

Produktivnost ozime pšenice pri konzervacijskoj obradi tla i gnojidbi dušikom

Tolić, Antonio

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:151:275518>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



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 JOSPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonio Tolić

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

PRODUKTIVNOST OZIME PŠENICE PRI KONZERVACIJSKOJ OBRADI TLA I
GNOJIDBI DUŠIKOM

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonio Tolić

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

PRODUKTIVNOST OZIME PŠENICE PRI KONZERVACIJSKOJ OBRADI TLA I
GNOJIDBI DUŠIKOM

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonio Tolić

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

PRODUKTIVNOST OZIME PŠENICE PRI KONZERVACIJSKOJ OBRADI TLA I
GNOJIDBI DUŠIKOM

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Irena Jug, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Danijel 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. Sustavi obrade tla	1
1.2. Pšenica.....	3
1.3. Dušik.....	6
1.4. Konzervacijska obrada tla	7
2. PREGLED LITERATURE	10
3. MATERIJAL I METODE.....	18
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	23
4.1. Visina biljaka.....	23
4.2. Nadzemna masa biljke.....	23
4.3. Masa 1000 zrna.....	24
4.4. Hektolitarska masa	25
4.5. Biološki prinos pšenice.....	25
4.6. Prinos zrna pšenice	26
4.7. Žetveni indeks	27
5. RASPRAVA	29
6. ZAKLJUČAK	33
7. POPIS LITERATURE:	34
8. SAŽETAK.....	39
9. SUMMARY	40
10. PRILOZI.....	41
11. POPIS TABLICA.....	42
12. POPIS SLIKA	43
13. POPIS GRAFIKONA	44
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	45
BASIC DOCUMENTATION CARD	46

1. UVOD

1.1. Sustavi obrade tla

Obrada tla jedan je od najvažnijih agrotehničkih zahvata u poljoprivrednoj proizvodnji koji je teško strogo definirati. Butorac (1999.) navodi kako je obrada tla mehanički zahvat u tlo kojim se popravljaju stanje tla koje utječe na biljnu proizvodnju. Početak obrade tla, ali i same poljoprivrede, seže nekoliko tisuća godina u prošlost, a vezan je uz početak sjedilačkog načina života čovjeka, kada je svojim primitivnim oruđima čovjek narušavao prirodnu strukturu tla u svrhu uzgoja biljaka. Obradom tla formira se antropogeni sloj tla i povoljni vodozračni odnosi u tlu, uništava se biljni pokrivač, kontrolira se pojava bolesti, štetočina i korova, inkorporira se gnojivo, korigira se utjecaj klime i popravljaju se fizikalna, kemijska i biološka komponenta tla. Od samih početaka pa do danas obrada tla prolazi cijeli niz etapa razvoja, međutim ne uvijek s tendencijom napretka. Obradu tla možemo podijeliti na tri glavna sustava koje karakteriziraju različiti ciljevi, dubina i broj zahvata obrade, a to su: konvencionalni, reducirani i konzervacijski sustav. Konvencionalni sustav obrade karakterizira veliki broj prohoda i zahvata po površini tla, velika dubina obrade (do 80 ili više cm), maksimalizacija proizvodnje, upotreba teške i za tlo degradirajuće mehanizacije (Slika 1.), a pokrivenost površine tla žetvenim ostacima u ovom sustavu manja je od 15 %. U reduciranom sustavu smanjen je broj prohoda i zahvata u odnosu na konvencionalni sustav obrade, smanjena je dubina obrade, a pokrivenost površine tla žetvenim ostacima je od 15 do 30 %.



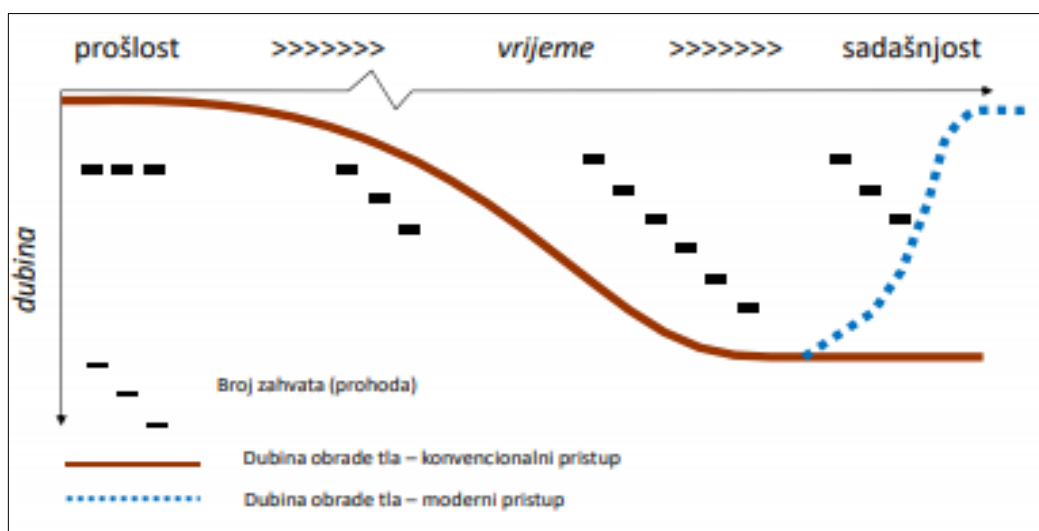
Slika 1. Ljetno oranje suvremenim traktorom (Autor: Tolić A.)

Konzervacijski sustav obrade najvećim dijelom ima za cilj očuvanje i minimalno narušavanje strukture tla, sprječavanje gubitka vode iz tla i smanjenje degradacije tla kroz gubitak humusa i bioraznolikosti tla. Broj prohoda i zahvati u ovom sustavu svedeni su na minimum čak do te mjere da se izostavlja bilo kakva obrada (direktna sjetva), pokrivenost površine tla žetvenim ostacima iznosi 30 % ili više. Zbog heterogenosti zemljišta nema jedinstvenog optimalnog sustava obrade tla, dubinu obrade i broj zahvata strojevima i oruđima treba prilagoditi agroekološkim uvjetima te ekonomski uskladiti s razinom proizvodnje gospodarstva.

Dubina obrade tla ovisi o:

- Tlu- na lakšim tlima obrada je plića, na težim tlima je dublja
- Klimi- aridna i humidna područja plića obrada, u semihumidnoj dublja obrada
- Reljefu- zbog moguće erozije nagnuti tereni obrađuju se pliće
- Oruđima- razvijenija oruđa omogućuju dublju obradu
- Kulturi- različita dubina ukorjenjivanja različitih kultura uzgoja
- Ekonomičnosti proizvodnje i razvijenosti gospodarstva

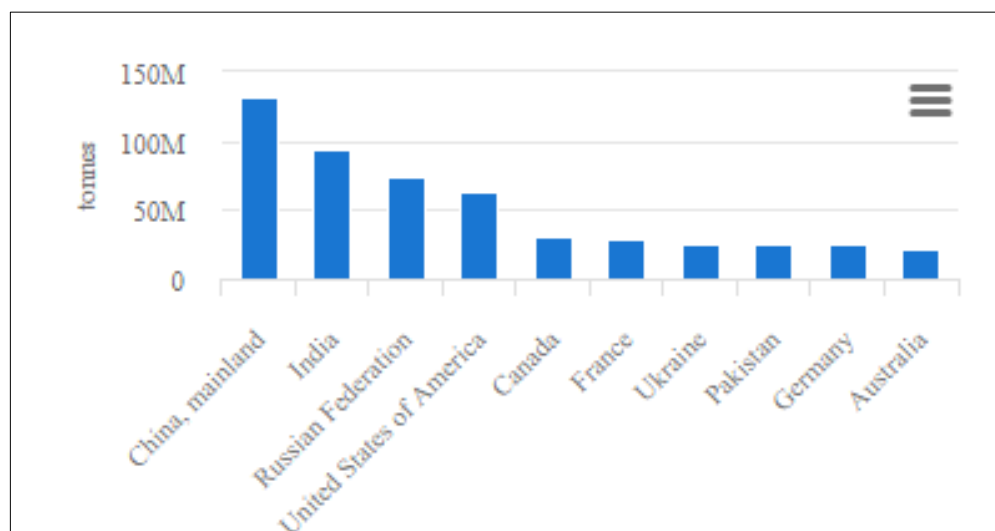
Razvojem i napretkom mehanizacije kroz povijest paralelno dolazi do povećanja dubine obrade i broja radnih operacija, međutim novim spoznajama došlo je do limita racionalnog i ekonomski opravdanog povećanja dubine i broja zahvata, a predviđa se da će u budućnosti doći do stagnacije i/ili smanjenja istih. (Grafikon 1.)



Grafikon 1. Predviđanje kretanja dubine obrade i broja prohoda u poljoprivrednoj proizvodnji. (Izvor: Jug, 2013.)

1.2. Pšenica

Upotreba pšenice (*Triticum aestivum* L. Em. Thell.) u ljudskoj prehrani i djelatnosti započinje prije više od 10 000 g. Uzgajana je u svim antičkim civilizacijama, a smatra se da potječe iz jugozapadne Azije s područja nekadašnje Mezopotamije (današnji prostor Iraka). Trenutno je pšenica među prve tri najzastupljenije žitarice na svijetu uz kukuruz i rižu te je jedan od najvažnijih usjeva za proizvodnju hrane u svijetu. Dvije najznačajnije forme pšenice su *Triticum aestivum* koja se još naziva i meka pšenica te *Triticum durum* popularno zvana tvrda pšenica čija je najčešća namjena dobivanje kvalitetne tjestenine. Najvažnija primjena *Triticum aestivum* je u prehrambenoj industriji za dobivanje kruha, ali ne manje važnu ulogu ima i u mlinarstvu za dobivanje pšeničnog brašna koji je temelj pekarske djelatnosti (kolači, keksi, peciva i slično). Naklijalo sjeme kvalitetne pšenice također može poslužiti kao pivski slad za dobivanje pšeničnog piva. Prilikom mljevenja zrna pšenice za dobivanje brašna, kao nusproizvod nastaje pšenično posije koje se koristi u hranidbi stoke jer je izuzetno bogato celulozom, vitaminima i mineralima. Osim posija, u hranidbi životinja također se koristi i cijelo zrno pšenice i slama, a također može poslužiti i kao zeleno krmivo u ranijim fazama razvoja. Zbog vrlo visokog sadržaja proteina (11-14%) u odnosu na ostale žitarice, pšenica je neizostavna hrana za više od trećine svjetske populacije. Najveći svjetski proizvođači u 2016. g. bili su Kina (131,6 mil. t), Indija (93,5 mil. t) i Rusija (73,3 mil. t) (Grafikon 2.).



Grafikon 2. Deset najvećih svjetskih proizvođača pšenice u 2016. g. (Izvor: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>)

Najvećim dijelom pšenica se uzgaja na sjevernoj hemisferi između 25. i 60. stupnja sjeverne zemljopisne širine. Ozima i jara pšenica uzgajaju se na određenom području u ovisnosti o zimskim temperaturama. Ozima pšenica podnosi niže temperature od jare i ima duži period jarovizacije, stoga se ozima pšenica uzgaja u svim područjima gdje su temperature dovoljno niske za jarovizaciju, ali nisu preniske kako ne bi oštetile usjev tijekom zimskog mirovanja. U područjima gdje ozima ne može prezimiti niske temperature, sije se jara pšenica koja ima manju potrebu niskih temperatura za stadij jarovizacije i prelazak iz vegetativne u generativnu fazu (Skandinavija, Rusija, Kanada...). Tijekom zime pšenica pod snježnim pokrivačem podnosi temperature niže od 20°C ispod ništice, dok toplinski stres nastaje pri temperaturama iznad 35°C što utječe na veličinu i nalijevanje zrna. Najoptimalniji uvjeti tijekom faze nalijevanja zrna su dnevna temperatura zraka oko 25°C i hladnije noći (oko 10°C), u takvim je uvjetima povoljan odnos fotosinteze i disanja (Španić, 2016.). Ukupna količina oborina nekog područja koja najbolje odgovara uzgoju pšenice je 650 do 750 mm, ukoliko je povoljan raspored tijekom godine, iako se može uzgajati u različitim područjima s različitim količinama i rasporedom oborina (npr. Australija). Optimalna vlažnost tla za pšenicu kreće se oko 70 – 80 % poljskog vodnog kapaciteta, dok u busanju iznosi 65 – 70 %, u klasanju 80 – 85 % te u nalijevanju zrna iznosi 65 – 70 % poljskog vodnog kapaciteta. Duboka plodna i rahla tla, umjerene vlažnosti i bogata humusom te blago kiselog do neutralnog pH su najpogodnija tla za uzgoj pšenice. Za optimalan razvoj usjeva potrebno je izbjegavati ponovljenu sjetvu i sjetvu u monokulturi, jer je moguć pojačan razvoj bolesti, napad štetnika, veća zakorovljenost, slabiji razvoj korijena i sl. Kod nas je najčešći predusjev za pšenicu kukuruz, a u posljednjim godinama pšenica je najčešći predusjev uljanjoj repici. Najbolji predusjevi za pšenicu su leguminoze, a najnepovoljniji predusjev je ječam. Ovisno o plodnosti tla pšenici je za normalan rast i razvoj potrebno 140-200 kg/ha dušika, 70–130 kg/ha fosfora i 80–140 kg/ha kalija, međutim potrebnu količinu gnojiva potrebno je utvrditi kemijskom analizom tla. Njega usjeva pšenice provodi se kemijskom, biološkom i mehaničkom zaštitom protiv korova, bolesti i štetnika. Najznačajniji korovi u pšenici su *Galium aparine L.*, *Avena fatua L.*, *Stellaria media L.*, *Convolvulus arvensis L.*, *Apera spica-venti L.*, *Lamium purpureum L.*, *Alopecurus myosuroides L.* i mnogi drugi (Slika 2.), značajne bolesti su *Septoria* i *Fusarium*, dok najveće štete od insekata čini *Oulema melanopa L.*



Slika 2. Mišji repak- *Alopecurus myosuroides* H, u usjevu pšenice (Autor: Tolić A.)

Pšenica u Republici Hrvatskoj ima veliku važnost zbog proizvodnje hrane i krme te zbog ekonomske vrijednosti na tržištu žitarica. U posljednjih nekoliko godina zasijane površine i prinosi značajno variraju u pojedinim godinama što nam i prikazuje Tablica 1. U navedenom desetogodišnjem razdoblju zasijane površine kretale su se od 146 000 ha pa do 205 000 ha, dok je prosječni prinos varirao od 4 t ha⁻¹ do 5,5 t ha⁻¹. Razlog tome najčešće je nestabilna tržišna cijena, klasiranje pšenice prema kvaliteti zrna prilikom otkupa i nagle promjene vremenskih prilika koje nerijetko posljednjih godina uzrokuju pad prinosa.

Tablica 1. Ukupna posijana površina pšenice i prosječan prinos u razdoblju od 2005.-2014. u Republici Hrvatskoj (Izvor: Španić, 2016.)

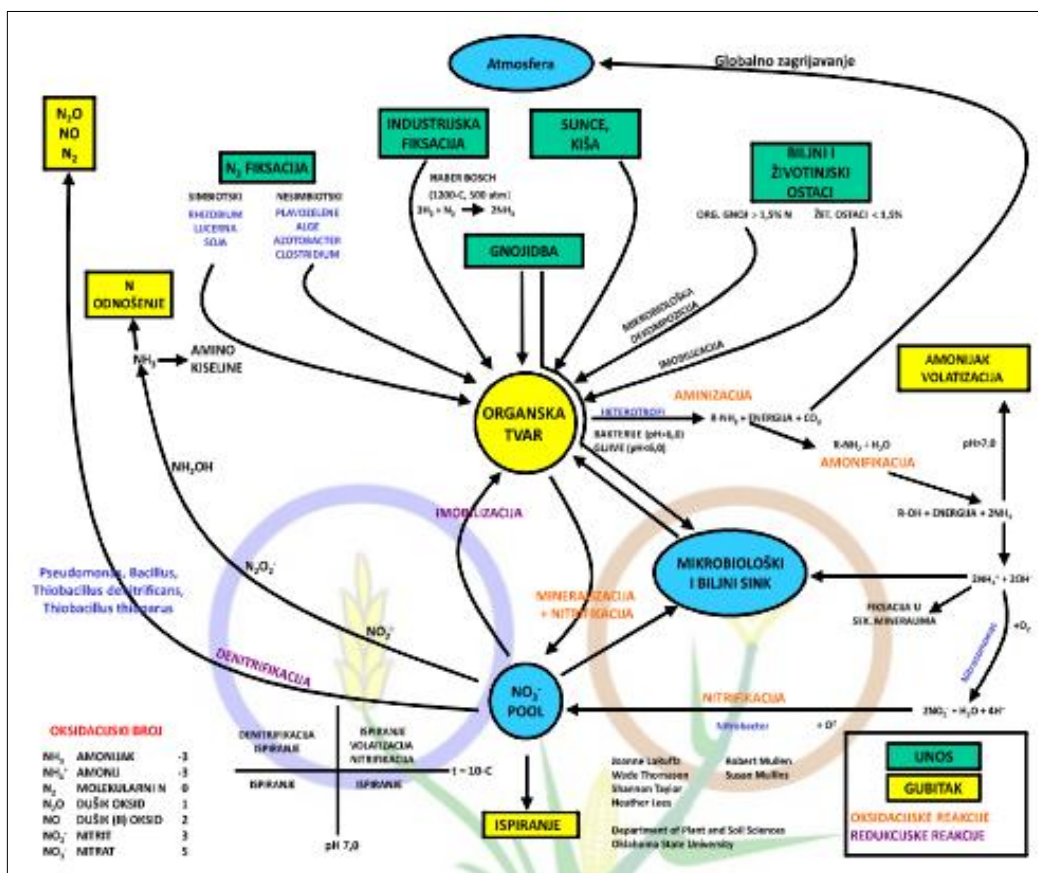
Godina	Površina (000 ha)	t ha⁻¹
2005	146	4,1
2006	176	4,6
2007	175	4,6
2008	157	5,5
2009	180	5,2
2010	169	4,0
2011	150	5,2
2012	187	5,3
2013	205	4,9
2014	156	4,2
prosjek	170,1	4,8

Stručnim i predanim radom oplemenjivača na poboljšanju svojstava pšenice, današnje sorte su većinom visokorodne s određenim otpornostima i tolerantnosti prema abiotskim i biotskim stresnim uvjetima i svojim osobinama zadovoljavaju današnje potrebe proizvođača i tržišta, međutim prostora za napredak i izazova za oplemenjivače u daljnjem razvoju pšenice ne nedostaje: porast broja stanovnika uz smanjenje obradivih površina; urbanizacijom se povećava potreba za namirnicama životinjskog porijekla, a time i za hranom za životinje; klimatske promjene mijenjaju ekološke uvjete uzgoja; razvoj biotehnologije i smanjenje investicija u poljoprivredu.

1.3. Dušik

Dušik se zbog svoje važnosti i široke rasprostranjenosti smatra najvažnijim elementom agrokemije i ishrane bilja. Iako je podrijetlom iz atmosfere, svrstava se u grupu mineralnih elemenata zbog usvajanja u mineralnom obliku (NH_4^+ , NO_3^-). Sastavni je dio bjelančevina, nukleinskih kiselina, fotosintetskih pigmenata, amina, amida i drugih spojeva koji čine osnovu života. Atmosfera ga sadrži 78,1 %, odnosno iznad jednog hektara površine tla nalazi se 86,5 tona dušika, ali samo ga mali broj organizama može koristiti izravno iz atmosfere u elementarnom obliku. Kako bi bio dostupan i drugim organizmima potrebno ga je prevesti iz molekularnog oblika (N_2) do amonijaka ili nitrata za što je potrebna ogromna količina energije (946 kJ), međutim dušik se lako gubi iz tla (gdje ga ima u količini od 4×10^{14} tona), jer se lako vraća u elementarni oblik u kojem je najstabilniji. Dušik u tlu je u obliku organskih i anorganskih spojeva, a predstavljen je humusom i nepotpuno razloženim biljnim i životinjskim ostacima. Mineralni dio samo je mali dio ukupnog dušika tla u količini koja je nedovoljna za dobru ishranu poljoprivrednih biljnih vrsta, stoga je gnojidba dušikom obavezna agrotehnička mjera za postizanje visokih prinosa. U poljoprivrednim tlima ukupna količina dušika je najčešće od 0,1 do 0,3 % od čega je za ishranu bilja pristupačno tijekom jedne vegetacijske sezone svega 1 – 3 % (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Ciklus kruženja dušika u prirodi (Slika 3.) događa se zbog transformacija dušika i premještanja iz tla u atmosferu i obratno. Fiksaciju dušika najvećim dijelom obavljaju simbiotske bakterije roda *Rhizobium* te na taj način dušik prirodnim putem dospjeva iz atmosfere u tlo. Osim fiksacije dušik u tlo dospjeva i gnojidbom ili nastajanjem nitrata tijekom električnog pražnjenja u atmosferi (munje). Iz tla

se dušik u atmosferu vraća procesima volatilizacije, denitrifikacije i razgradnjom organske tvari (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).



Slika 3. Ciklus kruženja dušika u prirodi (Izvor: Vukadinović i Vukadinović, 2011.)

Pšenica najveće potrebe za dušikom iziskuje u početnim fazama rasta i razvoja kada se prije sjetve dodaje 1/3 do 1/2 ukupne količine dušika. Drugi period najvećih potreba je od busanja do sredine vlatanja, kada se prilikom organogeneze stvaraju osnovne komponente prinosa (broj klasova i broj klasića po klasu) te u tom periodu nužno je kroz dvije prihrane dodati preostalu potrebnu količinu dušika.

1.4. Konzervacijska obrada tla

Zbog neadekvatne i preintenzivne obrade tla, većina poljoprivrednih tala na globalnoj razini nalazi se u procesu degradacije uz neizostavno opadanje njihove produktivnosti. Posljedica takvog prekomjernog iskorištavanja je loša struktura poljoprivrednih tala s vrlo niskim sadržajem organske tvari uz istodobno zanemarivanje potrebe obnavljanja plodnosti

degradiranih tala. Trenutni najzastupljeniji sustav obrade tla, a to je konvencionalni sustav, sve više pokazuje nedostatke te se sve više kao zamjenu takvom sustavu navodi konzervacijska obrada tla koja nudi rješenja za određene probleme uzrokovane konvencionalnom poljoprivrednom. Prema navodima Juga i sur. (2017.) konzervacijski sustavi, u usporedbi s konvencionalnim, pokazali su se daleko učinkovitijima s biološkog, ekološkog i ekonomskog aspekta a uz istovremeno očuvanje i regulaciju (korekciju) drugih esencijalnih aspekata ekosustava (tlo, voda, zrak, zdravlje ekosustava, očuvanje biodiverziteta, sekvestraciju ugljika, ciklus hraniva, ciklus vode, prevencija erozije i drugih degradacijskih procesa). Konzervacijska poljoprivreda, koja je prema Jugu i sur. (2018.) sastvani dio održive poljoprivrede, temelji se na trima postulatima, a uvažavajući agroekološke i socioekonomske različitosti ujedinjuje klimu, tlo i biljku sljedećim postavkama:

- Minimalno narušavanje tla obradom- održavanje dobre kondicije tla primjenom minimalnog broja radnih operacija
- Permanentna pokrivenost tla biljkama/ biljnim ostacima- zadržavanje žetvenih ostataka prethodnog usjeva, sjetva postrnih i među usjeva
- Rotacija usjeva- plodored s ciljem održavanja bioraznolikosti, izbjegavanje biljnih bolesti i štetočina, obogaćivanje tla dušikom leguminoznim biljkama, uzgoj biljaka različite dubine ukorjenjivanja

Začetak konzervacijske obrade tla javlja se u Sjevernoj Americi 1960.-ih i 1970.-ih godina, a nakon toga prihvaća se u Zapadnoj Europi kao i u cijelom svijetu s većim ili manjim zaostajanjem po pojedinim regijama. Danas se konzervacijska poljoprivredna proizvodnja primjenjuje na oko 120 milijuna hektara, od čega najviše površina otpada na Sjevernu i Južnu Ameriku (tri vodeće države u svijetu su SAD, Argentina i Brazil), zatim Australiju, a u posljednje vrijeme sve više površina zauzima i u Aziji (Tablica 2.). Postoji nekoliko sustava konzervacijske obrade tla, a prema američkoj klasifikaciji to su:

- Direktna sjetva (No-till): ovaj sustav karakterizira trajno ne obrađivanje tla, jedina operacija koja se provodi je sjetva čime se narušava maksimalno 10 % površine tla.
- Sjetva u brazdice (Slot-planting): istovremeno sa sjetvom obavlja se rahljenje tla, a nakon prolaska ulagača sjemena tlo se ponovo nagrće na sjetveni red i lagano zbija.
- Sjetva u trake (Strip-till): prije ili istovremeno sa sjetvom tlo se prorahljuje samo u sjetvenoj traci, a žetveni ostaci se razmiču u stranu između redova. Dubina rahljenja neovisna je o dubini sjetve.

- Sjetva u grebenove (Ridge-till): primjenjuje se u uzgoju širokorednih kultura s ciljem zaštite od erozije. Izvedba grebenova i stalnih redova obavlja se okomito na smjer gibanja terena

Tablica 2. Površine pod konzervacijskom obradom tla po kontinentima (Izvor: Kassam i Friedrich, 2011.)

Kontinent	Površina (ha)	Udio (%)
Južna Amerika	55 630 000	47,6
Sjeverna Amerika	39 981 000	34,1
Australija i Novi Zeland	17 162 000	14,7
Azija	2 630 000	2,2
Europa	1 150 000	1,0
Afrika	368 000	0,3
Ukupno	116 921 000	100

Svaki sustav obrade tla ima prednosti i nedostatke pa tako i konzervacijska obrada tla. Prednosti se očituju kroz poboljšanu strukturu tla zbog biljnih ostataka na površini, kvalitetnije je iskorištavanje oborina, smanjena je evaporacija, otjecanje vode i erozija tla, smanjene su velike temperaturne oscilacije tla te je smanjena potreba za mehanizacijom i ljudskim radom. Neke prednosti nisu opipljive odmah prilikom prelaska na konzervacijsku obradu, stoga je potrebno duže vremensko razdoblje kako bi došle do izražaja, a neke od dugoročnih prednosti su povećanje sadržaja organske tvari tla (rezultira boljom strukturom tla, većim adsorpcijskim kompleksom, boljom pristupačnošću hraniva i većim kapacitetom za vodu), povećanje i stabilnost prinosa, smanjenje troškova proizvodnje, smanjena zakorovljenost i povećanje biološke aktivnosti u tlu i mnogi drugi (ekonomski, organizacijski, sociološki čimbenici). Prema brojnim autorima (Butorac i sur., 2006., Jug i sur., 2015., Jug i sur., 2017.) jedan od najvećih nedostataka konzervacijske obrade tla je skupa mehanizacija, prvenstveno sijačice, a problemi se također javljaju pri aplikaciji mineralnih i organskih gnojiva na veću dubinu, otežana je manipulacija biljnim ostacima na površini tla, kao i zaštita usjeva od korova, bolesti i štetočina, povećana je površinska akumulacija fosfora i kalija, jače je zbijanje i niža temperatura tla.

2. PREGLED LITERATURE

Svakim danom površine pod konzervacijskom poljoprivredom, koja uključuje konzervacijsku obradu tla, rapidno se povećavaju iako u Europi potencijal za uvođenje konzervacijske obrade još uvijek nije dovoljno prepoznat. Holland (2004.) navodi kako je 16 % ukupnih poljoprivrednih površina Europe degradirano te je nužno primjenom konzervacijske obrade tla smanjiti degradaciju tala koja je svakim danom sve veća, a koju poljoprivrednici i državne institucije ne uočavaju iako su posljedice očite. Isti autor navodi kako se uvođenjem konzervacijske obrade može smanjiti zagađenje pitke vode sprječavanjem otjecanja i filtracijom kroz profil tla površinske vode koja je onečišćena različitim polutantima. Martinez i sur. (2008.) navode kako postoji niz čimbenika o kojima ovisi uspjeh reduciranih sustava obrade, a izrazito su važni klima područja na kojem se uzgaja usjev, vrijeme koje je proteklo od početka primjene direktne sjetve na određenom tlu, ali i sam tip tla. Jug i sur. (2015.) tvrde kako je svrha obrade popravak i zaštita fizikalnih i bioloških svojstava tla na način i do dubine koja zadovoljava uvjete uzgoja i zaštite tla. Autori zaključuju kako svi zahtjevi biljaka mogu biti ispunjeni održavanjem tla u dobrom fizikalnom i biološkom stanju, primjenom konzervacijske obrade uz istovremeno izbjegavanje oštećivanja tla i smanjivanje troškova.

Lopez- Bellido i Lopez- Bellido (2001.) proveli su trogodišnje istraživanje kako bi utvrdili utjecaj plodoreda, različitih sustava uzgoja pšenice i različite količine gnojidbe dušikom na prinos pšenice u području mediteranske klime. Pšenica je uzgajana u plodoredu sa suncokretom, slanutkom, grahoricom te u monokulturi, a primijenjen je i ugar. Obrada je obuhvaćala „No-till“ sustav i konvencionalnu obradu dok je količina dušika iznosila 0, 50, 100 i 150 kg ha⁻¹. Autori su zaključili kako prinos pšenice ne raste dodatno povećanjem gnojidbe iznad 100 kg ha⁻¹ dušika. Količina mineraliziranog dušika je značajno opala u monokulturi dok je u ugaru i plodoredu sa suncokretom bila viša od prethodno zabilježene količine. Prinos je u svim varijantama bio veći u konvencionalnom sustavu obrade nego u sustavu direktne sjetve.

Prednosti direktne sjetve vidljive su tijekom sušnih godina i u suhim klimatskim područjima južne Italije, gdje su veći urodi durum pšenice ostvareni na no-tillage sustavu nego u konvencionalnom sustavu obrade (De Vita i sur., 2007.).

Tolessa i sur. (2007.) u Nigeriji su istraživali utjecaj tri sustava obrade tla (konvencionalna, minimalna obrada bez žetvenih ostataka na površini i minimalna obrada s žetvenim ostacima na površini) i tri razine gnojidbe (preporučena gnojidba, 25 % više od preporuke i 25 % niže od preporuke). Urodi ostvareni na minimalnim obradama u prve dvije godine istraživanja nisu se značajno razlikovale, ali su bili značajno veći u odnosu na konvencionalnu obradu. U naredne dvije godine konvencionalna obrada i minimalna obrada bez žetvenih ostataka imale su sličnu količinu uroda, dok je na minimalnoj obradi s žetvenim ostacima urod bio značajno niži. Autori zaključuju kako primjena dušika prema preporuci na minimalnoj obradi tla sa žetvenim ostacima na površini daje zadovoljavajuće rezultate u sličnim klimatskim uvjetima. Isti autori proveli su slično istraživanje i u Etiopiji i zaključili kako je na minimalnoj obradi sa žetvenim ostacima na površini pri preporučenoj gnojidbi dušikom 47 % usvojeno od strane kukuruza, 17 % je ostalo u tlu, a 36 % je izgubljeno. Pri konvencionalnoj obradi u tlu je ostalo 12 %, 54 % je usvojio kukuruz, a 34 % dušika je izgubljeno.

Jedan od značajnijih čimbenika konzervacijske obrade tla je kontrola plodnosti i kvalitete tla. Kako je to dugoročan proces, Havlin i sur. (1989.) dugogodišnjim su istraživanjima dokazali kako konzervacijski sustav obrade tla, koji je uključivao direktnu sjetvu i reduciranu obradu s pravilnim plodoredom, utječe na povećanje organskog ugljika i dušika što dovodi do povećanja plodnosti tla. Osim kvalitete tla, također je bitno kontrolirati i kvalitetu hrane koja se proizvodi na poljoprivrednim površinama. Jedan od pokazatelja kvalitete zrna pšenice je količina i sastav mirkoelemenata u suhoj tvari, koji se može kontrolirati pravilnom i pravovremenom gnojidbom dušikom. Na tu su problematiku, Shi i sur. (2010.) proveli istraživanje od 1999. do 2007. usjeva pšenice s tri različite količine dušika: 0, 130 i 300 kg ha⁻¹ te su utvrdili da gnojidba dušikom utječe na povećanje sadržaja željeza, cinka i bakra, dok nije utjecala na usvajanje mangana. Stanislawska-Głubiak i Korzeniowska (2011.) provodile su istraživanje o utjecaju konvencionalne obrade i direktne sjetve na mineralni sastav žitarica. Pokus, koji je postavljen u Poljskoj, uključivao je ozimu pšenicu, kukuruz, jari ječam i zob. Prema rezultatima istraživanja autori su zaključili kako niti jedan sustav obrade tla nije statistički značajno utjecao na promjenu mineralnog sastava žitarica.

Melaj i sur. (2003.) 1998. i 1999. istraživali su utjecaj vremena gnojidbe dušikom na prinos pšenice u konvencionalnom sustavu i pri direktnoj sjetvi. Količina dušika, koji je

primjenjen u obliku uree, iznosila je 0 i 120 kg ha⁻¹ N, a vrijeme primjene bilo je tijekom sjetve i u fazi busanja. Autori navode kako je veći prinos pšenice zabilježen tijekom gnojidbe u busanju, dok je sustav obrade imao utjecaj samo prve godine istraživanja kada je zbog sušne godine veći prinos ostvaren u No-till sustavu koji je pokazao bolje uvjete dostupne zemljišne vlage. Gehl i sur., (2005.) tvrde kako je ostvarivanje najvišeg prinosa uvjetovano s nekoliko faktora poput optimalne gnojidbe dušikom, tipu tla, obradi tla, sustavu za odvodnju, vremenu i načinu gnojidbe i potencijalu samog usjeva, a međuovisnost ovih faktora varira ovisno o geografskoj lokaciji.

Kelley i Sweeney (2005.) zaključuju da je potencijal prinosa uvjetovan prvenstveno količinom i načinom gnojidbe dušikom, prethodnom kulturom, a tek onda načinom obrade tla. Sangoi i sur. (2007.) istraživali su utjecaj pravovremene gnojidbe dušikom te učinkovitost upotrebe dušika na poljoprivrednim tlima s visokim sadržajem organske tvari i utjecaj obrade tla na prinos kukuruza u Brazilu. Na temelju dobivenih rezultata, autori zaključuju kako nije bilo značajnog utjecaja različite obrade tla na prinos kukuruza.

Skupina znanstvenika iz Kine (Su i sur., 2007.) proučavala je utjecaj konzervacijske obrade tla na prinos pšenice, režim vode u tlu i efikasnost iskorištavanja vode iz tla na području Sjeverne Kine. Način obrade tla bio je reducirana obrada, izostavljena obrada s malčom, podrivanje s malčom i konvencionalna obrada. Izostavljena obrada i podrivanje povećali su konzervaciju vode u tlu i to za 25,24 mm, dok je u reduciranoj obradi količina vode pala za 12 mm u odnosu na konvencionalnu obradu. Također su izostavljena obrada i podrivanje imali veći sadržaj vlage prilikom sjetve pšenice. Nadalje, prosječan prinos na tretmanima s izostavljenom obradom i podrivanju je bio značajno veći od prinosa ostvarenog na reduciranoj i konvencionalnoj obradi, između kojih nije bilo statistički značajne razlike. Slično istraživanje proveli su i stručnjaci iz Irana (Hemmat i Eskandari 2006.) koji su pokusom utvrdili kako je sustav obrade imao utjecaj na prinos u dvije od tri ispitivane godine, te da su konzervacijski sustavi (reducirana obrada, minimalna obrada, direktna sjetva u strnište i u malč) imali veće prinose zbog boljeg režima vode u tlu.

U sjeverozapadnoj Slavoniji Čopec i sur. (2015.) proveli su četverogodišnje istraživanje kako bi utvrdili utjecaj pet različitih sustava obrade tla na sadržaj vode u tlu i prinos kukuruza i ozime pšenice. Tijekom istraživanja jedna godina je bila sušna, dvije vlažne i jedna godina je bila prosječna. Sadržaj vode u tlu mjeren je na dubinama od 0-5, 15-20 i

30-35 cm na mjesečnoj bazi. Autori zaključuju kako je sustav obrade tla statistički značajno utjecao na sadržaj vode i prinos zrna. Najveći prosječan sadržaj vode u svim godinama zabilježen je na izostavljenoj obradi, a nakon toga na jednoj od varijanata konzervacijske obrade. Najveći prinosi u svim godinama istraživanja bili su na konzervacijskoj obradi tla, osim u drugoj godini kada je najveći prinos ostvaren na izostavljenoj varijanti, navode autori.

Feng i sur. (2014.) proveli su istraživanje o utjecaju gnojidbe dušikom s pet različitih tretmana gnojidbe i s četiri različita sustava obrade tla, na urod zrna ozime pšenice i kukuruza. Rezultati istraživanja ukazuju kako se ukupan urod pšenice i kukuruza na tretmanima tanjuranja i reducirane obrade statistički značajno ne razlikuje od uroda ostvarenog na konvencionalnoj obradi, ali je ipak bio viši u odnosu na tretman s izostavljenom obradom tla. Konzervacijski sustav obrade tla s gnojidbom od $158 \text{ kg ha}^{-1}\text{N}$ za pšenicu i $203 \text{ kg ha}^{-1}\text{N}$ za kukuruz pokazao se pogodnim za povećanje uroda za obje kulture.

Obradom tla utječe se na fizikalna svojstva tla kao što su gustoća tla, proznost tla, kapacitet za vodu, otpor tla. Husnjak i sur., (2002.) navode kako različiti načini obrade tla nisu imali značajan utjecaj na neka fizikalna svojstva tla (volumna gustoća, poroznost, kapacitet za zrak i vodu) prilikom uzgoja ozime pšenice u području sjeverozapadne Slavonije. Najviši prinos pšenice, koja je uzgajana u plodoredu sa sojom, ostvaren je na konvencionalnom sustavu, dok je najniži prinos bio na reduciranom sustavu obrade tla.

Znanstvenici iz Irana (Gholami i sur. 2014.) istraživali su utjecaj različite obrade tla na fizikalna svojstva, prinos i komponente prinosa pri uzgoju pšenice u navodnjavanim uvjetima. Autori su prema dobivenim rezultatima zaključili da gustoća tla opada od izostavljene prema konvencionalnoj ($1,41\text{-}1,29 \text{ g cm}^{-3}$), dok poroznost raste od izostavljene prema konvencionalnoj obradi u iznosu od 47,58 do 52,45 %. U ovom istraživanju obrada tla je također imala utjecaja na prinos koji je pri konvencionalnoj obradi iznosio $6,8 \text{ t ha}^{-1}$, a pri izostavljenoj obradi $5,2 \text{ t ha}^{-1}$. Autori zaključuju kako je konvencionalna obrada dala bolje rezultate od izostavljene obrade, ali smatraju kako bi u višegodišnjem istraživanju rezultati bili bitno drugačiji.

Rieger i sur., (2008.) istraživali su pšenicu pri različitim sustavima obrade tla (konvencionalna, minimalna i izostavljena) u plodoredu s uljanom repicom i kukuruzom i različitim razinama gnojidbe dušikom (0 kg ha⁻¹ i prema gnojidbenoj preporuci). Prinos pšenice je bio manji za 3 % u izostavljenoj obradi u odnosu na konvencionalnu i minimalnu obradu, a razlog tome je manje klasova po jedinici površine i manja masa 1000 zrna. S ili bez gnojidbe dušikom, prinos je jednako opao pri direktnoj sjetvi u usporedbi s druge dvije varijante obrade, što znači da gnojidba nije imala utjecaj na pad prinosa. Sjetva pšenice nakon uljane repice imala je veći prinos nego nakon kukuruza.

Od 2002. do 2004. g. u Hrvatskoj su Košutić i sur. (2006.) proveli istraživanje o utjecaju tri različita sustava obrade tla na proizvodnju soje i pšenice. Primjenili su konvencionalni i konzervacijski sustav obrade tla te direktnu sjetvu sa ciljem određivanja utjecaja sustava obrade na prinos, utrošak energije i ljudskog rada. Utvrdili su kako je reducirani sustav omogućio uštedu od 32,5 %, a izostavljena obrada uštedila je čak 90,2 % energije. Prinos pšenice iznosio je pri izostavljenoj obradi 6,79 t ha⁻¹ i 6,49 t ha⁻¹ u konvencionalnom sustavu.

U okolici Osijeka Jurić i sur. (2008.) su u četverogodišnjem pokusu istraživali utjecaj konvencionalne obrade, podrivanja, tanjuranja i direktne sjetve na prinos i kakvoću pšenice s različitim dozama dušika (130, 160 i 190 kg ha⁻¹). Autori su utvrdili kako načini obrade nisu utjecali na prinos ni kakvoću pšenice, a jedini utjecaj na prinos imala je gnojidba dušikom.

Jug i sur. (2008.) istraživali su utjecaj različitih sustava obrade tla na proizvodni potencijal ozime pšenice, na černozeu sjeverne Baranje od 1998. do 2001. Promatrane komponente prinosa nisu potvrdile superiornost konvencionalne obrade tla, a ostvareni su sljedeći prinosi: višekratno tanjuranje 6,43 t ha⁻¹, jednokratno tanjuranje 6,22 t ha⁻¹, rahljenje i tanjuranje 6,21 t ha⁻¹, konvencionalna obrada 6,20 t ha⁻¹, No-tillage (direktna sjetva) 5,43 t ha⁻¹. Isti autori navode kako je najveća ekonomska dobit u proizvodnji pšenice ostvarena na varijanti višekratnog tanjuranja, zatim na varijanti no-tillage, a na posljednjem mjestu je varijanta konvencionalne obrade tla.

Jug i sur. (2011.) također su proveli slično četverogodišnje istraživanje, a urodi pojedinih reduciranih sustava obrade tla nisu značajno opali u odnosu na konvencionalnu obradu tla. Sustav obrade u ovom istraživanju utjecao je na masu biljke, broj zrna po klasu i

hektolitarsku masu (bolji rezultati ostvareni na konvencionalnoj obradi), dok nije imao utjecaj na masu 1000 zrna i koeficijent busanja. Autori zaključuju kako pojedini reducirani i konzervacijski sustavi obrade tla mogu adekvatno zamjeniti konvencionalnu obradu tla. Znanstvenici iz Latvije (Litke i sur., 2017.) istraživali su ozimu pšenicu i utjecaj plodoreda, obrade tla i gnojidbe dušikom na prinos i komponente prinosa. Uzgajali su pšenicu u monokulturi i u plodoredu s uljanom repicom, na sustavu konvencionalne i reducirane obrade uz 8 razina gnojidbe dušikom (0, 60, 90, 120, 150, 180, 210 i 240 kg ha⁻¹). Rezultatima istraživanja autori su zaključili kako je dušik statistički značajno utjecao na prinos pšenice u obe varijante uzgoja i oba sustava obrade tla. Prinos je značajno porastao gnojidbom dušikom od 180 kg ha⁻¹, a gnojidba je imala statistički značajan utjecaj i na komponente prinosa. Plodored je značajno utjecao na prinos pšenice i masu 1000 zrna (oboje je poraslo sjetvom pšenice nakon uljane repice). Autori još navode kako je pri konvencionalnoj obradi tla bio veći prinos i broj zrna po klasu, dok je pri reduciranoj obradi bio veći broj klasova po m².

Utjecaj gnojidbe dušikom na visinu prinosa može se utvrditi i tijekom vegetacije jer dolazi do povećanja sadržaja mineralnog dušika u tlu, koncentracije u listu zastavičaru i slami u odnosu na tretmane bez i s nižom gnojidbom. Osim na prinos, dušik u kombinaciji s konzervacijskom obradom tla utječe na plodnost tla ali i na dohodak gospodarstva. Usman i sur. (2013.) istraživali su utjecaj različitih sustava obrade tla i različitih doza gnojidbe dušikom na prinos, komponente prinosa, sadržaj organske tvari u tlu, ukupni dušik tla i profit prilikom uzgoja pšenice. Autori navode kako je za ostvarivanje najvišeg prinosa (6,4-6,8 t ha⁻¹) i najvećeg profita (1350-1460 dolara po hektaru) potrebno dodati 160-200 kg ha⁻¹ N. Istraživani sustavi obrade ostvarili su jednake prinose i komponente prinosa, osim klasova po jedinici površine (najviše je imao sustav direktne sjetve). Autori zaključuju kako je od istraživanih sustava, sustav direktne sjetve imao najveći sadržaj organske tvari (9,6 g kg⁻¹) i ukupni sadržaj dušika (0,5 g kg⁻¹) te navode kako je to optimalan i održiv sustav za postizanje većeg prinosa i zarade uz očuvanje kvalitete tla na području Pakistana.

Jedan o bitnih čimbenika konzervacijske obrade tla je i očuvanje tla od eolske i hidro erozije, gdje se premještanjem tla premještaju i biljna hraniva pohranjena u tlu. Butorac i sur. (2006.) navode kako konzervacijska obrada tla može smanjiti i/ili spriječiti eroziju tla na brdovitim terenima, ostavljanjem biljnih rezidua na površini tla, malčiranjem i uzgojem

usjeva na određenim površinama. Također autori navode kako različita obrada različito djeluje na fizikalna svojstva tla koja mogu poslužiti kao važan kriterij u ocjenjivanju prikladnosti pojedinih tipova tala za primjenu različitih sustava konzervacijske obrade tla. Osim na fizikalna svojstva, konzervacijska obrada tla utječe i na kemijska i biološka svojstva tla. Tako su Francis i Knight (1993.) proučavali utjecaj različitih sustava obrade tla na sadržaj gujavica u tlu i urod zrna različitih kultura u devetogodišnjem razdoblju na dvije lokacije na Novom Zelandu. Veći urod pšenice i veći broj gujavica bio je utvrđen na izostavljenoj obradi, a da bi se ostvareni prinos pri izostavljenoj obradi izjednačio s urodom pri konvencionalnoj obradi potrebno je dodati 15 do 45 kg ha⁻¹ N zaključuju autori. Wozniak i Gos (2014.) istraživali su utjecaj obrade tla i dušične gnojidbe na prinos i kvalitetu prinosa jare pšenice te na kemijska i biološka svojstva tla. Autori su proučavali konvencionalnu obradu temeljnu na zimskom oranju, reduciranu obradu temeljnu na rahljenju i izostavljenu obradu (primjena totalnog herbicida i sjetve). Dušična gnojidba s dozom od 150 kg ha⁻¹ N imala je veći prinos zrna kao i veći sadržaj proteina i glutena u odnosu na gnojidbu s 90 kg ha⁻¹ N. Iako je veći prinos ostvaren pri konvencionalnoj obradi, autori navode da je na reduciranoj i izostavljenoj obradi zabilježen veći sadržaj organskog ugljika, ukupnog dušika i pristupačnog fosfora nego na konvencionalnoj obradi. Također zaključuju da je korištenjem reduciranog i No-till sustava porastao broj i masa gujavica u tlu.

Ernst i Emmerling (2009.) također su istraživali utjecaj različite obrade tla na populaciju i sastav populacije gujavica u desetogodišnjem razdoblju primjene određenih sustava obrade tla. Istraživanje je uključivalo primjenu pluga, rahljača, tanjurače, sjetve u malč i direktnu sjetvu te njihov utjecaj na gujavice tla. Autori navode kako je pri određenoj obradi bila zastupljena određena populacija gujavica (povećanje broja *Aporrectodea caliginosa* pri oranju, dok je pri rahljenju povećan broj *Aporrectodea longa*) te zaključuju da najveći utjecaj na populaciju gujavica ima raspodjela organskog ugljika tla koji premještanjem različitim načinima obrade može utjecati na bioraznolikost populacije gujavica u tlu.

Prema nekim navodima stručne literature, jedan od problema konzervacijske i reducirane obrade tla je populacija i pojavnost korova u takvim sustavima uzgoja ratarskih usjeva. Tuesca i sur. (2001.) proveli su istraživanje u razdoblju od 1991. do 1997. o utjecaju različite obrade tla na korovnu floru u agroekosustavu prilikom uzgoja pšenice, soje i kukuruza. Autori navode kako su širokolisni korovi u pšenici bili brojniji pri

konvencionalnoj obradi tla u 4 od 6 godina u usporedbi s izostavljenom obradom, dok su uskolisni jednogodišnji i višegodišnji korovi pokazali neravnomjernu pojavnost u ovisnosti o sustavu obrade tla. Autori još zaključuju kako se spektar korova značajno promijenio pri višegodišnjoj izostavljenoj obradi.

Jedan od čimbenika primjene konzervacijske obrade tla je sve češći negativni utjecaj vremenskih prilika na urode ratarskih usjeva. Jug i sur. (2017.) navode kako je na visinu prinosa u velikoj mjeri utjecao godišnji raspored oborina, a manje ukupna količina oborina, a zatim i razdoblje uzgoja usjeva (ozimi ili jari usjev). Autori tvrde kako je najjaču reakciju na ekstremno sušne uvjete, a u ovisnosti o sustavu obrade tla, pokazao kukuruz, slabiju reakciju usjev soje, dok je ozima pšenica najslabije reagirala na nepovoljne klimatske prilike, te zaključuju da se visina prinosa smanjivala obrnuto proporcionalno intenzitetu reduciranja zahvata obrade tla.

3. MATERIJAL I METODE

Istraživanja produktivnosti ozime pšenice na različitim sustavima obrade tla i pri različitim gnojidbenim dozama dušika, provedena su tijekom vegetacijske 2013./2014. godine 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.

Provedenim istraživanjima bilo je obuhvaćeno pet tretmana obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom. Istraživani su sljedeći tretmani obrade tla:

- 1) CT - Konvencionalna obrada: oranje na dubinu 25-30 cm, tanjuranje 2x, predsjetvena priprema sjetvospremačem 1x, sjetva



Slika 4. Tretman obrade tla oranjem (Autor: Jug D.)

- 2) SS - Podrivanje: podrivanje na dubinu 45-50 cm, tanjuranje 2x, predsjetvena priprema sjetvospremačem 1x, sjetva



Slika 5. Tretman obrade tla podrivanjem (Autor: Jug D.)

- 3) CH - Rahljenje: rahljenje na dubinu 25-30 cm, tanjuranje 2x, predsjetvena priprema sjetvospremačem 1x, sjetva



Slika 6. Tretman obrade tla rahljenjem (Autor: Jug D.)

- 4) DH - Tanjuranje: tanjuranje na dubinu 20-25 cm 2x, predsjetvena priprema sjetvospremačem 1x, sjetva



Slika 7. Tretman obrade tla tanjuranjem (Autor: Jug D.)

5) NT - Izostavljena obrada: direktna sjetva bez obrade tla



Slika 8. Tretman direktne sjetve (Autor: Jug D.)

Istraživani tretmani gnojidbe dušikom bili su sljedeći:

- N1 – gnojidba umanjena za 30 % u odnosu na gnojidbenu preporuku
- N2 – gnojidba prema gnojidbenoj preporuci
- N3 – gnojidba uvećana za 30 % u odnosu na gnojidbenu preporuku

Gnojidbena preporuka temeljila se na kemijskoj analizi tla (Tablica 3.) za dušik, fosfor i kalij, a određena je računalnim ekspertnim programom ALR_{xp} v13.46. Gnojidba fosforom i kalijem je bila ujednačena za sve varijante i iznosila je 70 kg P₂O₅ ha⁻¹ i 35 kg K₂O ha⁻¹, dok je gnojidba dušikom, ovisno o gnojidbenom tretmanu iznosila za N1 – 95 kg N ha⁻¹, za N2 – 135 kg N ha⁻¹ i za N3 – 175 kg N ha⁻¹ i bila je ujednačena za sve varijante obrade tla. Prihrana dušičnim gnojivom obavljena je u dva navrata: 18. 03. 2014. i 14. 04. 2014. godine. Sjetva je obavljena 30. studenog 2013. godine.

Tablica 3. Kemijski sastav tla na lokaciji istraživanja

pH (H ₂ O)	pH (KCl)	P ₂ O ₅ mg/100 g tla	K ₂ O mg/100 g tla	Humus (%)	Hy (cmol kg ⁻¹)
5,29	4,27	17,2	22,7	1,35	4,4

Veličina obračunske parcele obrade tla iznosila je 600 m² (20 m x 30 m), dok je veličina osnovne parcele obrade tla iznosila 200 m² (6,7 m x 30 m), (Prilog 1., Tablica 1. Shema pokusa). Pokus je izveden kao split – plot (obrada i gnojidba), u četiri ponavljanja sa slučajnim rasporedom parcela po ponavljanjima.

Predusjev je bio kukuruz. Istraživana sorta pšenice bila je "Lucija" (kreacija Poljoprivrednog institut Osijek). Zaštita protiv bolesti, korova i štetnika bila je ujednačena za sve istraživane tretmane obrade tla i gnojidbe.

Visina biljaka određivana je mjerenjem pojedinačnih biljaka od baze stabljike do gornjeg dijela klasa i izražena je u centimetrima. Ovaj je pokazatelj određivan na uzorku od 20 biljaka po parceli/tretmanu u četiri ponavljanja i prikazan je kao prosječna vrijednost.

Nadzemna masa biljaka određivana je vaganjem ukupne mase 20 prosječnih biljaka u četiri ponavljanja po parceli/tretmanu i izražena je kao masa pojedinačne biljke u gramima.

Masa tisuću zrna određena je vaganjem 1000 zrna u četiri ponavljanja za svaki pojedinačni uzorak po parceli/tretmanu i izražena je u gramima.

Hektolitarska masa određena je elektroničkim uređajem u četiri ponavljanja za svaki pojedinačni uzorak po parceli/tretmanu i izražena je u kg hl⁻¹.

Biološki prinos ozime pšenice određivan je vaganjem ukupne mase biljaka s jednog četvornog metra u četiri ponavljanja po parceli/tretmanu i izražen je u $t\ ha^{-1}$.

Prinos zrna ozime pšenice određen je vaganjem ukupne mase zrna s cijele pokusne gnojidbene parcele, a vaganje je obavljeno poljskom kolskom vagom (elektronska vaga preciznosti $\pm 1\ kg\ t^{-1}$). Prinos je preračunat na površinu od 1 ha sa 14 % vlage zrna, te izražen u $t\ ha^{-1}$.

Žetveni indeks određen je kao udio poljoprivrednog prinosa u biološkom prinosu i izražen je u postotcima.

Statistička obrada podataka obavljena je po split-plot metodi analize varijance, gdje varijanta obrade tla predstavlja glavni faktor, a gnojidba dušikom pod-faktor. Rezultati su obrađeni kompjutorskim programom VVstat za analizu pokusa po planu podijeljenih parcela (Vukadinović i Ivezić, 1986.).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Visina biljaka

Visina pšenice je u prosjeku iznosila 63,86 cm i na njeno variranje je vrlo značajno utjecao samo gnojidbeni tretman ($F = 9,63^{**}$).

Tablica 4. Visina pšenice (cm) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
CT	56,80	72,30	67,97	65,69
SS	68,63	63,43	68,70	66,92
CH	53,57	63,33	72,17	63,02
DH	58,93	65,97	59,60	61,50
NT	57,43	68,03	61,07	62,18
prosjek	59,07	66,61	65,90	63,86
	A		B**	AB
LSD _{0,05}	n.s.		3,96	n.s.
LSD _{0,01}	n.s.		5,39	n.s.

Najveća visina pšenice izmjerena je na N2 tretmanu gnojidbe (66,61 cm), a najmanja na N1 tretmanu (59,07 cm). Razlike u visini pšenice između svih gnojidbenih tretmana su bile statistički značajne (Tablica 4.).

4.2. Nadzemna masa biljke

Nadzemna masa biljke u prosjeku je iznosila 2,16 g. Na masu biljke pšenice statistički vrlo značajno je utjecala gnojidba dušikom ($F = 10,67^{**}$) dok je utjecaj obrade izostao.

Najveću masu imala je pšenica na N2 tretmanu gnojidbe (2,51 g), a najmanju pšenica na N1 tretmanu gnojidbe (1,68 g). Međusobne razlike u masi biljaka uzgajanih na N2 i N3 gnojidbenim tretmanima nisu bile statistički značajne dok su u odnosu na masu pšenice s N1 tretmana te razlike bile statistički opravdane (Tablica 5.)

Tablica 5. Masa biljke pšenice (g) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
CT	1,30	2,09	2,26	1,88
SS	2,19	2,16	2,49	2,28
CH	1,25	2,79	2,53	2,19
DH	1,65	2,91	1,98	2,18
NT	1,99	2,66	2,16	2,27
prosjek	1,68	2,52	2,28	2,16
	A		B**	AB
LSD _{0,05}	n.s.		0,39	n.s.
LSD _{0,01}	n.s.		0,54	n.s.

4.3. Masa 1000 zrna

Masa 1000 zrna pšenice (Tablica 6.) je u prosjeku, za sve tretmane obrade tla i gnojidbe dušikom, iznosila 34,48 g. Na njezinu varijabilnost statistički nije značajno utjecao niti jedan od ispitivanih tretmana. Zabilježena je značajna interakcija tretmana obrade tla i gnojidbe dušikom ($F = 2,73^*$).

Tablica 6. Masa 1000 zrna pšenice (g) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
CT	30,23	36,37	36,17	34,26
SS	38,50	33,97	36,27	36,25
CH	35,23	32,92	33,73	33,96
DH	33,37	35,60	35,26	34,74
NT	32,05	35,62	31,89	33,19
prosjek	33,88	34,90	34,67	34,48
	A		B	AB*
LSD _{0,05}	n.s.		n.s.	4,39
LSD _{0,01}	n.s.		n.s.	6,11

4.4. Hektolitarska masa

Na variranje hektolitarske mase, koja je u prosjeku iznosila 68,60 kg hl⁻¹, vrlo značajan utjecaj imala je obrada tla (F = 11,01**).

Najveća hektolitarska masa izmjerena je na SS tretmanu obrade (70,62 kg hl⁻¹), a najmanja na CT tretmanu obrade tla (67,16 kg hl⁻¹). Razlike između hektolitarske mase pšenice na SS tretmanu obrade i svih ostalih tretmana su statistički značajne (Tablica 5.). Razlike u hektolitarskoj masi pšenice na CH i CT tretmanima, kao i razlike između vrijednosti hektolitarske mase pšenice na DH i CH, DH i NT te CH i NT tretmanima obrade, statistički nisu bile opravdane (Tablica 7.).

Tablica 7. Hektolitarska masa zrna pšenice (kg hl⁻¹) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
CT	66,24	67,57	67,68	67,16
SS	68,97	72,73	70,15	70,62
CH	69,50	67,57	67,69	68,25
DH	69,86	70,08	66,83	68,92
NT	68,67	68,89	66,64	68,07
Prosjek	68,65	69,37	67,80	68,60
	A**	B		AB
LSD _{0,05}	1,27	n.s.		n.s.
LSD _{0,01}	1,84	n.s.		n.s.

4.5. Biološki prinos pšenice

Visina biološkog prinosa pšenice bila je pod značajnim utjecajem tretmana obrade tla (F = 5,50*) i vrlo značajnim utjecajem gnojidbenog tretmana (F = 138,90**) te je u prosjeku iznosila 13,79 t ha⁻¹. Interakcija između tretmana obrade tla i tretmana gnojidbe dušikom bila je vrlo značajna (F = 13,06**).

Najveći biološki prinos ostvarila je pšenica na SS tretmanu (16,24 t ha⁻¹), a najmanji na CH tretmanu obrade tla (11,64 t ha⁻¹). Biološki prinos pšenice na SS tretmanu obrade bio je

statistički značajno veći od visine bioloških prinosa ostvarenih na CT, CH i NT tretmanima. Razlika u visini biološkog prinosa pšenice na tretmanima DH i CH također je bila statistički značajna. Ostale razlike u visini biološkog prinosa pšenice nisu bile statistički opravdane (Tablica 8.)

Tablica 8. Biološki prinos pšenice ($t\ ha^{-1}$) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
CT	11,55	13,91	14,26	13,24
SS	13,33	15,28	20,12	16,24
CH	8,25	12,37	14,29	11,64
DH	9,55	19,09	14,70	14,45
NT	8,17	14,22	17,82	13,40
Prosjek	10,17	14,98	16,24	13,79
	A*		B**	AB**
LSD _{0,05}	2,36		1,27	2,77
LSD _{0,01}	3,44		1,49	3,96

Luksuzna gnojidba dušikom (N3 tretman) rezultirala je najvećim biološkim prinomom pšenice ($16,24\ t\ ha^{-1}$), dok je pšenica na N1 tretmanu imala najniže ostvareni biološki prinos ($10,17\ t\ ha^{-1}$). Razlike u visini biološkog prinosa pšenice između N2 i N3 tretmana nisu bile opravdane, dok su u odnosu na pšenicu s N1 tretmana one bile statistički značajno veće.

4.6. Prinos zrna pšenice

Prinos zrna pšenice u prosjeku je iznosio $6,53\ t\ ha^{-1}$. Na variranje prinosa zrna statistički je vrlo značajno utjecala gnojidba dušikom ($F = 85,59^{**}$), a zabilježena je i značajna interakcija tretmana obrade i gnojidbe ($F = 3,56^*$).

Najveći prinos zrna pšenice zabilježen je na N3 gnojidbenom tretmanu ($7,92\ t\ ha^{-1}$), a najniži na N1 tretmanu ($4,50\ t\ ha^{-1}$). Razlike u visini prinosa pšenice na N2 i N3 tretmanu

nisu bile statistički značajne (Tablica 9.). Pšenica na N1 tretmanu imala je značajno niži prinos u odnosu na pšenicu sa N2 i N3 tretmana.

Tablica 9. Prinos zrna pšenice ($t\ ha^{-1}$) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

Tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
CT	4,86	6,40	6,82	6,03
SS	5,84	7,39	9,19	7,47
CH	3,53	6,24	6,45	5,41
DH	4,34	9,11	8,53	7,33
NT	3,91	6,74	8,63	6,43
prosjek	4,50	7,18	7,92	6,53
	A	B**		AB*
LSD _{0,05}	n.s.	0,78		1,94
LSD _{0,01}	n.s.	1,28		2,76

4.7. Žetveni indeks

Žetveni indeks je u prosjeku iznosio 47,02 %. Analizom varijance je utvrđeno kako je gnojidba dušikom značajno utjecala na variranje žetvenog indeksa (Tablica 10.).

Tablica 10. Žetveni indeks (%) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom

tretman obrade tla	razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
CT	41,63	45,84	47,59	45,02
SS	43,71	48,34	45,73	45,93
CH	43,00	50,47	45,14	46,20
DH	45,47	47,60	57,47	50,18
NT	47,62	47,44	48,26	47,77
prosjek	44,29	47,94	48,84	47,02
	A	B**		AB
LSD _{0,05}	n.s.	2,90		n.s.
LSD _{0,01}	n.s.	3,95		n.s.

Najveći žetveni indeks izračunat je kod pšenice na N3 gnojidbenom tretmanu, a najmanji na N1 tretmanu (44,29 %). Razlike u žetvenom indeksu između N3 i N2 tretmana nisu bile značajne, dok je vrijednost žetvenog indeksa na N1 gnojidbenom tretmanu bila značajno manja u odnosu na N2 i N3 tretman (Tablica 10.)

5. RASPRAVA

Prosječna visina pšenice iznosila je 63,86 cm i bila je pod vrlo značajnim utjecajem dušične gnojidbe dok je izostao utjecaj obrade tla na promatranu komponentu. Najveća visina pšenice iznosila je 66,61 cm a izmjerena je na N2 tretmanu gnojidbe, a najmanja visina izmjerena je na N1 gnojidbenom tretmanu. Galetto i sur. (2017.) dobili su slične rezultate te zaključuju kako se povećanjem doze dušika u prihrani povećava i visina stabljike pšenice. Iako je visina stabljike najvećim dijelom uvjetovana genetikom sorte pšenice, u ovom istraživanju između svih gnojidbenih tretmana razlike u visini pšenice bile su statistički značajne. Rezultati su očekivani jer nedovoljnom dušičnom ishranom izostaje pravilan rast i razvoj stabljike, ne samo pšenice nego većine ratarskih kultura, međutim izostao je utjecaj suviška dušika jer se očekivalo da će uslijed luksuzne gnojidbe doći do izduživanja stabljika pšenice. Crook i Ennos (1995.) istraživanjem na dva kultivara pšenice, također navode kako je dušičnom gnojidbom povećana i visina stabljike pšenice. Islam i sur. (2013.) tvrde kako su visina biljke i prinos zrna u obrnuto proporcionalnom odnosu, odnosno visina stabljike raste na uštrb prinosa.

Nadzemna masa biljke bila je pod značajnim utjecajem gnojidbe dušikom, dok je utjecaj obrade tla bio statistički neopravdan što je u suprotnosti s istraživanjem Jug i sur. (2011.). Biljke pšenice s većom masom, imaju čvršću građu stabljike, otpornije su na polijeganje i napad patogena i mogu podnijeti veću količinu zrna, a samim time omogućiti veći prinos zrna pšenice. Prosječna nadzemna masa biljke iznosila je 2,16 g. Najmanju masu imala je pšenica na N1 tretmanu (1,68 g), a najveća masa biljke izmjerena je na N2 tretmanu gnojidbe i iznosila je 2,51 g. Razlika u masi biljke između N2 i N3 gnojidbenih tretmana nije bila statistički značajna. Nadzemna masa biljke na N1 tretmanu je bila značajno manja u odnosu na masu biljaka uzgajanih na N2 i N3 tretmanima

Dušik u tlu ne može stvarati trajne rezerve te njegov sadržaj varira s dubinom profila i tijekom vremena pa se stoga mora dodavati u više navrata (Jug i sur., 2018.). Vukadinović i Bertić (2013.) navode kako je iskoristivost dušika iz mineralnog gnojiva nezadovoljavajuća: često ona iznosi svega 30 %, prosječno 50 %, a rijetko se iskoristi 70 % ili više. Nebalansiranom ishranom pšenice, prvenstveno prekomjernim količinama dušika, dolazi do bujnog porasta usjeva koji za posljedicu ima smanjenje prinosa, otpornosti na polijeganje i otpornosti na napad patogena. Stoga da bi se izbjegli neželjeni

problemi takve ishrane, potrebno je obaviti kemijsku analizu tla i gnojidbu prilagoditi potrebama kulture.

Masa 1000 zrna pšenice jedan je od pokazatelja kvalitete zrna pšenice, pogotovo sjemenske robe jer sjeme veće mase 1000 zrna ima bolju vijabilnost i klijavost, veći sadržaj nutrijenata i zbog toga je poželjnije u sjemenskoj proizvodnji (Protić i sur. (2013.)). Veća masa 1000 zrna temelj je i stabilnog prinosa pšenice. U ovom istraživanju masa 1000 zrna prosječno je iznosila 34,48 g za sve tretmane gnojidbe dušikom i obrade tla. Niti jedan od ispitivanih tretmana nije statistički značajno utjecao na varijabilnost mase 1000 zrna, međutim zabilježena je značajna interakcija obrade tla i gnojidbe dušikom ($F= 2,73^*$). Najveća masa 1000 zrna bila je pri SS varijanti obrade (36,25 g) i N2 gnojidbenom tretmanu (34,90 g). Litke i sur. (2017.) na sličnom istraživanju također su zaključili kako obrada tla nije značajno utjecala na masu 1000 zrna. Simon i sur. (2002.) navode kako je dodatna gnojidba dušikom povećala masu 1000 zrna, dok redovna gnojidba nije polučila isti rezultat.

Hektolitarska masa je uz masu 1000 zrna najvažniji pokazatelj kvalitete zrna pšenice, a tome u prilog treba istaknuti klasiranje pšenice prilikom otkupa na temelju ovog pokazatelja. U prosjeku je hektolitarska masa iznosila 68,60 kg hl⁻¹ te je na njeno variranje statistički vrlo značajan utjecaj imala obrada tla, dok gnojidba dušikom nije imala opravdan utjecaj iako se smatra da se gnojidbom dušikom može povećati hektolitarska masa. Najmanja hektolitarska masa izmjerena je na CT tretmanu obrade tla (67,16 kg hl⁻¹), a najveća na SS tretmanu obrade (70,62 kg hl⁻¹). Najveća hektolitarska masa na SS tretmanu vjerojatno je posljedica dubljeg prodiranja korijena u profil tla te boljeg iskorištavanja pristupačnih hraniva i vlage. Hektolitarska masa na SS tretmanu obrade ima statistički značajnu razliku u odnosu na ostale tretmane. Razlike u hektolitarskoj masi između tretmana CH i CT, kao i između DH i CH, DH i NT i CH i NT tretmana nisu bile statistički opravdane. Hektolitarska masa u ovom istraživanju bila je ispod očekivanog prosjeka. Varga i Svečnjak (2006.) navode kako je hektolitarsku masu moguće povećati samo kasnom folijarnom prihranom dušikom, kao i masu 1000 zrna.

Biološki prinos pšenice je ukupna količina organske tvari koja nastaje iznad površine tla. Visina biološkog prinosa je u ovom istraživanju bila pod značajnim utjecajem obrade tla i vrlo značajnim utjecajem gnojidbe dušikom. Interakcija između tretmana obrade tla i tretmana gnojidbe dušikom bila je vrlo značajna. Najmanji biološki prinos pšenica je

ostvarila na CH tretmanu obrade tla i iznosila je $11,64 \text{ t ha}^{-1}$, dok je najveći biološki prinos ostvaren na SS tretmanu u iznosu od $16,24 \text{ t ha}^{-1}$. Statistički značajno veća razlika u biološkom prinosu bila je u odnosu SS tretmana prema CT, CH i NT tretmanima, a također je i razlika između DH i CH tretmana bila statistički značajna. Ostale razlike u visini biološkog prinosa nisu bile statistički značajne.

Ostvareni rezultati na gnojidbenim tretmanima bili su očekivani. Razlika u visina biološkog prinosa pšenice na N2 i N3 tretmanima nije bila statistički opravdana. Najmanji biološki prinos ostvaren je na N1 gnojidbenoj varijanti ($10,7 \text{ t ha}^{-1}$) i on je bio statistički značajno niži u odnosu na ostale gnojidbene tretmane, dok je najvećim biološkim prinosom rezultirala luksuzna gnojidba dušikom (N3 tretman; $16,24 \text{ t ha}^{-1}$). Dobiveni rezultati u skladu su s istraživanjima Jug i sur. (2018.) gdje je pšenica ostvarila najveću masu žetvenih ostataka na najvećoj gnojidbi ($170 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$), a najmanju na kontroli (bez gnojidbe). Biološki prinos koristan je za stvaranje malča koji će spriječiti pogoršanje fizikalnih svojstava tla i stvaranje pokorice ili za inkorporiranje organske tvari i povećanje sadržaja humusa. Donald i Hamblin (1976.) navode kako su biološki prinos, prinos zrna i žetveni indeks u međusobnoj interakciji, te zaključuju da su prinos zrna i žetveni indeks u pozitivnoj korelaciji i iznosi 1, dok biološki prinos i žetveni indeks nisu u pozitivnoj korelaciji, ali su koristan kriterij u vrednovanju žitarica. Biološki prinos može utjecati i na sekvestraciju ugljika, ugrađivanjem C u organsku tvar žetvenih ostataka uz njihovo pravilno gospodarenje nakon žetve dugoročno se može značajno smanjiti emisija CO_2 u atmosferu i stvaranje stakleničkih plinova.

Prinos zrna pšenice prosječno je iznosio $6,53 \text{ t ha}^{-1}$ i bio je pod značajnim utjecajem gnojidbe što je u skladu s istraživanjima Jug i sur. (2010.). Najveći prinos zrna pšenice zabilježen je na N3 gnojidbenom tretmanu u iznosu $7,92 \text{ t ha}^{-1}$, a najniži prinos na N1 tretmanu iznosio je $4,50 \text{ t ha}^{-1}$. Razlike u visini prinosa zrna pšenice na N2 i N3 tretmanima nisu bile statistički značajne. Suprotno od očekivanog, obrada tla nije statistički značajno utjecala na variranje prinosa zrna pšenice što potvrđuju i istraživanja Jurić i sur. (2008.) i dobiveni rezultati su u suprotnosti s rezultatima Jug i sur. (2011.) i Feng i sur. (2014.) gdje je obrada tla značajno utjecala na visinu prinosa. Carman (1997.) istraživanjem u Turskoj također uočava značajan utjecaj obrade tla na visinu prinosa pšenice koja se kretala od $3,06 \text{ t ha}^{-1}$ do $4,26 \text{ t ha}^{-1}$.

Tolessa i sur. (2007.) navode kako neovisno o tretmanu primjenjene obrade tla kukuruz ne može iskoristiti svoj puni potencijal bez gnojidbe. Nielsen i Halvorson (1991.) također zaključuju u svom istraživanju da je prinos pšenice pod značajnim utjecajem gnojidbe dušikom te da se povećanjem doze dušika povećava i prinos. Do istog zaključka došli su i Jug i sur. (2018.) gdje je najveći prinos pšenice ostvaren na gnojidbi sa 170 kg N ha⁻¹, a najmanji na kontroli. Feng i sur. (2014.) u svom istraživanju preporučuju primjenu reduciranih sustava obrade i reducirane gnojidbe dušikom (za 25 %) u uzgoju pšenice i kukuruza u održivoj proizvodnji.

Žetveni indeks predstavlja udio poljoprivrednog prinosa u biološkom prinosu. Na žetveni indeks značajno je utjecala gnojidba dušikom, a prosječan žetveni indeks iznosio je 47,02 %. Najmanji žetveni indeks izračunat je na N1 varijanti gnojidbe (44,29 %), a najveći na N3 tretmanu luksuzne gnojidbe (48,84 %). Značajne razlike u žetvenom indeksu N2 i N3 tretmana gnojidbe dušikom nije bilo, dok je vrijednost žetvenog indeksa na N1 tretmanu bila značajno niža. Žetveni indeks ukazuje nam i na omjer slame i zrna, a samim time i na učinkovitost usvajanja dušika prilikom stvaranja prinosa. Žetveni indeks dobar je pokazatelj pri odabiru kultivara pšenice u stočarskoj proizvodnji, gdje se može utjecati na omjer slame i zrna, ovisno o potrebama gospodarstva. Dai i sur. (2016.) zaključuju kako je slama dobar izvor celuloze za proizvodnju bioetanola, te navode kako se žetveni indeks u njihovom istraživanju kretao od 0,33 do 0,61. Unkovich i sur. (2010.) navode kako na žetveni indeks utječu energija i sadržaj proteina u zrnu, dužina vegetacije i ekstremne razlike u temperaturi tijekom reproduktivne faze razvoja pšenice.

6. ZAKLJUČAK

Istraživanjem koje je provedeno u vegetacijskoj 2013./2014. godini, na hidomorfnom tlu u Magadenovcu sa ciljem utvrđivanja utjecaja konzervacijskog sustav obrade tla i različite gnojidbe dušikom na produktivnost ozime pšenice može se zaključiti kako je gnojidba dušikom značajno utjecala na visinu stabljike pšenice, nadzemnu masu biljka pšenice, biološki prinos, prinos zrna pšenice i žetveni indeks.

Najslabiji rezultati utvrđeni su kod pšenice na N1 tretmanu gnojidbe (95 kg N ha^{-1}). Najveću masu biljke, hektolitarsku masu i visinu biljke imala je pšenica na N2 gnojidbenom tretmanu (135 kg N ha^{-1}). Najveći biološki i poljoprivredni prinos te žetveni indeks imala je pšenica na N3 tretmanu (175 kg N ha^{-1}). Razlike u vrijednostima promatranih parametara produktivnosti pšenice ostvarenih na N2 i N3 tretmanima gnojidbe dušikom, statistički nisu bile opravdane.

Tretmani obrade tla koji su uključivali konvencionalnu obradu (oranje) i četiri sustava konzervacijske obrade (SS - podrivanje, CH - rahljenje, DH - tanjuranje i NT - direktna sjetva) vrlo značajno su utjecali na hektolitarsku masu i biološki prinos, a nisu imali značajan utjecaj na visinu stabljike, masu biljaka, masu 1000 zrna i prinos zrna pšenice. Najveća hektolitarska masa i biološki prinos pšenice izmjereni su na SS tretmanu obrade

Tretman obrade s podrivanjem postigao je najveću hektolitarsku masu i biološki prinos, dok je najmanja hektolitarska masa izmjerena na CT tretmanu, a biološki prinos na NT tretmanu obrade tla.

Provedenim istraživanjem može se zaključiti se kako je primjena konzervacijskih sustava obrade tla uz optimalnu gnojidbu za ostvarivanje stabilnih i kvalitetnih uroda ozime pšenice opravdana. Ovakvi rezultati ukazuju na mogućnost potpune zamjene konvencionalnih sustava biljne proizvodnje nekim od konzervacijskih sustava čime se smanjuje degradacija tla uz ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa što povećava profitabilnost gospodarstva.

7. POPIS LITERATURE:

1. Butorac, A. (1999.): Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb.
2. Butorac, A., Kisić, I., Butorac, J. (2006.): Utjecaj sustava konzervacijske obrade tla na eroziju i fizikalna svojstva tla. *Agronomski glasnik*, 4/2006., 313-333.
3. Carman, K. (1997.): Effect of different tillage systems on soil properties and wheat yield in Middle Anatolia. *Soil and Tillage Research*, 40 (3-4): 201-207.
4. Crook, M.J., Ennos, A.R. (1995.): The effect of nitrogen and growth regulators on stem and root characteristics associated with lodging in two cultivars of winter wheat. *Journal of Experimental Botany*, 46 (8): 931-938.
5. Čopec, K., Filipović, D., Husnjak, S., Košutić, S. (2015.): Effects of tillage systems on soil water content and yield in maize and winter wheat production. *Plant Soil Environment*, 61 (5): 213-219.
6. Dai J., Bean B., Brown B., Bruening W., Edwards J., Flowers M., Karow R., Lee C., Morgan G., Ottoman M., Ransom J., Wiersma J. (2016.): Harvest index and straw yield of five classes of wheat. *Biomass and Bioenergy*, 85: 223-227.
7. De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N., Pisante, M. (2007.): No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Research*, 92: 69-78.
8. Donald, C.M., Hamblin, J. (1976.): The Biological Yield and Harvest Index of Cereals as Agronomic and Plant Breeding Criteria. *Advances in Agronomy*, 28: 361-405.
9. Ernst, G., Emmerling, C. (2009.): Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass, and community composition of earthworms after a ten year period. *European Journal of Soil Biology*, 45(3): 247-251.
10. Feng, Y., Ning, T., Li, Z., Han, B., Han, H., Li, Y., Sun, T., Zhang, X. (2014.): Effects of tillage practices and rate of nitrogen fertilization on crop yield and soil carbon and nitrogen. *Plant Soil Environ.*, 3: 100–104.
11. Galetto, S. L., Bini, A. R., Haliski, A., Scharr, D. A., Borszowskei, P. R., Caires, E. F. (2017.): Nitrogen fertilization in top dressing for wheat crop in succession to soybean under a no-till system. *Bragantia*, 76(2), 282-291.
12. Gehl, R., Schmidt, J.P., Maddux, L.D., Gordon, W.B. (2005.): Corn yield response to nitrogen rate and timing in sandy irrigated soils. *Agronomy Journal*, 97: 1230-1238.

13. Gholami, A., Asgari, H. R., Zeinali, E. (2014.): Effect of different tillage systems on soil physical properties and yield of wheat. *IJABBR*, 2 (5): 1539-1552.
14. Havlin, J.L, Kissel, D.E., Maddux, L.D., Claassen, M.M., Long, J.H.(1989.): Crop Rotation and Tillage Effects on Soil Organic Carbon and Nitrogen. *Soil Science Society of America Journal*, 54 (2): 448-452.
15. Hemmat, A., Eskandari, I. (2006.): Dryland winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. *Soil and Tillage Research*, 86 (1): 99-109.
16. Holland, J.M. (2004.): The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1: 1-25.
17. Husnjak, S., Filipović, D., Košutić, S. (2002.): Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. *Rostlinna Vyroba*, 48 (6): 249-254.
18. Islam, K.A., Obour, A.K., Saha, M.C., Nachtman, J.J., Cecil, W., Baumgartner, R.E. (2013.): Grain Yield, Forage Yield, and Nutritive Value of Dual-Purpose Small Grains in the Central High Plains of the USA. *Crop Management*, 12 (1).
19. Jug, D. (2013.): Status, perspectives and sustainability of cropping systems practices in Croatia. *Summer school: Current Trends in Agronomy for Sustainable Agriculture Brno, Czech Republic*, 158-167.
20. Jug, D., Birkas, M., Kisić, I. (2015.): Obrada tla u agroekološkim okvirima. *Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tla, Osijek*.
21. Jug, D., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B., Stipešević, B., Brozović, B. (2017.): Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena. *Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tla, Osijek*.
22. Jug, D., Krnjaić, S., Stipešević, B. (2006.): Prinos ozime pšenice na različitim varijantama obrade tla. *Poljoprivreda*, 12 (1): 47-52.
23. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Stošić, M., Cvijanović, D. (2008.): Utjecaj reducirane obrade tla na komponente uroda ozime pšenice. *43th Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture. Opatija*. 591-595.
24. Jug, I., Jug, D., Sabo, M., Stipešević, B., Stošić, M. (2011.): Winter wheat yield and yield components as affected by soil tillage systems. *Turk Journal Agri. For.*, 35: 1-7.
25. Jug, D., Jug, I., Šimić, M., Stošić, M., Brozović, B., Šepuť, M., Markasović Hasanec, V., Dumanović, Z. (2010.): Influence of reduced soil tillage and nitrogen fertilization on yield and yield components of winter wheat. *Proceedings & abstract of the 3rd*

- International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, Croatia, 31. May-2 June 2010. Osječki list d.o.o., 123-128.
26. Jug, I., Đurđević, B., Vukadinović, V., Jug, D., Brozović, B. (2018.): Optimizacija gnojidbe usjeva dušikom u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji. *Glasnik Zaštite Bilja*, 41 (3), 28-39.
 27. Jurić, I., Drenjančević, M., Turalija, A., Jukić, V., Buzuk, I. (2008.): Utjecaj obrade tla i gnojidbe dušikom na uzgoj pšenice u istočnoj Hrvatskoj. 43th Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture. Opatija. 583-587.
 28. Kassam, A., Friedrich, T. (2011.): Conservation agriculture: Global Perspective and Developments. Regional Conservation Agriculture Symposium 2011. Johannesburg, South Africa.
 29. Kelley, K.W., Sweeney, D.W. (2005.): Tillage and urea amonium nitrate fertilizer rate and placement affects winter wheat following grain sorghum and soybean. *Agronomy Journal*, 97: 690-697.
 30. Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z., Husnjak, S., Zimmer, R., Kovačev, I. (2006.): Usporedba različitih sustava obrade tla u proizvodnji soje i ozime pšenice u Slavoniji. *Agronomski glasnik*, 68 (5): 381-392.
 31. Litke, L., Gaile, Z., Ruž,a A. (2017.): Nitrogen fertilizer influence on winter wheat yield and yield components depending on soil tillage and forecrop. *Research for rural development 2017*, 2: 54-61.
 32. Lopez- Bellido, R.J., Lopez- Bellido, L. (2001.): Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crops Research*, 71: 31-46.
 33. Martinez, E., Fuentes, J.P., Silva, P., Valle, S., Auvedo, E. (2008.): Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterreanean environment of Chile. *Soil Till. Research*, 99: 232-244.
 34. Melaj, M., Echeverria, H., Lopez, S.C., Studdert, G.A., Andrade, F.H., Barbaro, N. (2003.): Timing of Nitrogen Fertilization in Wheat under Conventional and No-Tillage System. *Agronomy Journal*, 95 (6): 1525-1531.
 35. Nielsen,D.C., Halvorson, A.D. (1991.): Nitrogen fertility influence on water stress and yield of winter wheat. *Agronomy Journal*, 83 (6): 1065-1070.

36. Protić, R., Todorović, G., Protić, N., Kostić, M., Delić, D., Filipović, M., Filipović V., Ugrenović, V. (2013.): Variation of grain weight per spike of wheat depending on variety and seed size. *Romanian Agricultural Research*. 30: 51 – 55.
37. Rieger, S., Richner, W., Streit, B., Frossard, E., Liedgens, M. (2008.): Growth, yield, and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilisation. *European Journal of Agronomy*, 28 (3): 405-411.
38. Sangoi, L., Ernani, P. R., Regis Ferreira, da Silva, P. (2007.): Maize response to nitrogen fertilization timing in two tillage systems in a soil with high organic mater content. *R. Bra. Ci. Solo.*, 31: 507-517.
39. Shi, R., Zhang, Y., Chen, X., Sun, Q., Zhang, F., Romheld, V., Zou, C., (2010.): Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat. *Journal of Cereal Science*, 51: 165-170.
40. Simon, M.R., Perello, A.E., Cordo, C.A., Strui,k P.C. (2002.): Influence of *Septoria tritici* on Yield, Yield Components, and Test Weight of Wheat under Two Nitrogen Fertilization Conditions. *Crop science*, 42 (6): 1974-1981.
41. Stanislawska-Glubiak 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.
42. Su, Z., Zhang, J., Wu, W., Cai, D., Junjie, L.V., Jiang, G., Huand, J., Gao, J., Hartmann, R., Gabriels, D. (2007.): Effects of conservation tillage practices on winter wheat water-use efficiency and crop yield on the Loess Plateau, China. *Agricultural Water Management*, 87 (3): 307-314.
43. Španić,V. (2016.): *Pšenica*. Poljoprivredni institut Osijek, Osijek.
44. Tolessa D., Du Preez C. C., Ceronio G. M. (2007.): Effect of tillage system and nitrogen fertilization on yield and yield components of maize in Western Ethiopia. *South African Journal of Plant and Soil*, 24 (2): 63-69.
45. 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.
46. Tuesca, D., Puricelli, E., Papa J. C. (2001.): A long term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research*, 41 (4): 369-382.
47. Unkovich, M., Baldock, J., Forbes, M. (2010.): Variability in Harvest Index of Grain Crops and Potential Significance for Carbon Accounting: Examples from Australian Agriculture. *Advances in Agronomy*, 105: 173-219.

48. Usman, K., Khan, E. A., Khan, M. A., Ghulam, S., Khan, S., Baloch, J. (2013.): Effect of tillage and nitrogen on wheat production, economics and soil fertility in rice-wheat cropping system. *American Journal of Plant Science*, 4 (1), 17-25.
49. Varga, B., Svečnjak, Z. (2006.): The effect of late-season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization. *Field Crops Research*, 96 (1): 125-132.
50. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja. *Zebra, Vinkovci*, 161-180.
51. Vukadinović, V., Ivezić, M. (1986.): Primjena mikroračunara u analizi faktorijalnih pokusa s dva faktora i pokusa po planu podijeljenih parcela. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
52. Wozniak, A., Gos, M. (2014.): Yield and quality of spring wheat and soil properties as affected by tillage system. *Plant Soil Environment*, 60 (4): 141-145.

8. SAŽETAK

Istraživanje produktivnosti ozime pšenice pri konzervacijskoj obradi tla i gnojidbi dušikom provedeno je u vegetacijskoj sezoni 2013./ 2014. g. na hidromorfnom tlu u blizini Magadenovca. Istraživanje je obuhvaćalo pet različitih tretmana obrade tla: CT - oranje, SS - podrivanje, CH - rahljenje, DH - tanjuranje i NT - direktnu sjetvu. Tretmani gnojidbe dušikom primjenjeni u istraživanju bili su: N1 – 30 % manja gnojidba od preporuke (95 kg ha⁻¹ N), N2 - prema gnojidbenoj preporuci (135 kg ha⁻¹ N) i N3 – 30 % veća gnojidba od preporuke (175 kg ha⁻¹ N). Istraživani pokazatelji produktivnosti ozime pšenice bile su: visina stabljike, masa nadzemnog dijela biljke, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, biološki prinos, prinos zrna pšenice i žetveni indeks. Prema dobivenim rezultatima gnojidbeni tretmani statistički vrlo značajno su utjecali na visinu stabljike pšenice, masu biljaka pšenice, biološki prinos, prinos zrna pšenice i žetveni indeks. Tretmani obrade tla statistički su značajno utjecali na hektolitarsku masu i biološki prinos, dok utjecaj na ostale pokazatelje produktivnosti nije bio značajan.

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, konvencionalna obrada tla, dušična gnojidba, ozima pšenica

9. SUMMARY

Investigation of winter wheat productivity on conservation tillage and nitrogen fertilization were carried out during the 2013/ 2014 on a hydromorphic soil near Magadenovac. The investigation included five different tillage systems: CT - conventional tillage, SS - subsoiling, CH- chisel harrowing, DH - disc harrowing and NT - no till. The treatments of nitrogen fertilization included in experiment were: N1 – 30 % lower fertilization compared to the recommendation (95 kg N ha^{-1}), N2 - fertilization recommendation (135 kg N ha^{-1}) and N3 – 30 % higher fertilization compared to the recommendation (175 kg N ha^{-1}). The results showed that the nitrogen fertilization treatments had significant impact to wheat height, weight of stalk, biological yield, grain yield and harvest index. Soil tillage treatments had significantly influenced the hectolitre mass and biological yield, while the impact on other productivity indicators was not significant.

Key words: conservation soil tillage, conventional soil tillage, nitrogen fertilization, winter wheat

10. PRILOZI

Prilog 1. Shema pokusa

← 20 m →	← 20 m →	← 20 m →	← 20 m →	← 20 m →	
3	2	1	5	4	
c B a	c b a	c b a	c b a	c b a	← 30 m → IV blok
Razmak između blokova ← 15 m →					
2	1	5	4	3	
c B a	c b a	c b a	c b a	c b a	← 30 m → III blok
Razmak između blokova ← 15 m →					
1	5	4	3	2	
c B a	c b a	c b a	c b a	c b a	← 30 m → II blok
Razmak između blokova ← 15 m →					
5	4	3	2	1	
c B a	c b a	c b a	c b a	c b a	← 30 m → I blok

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Ukupna posijana površina pšenice i prosječan prinos u razdoblju od 2005.-2014. u Republici Hrvatskoj	5
Tablica 2. Površine konzervacijske poljoprivrede po kontinentima	9
Tablica 3. Kemijski sastav tla na lokaciji istraživanja.....	21
Tablica 4. Visina pšenice (cm) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom ..	23
Tablica 5. Masa biljke pšenice (g) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	24
Tablica 6. Masa 1000 zrna pšenice (g) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	24
Tablica 7. Hektolitarska masa zrna pšenice (kg hl^{-1}) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	25
Tablica 8. Biološki prinos pšenice (t ha^{-1}) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	26
Tablica 9. Prinos zrna pšenice (t ha^{-1}) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	27
Tablica 10. Žetveni indeks (%) pri različitim tretmanima obrade tla i gnojidbe dušikom	277

12. POPIS SLIKA

Slika 1. Ljetno oranje suvremenim traktorom (Autor: Tolić A.).....	1
Slika 2. Mišji repak- <i>Alopecurus myosuriodes</i> H, u usjevu pšenice (Autor: Tolić A.).....	5
Slika 3. Ciklus kruženja dušika u prirodi (Izvor: Vukadinović i Vukadinović, 2011.).....	7
Slika 4. Tretman obrade tla oranjem (Autor: Jug D.).....	18
Slika 5. Tretman obrade tla podrivanjem (Autor: Jug D.).....	19
Slika 6. Tretman obrade tla rahljenjem (Autor: Jug D.).....	19
Slika 7. Tretman obrade tla tanjuranjem (Autor: Jug D.).....	20
Slika 8. Tretman direktne sjetve (Autor: Jug D.)	20

13. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Predviđanje kretanja dubine obrade i broja prohoda u poljoprivrednoj proizvodnji. Izvor: Jug (2013.).....	2
Grafikon 2. Deset najvećih svjetskih proizvođača pšenice u 2016. g. (Izvor: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize).....	3

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

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

Diplomski rad

Produktivnost ozime pšenice pri konzervacijskoj obradi tla i gnojidbi dušikom

Antonio Tolić

Sažetak:

Istraživanje produktivnosti ozime pšenice pri konzervacijskoj obradi tla i gnojidbi dušikom provedeno je u vegetacijskoj sezoni 2013./ 2014. g. na hidromorfnom tlu u blizini Magadenovca. Istraživanje je obuhvaćalo pet različitih tretmana obrade tla: CT - oranje, SS - podrivanje, CH - rahljenje, DH - tanjuranje i NT - direktnu sjetvu. Tretmani gnojidbe dušikom primjenjeni u istraživanju bili su: N1 – 30 % manja gnojidba od preporuke ($95 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$), N2 - prema gnojidbenoj preporuci ($135 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$) i N3 – 30 % veća gnojidba od preporuke ($175 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$). Istraživani pokazatelji produktivnosti ozime pšenice bile su: visina stabljike, masa nadzemnog dijela biljke, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, biološki prinos, prinos zrna pšenice i žetveni indeks. Prema dobivenim rezultatima gnojidbeni tretmani statistički vrlo značajno su utjecali na visinu stabljike pšenice, masu biljaka pšenice, biološki prinos, prinos zrna pšenice i žetveni indeks. Tretmani obrade tla statistički su značajno utjecali na hektolitarsku masu i biološki prinos, dok utjecaj na ostale pokazatelje produktivnosti nije bio značajan.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Danijel Jug

Broj stranica: 38

Broj grafikona i slika: 10

Broj tablica: 10

Broj literaturnih navoda: 52

Broj priloga: 1

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, konvencionalna obrada tla, dušična gnojidba, ozima pšenica

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Irena Jug, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Danijel 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

Productivity of winter wheat at conservation soil tillage and nitrogen fertilization

Antonio Tolić

Abstract:

Investigation of winter wheat productivity on conservation tillage and nitrogen fertilization were carried out during the 2013/ 2014 on a hydromorphic soil near Magadenovac. The investigation included five different tillage systems: CT - conventional tillage, SS - subsoiling, CH- chisel harrowing, DH - disc harrowing and NT - no till. The treatments of nitrogen fertilization included in experiment were: N1 – 30% lower fertilization compared to the recommendation (95 kg N ha⁻¹), N2 - fertilization recommendation (135 kg N ha⁻¹) and N3 – 30% higher fertilization compared to the recommendation (175 kg N ha⁻¹). The results showed that the nitrogen fertilization treatments had significant impact to wheat height, weight of stalk, biological yield, grain yield and harvest index. Soil tillage treatments had significantly influenced the hectolitre mass and biological yield, while the impact on other productivity indicators was not significant.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full Professor Danijel Jug

Number of pages: 38

Number of figures: 10

Number of tables: 10

Number of references: 52

Number of appendices: 1

Original in: Croatian

Key words: conservation soil tillage, conventional soil tillage, nitrogen fertilization, winter wheat

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. Full Professor Irena Jug, chairman
2. Full Professor Danijel 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