika na razini LSD_{0,05} za broj klasova pšenice/m² (Grafikon 4.).



Grafikon 4. Plot analiza broja klasova pšenice po kvadratnom metru

Za svojstvo broj zrna po klasu, odnosno drugu komponentu prinosa, također nije utvrđena statistički značajna razlika na razini LSD_{0,05} unatoč oscilaciji između prosjeka tretmana. Na kontrolnom tretmanu utvrđeno je prosječno 28,9 zrna po klasu dok je na tretmanu s biostimulatorom utvrđeno 29,8 zrna po klasu.

Prosječno je ostvareno 29,3 zrna po klasu. Variranja između ponavljanja na kontrolnoj varijanti su bila od maksimalnih 31,7 zrna po klasu do minimalno 25,9 zrna po klasu, dok je na tretmanu biostimulatora variranje bilo od 29,9 zrna po klasu do 29,7 zrna po klasu (Grafikon 5.).

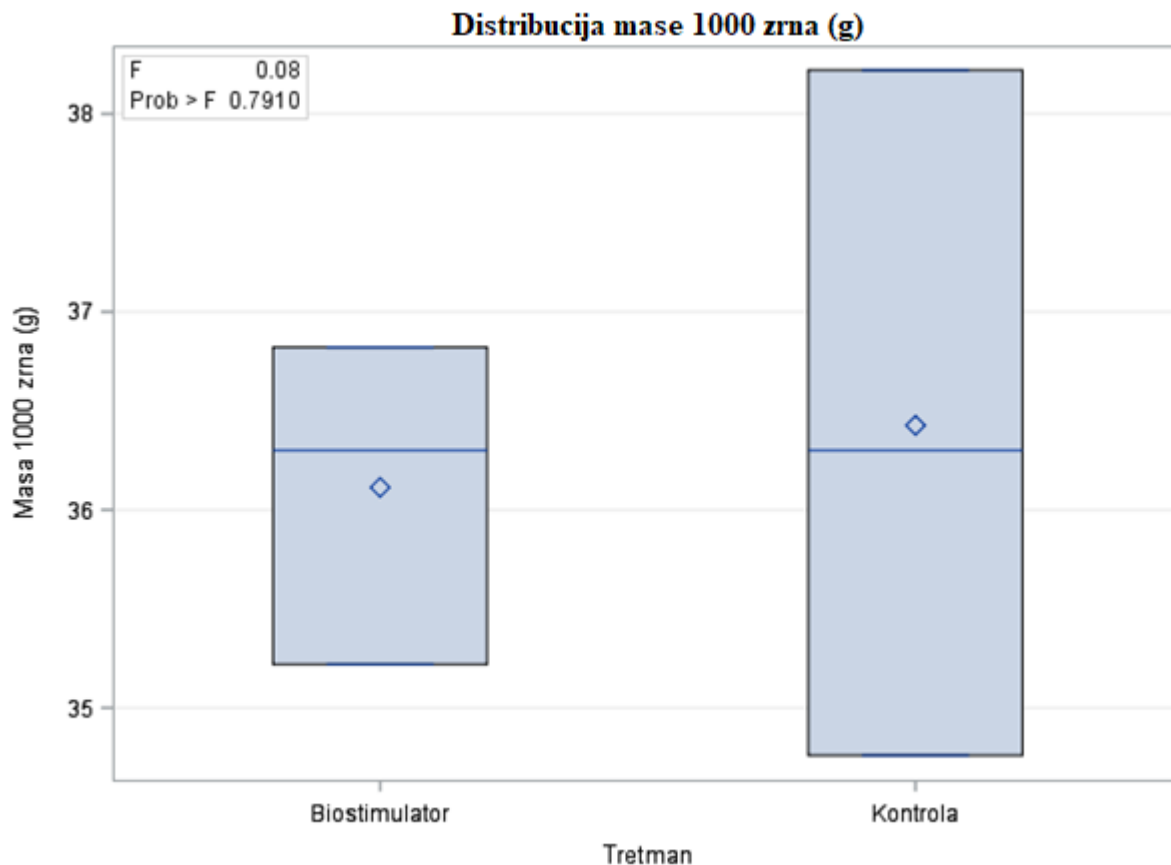


Grafikon 5. Plot analiza broja zrna po klasu

Na Grafikonu 6. prikazana je plot analiza mase 1000 zrna, odnosno treće komponente prinosa pšenice. Prosječna vrijednost u provedenom istraživanju iznosila je 36,3 g.

Rezultati analize varijance pokazali su kako nije utvrđena statistička značajnost, a određena variranja su bila minimalna. U odnosu na prethodne dvije komponente prinosa, masa 1000 zrna je bila zanemarivo veća na kontrolnom tretmanu, ali svega 0,3 grama. U prosjeku, na kontrolnom tretmanu utvrđena masa 1000 zrna je bila 36,4 g, a na tretmanu biostimulatora 36,1 g (Grafikon 6.).

Unutar tretmana biostimulatora variranje mase 1000 zrna kretalo se od 36,8 g do 35,2 g, a kod kontrolnog tretmana je bilo izraženije i kretalo se od 38,2 g do 34,8 g.



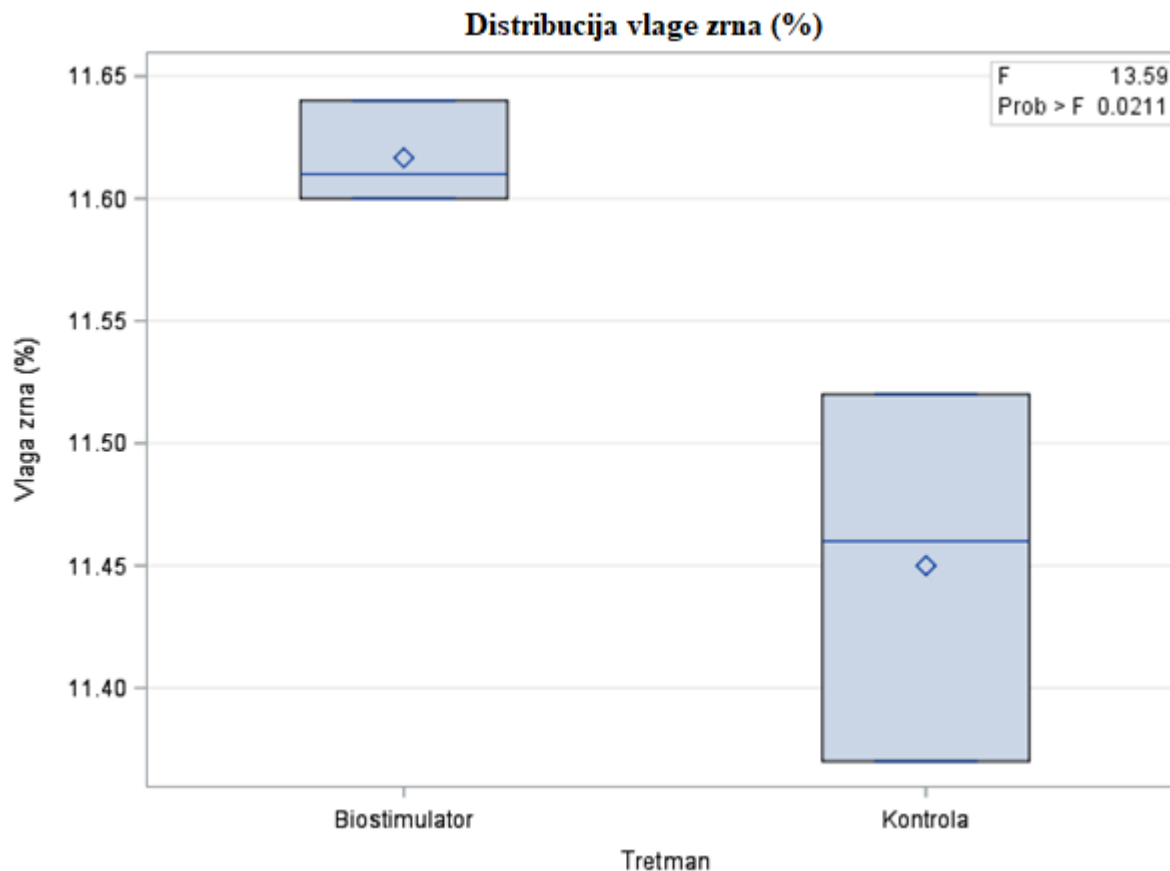
Grafikon 6. Plot analiza mase 1000 zrna

4. 3. Agronomski i morfološki pokazatelji

Osim prinosa i komponenata prinosa u istraživanju je analiziran i čitav niz morfoloških i agronomskih svojstava kako bi se utvrdila eventualna razlika između tretmana.

Analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika na razni $LSD_{0,05}$ za vlagu zrna (Grafikon 7.) i to je jedino svojstvo kod kojeg je utvrđena signifikantnost.

Prosječna vlaga zrna iznosila je 11,53 %, a variranje se kretalo od 11,50 % (kontrola) do 11,60 % (biostimulator). Minimalna vlaga zrna kontrolnog tretmana iznosila je 11,40 %, a biostimulatora 11,6 %. Maksimalna vlaga zrna kod tretmana biostimulatora je bila 11,60 %, a kontrolnog tretmana 11,50 %.

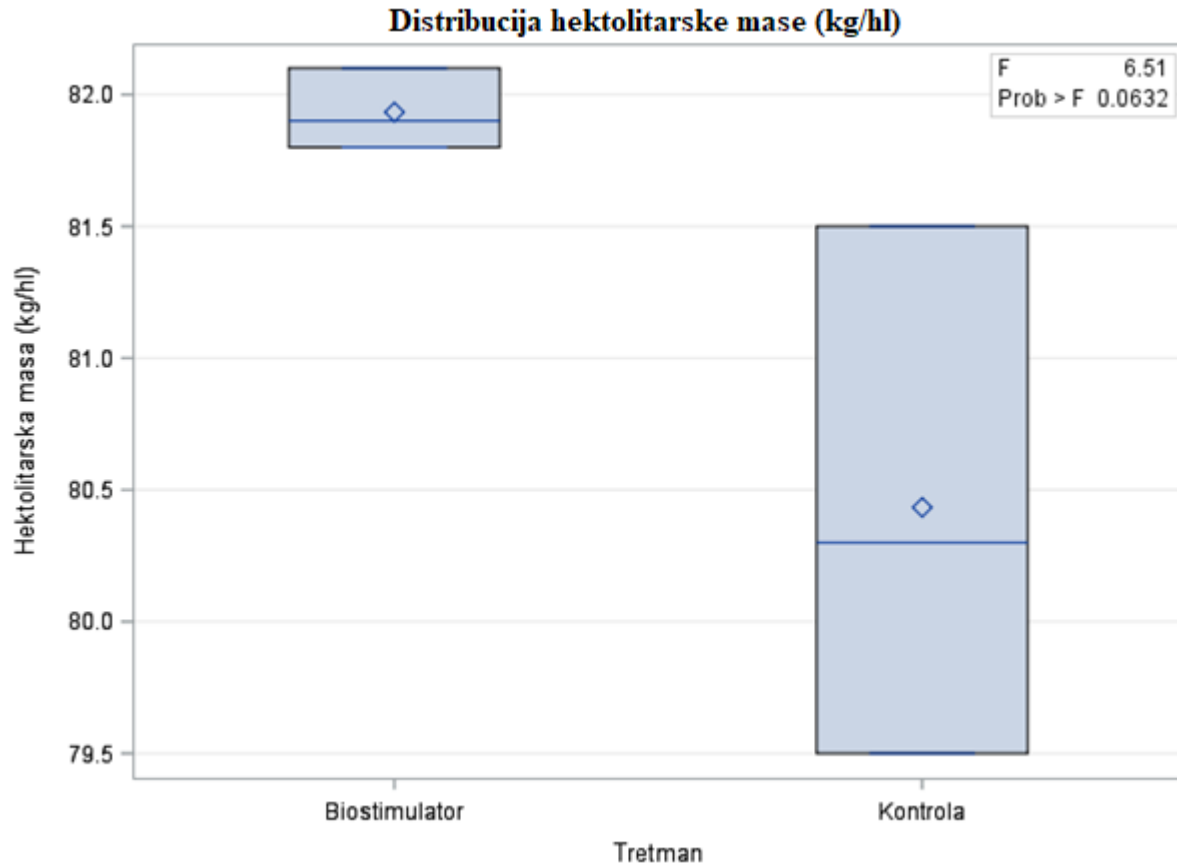


Grafikon 7. Plot analiza vlage zrna pšenice

Hektolitarska masa je važno agronomsko svojstvo jer je pokazatelj „izbrašnjavanja“ zrna odnosno pokazatelj količine brašna koje se dobije meljavom zrna. Izražava se u kilogramima po hektolitr. Također, prilikom otkupa zrna pšenice hektolitarska masa je pokazatelj koji se uzima u obzir i na temelju kojeg se može formirati otkupna cijena pšenice.

Prosječna vrijednost hektolitarske mase u provedenom istraživanju iznosila je 81,2 kg/hl (Grafikon 8.). Analizom varijance nije utvrđena statistička značajnost iako je F vrijednost bila 6,51 odnosno Prob > F je iznosila 0,0632. Variranje između tretmana se kretalo od 80,4 kg/hl na kontrolnom tretmanu do 81,9 kg/hl na tretmanu biostimulator.

U pogledu vrijednosti između ponavljanja, variranje se kretalo od 82,1 kg/hl (biostimulator) i 81,5 kg/hl (kontrola) do 81,8 kg/hl (biostimulator) i 79,5 kg/hl (kontrola).

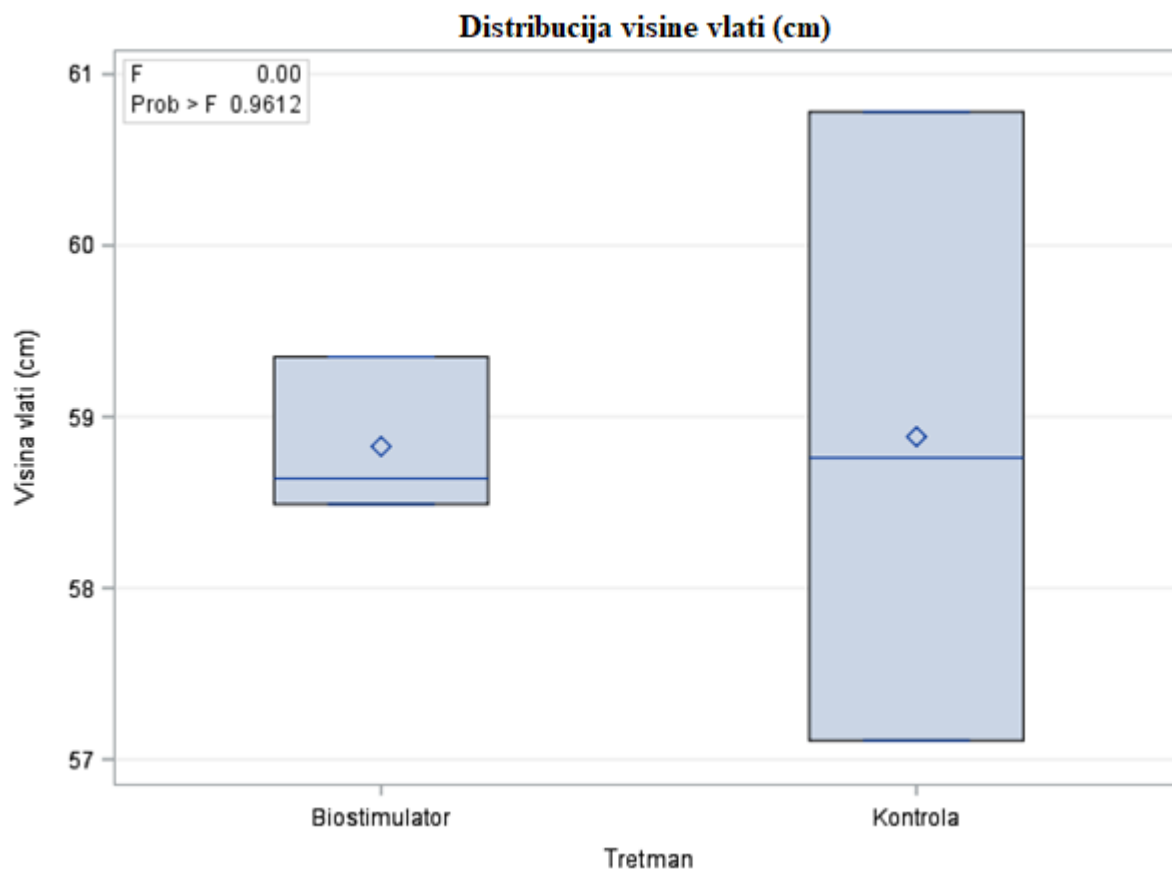


Grafikon 8. Plot analiza hektolitarske mase

Na Grafikonu 9. vidljivi su podaci na temelju kojih nije utvrđena statistički značajna razlika u visini vlati pšenice.

U prosjeku visina vlata u ovom istraživanju je bila 58,85 cm uz skromno variranje od 58,80 cm na tretmanu biostimulator do 58,90 cm na kontrolnoj varijanti. Ovako malo variranje između tretmana je bilo i očekivano jer biostimulator ne utječe na porast visine vlata već na druga fiziološka svojstva biljke.

Izraženije variranje bilo je unutar tretmana biostimulatora, odnosno između ponavljanja od 58,50 cm do 59,40 cm, dok je na kontrolnom tretmanu variranje bilo od 57,1 cm do 60,8 cm.

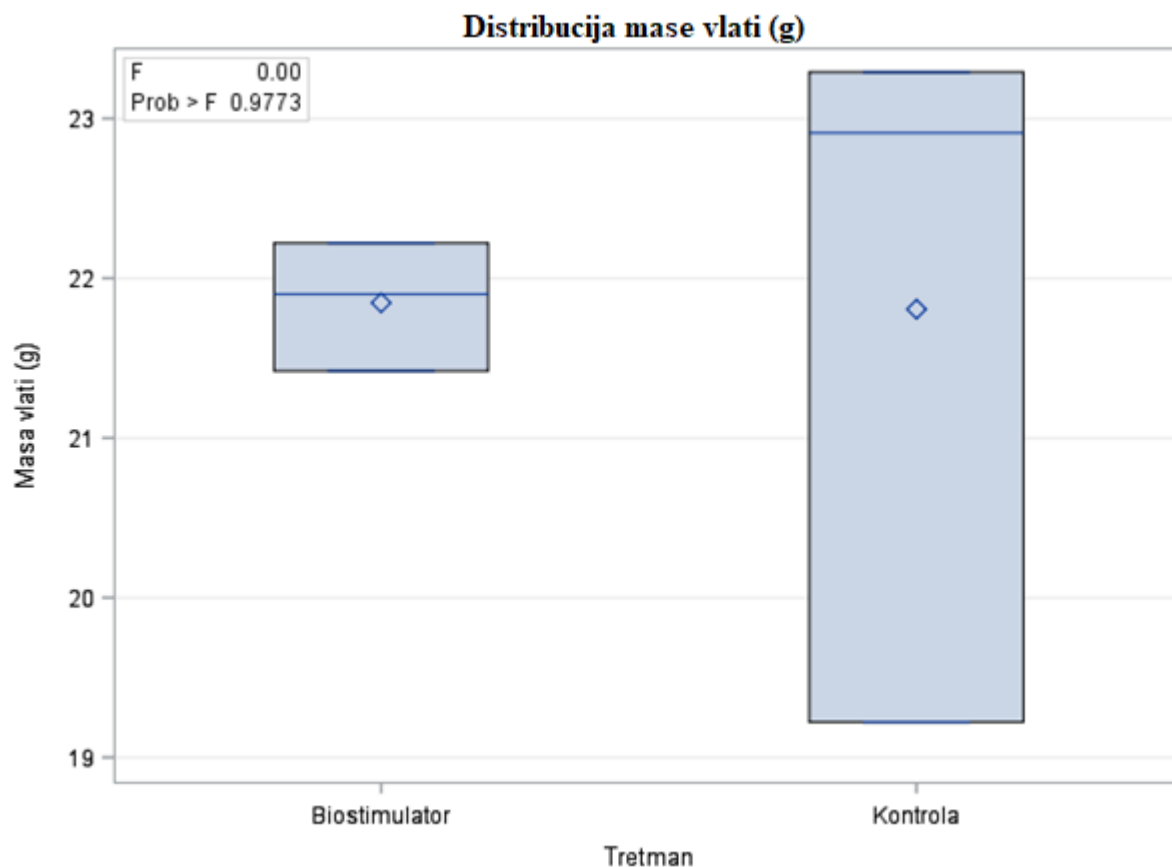


Grafikon 9. Plot analiza visine vlata

Također, kod ispitivanja mase vlata pšenice (g) nije utvrđena statistička značajnost na razni $LSD_{0,05}$ analizom varijance.

Prosječne vrijednosti u provedenom istraživanju su bile 21,8 g, uz postignute identične vrijednosti između tretmana od 21,8 g. Masa vlata je usko povezana s visinom vlata, a s obzirom da je visina vlata bila gotovo identična između tretmana bilo je očekivano da razlike u pogledu mase vlata budu minimalne (Grafikon 10.).

Variranja između ponavljanja unutar pojedinih tretmana su bila nešto izraženija. Na kontrolnoj varijanti masa vlata se kretala od 19,2 g do 23,3 g dok je na tretmanu biostimulatora variranje iznosilo od 21,4 cm do 22,2 cm.



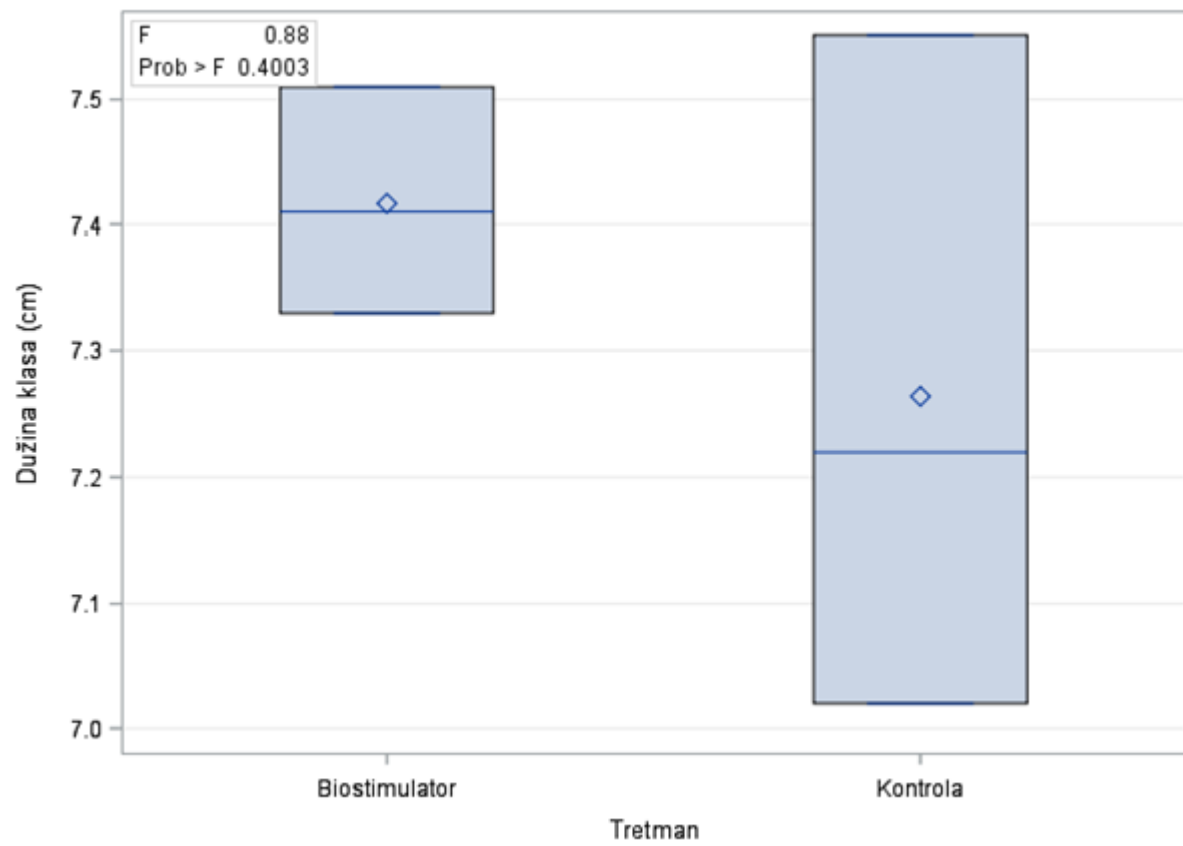
Grafikon 10. Plot analiza mase vlati

Dužina klasa nije komponenta prinosa, ali je poželjno da klas bude što duži što je uvijet za stvaranje većeg broja klasića i posljedično većeg broja zrna u klasićima.

Analizom varijance nije utvrđena značajna statistička razlika na razni $LSD_{0,05}$ za dužinu klasa pšenice (Grafikon 11.). Maksimalne vrijednosti kretale su se od 7,5 cm (biostimulator) do 7,6 cm (kontrola), a minimalne od 7,0 cm (kontrola) do 7,3 cm (biostimulator).

Prosječno ostvarena dužina klasa pšenice je 7,3 cm. Variranje između tretmana je bilo od 7,3 cm u kontrolnom tretmanu do 7,4 cm u tretmanu biostimulatorom.

Distribucija dužine klasa (cm)



Grafikon 11. Plot analiza dužine klasa

5. RASPRAVA

Pšenica je nezamjenjiva krušarica u ishrani ljudi te kao takva njena proizvodnja je neophodna. Cijena proizvodnje pšenice je sve veća (troškovi rada, goriva, gnojiva i dr.) s jedne strane, a s druge strane klimatske promjene imaju veliki utjecaj na uspješnost proizvodnje. Kang i sur. (2009.) su analizirali utjecaj klimatskih promjena na prinos usjeva, produktivnost usjeva te sigurnost hrane i vode. Učinak klimatskih promjena na proizvodnju usjeva razlikovat će se ovisno o lokaciji, navodnjavanju i zemljopisnoj širini; neka područja će povećati proizvodnju dok će druga doživjeti pad. Naime, oni sugeriraju da će proširenje navodnjavanih površina povećati ukupnu proizvodnju usjeva, ali kvaliteta hrane i okoliša može degradirati.

Prema podacima o mjesečnim količinama oborina (mm) i prosječnim temperaturama zraka (°C) tijekom 2021./2022. te višegodišnjim prosječnim vrijednostima (VGP) od 2002.-2020. za meteorološku postaju Osijek - Klisa može se zaključiti da je godina bila relativno povoljna za proizvodnju pšenice s prosječno ostvarenim prinosom od 7,96 t/ha. Količina oborina je bila nešto manja od višegodišnjeg prosjeka, ali bez obzira na to pšenica je dobila dovoljno vode. U siječnju, veljači i ožujku količina oborina je bila izrazito mala, ali to nije ostavilo znatan utjecaj na prinos pšenice jer je u stanju mirovanja odnosno fazi busanja pa joj nije potrebna velika količina vode. Povoljan utjecaj na prinos i kvalitetu zrna imale su temperature koje nisu prelazile 25 °C.

Padaline, temperatura i sunčevo zračenje važni su klimatski čimbenici koji imaju utjecaj na rast usjeva, razvoj i prinos. Klima različito utječe na rast i razvoj usjeva tijekom različitih faza rasta. Yu i sur. (2013.) izučavali su klimatske učinke na prinos u vegetativnoj i reproduktivnoj fazi (prije i poslije datuma cvatnje). Primijenjena je klaster analiza kako bi se identificirali godišnji obrasci utjecaja na klimu. Pet uzoraka je značajno klasificirano. Oborina tijekom vegetativne faze bila je dominantan i povoljan čimbenik za prinos pšenice, dok je povećanje maksimalne temperature imalo negativan utjecaj. Prinosi usjeva snažno su ovisili o sunčevom zračenju u normalnim kišnim uvjetima. Kako je učinak oborina na vodu u tlu relativno dugotrajan, njihov blagotvorni učinak u vegetativnom stadiju bio je veći nego u reproduktivnom stadiju.

Marijanović i sur. (2010.) tvrde da su varijacije prinosa pšenice po godinama uglavnom povezane s vremenskim karakteristikama, posebice oborinama i temperaturnim režimima.

Općenito, u ekološkim uvjetima istočne Hrvatske postoje indikacije da su niski prinosi pšenice uglavnom povezani s viškom oborina, osobito tijekom jesensko-zimskog razdoblja. Iako je veza između prinosa pšenice i vremenskih prilika (padavine i srednje temperature zraka) dosta složena, postoje indikacije da umjerena količina dobro raspoređenih padavina i blage zime su povoljnije za pšenicu od viška padavina, posebno u jesen, i oštrijih zima.

U kontrolnom tretmanu se koristila uobičajena prihrana pšenice, a kod tretmana biostimulatorom korišten je, uz uobičajenu prihranu, Fertiactyl Starter. Fertiactyl Starter je tekući biostimulator s visokim sadržajem huminskih kiselina uz dodatak fulvo kiselina. Primjenjuje se u fazi busanja pšenice te se na taj način korijen i korijenski sustav bolje razvije. Naime, navedeni biostimulator inaktivira toksične spojeve, poboljšava plodnost tla i korištenje hranjivih tvari i vode za vrijeme vegetacije. Omjer NPK je 13:5:8. Također, štiti hranjive tvari od gubitka u blokiranju ili ispiranju tla i oslobađa hranjive tvari iz tla.

Beraković i sur. (2021.) su ispitivali utjecaj stimulatora na razvoj kukuruza i na temelju istraživanja sa četiri komercijalne varijante tretmana stimulatora rasta zaključili da su vrlo pozitivno utjecali na visinu biljke i masu nadzemnog dijela biljke. U ovom istraživanju analiza varijance nije pokazala statističku značajnost niti za jedno od osam svojstava osim vlage zrna (Grafikon 7.).

Taner i sur. (2015.) tvrde da na hektolitarsku masu najveći utjecaj imaju vremenski uvjeti. Hektolitarska masa zrna pšenice najčešće je od 60 do 84 kg/hl, a optimalna je veća od 76 kg/hl (Kovačević i Rastija, 2014.). Prema tome, u ovom istraživanju hektolitarska masa zrna pšenice od 81,2 kg/hl je zadovoljavajuća. Fana i sur. (2012.) istraživali su učinak dušičnih i fosfornih gnojiva na hektolitarsku masu i tvrdoću zrna pšenice. Dušik nije znatno utjecao na hektolitarsku masu dok je utjecaj bio primjetan pri najvećim količinama fosfora (46 i 69 kg/ha).

Cilj uzgoja svake kulture je postići što bolji prinos i kvalitetu. Prinos je rezultat svih pozitivno i negativno djelujućih okolišnih čimbenika, kapaciteta rodnosti i otpornosti biljke prema negativnim čimbenicima. Ispitivanjem kontrolnog tretmana i tretmana s biostimulatorom ostvaren je prosječni prinos pšenice od 7,96 t/ha koji je posljedica relativno dobrog rasporeda i količina oborina te povoljnih temperatura. Iako nije utvrđena statistička razlika između tretmana, na kontroli je prinos bio manji za 520 kg/ha što i nije zanemariv rezultat. Prosječno je

na kontroli utvrđen prinos od 7,70 t/ha, a na tretmanu biostimulatora 8,22 t/ha. Međutim, treba uzeti u obzir kako su ovdje prikazani prinosi samo zapravo procjena prinosa jer su uzorci pšenice uzimani s površine od 1 m² za svako ponavljanje. U slučaju žetve pšenice s veće površine rezultati bi mogli i odstupati u pozitivnom ili negativnom pravcu.

Jug i sur. (2005.) ispitivali su prinose pšenice na različitim varijantama obrade tla (konvencionalna obrada tla, višekratno tanjuranje, no-tillage) na černozeu sjeverne Baranje u trogodišnjem vegetacijskom periodu (1998./1999.-2000./2001). Primjenjena je ujednačena gnojidba na sve tri varijante obrade tla gdje je 1998./1999. i 1999./2000. godine gnojeno s 175,5 kg N/ha, 105 kg P₂O₅/ha i 70 kg K₂O/ha, a 2000./2001. godine korišteno je 168,5 kg N/ha, 91 kg P₂O₅/ha i 91 kg K₂O/ha. Najveći trogodišnji prinos ostvaren je višekratnim tanjuranjem od 6,43 t/ha, zatim konvencionalnom obradom tla od 6,20 t/ha te varijanta no-tillage s najmanjim prosječnim prinosom od 5,43 t/ha. Nadalje, Zebec i sur. (2009.) postavili su gnojidbeni pokus kako bi analizirali utjecaj gnojidbe i obrade tla na prinos pšenice. Nizak prinos pšenice posljedica je nedostatka oborina tijekom vegetacije. Najveći postignut prosječni prinos je 5,08 t/ha (konvencionalna obrada tla s najvećom gnojidbom dušikom), a najmanji postignut prosječni prinos je 3,10 t/ha (no-till obrada tla bez gnojidbe dušikom). Utvrđeno je da gnojidba s 80 kg/ha dušika utječe na povećanje prinosa do 33 %, dok gnojidba s 140 kg/ha dušika povećava prinos za 43 %.

U ispitivanju kontrolnog tretmana i tretmana s biostimulatorom analizirane su komponente prinosa pšenice (broj klasova/m², broj zrna u klasu i masa 1000 zrna). Broj klasova/m² najvažnija je komponenta prinosa. Za ostvarenje visokih prinosa pšenice potrebno je ostvariti najmanje 600 klasova/m² (Kovačević i Rastija, 2014.). U navedenom ispitivanju postignut je prosječni rezultat od 760 klasova/m² koji ima pozitivni utjecaj na prinos pšenice. Barić i sur. (2008.) analizirali su prinos i komponente prinosa na deset genotipova ozime pšenice u dvije gustoće (420 i 600 zrna/m²). Linija ZgMI ostvarila je najveći prosječni prinos od 7,36 t/ha, a najmanji sorta Soissons (5,38 t/ha). Najveći broj klasova/m² postigli su genotipovi Soissons (835 klasova/m²), a najmanji sorta Superžitarka s 554 klasova/m². Najveću masu 1000 zrna imala je sorta Renan koja iznosi 51,10 g. Gustoćom sjetve utjecalo se na sve komponente prinosa gdje se u gušćoj sjetvi dogodilo povećanje broja klasova/m² od 12,29 %, a masa 1000 zrna se smanjila za 4,21 %.

Varga i sur. (2001.) proveli su poljski pokus tijekom 1996. do 1998. godine s petnaest modernih kultivara uzgojenih u dvije količine sjetve (440 i 770 zrna/m²) u intenzivnom i ekstenzivnom sustavu proizvodnje te je veći prosječni prinos ostvaren intenzivnim sustavom proizvodnje od 7,84 t/ha u usporedbi sa prosječnim prinosom od 5,91 t/ha u ekstenzivnom sustavu. Ova razlika je nastala zbog povećanja od 19,6 % u broju klasova/m² i broju zrna po klasu, dok se masa 1000 zrna smanjila za 6 % u odnosu na ekstenzivni sustav.

Analizom komponenti prinosa ispitivanog tretmana biostimulatorom i kontrolnog tretmana utvrđeni su prosječni rezultati mase 1000 zrna (36,3 g) i broja zrna po klasu (29,3 zrna/klasu).

6. ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog poljskog pokusa, uzorkovanja i analize podataka dobiveni su sljedeći zaključci. Ispitivanjem kontrolnog tretmana i tretmana s biostimulatorom ostvaren je prosječni prinos pšenice od 7,96 t/ha koji je posljedica relativno dobrog rasporeda i količina oborina te povoljnih temperatura.

Analizom varijance nije utvrđena statistički značajna razlika na razni $LSD_{0,05}$ niti za jedno svojstvo osim za sadržaj vlage u zrnu iako su generalno veće vrijednosti utvrđene na tretmanima biostimulatorom. Od ukupno devet ispitivanih svojstava biostimulator je pokazao nešto veće vrijednosti na njih šest (prinos, broj klasova/m², broj zrna po klasu, vlaga zrna, hektolitarska masa i dužina klasa). Biostimulatori su fiziološki aktivne tvari koje poboljšavaju rast i razvoj biljaka te se primjenjuju s ciljem poboljšanja učinkovitosti ishrane, otpornosti na abiotički stres i svojstva kvalitete usjeva bez obzira na sadržaj hranjivih tvari.

U provedenom istraživanju utjecaj biostimulatora nije bio toliko izražen vjerojatno zbog relativno povoljne godine sa stajališta uzgoja pšenice. Pretpostavka je kako bi učinak biostimulatora bio izraženiji u uvjetima intenzivnijeg stresa.

7. POPIS LITERATURE

1. Abdelmageed, K., Chang, X., Wang, D., Wang, Y., Yang, Y., Zhao, G., Tao, Z. (2019.): Evolution of varieties and development of production technology in Egypt wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 18 (3): 483-495.
2. Balaghi, R., Tychon, B., Eerens, H., Jlibene, M. (2008.): Empirical regression models using NDVI, rainfall and temperature data for the early prediction of wheat grain yields in Morocco. *The International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10 (4): 438-452.
3. Barić, M., Jurman, M., Habuš Jerčić, I., Kereša, S., Šarčević, H. (2008.): Procjena strukture uroda zrna sorti i linija ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.). *Sjemenarstvo*, 25 (2): 91-101.
4. Beraković, I., Jukić, G., Varnica, I., Plavšić, H., Krizmanić, G., Josipović, M. (2021.): Utjecaj stimulatora rasta na početni porast hibrida kukuruza. *Agronomski glasnik*, 83 (1-2): 53-62.
5. Čeh, D. (2020.): Utjecaj primjene biostimulatora tijekom vegetacije na klijavost sjemena paprike, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
6. Davis, J.G., Westfall, D.G. (2014.): *Fertilizing winter wheat*. Colorado State University.
7. Fana, G., Deressa, H., Dargie, R., Bogale, M., Mehadi, S., Getachew, F. (2012): Grain Hardness, Hectolitre Weight, Nitrogen and Phosphorus Concentrations of Durum Wheat (*Triticum turgidum* L.var. Durum) as Influenced by Nitrogen and Phosphorus Fertilisation. *World Applied Sciences Journal*, 20 (10): 1322-1327.
8. Food And Agriculture Organization of the United Nations, FAO, URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, datum pristupa: 20.08.2022.
9. Gagro, M. (1997.): *Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke*. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
10. Kang, Y., Khan, S., Ma, X. (2009.): Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security. *Progress in Natural Science*, 19 (12): 1665-1674.
11. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): *Žitarice*. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
12. Nezhadahmadi, A., Hossain Prodhan, Z., Faruq, G. (2013.): Drought Tolerance in Wheat. *The Scientific World Journal*, 2013: 1-12.

13. Madjarić, Z. (1985.): *Suvremena proizvodnja pšenice*. Savez samoupravnih interesnih zajednica za zapošljavanje, Zagreb.
14. Marijanović, M., Markulj, A., Tkalec, M., Jozić, A., Kovačević, V. (2010.): *Impact of Precipitation and Temperature on Wheat (Triticum aestivum L.) Yields in Eastern Croatia*. *Acta Agriculturae Serbica*. 15 (30): 117-123.
15. Mešić, A., Pajač Živković, I., Vourka, A., Židovec, V., Duralija, B. (2022.): *Uloga biostimulatora u smanjenju stresa biljaka*. *Glasnik zaštite bilja*, 45 (3): 38-42.
16. Novoselić, D., Dvojković, K., Vrandečić, K., Brkić-Bubola, K., Grljušić, S., Horvat, D., Drezner, G., Oplanić, M., Plavšin, I., Ivić, M., Lutrov, K. (2018.): *Razvoj germplazme krušne i durum pšenice za obiteljska poljoprivredna gospodarstva u Republici Hrvatskoj*. Poljoprivredni institut Osijek, Osijek.
17. Parađiković, N. (2009.): *Opće i specijalno povrćarstvo*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
18. Poljoprivredni institut Osijek (2022.): *Pšenica Kraljica*. URL: <https://www.poljinis.hr/proizvodi-usluge/psenica-jecam/psenica/kraljica-i41/>, datum pristupa: 30.08.2022.
19. Taner, A., Zafer Arisoy, R., Kaya, Y., Gültekin, I., Partigöç, F. (2015.): *The effects of various tillage systems on grain yield, quality parameters and energy indices in winter wheat production under the rainfed conditions*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24 (4): 1463-1473.
20. Varga, B., Svečnjak Z., Pospisil, A. (2001.): *Winter Wheat Cultivar Performance as Affected by Production Systems in Croatia*. *Agronomy Journal*, 93(5): 961-966.
21. Yu, Q., Li, L., Luo, Q., Eamus, D., Xu, S., Chen, C., Wang, E., Liu, J., Nielsen, D.C. (2014.): *Year patterns of climate impact on wheat yields*. *International Journal of Climatology*, 34: 518–528.
22. Zebec, V., Lončarić, Z., Zimmer, R., Jug, D., Kufner, M., Radaković, U. (2009.): *Utjecaj gnojidbe dušikom i obrade tla na prinos pšenice*. *Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma, Sveučilište J.J.Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku*, str. 671-675.

8. SAŽETAK

Pšenica je jedna od najčešće uzgajanih i najviše konzumiranih prehrambenih kultura u cijelom svijetu. Cilj istraživanja bio je u poljskim uvjetima ispitati utjecaj biostimulatora na prinos, komponente prinosa, agronomska i morfološka svojstva pšenice u usporedbi s uobičajenim načinom proizvodnje tj. uobičajenom mineralnom ishranom. Biostimulatori su fiziološki aktivne tvari koje pospješuju rast, razvoj i hranidbu biljaka te pomažu pri smanjenju posljedica stresa izazvanih abiotskim i biotskim čimbenicima.

Poljski pokus proveden je tijekom 2021./2022. godine na pokušalištu Tenje Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku u dva tretmana (kontrola i primjena biostimulatora) i tri ponavljanja po slučajnom prostornom rasporedu. Analizom varijance nije utvrđena statistički značajna razlika na razni $LSD_{0,05}$ niti za jedno svojstvo osim za sadržaj vlage u zrnu iako su općenito veće vrijednosti utvrđene na tretmanima biostimulatorom. Prosječan prinos zrna iznosio je 7,96 t/ha, vlaga zrna 11,53 %, hektolitarska masa 81,2 kg/hl i masa 1000 zrna 36,3 g. Nadalje, prosječan broj klasova pšenice po m^2 iznosio je 760, visina vlati pšenice 58,9 cm, masa vlati pšenice 21,8 g, dužina klasa pšenice 7,3 cm i broj zrna po klasu pšenice od 29,3.

Unatoč tome što su biostimulatori tvari koje pospješuju rast i razvoj biljke u provedenom istraživanju utjecaj biostimulatora nije bio toliko izražen vjerojatno zbog relativno povoljne godine sa stajališta uzgoja pšenice. Pretpostavka je kako bi učinak biostimulatora bio izraženiji u uvjetima intenzivnijeg stresa.

Ključne riječi: pšenica, biostimulator, mineralna ishrana, prinos, svojstva

9. SUMMARY

Wheat is one of the most commonly grown and the most consumed food cultures worldwide. The aim of the research was to examine the influence of biostimulators on yield, yield components, agronomic and morphological properties of wheat in field conditions compared to the usual method of production, i.e. usual mineral nutrition. Biostimulators are physiologically active substances that promote the growth, development and nutrition of plants and help reduce the effects of stress caused by abiotic and biotic factors.

The field experiment was performed during 2021/2022 year at the Tenje experimental site of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek in two treatments (control and biostimulator application) and three repetitions according to a completely random design. The analysis of variance did not show a statistically significant difference at the $LSD_{0,05}$ level for any property except for the moisture content in the grain, although generally higher values were found in the treatments with the biostimulator. The average grain yield was 7,96 t/ha, grain moisture 11,5 %, hectoliter mass 81,2 kg/hl and mass of 1000 grains 36,3 g. Furthermore, the average number of ears per m^2 was 760, the stem height of wheat was 58,9 cm, mass of wheat stem was 21,8 g, length of ears of wheat was 7,3 cm and number of grains per ear of wheat was 29,3.

Despite the fact that in the performed research biostimulators are substances that promote the growth and development of the plant, the influence of biostimulators was not so pronounced, probably due to a relatively favorable year from the point of view of wheat cultivation. The assumption is that the effect of biostimulator would be more pronounced in conditions of more intense stress.

Key words: wheat, biostimulator, mineral nutrition, yield, properties

10. POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Proizvodnja pšenice u svijetu (izvor: FAOSTAT, 2022.) | 3 |
| Tablica 2. Proizvodnja pšenice u Republici Hrvatskoj (izvor: FAOSTAT, 2022.)..... | 4 |
| Tablica 3. Mjesečne količine oborina (mm) i prosječne temperature zraka (°C) tijekom 2021./2022. te višegodišnje prosječne vrijednosti (VGP) od 2002.-2020. za meteorološku postaju Osijek - Klisa (izvor: DHMZ)..... | 17 |
| Tablica 4. Analiza varijance ispitivanih parametara | 18 |

11. POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Pšenica neposredno prije žetve na pokušalištu Tenja (izvor: Marinić, M.) | 11 |
| Slika 2. Prikupljanje uzoraka pomoću metalnog okvira i škara (izvor: Marinić, M.) | 11 |
| Slika 3. Brojanje klasova/m ² (izvor: Marinić, M.) | 12 |
| Slika 4. Vršenje uzoraka pšenice i ispuštanje u vreće (izvor: Marinić, M.) | 13 |
| Slika 5. Čišćenje pšenice od nečistoća i određivanje prinosa zrna (izvor: Marinić, M.) | 13 |
| Slika 6. Mjerenje hektolitarske mase i vlage zrna (izvor: Marinić, M.) | 14 |
| Slika 7. Brojanje 1000 zrna pomoću brojača zrna (izvor: Marinić, M.) | 14 |
| Slika 8. Materijal za analizu mase vlati (g), visine vlati (cm), dužine klasa (cm) i broja zrna u klasu (izvor: Marinić, M.) | 15 |
| Slika 9. Mjerenje visine vlati (cm), dužine klasa (cm) i mase vlati (g) (izvor: Marinić, M.) | 15 |
| Slika 10. Određivanje broja zrna po klasu (izvor: Marinić, M.) | 16 |

12. POPIS GRAFIKONA

| | |
|--|----|
| Grafikon 1. Udio proizvodnje pšenice po kontinentima od 2016. – 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.)..... | 2 |
| Grafikon 2. Najveći svjetski proizvođači pšenice od 2016. – 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.) | 3 |
| Grafikon 3. Plot analiza prinosa zrna pšenice | 19 |
| Grafikon 4. Plot analiza broja klasova pšenice po kvadratnom metru | 20 |
| Grafikon 5. Plot analiza broja zrna po klasu | 21 |
| Grafikon 6. Plot analiza mase 1000 zrna..... | 22 |
| Grafikon 7. Plot analiza vlage zrna pšenice | 23 |
| Grafikon 8. Plot analiza hektolitarske mase | 24 |
| Grafikon 9. Plot analiza visine vlati | 25 |
| Grafikon 10. Plot analiza mase vlati..... | 26 |
| Grafikon 11. Plot analiza dužine klasa | 27 |

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKAKARTICA

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

Diplomski rad

UTJECAJ BIOSTIMULATORA NA PRINOS I PARAMETRE PRINOSA OZIME PŠENICE

Marina Marinić

Sažetak: Pšenica je jedna od najčešće uzgajanih i najviše konzumiranih prehrambenih kultura u cijelom svijetu. Cilj istraživanja bio je u poljskim uvjetima ispitati utjecaj biostimulatora na prinos, komponente prinosa, agronomska i morfološka svojstva pšenice u usporedbi s uobičajenim načinom proizvodnje tj. uobičajenom mineralnom ishranom. Biostimulatori su fiziološki aktivne tvari koje pospješuju rast, razvoj i hranidbu biljaka te pomažu pri smanjenju posljedica stresa izazvanih abiotičkim i biotičkim čimbenicima.

Poljski pokus proveden je tijekom 2021./2022. godine na pokušalištu Tenje Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku u dva tretmana (kontrola i primjena biostimulatora) i tri ponavljanja po slučajnom prostornom rasporedu. Analizom varijance nije utvrđena statistički značajna razlika na razni $LSD_{0,05}$ niti za jedno svojstvo osim za sadržaj vlage u zrnu iako su općenito veće vrijednosti utvrđene na tretmanima biostimulatorom. Prosječan prinos zrna iznosio je 7,96 t/ha, vlaga zrna 11,5 %, hektolitarska masa 81,2 kg/hl i masa 1000 zrna 36,3 g. Nadalje, prosječan broj klasova po m^2 iznosio je 760, visina vlati pšenice 58,9 cm, masa vlati pšenice 21,8 g, dužina klasa pšenice 7,3 cm i broj zrna po klasu pšenice od 29,3.

Unatoč tome što su biostimulatori tvari koje pospješuju rast i razvoj biljke u provedenom istraživanju utjecaj biostimulatora nije bio toliko izražen vjerojatno zbog relativno povoljne godine sa stajališta uzgoja pšenice. Pretpostavka je kako bi učinak biostimulatora bio izraženiji u uvjetima intenzivnijeg stresa.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: doc. dr.sc. Dario Iljkić

Broj stranica: 39

Broj grafikona i slika: 21

Broj tablica: 4

Broj literaturnih navoda: 22

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: pšenica, biostimulator, mineralna ishrana, prinos, svojstva

Datum obrane: 30. rujna 2022.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Mirta Rastija, predsjednik

2. Doc. dr. sc. Dario Iljkić, mentor

3. Doc. dr. sc. Ivana Varga, 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 Prelog

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 BIOSTIMULATORS ON YIELD AND YIELD PARAMETERS OF WINTER
WHEAT**

Marina Marinić

Abstract

Wheat is one of the most commonly grown and the most consumed food cultures worldwide. The aim of the research was to examine the influence of biostimulators on yield, yield components, agronomic and morphological properties of wheat in field conditions compared to the usual method of production, i.e. usual mineral nutrition. Biostimulators are physiologically active substances that promote the growth, development and nutrition of plants and help reduce the effects of stress caused by abiotic and biotic factors.

The field experiment was performed during 2021/2022 year at the Tenje experimental site of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek in two treatments (control and biostimulator application) and three repetitions according to a completely random design. The analysis of variance did not show a statistically significant difference at the LSD_{0,05} level for any property except for the moisture content in the grain, although generally higher values were found in the treatments with the biostimulator. The average grain yield was 7,96 t/ha, grain moisture 11,5 %, hectoliter mass 81,2 kg/hl and mass of 1000 grains 36,3 g. Furthermore, the average number of ears per m² was 760, the stem height of wheat was 58,9 cm, mass of wheat stem was 21,8 g, length of ears of wheat was 7,3 cm and number of grains per ear of wheat was 29,3.

Despite the fact that in the performed research biostimulators are substances that promote the growth and development of the plant, the influence of biostimulators was not so pronounced, probably due to a relatively favorable year from the point of view of wheat cultivation. The assumption is that the effect of biostimulator would be more pronounced in conditions of more intense stress.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek

Mentor: doc. dr. sc. Dario Iljkić

Number of pages: 39

Number of figures: 21

Number of tables: 4

Number of references: 22

Original in: Croatian

Key words: wheat, biostimulator, mineral nutrition, yield, properties

Thesis defended on date: September 30, 2022

Reviewers:

1. prof. dr. sc. Mirta Rastija chairman
2. doc. dr. sc. Dario Iljkić, mentor
3. doc. dr. sc. Ivana Varga, member

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