

Produktivnost kukuruza pri konzervacijskoj obradi tla i gnojdbi dušikom

Dragičević, Marijan

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:903209>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



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 U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marijan Dragičević

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

PRODUKTIVNOST KUKURUZA PRI KONZERVACIJSKOJ OBRADI TLA I
GNOJIDBI DUŠIKOM

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marijan Dragičević

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

PRODUKTIVNOST KUKURUZA PRI KONZERVACIJSKOJ OBRADI TLA I
GNOJIDBI DUŠIKOM

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marijan Dragičević

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

**PRODUKTIVNOST KUKURUZA PRI KONZERVACIJSKOJ OBRADI TLA I
GNOJIDBI DUŠIKOM**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof.dr.sc. Danijel Jug, predsjednik
2. prof.dr.sc. Irena Jug, mentor
3. izv.prof.dr.sc. Boris Đurđević, član

Osijek, 2018.

Diplomski rad je napisan na temelju rezultata istraživanja provedenih u sklopu VIP projekta: "Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena" (br. projekta: 2012-11-55), koji je financiran od strane Ministarstva poljoprivrede.

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Danijel Jug

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj istraživanja.....	3
2. PREGLED LITERATURE.....	5
3. MATERIJAL I METODE	13
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	18
4.1. Vremenske prilike tijekom istraživanja	18
4.2. Visina biljaka.....	19
4.3. Masa biljke kukuruza.....	20
4.4. Masa 1000 zrna.....	20
4.5. Hektolitarska masa.....	21
4.6. Biološki prinos kukuruza	22
4.7. Prinos zrna kukuruza.....	23
4.8. Žetveni indeks.....	23
5. RASPRAVA	25
6. ZAKLJUČAK	29
7. POPIS LITERATURE.....	31
8. SAŽETAK	38
9. SUMMARY	39
10. POPIS TABLICA.....	40
11. POPIS SLIKA	41
12. POPIS GRAFIKONA.....	42
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	43
BASIC DOCUMENTATION CARD	44

1. UVOD

Kukuruz (*Zea mays L.*) je jednogodišnja prosolika žitarica iz porodice trava (*Poaceae*). U Europu dolazi sredinom 16. stoljeća iz srednje Amerike, točnije Meksika i toliko se raširio po svijetu da ga je danas moguće pronaći gotovo na cijelom planetu. Areal rasprostranjenosti kukuruza kreće se od 58° sjeverne geografske širine pa sve do 42° južne geografske širine. Kukuruz je ujedno i jedna od tri najzastupljenije kulture u svijetu. Površine koje se nalaze pod kukuruzom procjenjuju se na oko 182 milijuna ha uz prosječni prinos od 5,6 t ha⁻¹ (DZS, 2017.). Najveći svjetski proizvođači ove žitarice su SAD, Kina i Brazil s oko dvije trećine ukupne svjetske proizvodnje (FAO, 2017.).

Različitim agrotehničkim zahvatima (obrađa tla, gnojidba, kondicioniranje tla, itd.) možemo značajno utjecati na biološka, kemijska i fizikalna svojstva tla koja imaju značajnu ulogu u očuvanju njegove plodnosti, što se u konačnici odražava i na prinos.

Svaki sustav obrade tla koji omogućuje optimalne uvjete za biljnu proizvodnju, a da ujedno ima i najmanji negativni učinak na tlo kao prirodni resurs sklon degradaciji, smatra se najboljim. Obrada tla predstavlja svaki mehanički zahvat u pedosferu sa ciljem poboljšanja plodnosti tla koje se očituje kroz poboljšane vodozračne odnose, reguliranje klime, inkorporiranje gnojiva, i dr. (Jug, 2014.).

Obrada tla dijeli se na konvencionalnu (koja podrazumijeva oranje) i reduciranu (obrađa koja ima smanjen broj zahvata što podrazumijeva izostanak oranja).

Prema El Titi (2002.) konvencionalna obrada tla obuhvaća vrste obrade pri kojima manje od 15 % ostataka od usjeva ostaje na površini tla nakon posijane sljedeće kulture. Ovaj način obrade tla podrazumijeva oranje kao temeljni zahvat, nakon čega slijedi dopunska obrada. To je intenzivna obrada tla čime se narušavaju fizikalna i kemijska svojstva tla kao posljedica zbijanja i „okretanja“ tla prilikom pripreme za sjetvu ili sadnju.

Obrada tla može biti osnovna (temeljna) i dopunska (podsjetvena). U osnovnoj obradi tla oranjem, koje se obavlja krajem ljeta ili početkom jeseni, dolazi do okretanja i miješanja tla na dubini od 25 do 30 cm. Posljedica ovakve obrade tla je povećanje volumena tla, popravljjanje strukture i makroporoznosti, popravljjanje vodnog i zračnog kapaciteta te toplinskih svojstava, ali i premještanje hraniva u površinski sloj tla prilikom čega podliježu oksidacijskim procesima. S druge strane, različita istraživanja pokazuju kako se oranjem gubi organska tvar tla koja

postaje podložna procesima oksidacije, zatim se povećava erozija tla vodom i vjetrom, dolazi do pogoršanja propusnosti tla i negativne promjene u strukturnim agregatima, a zahtjevi za energijom i vremenom postaju visoki. Dopunska obrada tla odnosi se na ravnanje i usitnjavanje čestica tla upotrebom drljače, valjka itd., a služi većoj akumulaciji i konzervaciji vlage.

Koncept reducirane obrade tla podrazumijeva objedinjavanje, kombiniranje ili izostavljanje zahvata obrade (u prvom redu oranja) s osnovnim ciljem smanjenja troškova obrade, sprječavanja degradacije fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla, sprječavanja erozije izazvane vodom, vjetrom ili obradom, povećanja vododrživosti tla itd. Reducirana obrada tla obuhvaća konzervacijsku obradu, minimalnu obradu, racionalnu obradu i no-till (Jug, 2006.). Minimalna obrada tla ima reduciran broj zahvata, a neki se klasični zahvati uopće ne obavljaju, obrada je smanjena dubinski i površinski te se smanjuju troškovi same obrade. Izostavljena obrada tla odnosi se na uzgoj usjeva bez ikakve obrade uz upotrebu no till sijačica. Pri sustavu racionalne obrade zahvati obrade su jednostavniji, frekvencije su reducirane, kao i dubina i intenzitet obrade.

Konzervacijska obrada tla je pojam koji se prema Jugu i sur. (2017.) može dvojako definirati: kao sustav obrade pri kojem se biljni ostatci zadržavaju na površini tla ili pri samoj površini tla sa ciljem suzbijanja i/ili ublažavanja erozije te postizanja povoljnije vlažnosti tla i kao sustav obrade gdje žetveni ostatci prekrivaju više od 30 % površine tla kako bi se smanjila erozija za 50 %. Prema istim autorima, konzervacijska obrada tla razvila se u Sjevernoj Americi krajem 60 – ih godina prošlog stoljeća, a u Europi je prihvaćena od sredine 70 – ih godina 20. stoljeća. Preteče konzervacijske obrade tla su minimalna i reducirana obrada tla. Primjenom konzervacijskih sustava obrade tla postiže se ekonomičnija dinamika vode u tlu što je vrlo važno u ekstremnim uvjetima kada je tlo prevlažno ili presuho. Potrebe kukuruza za vodom izražene su tijekom ranog, a povećavaju se u vrijeme intenzivnog porasta, a najveće su neposredno pred metličanje i svilanje, za vrijeme oplodnje i u početku nalijevanja zrna (Jug, 2005.).

Konzervacijskom obradom tla smanjuje se opasnost od erozije, povećava se biogenost tla, manja je pojavnost korova, smanjeno je zbijanje tla, poboljšana je infiltracija, itd. Primjenom konzervacijskih sustava obrade smanjuju se troškovi proizvodnje kroz smanjenje potrošnje energenata, strojeva i radne snage.

Gnojidba usjeva je neophodna agrotehnička mjera koja se provodi radi povećanja plodnosti tla te postizanja visokih prinosa, isplativosti rada i ulaganja u biljnu proizvodnju. Gnojidba

usjevima služi kao ishrana biogenim elementima koji su u tlu nedostatni, a od velikog je značaja za prinos u biljnoj proizvodnji. Gnojidba se pri konvencionalnom sustavu obrade u praksi često obavlja bez kemijske analize tla ostavljajući niz negativnih posljedica kako za okoliš, tako i za zdravlje ljudi. Koncept suvremene gnojidba obuhvaća kemijsku analizu tla prema kojoj se dolazi do podataka o raspoloživim količinama hraniva u tlu. Na taj se način može procijeniti koja količina i kakve su formulacije gnojiva potrebne pri uzgoju određene biljne vrste.

Dušik je jedan od najvažnijih elemenata gnojidbe koji je biljkama potreban duž čitavog vegetacijskog perioda, no u različitim količinama. Opskrbljenost biljaka dušikom ima izrazito velik značaj u tvorbi prinosa i kvaliteti usjeva. Nedostatak ili suvišak dušika u biljkama ima ozbiljne posljedice na rast i razvoj biljaka što se u konačnici očituje smanjenom kvalitetom i visinom prinosa (Jug i sur., 2017.).

U Republici Hrvatskoj proizvodnja kukuruza razlikuje se od godine do godine, iako je žitarica koja pokriva najviše površina u našoj državi te je tako i jedna od najznačajnijih biljnih kultura u našoj poljoprivrednoj proizvodnji. U 2017. godini kukuruz se u Republici Hrvatskoj sijao na 247 119 ha s prosječnim prinosom oko $6,3 \text{ t ha}^{-1}$ suhog zrna (DSZ, 2018.).

Najveći dio proizvodnje kukuruza provodi se na području istočne Hrvatske, odnosno području Baranje, Slavonije te zapadnog Srijema, gdje se ostvaruju i najveći prinosi (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Važnost proizvodnje kukuruza i njegova gospodarska uloga može se protumačiti i njegovom iskoristivošću iz razloga što se koristi kao hrana za ljude, životinje te za industrijsku preradu zbog čega ima dodatan ekonomski značaj.

1.1. Cilj istraživanja

Primarni cilj proizvodnje kukuruza je postizanje visokih i stabilnih prinosa, a time i maksimalne dobiti za proizvođača. Uspjeh na tom putu u velikoj mjeri zavisi od primjene agrotehničkih mjera u proizvodnom procesu. S obzirom da nema univerzalnih agrotehničkih rješenja za sva područja uzgoja kukuruza, tehnologiju proizvodnje treba prilagoditi određenim agroekološkim uvjetima, kako bi potencijal biotopa i genotipa bio iskorišten u najvećoj mogućoj mjeri. Primjenom različitih konzervacijskih sustava obrade tla u uzgoju kukuruza, posebice u sušnim godinama, biljkama se osigurava potrebna količina vode u fenofazama kada je kukuruz izrazito osjetljiv na njezin nedostatak, a ujedno se provode mjere zaštite tla od erozije, poboljšavaju se vodozračni odnosi, sprječava se degradacija svojstava tla te se smanjuju troškovi proizvodnje.

Nedovoljna količina pristupačne vode kao i neadekvatna gnojidba, posebno dušikom, značajno utječu na produktivnost kukuruza. Cilj istraživanja je utvrditi pri kojem konzervacijskom sustavu obrade tla i pri kojoj gnojidbi je produktivnost kukuruza najveća.

2. PREGLED LITERATURE

Brojne znanstvene spoznaje, ali još više praktična iskustva, stvorile su temelj novog načina promišljanja o obradi tla kao tradicionalnom mehaničkom zahvatu u pedosferu (Butorac i sur., 2006.). Kao logična posljedica toga pojavile su se i nove metode obrade tla unutar kojih je i konzervacijska, odnosno reducirana obrada tla.

Tako već 70 – ih godina prošlog stoljeća Azevedo (1971., 1972., 1973., 1975.) govori o pozitivnim utjecajima reducirane obrade tla, odnosno obrade tla sa smanjenim brojem zahvata i dubine obrade tla na fizikalna svojstva tla te kako je upravo ovaj način obrade tla doveo do efikasnijeg korištenja mehanizacije, povoljnijem C/N odnosu u oraničnom i podoraničnom sloju te povećanju sadržaja organske tvari tla i ukupnog dušika. Primjenom herbicida zaustavljeno je širenje korova te je time povećana gustoća sklopa što je na kraju rezultiralo većim prinosima žitarica i uljane repice.

Jedan od glavnih ciljeva današnje civilizacije je suzbijanje gladi u svijetu uz održivi ekonomski razvoj (Jug i sur., 2017.). Poljoprivredna proizvodnja, klimatske promjene i degradacija tla, u snažnoj su uzročno-posljedičnoj vezi. Brojne studije i prognostički modeli predviđaju jačanje "pritiska" i intenziteta korištenja tla u budućnosti uslijed klimatskih promjena, čime se povećava i potencijal za njegovu daljnju degradaciju (Jug i sur, 2017.).

Konzervacijska poljoprivreda s aspekta uzgoja usjeva, prilagodbe klimatskim promjenama i ublažavanja degradacije tla, predstavlja najučinkovitiju mjeru u sustavu održivog gospodarenja. Uspješnom primjenom konzervacijske poljoprivrede uspostavlja se optimalno funkcioniranje tla, čime se ujedno osigurava uvjet održivosti poljoprivredne biljne proizvodnje i minimalna degradacija tla.

Primjenom konzervacijske obrade, kao jednog od postulata konzervacijske poljoprivrede, značajno se smanjuje erozija tla i gubitak vode, a povećava se nakupljanje organske tvari i bioraznolikost tla. U odnosu na konvencionalnu proizvodnju, konzervacijskom obradom se smanjuju i troškovi proizvodnje uz ostale benefite.

Tijekom povijesti je uočeno kako primjena konvencionalnih sustava obrade ima brojne nedostatke. Tako Bonciarelli i sur. (1982.) govore o ekonomski neisplativom i vremenski izuzetno zahtjevnom zahvatu dubokog oranja koji troši jako puno energije, a moguće ga je smanjiti prvenstveno reduciranjem dubine obrade tla, ili zamjenom lemešnog pluga drugim oruđima.

Archetti i sur. (1988.) iznose rezultate istraživanja gdje minimalna obrada tla, kao oblik konzervacijske obrade, predstavlja vrlo značajan sustav obrade tla za ozime žitarice koje dolaze nakon jarih kultura zbog pozitivnog utjecaja rezidua koje ostaju na površini tla. Isti autori navode kako se reduciranom obradom tla postiže veća djelotvornost, iako duboko oranje također ima pozitivnih učinaka, posebno kada je riječ o kvalitetnijoj elongaciji korijena i lakšem suzbijanju korova.

Konzervacijska obrada tla uvelike utječe na žive organizme u tlu i njihovu aktivnost, posebno gujavice čija je uloga rahliti tlo i povećati vodopropusnost te povećati sadržaj organske tvari. Jedan od najvažnijih pokazatelja plodnosti tla su upravo gujavice (njihova brojnost i fiziološka aktivnost). Prema Morgunu i Šikuli (1984.) broj gujavica se povećao s 8 - 17 % pod usjevom kukuruza pri čijem se uzgoju u sustavu obrade nije provodilo oranje za razliku od kukuruza u čijem je uzgoju obrada uključivala oranje plugom. U tlima bez oranja na gujavice su povoljno djelovali žetveni ostatci jer su ostali na površini te tako čuvali vlažnost i toplinu.

Klima ima izuzetno važnu ulogu kod odabira sustava obrade tla, a upravo iz tog razloga Giraldez i sur. (1986.) dolaze do rezultata prema kojima je konzervacijska obrada tla, odnosno no-tillage, smanjila evaporaciju i povećala infiltraciju vode u usporedbi sa tradicionalnim konvencionalnim sustavima obrade tla. Takvo uskladištenje vode značajno je povećalo prinose posebno u godinama obilježenim sušom.

Frankinet i Roisin (1987.) su proveli višegodišnje pokuse na glinastim tlima sa četiri različita sustava obrade tla: oranje, reducirana obrada tla, minimalna obrada tla te duboko rahljenje. Osim obrade tla kroz pokuse su proveli i istraživanja o različitim dozama dušika u tropskom plodoredu (šećerna repa, ozima pšenica i ozimi ječam). Ovim istraživanjima utvrdili su kako obrada tla nije imala značajan utjecaj na prinose ozimih žitarica, dok su promjene u prinosu šećerne repe bile signifikantne. O interakciji između gnojidbe dušikom i različitim sustavima obrade tla nisu dobili jasne rezultate te smatraju kako ova interakcija treba biti detaljnije proučavana.

Gonzales i sur. (1988.) izvode pokuse direktne sjetve u uvjetima suhog ratarenja na teškim glinastim tlima koji daju pozitivne rezultate u vidu konzervacije veće količine vode negoli je to vidljivo kod konvencionalnog načina ratarenja. Upravo ovaj rezultat objasnio je znatno veće prinose direktne sjetve u godinama s nedovoljnom količinom oborina.

Osim pozitivnog učinka kod smanjenja erozije i smanjenja gubitka vode iz tla kod konzervacijske obrade tla, znatno su smanjeni i troškovi proizvodnje u odnosu na

konvencionalni način gospodarenja. Prema Zimmeru i sur. (2004.) konvencionalni sustav obrade tla najveći je potrošač goriva. Korištenjem konzervacijskog načina obrade tla (s rovilom) u usporedbi s obradom tla lemešnim plugom, mogu se postići velike uštede goriva i ljudskog rada.

Prema Martinez i sur. (2008.) izostavljeni sustavi obrade tla imaju različito djelovanje na tlo. Autori smatraju kako postoji nekoliko čimbenika koji imaju odlučujuću ulogu u uspješnosti reduciranih sustava obrade tla, a najvažniji su vrijeme koje je proteklo od početka primjene tog sustava, klima tog područja te tip tla.

Konvencionalna obrada najzastupljenija je u Hrvatskoj, dok se sustav izostavljene obrade vrlo rijetko provodi (Jug i sur., 2001.). Reducirani način obrade tla u uzgoju kukuruza u Hrvatskoj intenzivnije se počeo istraživati posljednjih trideset godina.

Žugec (1984.) smatra kako izostavljena obrada tla nije najbolji odabir u proizvodnji kukuruza jer se pri tom sustavu javlja korov i pogoršavaju se svojstva tla. Također navodi da su u istočnoj Hrvatskoj potrebe kukuruza za vodom najveće u srpnju i kolovozu kada su oborine rijetka pojava te se koristi rezerva vode iz tla. Ako se tlo ne obradi pravilno u proljeće i jesen mogućnost zadržavanja vode u tlu je smanjena, što svakako utječe na prinos.

Čuljat i sur. (1994.) iznose mišljenje kako direktna sjetva nije rizična te kako njena primjena može donijeti željene prinose uz velike uštede. Zimmer i sur. (1997., 1999., i 2000.) na osnovu trogodišnjih komparativnih istraživanja proizvodnje kukuruza direktnom sjetvom, odnosno konvencionalnom obradom i sjetvom, navode kako je prinos kukuruza na pokusnoj tabli u odnosu na kontrolnu površinu svih godina istraživanja bio nešto manji (1996. bio je manji za 4,6 %, 1997. bio je 11,4 % manji te 1998. bio je manji za 3,3 %).

Stipešević i sur. (1999.) proučavajući utjecaj reducirane obrade tla za kukuruz u središnjoj Slavoniji zaključuju da obzirom na produktivnost kukuruza oranje ima prednost, no i druga alternativna rješenja imaju svoje mjesto u proizvodnji.

Košutić i sur. (2001.) navode nešto manji urod kukuruza na konzervacijskoj obradi tla u odnosu na konvencionalnu, ali uz značajno smanjenje ljudskog rada i energije.

Žugec i sur. (2002.) objašnjavaju kako neki tretmani obrade tla na černozeu, u odnosu na konvencionalnu obradu tla, daju povoljnije učinke u vidu smanjenja troškova u rasponu od 3,5 do 37,3 % uz povećanu dobit od 3,6 do 25,8 %.

Jug (2005.) u svom istraživanju utjecaja reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice, kukuruza i soje u agroekološkim uvjetima sjeverne Baranje, navodi kako su istraživani pokazatelji, osobito prinos zrna ozime pšenice, bili pod gotovo jednakim utjecajem vremenskih prilika i načina obrade tla. U trogodišnjem prosjeku, najveći prinosi zrna pšenice zabilježeni su na varijanti višekratnog tanjuranja, najveći prinos kukuruza i soje ostvareni su na standardnoj obradi tla.

Jug (2006.) u četverogodišnjim istraživanjima utjecaja reducirane obrade na pšenicu i soju u plodoredu ističe kako kontinuirana obrada tanjuračem i plugom na istu dubinu uzrokuje antropogeno zbijanje tla na dubini 10 - 15 cm i na liniji oranja te da se osim konvencionalne obrade vrlo uspješno mogu primijeniti i neki od sustava reducirane obrade tla.

Primjenom 8 različitih sustava obrade tla za ozimu pšenicu i soju na černozeu, Jug i sur. (2011.) su zaključili kako je utjecaj obrade tla na visinu prinosa vrlo značajan te kako podrivanje i neki oblici diskontinuirane obrade rezultiraju jednakom ili većom visinom prinosa u odnosu na konvencionalnu obradu tla.

Plodnost tla predstavlja sposobnost nekog tla da biljkama osigura potrebne uvjete za rast i razvoj kako bi ostvarile visok i stabilan prinos. Osim obrade tla, koja značajno utječe na vodni režim, infiltraciju, zbijenost, itd., gnojidba je neizostavna agrotehnička mjera kojom osiguravamo biljci dostatnu opskrbljenost elementima biljne ishrane. Pristupačnost pojedinih elemenata biljne ishrane, osim o obliku u kojem se nalaze i njihovoj mobilnosti, ovisi i o količini vode u tlu, što pri različitoj obradi tla, posebice u sušnim uvjetima, ne predstavlja istu vrijednost.

Istraživanje utjecaja konvencionalne obrade i izostavljene obrade tla na gujavice, urod zrna mješovitih kultura te na kemijska i fizikalna svojstva tla provodilo se na Novom Zelandu na dvije lokacije u trajanju od devet godina (Francis i Knight, 1993.). Obje su lokacije sadržavale više gujavica i imale veći urod pšenice pri izostavljenoj obradi tla. Urod pšenice na konvencionalnoj obradi dosegao bi razinu uroda na izostavljenoj obradi uz dodatak od 15 do 45 kg N ha⁻¹. Na konvencionalnoj je obradi urod jarog ječma bio veći.

Titulaer i sur. (1980.) su u Nizozemskoj proveli višegodišnje pokuse u kojima su bila zastupljena tri različita sustava obrade tla, a sastojala su se od dva konvencionalna i jednog konzervacijskog. Na početku istraživanja na sustavu s konzervacijskom obradom tla, odnosno s izostavljenom obradom tla, sadržaj pristupačnog dušika bio je manji nego na konvencionalnom načinu obrade. Nakon četiri godine, uz pravilan plodored, sadržaj

pristupačnog dušika izjednačio se sa sadržajem pristupačnog dušika u sustavima konvencionalne obrade tla.

Utječe li i na koji način konvencionalna i reducirana obrada tla na sadržaj minerala u biljci istražili su Stanislawska-Glubiak i Korzeniowski (2009.). Zaključili su kako sustav obrade tla ne utječe na sadržaj makroelemenata u zrnu, neovisno radi li se o izostavljenoj obradi ili konvencionalnom načinu obrade tla. Reducirana je obrada tla pozitivno utjecala pri slabijim uvjetima rasta, posebice pri nedostatnim oborinama. Isti autori su (Stanislawska-Glubiak i Korzeniowska, 2011.) proveli istraživanje utjecaja konvencionalne i konzervacijske obrade tla na mineralni sastav žitarica. Žitarice na kojima se pokus provodio bile su ozima pšenica, kukuruz, jari ječam i zob. Do promjena mineralnog sastava žitarica nije došlo niti pri konvencionalnoj obradi tla, niti pri direktnoj sjetvi.

Dušik je izrazito prinosotvorni element kojeg biljke ugrađuju u organsku tvar tijekom cijele vegetacije te je njegova raspoloživost često limitirajući čimbenik rasta i prinosa (Jug i sur., 2017.). Mnogo je istraživanja provedeno tijekom proteklih desetljeća kako bi se poboljšala efikasnost upotrebe dušičnog gnojiva razvojem strategija upravljanja gnojidbom koje se temelje na boljoj sinkronizaciji između potrebe biljaka za dušikom i njegove raspoloživosti.

Samad (1994.) i Maqsood i sur. (2001.) navode kako se povećanjem sadržaja dušika do 112 kg ha⁻¹ povećava i masa 1000 zrna kukuruza. Do istog zaključka došli su i Torbet i sur. (2001.) te Ma i sur. (2005.) u čijim istraživanjima je povećana razina gnojidbe dušikom povećala prinos zrna. No, Gehl i sur. (2005.) tvrde kako je gnojidba dušikom za povećanje prinosa određena drugim faktorima (tipom tla, sustavima za odvodnju, obradama tla, vremenom i načinom gnojidbe te potencijalom određenog usjeva). Ti će se faktori razlikovati prema geografskim lokacijama.

Istraživanje pri kojemu se procjenjivala efikasnost gnojidbe kukuruza kalibracijskim pokusima proveli su Vukadinović i sur. (2003.) na tri tipa tla u istočnoj Hrvatskoj. Prvi je tip tla bio amfiglej na području Slavonskog Broda, zatim pseudolej u Donjem Miholjcu te lesivirano tlo u Križevcima. Istraživanje se sastojalo od 10 tretmana gnojidbe uz primjenu dušika u pet razina, tj 80, 120, 160, 200 i 240 kg N ha⁻¹ te uz primjenu fosfora i kalija u dvije razine, odnosno 100 i 200 kg ha⁻¹ u četiri ponavljanja. Rezultati su pokazali da dušik ima najveću agronomsku efikasnost na sva tri tipa tla (do 27 kg za poljoprivredni prinos i 49 kg za biološki prinos).

Ladha i sur. (2005.) navode kako se oko 60 % od ukupnog dušičnog gnojiva u svijetu koristi za proizvodnju tri najrasprostranjenije žitarice, odnosno za rižu, pšenicu i kukuruz. Procjenjuje se

kako će do 2050. godine biti potrebno više od 50 - 70 % žitarica kako bi se nahranilo 9,3 milijarde ljudi, a to će zahtijevati podjednako povećanje upotrebe dušika ukoliko se ne poboljša njegova efikasnost. Prema istom autoru, iskoristivost dušičnog gnojiva prvog usjeva iznosi 30 - 50 %. Preostalo gnojivo ostaje u tlu ili se gubi iz tla što uzrokuje ozbiljne poremećaje u agroekosustavu.

Tolessa i sur. proveli su (2007.) istraživanje koje je uključivalo tri sustava obrade tla i tri razine gnojidbe kako bi proučili utjecaj dušika na usjev kukuruza na tlima u Etiopiji. Sustavi obrade tla bili su: minimalna obrada tla sa žetvenim ostacima na površini, minimalna obrada tla bez žetvenih ostataka i konvencionalna obrada tla. Tretmani gnojidbe bili su: preporučena gnojidba (92 kg N ha^{-1}), 25% niža od preporučene te 25% viša od preporučene gnojidbe. Pri sustavu minimalne obrade sa žetvenim ostacima na površini bio je najviši prinos ukupne zelene mase i zrna. Rezultati su također pokazali da je pri sustavu minimalne obrade sa žetvenim ostacima uz preporučenu gnojidbu kukuruz usvojio 47 % dušika, u tlu je ostalo 17 %, a 36 % dušika je izgubljeno. Pri sustavu konvencionalne obrade 54 % dušika usvojio je kukuruz, 12 % je ostalo u tlu te se 34 % dušika izgubilo.

Ozpinar i sur. (2009.) konvencionalno su obrađivali tla u Turskoj te istraživali sadržaj dušika u tlu te utjecaj takve obrade i međuusjeva grahorice na urod zelene mase kukuruza. Tlo se obrađivalo na tri načina: oranjem, tanjuranjem i rahljenjem. Zaključilo se kako je na urod zelene mase kukuruza bilo značajnog utjecaja. Nije bilo značajne razlike u urodu s obzirom na način obrade, ali je najveći urod bio na tanjuranju, a najniži na rahljenju. Zaključili su kako je obrada tla značajno utjecala na urod zelene mase kukuruza. Nije bilo značajne razlike u urodu s obzirom na način obrade, ali je najveći urod bio na tanjuranju, a najniži na rahljenju.

Ahmad i sur. (2010.) također su proveli istraživanje u Pakistanu i zaključili kako na prinos zrna kukuruza značajno utječu obrada i gnojidba dušikom. Pri konvencionalnoj obradi tla uz gnojidbu dušikom prinos je zrna bio veći nego pri izostavljenoj obradi uz istu razinu gnojidbe dušikom.

Različite gnojidbe i različite obrade tla činile su istraživanje Wasaya i sur. (2011.). Obrade tla uključivale su konvencionalnu obradu, oranje te nakon njega dvije kultivacije i rahljenje nakon kojega su također slijedile dvije kultivacije, a razine gnojidbe bile su 100, 150 i 200 kg N ha^{-1} . Istraživanje je pokazalo da se na visinu uroda kukuruza te na sastavnice prinosa uvelike utječe različitim sustavima obrade tla i različitim tretmanima gnojidbe. Pri tretmanu rahljenja klipovi su bili veći i teži, bila je viša masa 1000 zrna te veći urod zrna nego pri drugim sustavima obrade

tla. Povećana gnojidba dušikom utjecala je na povećanje uroda kukuruza, a statistički značajniji prinos ostvaren je pri tretmanu gnojidbe od 200 kg N ha⁻¹.

U Srbiji je tijekom deset godina istraživao utjecaj konvencionalne obrade, reducirane obrade te direktne sjetve uz tretmane gnojidbe od 0, 258 i 516 kg NPK (58:18:24) po hektaru na prinos kukuruza (Videnović i sur., 2011.). Zaključeno je kako su i obrada i gnojidba, ali i godina uzgoja, statistički značajno utjecale na prinos kukuruza, a prema desetogodišnjem je prosjeku najveći prosječan urod kukuruza dobiven pri sustavu konvencionalne obrade (10,61 t ha⁻¹). Reducirana i izostavljena obrada tla donijele su niže prosječne prinose od konvencionalne obrade. Najviša razina gnojidbe pridonijela je i najvećem urodu zrna, odnosno 9,65 t ha⁻¹, na srednjoj je razini ostvaren urod zrna od 9,18 t ha⁻¹, dok je na najnižoj razini urod zrna iznosio 7,71 t ha⁻¹.

Dragičević i sur. (2012.) istraživali su djeluju li različiti sustavi obrade tla i gnojidba dušikom na sadržaj dušika u tlu te na ukupni prinos zrna, a istraživanje su provodili tijekom nicanja, cvatnje i tehnološke zriobe. U istraživanje su bili uključeni i različiti oblici navodnjavanja. Na temelju dobivenih rezultata bilo je vidljivo kako je najveći prinos kukuruza postignut u sustavu konvencionalne obrade tla, a tlo s najvećim sadržajem dušika bilo je konvencionalno obrađivano i nenavodnjavano tlo u sušnoj godini (2008.).

Istraživanje o utjecaju četiri različita sustava obrade i četiri različite razine gnojidbe dušikom na urod kukuruza Iqbal i sur. (2013.) proveli su u Pakistanu. Sustavi obrade uključeni u istraživanje bili su duboka obrada, konvencionalna obrada, minimalna obrada te izostavljena obrada, a razine gnojidbe dušikom bile su 0 kg N ha⁻¹, 200 kg N ha⁻¹, 250 kg N ha⁻¹ i 300 kg N ha⁻¹. S obzirom na dobivene rezultate zaključuje se kako se, u usporedbi s minimalnom i izostavljenom obradom, na urod kukuruza uvelike utječe dubokom obradom tla. Osim na urod kukuruza, obrada tla i gnojidba dušikom na značajan su način djelovale i na visinu uroda, kao i na cjelokupan sadržaj dušika.

Slično istraživanje u Pakistanu su provodili Shahzada i sur. (2015.) proučavajući djelovanje prethodno navedenih sustava obrade tla na sastavnice prinosa kukuruza, uz tretmane raznih gnojiva u kojima je različita kvantiteta dušika, tj. od 135 kg N ha⁻¹ do 0 kg N ha⁻¹. Zabilježeno je značajno djelovanje na sastavnice prinosa i obradom tla i gnojidbom. Rezultati su pokazali kako je najveći urod postignut pri dubokoj obradi uz maksimalni utrošak gnojiva, a takav se način preporučuje u svrhu ostvarivanja što većih prinosa.

Rosa i Ruiz Diaz (2015.) istraživali su utjecaj obrade tla i gnojidbe na urod zrna kukuruza i soje u Kansasu (SAD) na dvije lokacije kroz tri tretmana gnojidbe i dva sustava obrade (obrađa u trake i direktna sjetva). Na oba lokaliteta i za oba usjeva na obradi u trake, gnojidba je utjecala na koncentraciju fosfora, a do toga je, prema pretpostavci, dovela neposredna blizina gnojiva i sjemena te kasnije korijena što je olakšalo usvajanje hraniva. Pri sustavu direktne sjetve na tlima koja su dobro drenirana i navodnjavana te slabije zbijena ostvareni su bolji rezultati.

3. MATERIJAL I METODE

Istraživanja utjecaja konzervacijske obrade tla i različitih gnojidbenih doza dušika na produktivnost kukuruza provedena su tijekom 2013. godine na lokalitetu Magadenovac (Long. 18.70648 E; Lat. 45.55555 N). Tip tla je determiniran kao:

odjel – hidromorfna tla,

klasa – glejna tla,

tip – močvarno glejno tlo (euglej),

podtip – hipoglejno tlo,

varijetet – mineralni,

forma – nekarbonatno

Građa profila (slika 1.): P – Gso – Gr.



Slika 1. Profil tla na istraživanom lokalitetu (Autor: V. Vukadinović)

Istraživanjima je obuhvaćeno pet sustava obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom. Sustavi obrade tla bili su slijedeći:

1. CT – konvencionalna obrada tla (oranje na 30 cm dubine), (Slika 2.)



Slika 2. Konvencionalna obrada oranjem na 30 m dubine (Autor: D. Jug)

2. SS – podrivanje – konzervacijska obrada tla (podrivanje do dubine 45-50 cm), (Slika 3.)



Slika 3. Podrivanje na dubini od 45 do 50 cm (Autor: D. Jug)

3. CH – rahljenje – konzervacijska obrada (rahljenje do dubine 30-35 cm), (Slika 4.)



Slika 4. Rahljenje na dubini od 30 do 35 cm (Autor: D. Jug)

4. DH - tanjuranje – konzervacijska obrada (tanjuranje do dubine 15 - 20 cm), (Slika 5.)



Slika 5. Tanjuranje na dubini 15-20 cm (Autor: D. Jug)

5. NT – direktna sjetva – konzervacijska obrada (bez ijednog zahvata obrade tla), (Slika 6.)



Slika 6. Direktna sjetva kukuruza u žetvene ostatke (Autor: D. Jug)

Gnojidba pokusa obavljena je prema gnojidbenoj preporuci nakon obavljene kemijske analize tla (Tablica 1.). Količina fosfora i kalija bila je za sve tretmane ista i iznosila je $140 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ i $151 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$, dok je gnojidba dušikom zavisila od tretmana te su postavljene slijedeće varijante gnojidbe:

1. N1 – reducirana gnojidba (gnojidba umanjena za 30 % u odnosu na gnojidbenu preporuku),
2. N2 – optimalna gnojidba (gnojidba prema gnojidbenoj preporuci),
3. N3 – luksuzna gnojidba (gnojidba uvećana za 30 % u odnosu na gnojidbenu preporuku).

Tablica 1. Kemijski sastav tla na istraživanom lokalitetu

Lokalitet	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	P ₂ O ₅ mg 100 g ⁻¹	K ₂ O mg 100 g ⁻¹	Humus (%)	Hy (cmol kg ⁻¹)
Magadenovac	5,29	4,27	17,2	22,7	1,45	4,4

Veličina osnovne parcele obrade tla iznosila je 600 m² (20 m x 30 m), dok je veličina osnovne gnojdbene parcele iznosila 195 m² (6,5 m x 30 m). Pokus je izveden kao split – plot model (obrada tla i različite doze dušika), u tri ponavljanja, sa slučajnim rasporedom parcela po ponavljanjima.

Predusjev je bila ozima pšenica. Hibrid kukuruza bio je PR36V52, FAO skupine 450. Zaštita protiv korova bila je ujednačena za sve varijante obrade tla, dok za zaštitom protiv bolesti i štetnika nije bilo potrebe.

Produktivnost kukuruza pri različitim sustavima konzervacijske obrade tla i gnojdbene doze dušika promatrana je kroz sljedeće parametre: visina biljke, ukupna masa biljke, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, biološki prinos, poljoprivredni prinos i žetveni indeks. Svi navedeni parametri, osim biološkog i poljoprivrednog prinosa, određivani su na prosječnom uzorku od 10 biljaka kukuruza u tri ponavljanja.

Visina biljaka (cm) mjerena je od površine tla do baze metlice kukuruza, na 10 biljaka u tri ponavljanja te je izračunata prosječna visina biljke.

Ukupna masa biljaka (g) je određena vaganjem 10 biljaka (masa stabljike i klipa) u tri ponavljanja te je izračunata prosječna vrijednost mase biljke.

Biološki prinos dobiven je vaganjem ukupne nadzemne mase kukuruza sa svake obračunske parcele.

Prinos zrna kukuruza određen je vaganjem ukupne mase zrna s cijele pokusne gnojdbene parcele, a vaganje je obavljeno poljskom kolskom vagom (elektronska vaga preciznosti ± 1 kg t⁻¹). Prinos je preračunat na površinu od 1 ha s 14 % vlage zrna, te izražen u t ha⁻¹.

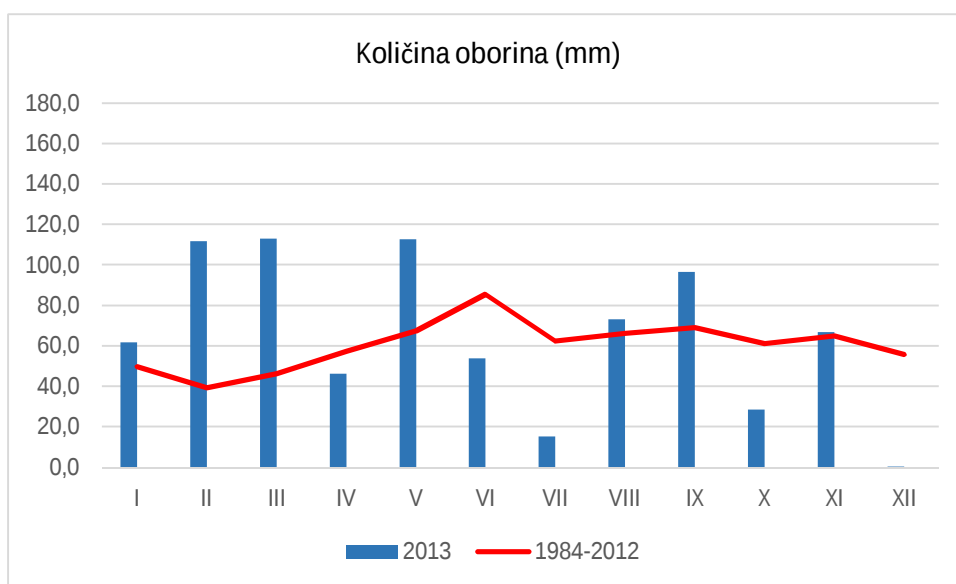
Statistička obrada podataka prinosa kukuruza obavljena je po split – plot metodi analize varijance gdje je glavni tretman bila obrada tla, a podtretman – gnojidba dušikom.

Rezultati su obrađeni kompjutorskim programom VVstat za analizu pokusa po planu podijeljenih parcela (Vukadinović i Ivezić, 1986.).

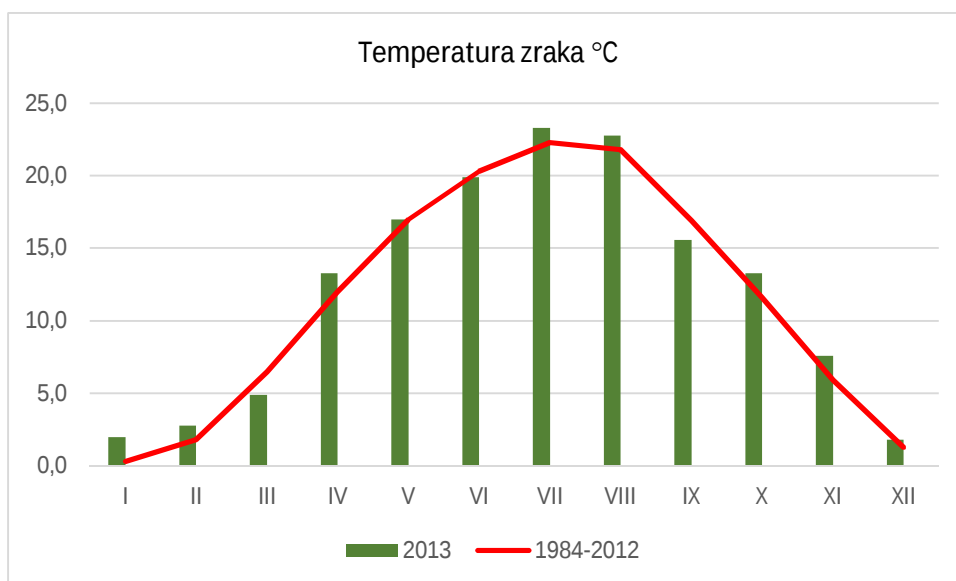
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Vremenske prilike tijekom istraživanja

Na temelju podataka dobivenih od DHMZ-a (Državnog hidrometeorološkog zavoda), vidljivo je (Grafikoni 1. i 2.) kako su vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja bile vrlo promjenjive, s iznad prosječnom količinom oborina.



Grafikon 1. Količina oborina (mm)



Grafikon 2. Temperatura zraka (°C)

Iznad prosječno vlažno razdoblje vladalo je do početka travnja 2013. godine, što je odgodilo i onemogućilo kvalitetno proljetno zatvaranje zimske brazde, predsjetvenu pripremu i sjetvu. Vlažna i sušna razdoblja nastavljala su se izmjenjivati tijekom cijele vegetacije kukuruza (Grafikon 1.). Tako je bilo razdoblja tijekom kojih je površina tla do dubine desetak centimetara bila izrazito suha i tvrda, a istovremeno ispod te dubine tlo je bilo raskvašeno i mokro. Tijekom razdoblja metličanja i svilanja, kada je kukuruz u kritičnom razdoblju prema potrebama za vodom, izmjenjivala su se sušna i vlažna razdoblja. Usprkos ovoj činjenici, oplodnja kukuruza je bila kvalitetna i na zadovoljavajućoj razini, što se u konačnici odrazilo na produktivnost kukuruza.

Temperatura zraka (Grafikon 2.) bila je neznatno veća u odnosu na višegodišnji prosjek što nije značajno utjecalo na produktivnost kukuruza.

4.2. Visina biljaka

Visina kukuruza je u prosjeku iznosila 214,62 cm i na njeno variranje je značajno utjecao samo gnojidbeni tretman ($F = 4.37^*$).

Tablica 2. Visina biljaka kukuruza (cm) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			prosjek
	N1	N2	N3	
CT	208,00	226,67	191,33	208,67
SS	198,67	231,67	217,67	216,00
CH	209,33	222,00	225,00	218,78
DH	224,33	232,33	222,00	226,22
NT	200,00	211,67	198,67	203,44
prosjek	208,07	224,87	210,93	214,62
	A	B*		AB
LSD _{0,05}	n.s.	12,68		n.s.
LSD _{0,01}	n.s.	17,29		n.s.

Najveću visinu imao je kukuruz na N2 tretmanu gnojidbe (224,87 cm), a najmanji na N1 tretmanu (208,07 cm). Sve razlike u visinu kukuruza bile su statistički značajne (Tablica 2.)

4.3. Masa biljke kukuruza

Masa biljke kukuruza u prosjeku je iznosila 749,28 g. Na masu biljke kukuruza značajno je utjecala gnojidba dušikom ($F = 5,17^*$), dok je utjecaj obrade bio vrlo značajan ($F = 11,30^{**}$).

Tablica 3. Masa biljke kukuruza (g) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			prosjek
	N1	N2	N3	
CT	654,65	912,04	787,55	784,75
SS	790,35	887,26	809,44	829,02
CH	640,52	831,93	971,18	814,54
DH	667,57	854,18	863,23	795,00
NT	570,41	521,94	476,96	523,10
prosjek	664,70	801,47	781,67	749,28
	A**	B*		AB
LSD _{0,05}	123,77	95,88		n.s.
LSD _{0,01}	180,07	130,77		n.s.

Najveća masa biljke izmjerena je kod kukuruza na SS tretmanu obrade (829,02 g), a najmanja na NT tretmanu (523,10 g). Kukuruz je na svim tretmanima obrade tla imao statistički značajno veću masu u odnosu na kukuruz sa NT tretmana obrade. Između ostalih tretmana nije bilo statistički opravdane razlike (Tablica 3.).

Najveću masu biljaka imao je kukuruz na N2 gnojidbenom tretmanu (801,47 g), a najmanju na N1 tretmanu (664,70 g). Razlike u masi biljaka na N2 i N3 tretmanima nisu bile statistički opravdane, ali su u odnosu na N1 tretman statistički bile značajne.

4.4. Masa 1000 zrna

Masa 1000 zrna kukuruza je u prosjeku, za sve tretmane obrade tla i gnojidbe dušikom, iznosila 302,14 g. Na njezinu varijabilnost statistički značajan utjecaj imao je gnojidbeni tretman ($F = 5,19^*$) i tretman obrade tla ($F = 4,67^*$). Utvrđena je statistički vrlo značajna interakcija između obrade tla i gnojidbe dušikom na masu 1000 zrna kukuruza ($F = 5,61^{**}$).

Tablica 4. Masa 1000 zrna kukuruza (g) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			prosjeak
	N1	N2	N3	
CT	312,87	336,75	319,55	323,05
SS	310,57	338,00	279,37	309,32
CH	275,00	336,87	348,39	320,08
DH	280,47	304,32	316,39	300,39
NT	278,15	251,09	244,39	257,88
prosjeak	291,41	313,41	301,62	302,14
	A*	B*		AB**
LSD _{0,05}	39,73	14,25		47,45
LSD _{0,01}	57,81	19,44		67,64

Najmanju masu 1000 zrna imao je kukuruz na direktnoj sjetvi (257,88 g) što je statistički značajno niža vrijednost u odnosu na sve ostale tretmane obrade tla. Najveću masu 1000 zrna imao je kukuruz na konvencionalnoj obradi tla oranjem (323,05 g), iako se ta vrijednost statistički nije značajno razlikovala od svih ostalih tretmana obrade tla (Tablica 4.).

4.5. Hektolitarska masa

Tablica 5. Hektolitarska masa zrna kukuruza (kg hl⁻¹) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			prosjeak
	N1	N2	N3	
CT	74,60	75,00	75,27	74,96
SS	74,10	74,43	74,07	74,20
CH	72,27	72,97	74,17	73,13
DH	74,10	75,03	74,83	74,66
NT	74,20	73,20	73,90	73,77
prosjeak	73,85	74,13	74,44	74,14
	A	B		AB
LSD _{0,05}	n.s.	n.s.		n.s.
LSD _{0,01}	n.s.	n.s.		n.s.

Hektolitarska masa zrna kukuruza u prosjeku je iznosila 74,14 kg hl⁻¹ i nije bila pod značajnim utjecajem tretmana obrade niti gnojidbe dušikom (Tablica 5.).

4.6. Biološki prinos kukuruza

Visina biološkog prinosa bila je pod vrlo značajnim utjecajem tretmana obrade tla ($F = 11,30^{**}$) i značajnim utjecajem gnojidbenog tretmana ($F = 5,17^*$) te je u prosjeku iznosila 50,95 t ha⁻¹.

Testom najmanje značajne razlike (LSD test) nisu utvrđene statistički značajne razlike u visini biološkog prinosa kukuruza između tretmana obrade tla oranjem, podrivanjem, rahljenjem i tanjuranjem (Tablica 6.), dok je direktna sjetva rezultirala najnižim biološkim prinosom kukuruza (35,57 t ha⁻¹) koji je statistički značajno niži u odnosu na kukuruz uzgajan na ostalim tretmanima obrade tla.

Najveći biološki prinos kukuruza ostvaren je na optimalnoj gnojidbi (54,50 t ha⁻¹), a najniži na reduciranoj gnojidbi (45,20 t ha⁻¹). Optimalna i luksuzna gnojidba dušikom rezultirale su statistički značajno većim biološkim prinosom kukuruza u odnosu na reduciranu gnojidbu, dok se visina biološkog prinosa između ova dva tretmana gnojidbe nije značajno razlikovala (Tablica 6.).

Tablica 6. Biološki prinos kukuruza (t ha⁻¹) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			prosjek
	N1	N2	N3	
CT	44,52	62,01	53,55	53,36
SS	53,74	60,34	55,04	56,37
CH	43,56	56,57	66,04	55,39
DH	45,39	58,09	58,70	54,06
NT	38,79	35,49	32,43	35,57
prosjek	45,20	54,50	53,15	50,95
	A**		B*	AB
LSD _{0,05}	8,42		6,52	n.s.
LSD _{0,01}	12,24		8,89	n.s.

4.7. Prinos zrna kukuruza

Prinos zrna kukuruza u prosjeku je iznosio 13,47 t ha⁻¹. Na variranje prinosa zrna statistički je vrlo značajno utjecala obrada tla ($F = 10,00^{**}$) i gnojidba dušikom ($F = 6,84^{**}$).

Najveći prinos zrna kukuruza zabilježen je na SS tretmanu (15,24 t ha⁻¹), a najmanji na NT tretmanu obrade tla (9,25 t ha⁻¹). Razlike u visini prinosa zrna kukuruza na SS, CT, CH i DT tretmanima obrade statistički nisu bile opravdane (Tablica 7.). Prinos zrna kukuruza ostvaren na NT tretmanu obrade tla bio je statistički značajno manji u odnosu na sve ostale tretmane.

Optimalna gnojidba dušikom rezultirala je najvišim prinosom kukuruza (14,57 t ha⁻¹) iako se statistički nije značajno razlikovala od visine prinosa zrna kukuruza na luksuznoj gnojdbi (14,05 t ha⁻¹). Kukuruz na reduciranoj gnojdbi rezultirao je statistički značajno nižim prinosom u odnosu na ostale gnojidbene tretmane (Tablica 7.).

Tablica 7. Prinos zrna kukuruza (t ha⁻¹) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			prosjek
	N1	N2	N3	
CT	12,03	17,08	14,74	14,62
SS	13,88	17,28	14,56	15,24
CH	11,49	14,23	16,41	14,04
DH	11,75	15,07	15,71	14,18
NT	9,72	9,20	8,83	9,25
prosjek	11,77	14,57	14,05	13,47
	A**	B**		AB
LSD _{0,05}	2,48	1,68		n.s.
LSD _{0,01}	3,60	2,29		n.s.

4.8. Žetveni indeks

Žetveni indeks je u prosjeku iznosio 26,46 %. Analizom varijance utvrđeno je kako na variranje žetvenog indeksa nije značajno utjecao niti tretman obrade tla, niti tretman gnojidbe dušikom (Tablica 8.).

Tablica 8. Žetveni indeks (%) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			prosjeak
	N1	N2	N3	
CT	26,93	27,47	27,53	27,31
SS	26,10	28,57	26,43	27,03
CH	26,80	25,20	24,83	25,61
DH	25,73	25,97	26,83	26,18
NT	25,10	26,27	27,10	26,16
prosjeak	26,13	26,69	26,55	26,46
	A	B	AB	
LSD _{0,05}	n.s.	n.s.	n.s.	
LSD _{0,01}	n.s.	n.s.	n.s.	

5. RASPRAVA

Istraživanja su provedena tijekom 2013. godine koja je bila specifična u pogledu vremenskih prilika. U razdoblju pripreme površina za postavljanje pokusa i gotovo tijekom trajanja cijele vegetacije, izmjenjivali su se vremenski intervali s izrazito velikom količinom oborina i intervali s visokim temperaturama bez oborina. Upravo velika količina oborina uzrokovala je iznad prosječno vlažno razdoblje koje je trajalo do početka travnja te je izazvalo slabije kvalitetnu pripremu tla te samu sjetvu.

Prema Kovačeviću (2015.) vremenske prilike 2013. godine bile su nepovoljne za uzgoj kukuruza na području Hrvatske uslijed izuzetno visokih temperatura zraka praćenih nedostatkom oborina. Na području kontinentalne Hrvatske, točnije na području Slavonije, za tri mjeseca (lipanj, srpanj i kolovoz) zabilježeno je za jednu trećinu manje padalina od višegodišnjeg prosjeka, što u kritičnom periodu za kukuruz može imati negativne posljedice.

Prema Jugu (2005.) temperature i količina oborina u ključnim fenofazama koje se odvijaju točno u razdoblju gore navedenih mjeseci predstavljaju jedne od najvažnijih faktora koji će odrediti visinu i kvalitetu zrna kukuruza. Tijekom razdoblja metličanja i svilanja dolazilo je do izmjene sušnih i vlažnih razdoblja, ali usprkos potrebama kukuruza za vodom u ovim razdobljima, oplodnja kukuruza je bila kvalitetna i na visokoj razini što je rezultiralo zadovoljavajućim prinosom.

Prosječna visina biljke kukuruza bila je pod značajnim utjecajem gnojidbenih tretmana, dok utjecaj tretmana različitih načina obrade tla na ovaj parametar promatranja nije statistički značajno utjecao. Najveći prosjek visine biljke imao je kukuruz na N2 tretmanu gnojidbe (224,87 cm), a najmanji na N1 tretmanu (208,07 cm).

Utjecaj dušika na povećanje vegetativne mase potvrđuju i istraživanja Rastije i sur. (2009.) u pokusu u kojem su istraživali utjecaj kalcizacije i gnojidbe dušikom na prinos zrna kukuruza i prinos zelene mase biljke na dva lokaliteta u Slavoniji. Prema njihovim rezultatima gnojidba dušikom pospješuje razvoj zelene mase biljke, ali i ukupni prinos zrna kukuruza.

Dušik je sastavni dio aminokiselina, amina, nukleinskih kiselina, kloroplastnih pigmenata itd, što ga čini konstitucijskim elementom. Zbog svoje uloge naziva se i prinosotvornim elementom. Biljke koriste dušik u velikim količinama te ga u suhoj tvari biljke ima od 1 – 5 %. Neracionalno

korištenje dušika, posebice kod luksuzne gnojidbe dušikom, dovodi do niza negativnih posljedica kao što su polijeganja biljaka koje su tada izložene bolestima i napadima štetnika, smanjenom otpornosti na bolesti, itd. što u poljoprivrednoj praksi često dovodi do značajnih gubitaka.

Specifičnost zelene mase kukuruza je što se razvija vrlo bujno u relativno kratkom vremenskom periodu. Kako bi kukuruz razvio veliku vegetativnu masu potrebne su mu velike količine dušika koje je potrebno dodavati tijekom vegetacije odnosno, u prihrani. Gnojidba koja se provodila tijekom pokusa značajno je utjecala na ukupnu masu biljke, kao i različiti tretmani obrade tla.

Masa kukuruza u prosjeku je iznosila 749,28 g. Najveća masa biljke izmjerena je kod kukuruza na SS tretmanu obrade, odnosno tretmanu konzervacijske obrade tla s podrivanjem do dubine 40-45 cm te je ona iznosila (829,02 g), a najmanja na NT, odnosno tretmanu direktne sjetve te je prosječna masa ovog kukuruza iznosila (523,10 g). Kukuruz je na svim tretmanima obrade tla imao statistički značajno veću masu u odnosu na kukuruz sa NT tretmana obrade. Između ostalih tretmana nije vidljiva statistička razlika. Optimalna gnojidba dušikom rezultirala je najvećom biljnom masom (801,47 g), dok je kukuruz na reduciranoj gnojidbi imao najmanju masu (664,70 g). Razlike u masi biljaka na N2 (optimalna gnojidba – prema preporuci na temelju analize tla) i N3 (luksuzna gnojidba) tretmanima nisu bile statistički opravdane, ali su u odnosu na N1 tretman (reducirana gnojidba dušikom) statistički bile značajne.

Masa 1000 zrna kukuruza je u prosjeku, za sve tretmane obrade tla i gnojidbe dušikom, iznosila 302,14 g. Na varijabilnost mase 1000 zrna značajno su utjecali gnojidbeni tretman kao i različiti tretmani obrade tla te je značajna i njihova interakcija. Najmanju masu 1000 zrna imao je kukuruz na direktnoj sjetvi (257,88 g) što je statistički značajno niža vrijednost u odnosu na sve ostale tretmane obrade tla. Najveću masu 1000 zrna imao je kukuruz na konvencionalnoj obradi tla oranjem (323,05 g) iako se ta vrijednost statistički nije značajno razlikovala od svih ostalih tretmana obrade tla. Prema Kisiću (2002.) izostavljanje obrade pokazalo se značajno lošijim prema ostvarenom prinosu zrna kukuruza u odnosu na tradicionalnu konvencionalnu obradu tla. Kako autor navodi, ako u obzir uzmemo ostvarene niže prinose ali i uštedu energije koja je ostvarena pri izostavljenoj obradi tla, ovaj sustav obrade zaslužuje više pažnje i budućih istraživanja kojima bi se kroz određen broj godina prinos određene kulture mogao približiti ili čak izjednačiti sa prinosom koji je dobiven iz tala obrađenih konvencionalnim načinom obrade.

Jedan od najvažnijih pokazatelja kvalitete zrna te njegove popunjenosti je hektolitarska masa, međutim u ovom istraživanju nijedan od tretmana obrade tla, kao niti jedan od gnojidbenih

tretmana nisu pokazali statistički značajne razlike. Svečnjak i sur. (2007.) su u svom dvogodišnjem istraživanju utvrdili kako veća razina dušične gnojidbe daje značajno veći prinos te manju hektolitarsku masu.

Biološki prinos je bio pod značajnim utjecajem različitih tretmana obrade tla i gnojidbe dušikom. Testom najmanje značajne razlike nisu utvrđene statistički značajne razlike u visini biološkog prinosa kukuruza između tretmana obrade tla CT (oranje), SS (podrivanje), CH (rahljenje) i DH (tanjuranje) dok je NT (direktna sjetva) rezultirala najnižim biološkim prinosom kukuruza ($35,57 \text{ t ha}^{-1}$) koji je statistički značajno niži u odnosu na kukuruz uzgajan na ostalim tretmanima obrade tla. Dobivene rezultate potvrđuju i istraživanja Sileshi i sur., (2006.) i Ahmad i sur., (2010.).

Prinos zrna kukuruza u prosjeku je iznosio $13,47 \text{ t ha}^{-1}$. Na variranje prinosa zrna statistički je vrlo značajno utjecala obrada tla i gnojidba dušikom. Najveći prinos zrna kukuruza zabilježen je na SS tretmanu ($15,24 \text{ t ha}^{-1}$), a najmanji na NT tretmanu obrade tla ($9,25 \text{ t ha}^{-1}$). Dobiveni rezultati su u skladu s istraživanjima Košutića i sur. (2005.) gdje su najveći prinosi ostvareni na konzervacijskoj obradi, a najmanji na no-till-u. Mafongoya i sur. (2016.) i Jug i sur. (2007.) su u svojim istraživanjima utjecaja obrade na prinos kukuruza utvrdili kako su prinosi na NT varijanti statistički značajno niži u odnosu na konvencionalnu obradu, dok Lal (1997.) na višegodišnjim pokusima, zaključuje kako kukuruz postiže značajno više prinose na no-till tretmanu u odnosu na tretman obrade oranjem.

Optimalna gnojidba dušikom rezultirala je najvišim prinosom kukuruza ($14,57 \text{ t ha}^{-1}$) iako se statistički nije značajno razlikovala od visine prinosa zrna kukuruza na luksuznoj gnojidbi ($14,05 \text{ t ha}^{-1}$). Kukuruz na reduciranoj gnojidbi rezultirao je statistički značajno nižim prinosom u odnosu na ostale gnojidbene tretmane.

Jug i sur. (2006.) u svom istraživanju na kukuruzu nisu ostvarili priželjkivane rezultate u vidu no till tehnologije jer su zabilježeni gubitci bili izazvani ekstremnim uvjetima visokih temperatura i suše.

Gnojidbom prema preporuci ostvaren je najviši poljoprivredni prinos, a najmanji prinosi izmjereni su na tretmanu reducirane gnojidbe što je u skladu i s istraživanjima Videnović i sur. (2011.) i Paschalidis i sur. (2015.).

Bašić (1995.) govori o problemu niske razine opskrbljenosti naših tala hranivima, osobito na obiteljskim gospodarstvima jer upravo ovaj problem bitno smanjuje rezultate proizvodnje na

tlima Hrvatske i limitira potencijal naših tala. Kukuruz je usjev koji je relativno tolerantan na uzgoj u monokulturi s agrotehničkog aspekta posebice ukoliko su povoljni agroekološki uvjeti, uz pravilnu primjenu organskih i mineralnih gnojiva. Osim upotrebe organskih i mineralnih gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji, od iznimne važnosti je primjena plodoređa za koje Jovanović (1995.) ističe kako su najracionalniji način korištenja poljoprivrednih površina u višegodišnjem planskom sustavu.

Udio poljoprivrednog prinosa u ukupnom biološkom prinosu predstavlja žetveni indeks. U provedenom istraživanju žetveni indeks je u prosjeku iznosio 26,46 %. Analizom varijance je utvrđeno kako na variranje žetvenog indeksa nije značajno utjecao niti tretman obrade tla niti tretman gnojidbe dušikom što je u skladu s istraživanjima Shahzad i sur. (2015.).

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu provedenih istraživanja proizvodnje kukuruza pri konzervacijskim sustavima obrade tla s tri različita tretmana gnojidbe dušikom može se zaključiti kako je na većinu ispitivanih parametara produktivnosti kukuruza značajno utjecao i tretman obrade tla kao i gnojidbena doza dušika.

Visina biljke kukuruza je bila pod značajnim utjecajem gnojidbe dušikom, dok je utjecaj obrade tla statistički neopravdan. Najveća visina kukuruza izmjerena je na optimalnoj gnojidbi (N2).

Masa biljke kukuruza, kao i masa 1000 zrna bile su pod značajnim utjecajem tretmana obrade tla kao i gnojidbe dušikom. Najveću masu biljke imao je kukuruz na SS tretmanu obrade tla, a najmanju na NT tretmanu. Optimalna gnojidba je rezultirala najvećom masom kukuruza, a reducirana – najmanjom masom. Masa 1000 zrna je bila najveća kod kukuruza na CT tretmanu obrade, a najmanja na NT tretmanu. Razlike u masi 1000 zrna kukuruza između CT, SS, DH i CH tretmana nisu bile statistički značajne.

Hektolitarska masa zrna kukuruza kao i žetveni indeks, odnosno udio poljoprivrednog prinosa u biološkom prinosu, nisu bili pod statistički značajnim utjecajem niti jednog od tretmana.

Na biološki prinos kukuruza i prinos zrna kukuruza značajan utjecaj imala su oba tretmana. Najveći biološki prinos i najveći prinos zrna izmjereni su kod kukuruza na SS tretmanu obrade, a najniži na NT tretmanu obrade. Optimalna i luksuzna gnojidba dušikom rezultirale su statistički značajno većim i biološkim prinosom kukuruza i prinosom zrna u odnosu na reduciranu gnojidbu, dok razlike između ova dva tretmana gnojidbe dušikom nisu bile značajne.

Konzervacijski tretman obrade tla, posebice podrivanje, rezultirao je boljim pokazateljima produktivnosti kukuruza u odnosu na konvencionalnu obradu, iako razlike između konzervacijskih i konvencionalnih sustava obrade statistički nisu bile značajne, osim kod primjene NT tretmana (direktna sjetva). Primjena direktne sjetve je rezultirala značajno nižim vrijednostima ispitivanih pokazatelja produktivnosti kukuruza u odnosu na sve ostale tretmane obrade. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost zamjene konvencionalne obrade tla s nekim od konzervacijskih, isključujući primjenu direktne sjetve.

Tretman gnojidbe dušikom u velikoj je mjeri utjecao na gotovo sve ispitivane pokazatelje. Najveći biološki prinos, prinos zrna, masa 1000 zrna, masa i visina biljke kukuruza ostvareni

su na tretmanu s optimalnom gnojidbom, odnosno gnojidbom prema preporuci na temelju analize tla. Manjak dušika rezultirao je nižim vrijednostima svih ispitivanih parametara. Očekivani negativan efekt luksuzne gnojidbe dušikom nije došao do izražaja vjerojatno zbog povećane količine oborina koja je pratila cijelu vegetaciju. Pretpostavka je da se dušik isprao u dublje slojeve tla te je na taj način izostao negativan efekt prekomjerne gnojidbe dušikom. Dobiveni rezultati ukazuju na važnost poznavanja potreba biljaka za elementima biljne ishrane, njihovo iznošenje te nužnost provedbe analize tla kako bi se gnojidba obavila na temelju kemijskih svojstava tla i stvarnih potreba usjeva.

7. POPIS LITERATURE

1. Ahmad, I., Jan, M. T., Srif, M. (2010.): Tillage and nitrogen management impact on maize. *Sarhad J. Agric.* 26(2): 157-167.
2. Ali, K., S.K. Khalil, F. Munsif, A. Rab, K. Nawab, A.Z. Khan, A. Kamal Z.H. Khan. (2012.): Response of Maize (*Zea Mays* L.) to various nitrogen sources and tillage practices. *Sarhad J. Agric.* 28(1): 9-14.
3. Archetti, R., Bonciarelli F. and Farina, G., (1988.): Results of tillage trials carried out in 1981-1987 in central Italy. *Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh*, 2: 549-554.
4. Ashiq, S., Muhammad, A., Malik, M. A., Nawaz, M. K., Shahzada, S., Ijaz, A., Rashid, S., Ihsan, U., Javed, H. I. (2015.): Maize hybrids under diverse drought and soil moisture conservation techniques in field condition. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 6(8), 149-156.
5. Azevedo, A. L., (1973.): A densidade de povoamento e a produção do milho pare grão, em sistema de mobilização mínima. *An. do Inst. Sup. De Agr.*, 41-52.
6. Azevedo, A. L., (1973.): Evolução do teor em matéria orgânica de solos sujeitos a diferentes tratamentos. *Sep. do Vol. 34 dos An. do Inst. Sup. do Agron.*, 63-114.
7. Azevedo, A. L., Caldeira Cary, F. C., (1972.): Aspectos da adaptação de sistemas de mobilização mínima na agricultura mediterrânica. *An. do Inst. Sup. de Agro.*, 137-153.
8. Azevedo, A.L., (1975.): Evolução do teor em matéria orgânica de solos castanho-avermelhados sujeitos a um sistema de mobilização mínima. III - razão C/N. *Sep. do vol. 34 do An. do Inst. Sup. de Agron.*, 125-145.
9. Bašić, F. (1995): Some aspects of sustainable agriculture in Croatia, *Poljoprivredna znanstvena smotra*, Vol. 60, No 2, p. 237-247, Zagreb.
10. Bonciarelli, F., Farina, G. and Panaro, V. (1982.): Preliminary results on new tillage methods in central Italy. *Proc. 8 th Conf. ISTRO, Osijek*, pp. 297-302.
11. Butorac, A., Kisić, I. i Butorac, J. (2006.): Konzervacijska obrada tla u europskim zemljama. *Agronomski glasnik*, 68 (2), 109-136.

12. Čuljat, M., Vidaković, M., Balentović, Z., Duvnjak, V. (1994.): Izravna sjetva da ili ne?, Agrotehničar 1-2/94, 11-13, Zagreb.
13. Dragičević, V., Simić, M., Videnović, T., Kresović, B., Spasojević, I., Brankov, M. (2012.): The influence of different tillage practices on the soil moisture and nitrogen status. Journal of Central European Agriculture, 13(4), p.729-738.
14. DZS (Državni zavod za statistiku), (2017.):
https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2017/01-01-14_01_2017.htm Pristupljeno: 14. listopada 2018. god.
15. DZS (Državni zavod za statistiku), (2018.):
https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/01-01-14_01_2018.htm
Pristupljeno: 17. listopada 2018.
16. El Titi, A. (2002.): Soil tillage in agroecosystems. CRC press. p. 2-3
17. FAO, (2017.): Production, Crops <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
Pristupljeno: 15. listopada 2018. god.
18. Francis, G.S., Knight, T.T. (1993.): Long-term effects of conventional and no-tillage on selected soil properties and crop yields in Canterbury, New Zealand. Soil and Tillage Research, Volume 26, Issue 3, Pages 193-210.
19. Frankinet, M., Roisin, C. (1987.): Regional experiences with reduced tillage in Belgium. Proc. of a workshop held in Göttingen, EUR 11258; 55-67.
20. Gehl, R.J., Schmidt, J.P., Maddux, L.D., Gordon, W.B. (2005.): Corn yield response to nitrogen rate and timing in sandy irrigated soils, Agron. J. 97:1230- 1238.
21. Gonzales, P., Fereres, E., Giraldez, J. V., Martin, I., Garcia, M., Gil, J., Agüera, J., (1988.): Non tillage dry farming in heavy clay soil under mediterranean climate. Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh, 2: 661- 666.
22. Iqbal, M., Khan, A.G., Anwar-ul-Hassan, Islam, K.R. (2013.): Tillage and nitrogen fertilization impact on irrigated corn yields, and soil chemical and physical properties under semiarid climate. Journal of Sustainable Watershed Science & Management 1 (3): 90–98.
23. Jovanović, Ž., Videnović, Ž., Vesković, M. (1998.): Effects of different growing and fertilising systems on maize yield. European Society of Agronomy (ESA)–Short

- communications, Vol. II, 44–51. Fifth Congress, 28 June–17 July, Nitra, The Slovak Republic.
24. Jug, D. (2005.): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice, kukuruza i soje u agroekološkim uvjetima sjeverne Baranje, Magistarski rad, Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb.
 25. Jug, D. (2006.): Reakcija ozime pšenice i soje na reduciranu obradu tla na černoze. Doktorska disertacija. Sveučilište J. J. Strossmayera. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
 26. Jug, D. (2014.): Odabrani nastavni materijal za studente diplomskog studija, Obrada tla- nastavni materijal
http://ljesnjak.pfos.hr/~jdaniyel/literatura/Osnove%20bilinogojstva%20-%20Bojanovo/OB_01%20Osnovna%20obrada%20tla.pdf. Datum pristupa: 08.09.2018.
 27. Jug, D., Birkás, M., Kisić, I. (2015.): Obrada tla u agroekološkim okvirima, Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tla, Osijek.
 28. Jug, D., Blažinkov, M., Redžepović, S., Jug, I., Stipešević, B. (2005.): Utjecaj različitih varijanata obrade tla na nodulaciju i prinos soje. ISSN 1330-7142 UDK = 631.434.1:633.34.
 29. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Samota, D., Vukadinović, V. (2007.): Influence of different soil tillage systems on yield of maize. Cereal Research Communications. 35/2-1:557-560.
 30. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Stošić, M., Kopas, G., (2006.): Prinos kukuruza (*Zea mays* L.) na različitim varijantama obrade tla. // Poljoprivreda (Osijek). Vol. 12 (2); 5-10 (članak, znanstveni).
 31. Jug, D., Žugec, I., Kelava, I., Eljuga, L., Knežević, M., Marek, M. (2001.): Influence of reduced soil tillage on the yield of winter wheat, maize and soybean in an extremely dry year. In: Proceedings of the 37th Croatian Symposium on Agriculture with an International Participation (Ed. Kovačević, V.), Opatija, Croatia, pp. 46-50.
 32. Jug, I. (2005.): Utjecaj agroekoloških uvjeta i krupnoće sjemena na rani porast OS hibrida kukuruza. Magistarski rad. Sveučilište J. J. Strossmayera. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.

33. Jug, I., Jug, D., Sabo, M., Stipešević, B., Stošić, M. (2011.): Winter wheat yield and yield componets as affected by soil tillage systems, *Turk J Agric For* 35, 1-7.
34. Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A., Sabolić, M. (2002.): Influence of different tillage systems on yield of maize on stagnic Luvisols of Central Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 67(2), 81-89.
35. Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z. (2001.): Maize and winter wheat production with different soil tillage systems on silty loam, *Agricultural and Food Science in Finland* (1239-0992) 10 (2001), 2, 103-112.
36. Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z., Husnjak, S., Kovačev, I., Čopeć, K. (2005.): Effects of different soil tillage systems on yield of maize, winter wheat and soybean on albic luvisol in north-west slavonia, *JCEA* 6 (3), 241-248.
37. Kovačević, J. (2015.); Utjecaj vremenskih prilika na prinos sjemenskog kukuruza, *Diplomski rad*.
38. Ladha, J. K., Pathak, H., Krupnik, T. J., Six, J., van Kessel, C. (2005.): Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Advances in agronomy*, 87, 85-156.
39. Lal R. (1997.): Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in western Nigeria. I. Crop yield and soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 42: 145–160.
40. Ma, B.L., Subedi, K.D., Costa, C. (2005.): Comparison of crop-based indicators with soil nitrate test for corn nitrogen requirement. *Agron. J.* 97: 462-471.
41. Mafongoya, P., Jiri, O., Phophi, M. (2016.): Evaluation of tillage practices for maize (*Zea mays* L.) grown on different land-use systems in eastern Zambia. *Sustainable Agriculture Research* 5(1), 10–23.
42. Martinez, E., Fuentes, J.P., Silva, P., Valle, S., Acevedo, E. (2008.): Soil physical properties and wheat root growth as affected by no.tillage and convensional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. *Soil Till. Res.*, 99: 232-244.
43. Morgun, F. T., Šikula, N. K. (1984.): *Počvozaščitnoe besplužnoe zemledelie*. Moskva.
44. Ozpinar, S. (2009.): Tillage and cover crop effects on maize yield and soil nitrogen. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15 (No 6), 533-543.

45. Paschalidis X, Ioannou Z, Mouroutoglou X, Koriki A, Kavvadias V. (2015.): Effect of Fertilization and Irrigation on Plant Mass Accumulation and Maize Production (*Zea mays*). *Int J Waste Resources* 5: 173.
46. Rastija, D., Lončarić, Z., Škripek, Ž., Japundžić-Palenkić, B., Varoščić, A. (2009.). Utjecaj kalcizacije i gnojidbe na promjene kemijskih svojstava tla i prinos kukuruza. *Zbornik radova*, 44, 83-88.
47. Rosa, A. T. Ruiz Diaz, D.A. (2015.): Fertilizer placement and tillage interaction in corn and soybean production. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*: Vol. 1: Iss. 3.
48. Samad, A. (1994.): Effect of different combinations of NPK on the grain yield and yield component of maize varieties. *Sarhad J. Agric.* 8: 17-21.
49. Shahzad, K., Khan, A., Smith, J., Saeed, M., Khan, S.A. (2015.): Response of maize to different nitrogen sources and tillage systems under humid subtropical conditions. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(1), Page: 189-197, ISSN: 1018-7081.
50. Sileshi, G., Kuntashula, E., Mafongoya, P.L. (2006.): Effects of improved fallows on weed infestation in maize in eastern Zambia. *Zambian Journal of Agricultural Science*, 8, 6-12.
51. Singh, S., Bhushan, L., Ladha, J. K., Gupta, R. K., Rao, A. N., Sivaprasad, B. (2006.): Weed management in dry-seeded rice (*Oryza sativa*) cultivated in the furrow-irrigated raised-bed planting system. *Crop Protection*, 25(5), 487-495.
52. Stanisławska-Głubiak, E., Korzeniowska, J. (2009.): Concentration of micronutrients in pea and lupin plants depending on the soil tillage system. *J. Element.*, 14(2): 357-364.
53. Stanisławska-Głubiak, E., Korzeniowska, J. (2011.): Impact of zero tillage system on the nutrient content of grain and vegetative parts of cereals. *Polish Journal of Agronomy*, 4, 29–32.
54. Stipešević, B., Žugec, I., Jurić, I., Kelava, I. (1999.): Istraživanje reducirane obrade tla za kukuruz u središnjoj Slavoniji, XXXV Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međudržavnim sudjelovanjem "Hrvatska agrikulturna znanost na pragu trećeg tisućljeća", Opatija.

55. Svečnjak, Z., Varga B., Grbeša, D., Štafa, Z., Uher D.(2007.): Prinos i kvaliteta vlažnog zrna i klipa kukuruza u optimalnim i naknadnim rokovima sjetve *Mljekarstvo* 57 (4) 321-335.
56. Titulaer, H.H.H., Ouwerkerk, C., Boone, F. R., Lumkes, L. M. (1980.): Availability of nitrogen in the soil profile. In: Experience with three tillage systems on marine loam soil. I: 1972-1975, *Agric. Res. Rep.* 899, Wageningen, 42-49.
57. Tolessa, D., Du Preez, C.C., Ceronio, G.M. (2007.): Fate of nitrogen applied to maize on conventional and minimum tilled Nitisols in Western Ethiopia, *South African Journal of Plant and Soil*, 24:2, 77-83.
58. Torbert, H.A., Potter, K.N. and Morrison, J.E. Jr. (2001.): Tillage system, fertilizer nitrogen rate and timing effect on corn yield in the Texas black land prairie. *Agron J.* 93:1119-1124.
59. Videnović, Ž., Simić, M., Srdić, J., Dumanović, Z. (2011.): Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays* L.) yields, *Plant soil environ.*, 57, 2011 (4): 186–192.
60. Vukadinović, V., Bertić, B., Lončarić, Z., Vukobratović, Ž., Katančić, T. (2003.): Procjena efikasnosti gnojidbe kukuruza kalibracijskim pokusima. XXXVIII. znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Priopćenja / Žimbrek, Tito (ed). - Zagreb : Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 321-324.
61. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Sveučilišni udžbenik. Zebra, Vinkovci.
62. Wasaya, A., Tahir, M., Manaf, A., Ahmed, M., Kaleem, S., Ahmad, I. (2011.): Improving maize productivity through tillage and nitrogen management. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(81), 19025-19034.
63. Zimmer R., Košutić S., Zimmer D. (2009.): Poljoprivredna tehnika u ratarstvu, Grafika d.o.o., Osijek.
64. Zimmer, R., Milaković, Z., Miloš, B., Kržek, Ž. (1999.): Proizvodnja kukuruza izravnom sjetvom i razgradnja biljnih ostataka u tlu, 27. međunarodni simpozij "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", 127_134, Opatija.

65. Zimmer, R., Milaković, Z., Miloš, B., Kržek, Ž., Banaj, Đ. (2000.): Izravna sjetva u proizvodnji kukuruza i razgradnja biljnih ostataka u tlu, 28. međunarodni simpozij "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", 159-167, Opatija.
66. Zimmer, R., Miloš, B., Milaković, Z., Kržek, Ž. (1997.): Usporedba konvencionalne i nulte obrade tla u proizvodnji kukuruza, 25. međunarodni simpozij "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", 155-160, Opatija.
67. Žugec, I. (1984.): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos kukuruza u ekološkim uvjetima Slavonije, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Doktorska disertacija, Zagreb.
68. Žugec, I., Jurić, I., Jug, D., Kanisek, J. (2002.): Obrada tla u održivom uzgoju ratarskih kultura istočne Hrvatske, Ekoinženjerstvo 2002., Plitvice 2002.

8. SAŽETAK

Istraživanje produktivnosti kukuruza pri konzervacijskoj obradi tla i različitim dozama dušika provedeno je tijekom 2013. godine na hidromorfnom tipu tla u blizini mjesta Magadenovac (GPS: Long. 18.70648 E; Lat. 45.55555 N). Istraživanje je obuhvaćalo pet različitih sustava obrade tla, od kojih je jedna bila konvencionalna obrada oranjem (CT), a ostale su pripadale konzervacijskim sustavima obrade tla (podrivanje - SS, rahljenje - CH, tanjuranje - DH i direktna sjetva - NT) i tri razine gnojidbe dušikom: N1 - reducirana (gnojidba umanjena za 30 % u odnosu na gnojdbenu preporuku), N2 - optimalna (prema gnojdbenoj preporuci) i N3 - luksuzna gnojidba (gnojidba uvećana za 30 % u odnosu na gnojdbenu preporuku).

Prema dobivenim podacima, tretman obrade tla i razina gnojidbe dušikom imali su značajan utjecaj na gotovo sve ispitivane parametre, osim na hektolitarsku masu i žetveni indeks. Najveću produktivnost imao je kukuruz na tretmanu podrivanja uz optimalnu gnojidbu dušikom. Svi ostali tretmani obrade tla dali su zadovoljavajuće rezultate izuzev direktne sjetve.

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, konvencionalna obrada tla, gnojidba dušikom, kukuruz

9. SUMMARY

The research of maize productivity under conservation soil tillage and nitrogen fertilization was conducted in 2013 on a hydromorphic soil near Magadenovac (GPS: Long. 18.70648 E; Lat. 45.55555 N). The research included five different tillage systems, one of them was conventional tillage (CT), while the others belonged to conservation soil tillage systems (subsoiling – SS, chiseling - CH, , disk harrowing - DH, and direct seeding - NT) and three different levels of nitrogen fertilization: N1 - reduced (fertilization reduced by 30% compared to fertilization recommendation), N2 - optimal recommended fertilization (according to fertilization recommendation and N3 - luxurious fertilization (fertilization increased by 30% compared to fertilization recommendation).

According to the obtained data, soil tillage treatments and level of nitrogen fertilization had significant impact on almost every tested parameter, except for hectoliter weight and harvest index. Subsoiling tillage and optimal fertilization resulted with highest maize productivity. All conservation soil tillage systems recorded satisfying results, except direct seeding.

Key words: conservation soil tillage, conventional soil tillage, nitrogen fertilization, maize

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Kemijski sastav tla na istraživanom lokalitetu	16
Tablica 2. Visina biljaka kukuruza (cm) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	19
Tablica 3. Masa biljke kukuruza (g) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	20
Tablica 4. Masa 1000 zrna kukuruza (g) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	21
Tablica 5. Hektolitarska masa zrna kukuruza (kg hl^{-1}) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	21
Tablica 6. Biološki prinos kukuruza (t ha^{-1}) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom.....	22
Tablica 7. Prinos zrna kukuruza (t ha^{-1}) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	23
Tablica 8. Žetveni indeks (%) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom.....	24

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Profil tla na istraživanom lokalitetu.....	13
Slika 2. Konvencionalna obrada oranjem na 30 m dubine	14
Slika 3. Podrivanje na dubini od 45 do 50 cm	14
Slika 4. Rahljenje na dubini od 30 do 35 cm	15
Slika 5. Tanjuranje na dubini 15-20 cm.....	15
Slika 6. Direktna sjetva kukuruza u žetvene ostatke	16

12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Količina oborina	18
Grafikon 2. Temperatura zraka	18

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

Produktivnost kukuruza pri konzervacijskoj obradi tla i gnojidbi dušikom

Marijan Dragičević

Sažetak:

Istraživanje produktivnosti kukuruza pri konzervacijskoj obradi tla i različitim dozama dušika provedeno je tijekom 2013. godine na hidromorfnom tipu tla u blizini mjesta Magadenovac (GPS: Long. 18.70648 E; Lat. 45.55555 N). Istraživanje je obuhvaćalo pet različitih sustava obrade tla, od kojih je jedna bila konvencionalna obrada oranjem (CT), a ostale su pripadale konzervacijskim sustavima obrade tla (rahljenje - SS, podrivanje - CH, tanjuranje - DH i direktna sjetva - NT) i tri razine gnojidbe dušikom: N1 - reducirana (gnojidba umanjena za 30 % u odnosu na gnojidbenu preporuku), N2 - optimalna (prema gnojidbenoj preporuci) i N3 - luksuzna gnojidba (gnojidba uvećana za 30 % u odnosu na gnojidbenu preporuku).

Prema dobivenim podacima, tretman obrade tla i razina gnojidbe dušikom imali su značajan utjecaj na gotovo sve ispitivane parametre, osim na hektolitarsku masu i žetveni indeks. Najveću produktivnost imao je kukuruz na tretmanu podrivanja uz optimalnu gnojidbu dušikom. Svi ostali tretmani obrade tla dali su zadovoljavajuće rezultate izuzev direktne sjetve tretmana.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Irena Jug

Broj stranica: 37

Broj grafikona i slika: 8

Broj tablica: 8

Broj literaturnih navoda: 68

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, konvencionalna obrada tla, dušična gnojidba, kukuruz

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Danijel Jug, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Irena Jug, mentor
3. Izv. prof. dr. sc. Boris Đurđević, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

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

Graduate thesis

Maize productivity under conservation soil tillage and nitrogen fertilization

Marijan Dragičević

Abstract:

The research of maize productivity under conservation soil tillage and nitrogen fertilization was conducted in 2013 on a hydromorphic soil near Magadenovac (GPS: Long. 18.70648 E; Lat. 45.55555 N). The research included five different tillage systems, one of them was conventional tillage (CT), while the others belonged to conservation soil tillage systems (subsoiling – SS, chiseling - CH, , disk harrowing - DH, and direct seeding - NT) and three different levels of nitrogen fertilization: N1 - reduced (fertilization reduced by 30% compared to fertilization recommendation), N2 - optimal recommended fertilization (according to fertilization recommendation and N3 - luxurious fertilization (fertilization increased by 30% compared to fertilization recommendation).

According to the obtained data, soil tillage treatments and level of nitrogen fertilization had significant impact on almost every tested parameter, except for hectoliter weight and harvest index. Subsoiling tillage and optimal fertilization resulted with highest maize productivity. All conservation soil tillage systems recorded satisfying results, except direct seeding.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full Professor Irena Jug

Number of pages: 37

Number of figures: 8

Number of tables: 8

Number of references: 68

Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words: conservation soil tillage, conventional soil tillage, nitrogen fertilization, maize

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. Full Professor Danijel Jug, chairman
2. Full Professor Irena Jug, mentor
3. Associate Professor Boris Đurđević, member

Thesis deposited at: Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek