

# Reakcija ozime pšenice i kukuruza na reduciranu obradu pseudoglejnog tla

---

Viljanac, Vedran

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*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:151:848956>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-03**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



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

Vedran Viljanac

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

**REAKCIJA OZIME PŠENICE I KUKURUZA NA REDUCIRANU OBRADU  
PSEUDOGLEJNOG TLA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Vedran Viljanac

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

**REAKCIJA OZIME PŠENICE I KUKURUZA NA REDUCIRANU OBRADU  
PSEUDOGLEJNOG TLA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za obranu i ocjenu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Irena Jug, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Danijel Jug, mentor
3. Prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, član

Osijek, 2020.

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. Pšenica	1
1.2. Kukuruz	3
1.3. Sustavi obrade tla	5
1.4. Cilj istraživanja	6
2. PREGLED LITERATURE	7
3. MATERIJALI I METODE	19
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	22
4.1. Vremenske prilike tijekom istraživanja	22
4.2. Komponente uroda ozime pšenice	23
4.2.1. Sklop ozime pšenice	23
4.2.2. Visina biljke ozime pšenice	23
4.2.3. Masa biljke ozime pšenice	24
4.2.6. Biološki prinos ozime pšenice	24
4.2.5. Hektolitarska masa ozime pšenice	25
4.2.6. Biološki prinos ozime pšenice	25
4.2.7. Poljoprivredni prinos ozime pšenice	26
4.2.8. Žetveni indeks ozime pšenice	26
4.3. Komponente uroda kukuruza	27
4.3.1. Visina biljke kukuruza	27
4.3.2. Masa 1000 zrna kukuruza	27
4.3.3. Hektolitarska masa kukuruza	28
4.3.4. Biološki prinos kukuruza	28
4.3.5. Poljoprivredni prinos kukuruza	29
4.3.6. Žetveni indeks kukuruza	29
5. RASPRAVA	31
6. ZAKLJUČAK	33
7. POPIS LITERATURE	34
8. SAŽETAK	40
9. SUMMARY	41
10. POPIS TABLICA	42
11. POPIS GRAFIKONA	43
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

## UVOD

### 1.1 Pšenica

Pšenica je poslije kukuruza i riže treća vodeća žitarica po proizvodnji, odnosno jedan od najvažnijih usjeva za proizvodnju hrane u svijetu. Međutim, samo su dvije njezine vrste zastupljene u proizvodnji, *Triticum aestivum* L. sa udjelom oko 90% i *Triticum durum* sa oko 10%. Prema podacima iz 2015. najveći proizvođači pšenice u svijetu su bili: EU, Kina, Indija, Rusija, SAD. U Republici Hrvatskoj ima veliku ulogu u strukturi sjetve, površine variraju od godine do godine, no primjetan je trend smanjivanja površina pod ovom kulturom (Tablica 1.). Ima višestruku ulogu u raznim industrijama kao što je mlinarstvo i prehrambena industrija za proizvodnju kruha i ostalih proizvoda od pšeničnog brašna. Nadalje, pšenica je glavni sastojak beskvasnog kruha, dječje hrane i farmaceutskih proizvoda. Također se koristi i u pivarskoj industriji gdje ima ulogu u proizvodnji pšeničnog piva. Ona je neizostavan dio prehrane za trećinu svjetske populacije. U ishrani životinja se koristi pšenično zrno i slama, ali i kao zeleno krmivo. Također se koristi i posije kao nusprodukt u mlinarstvu koje je bogato mineralima i vitaminima.

Pšenica je kultivirana u jugozapadnoj Aziji, koja je izvor njezinog geografskog porijekla, prije više od 10000 godina. Prema Vavilovu glavni centri podrijetla su: centralnoazijski (Tadžikistan, Afganistan, Kašmir, Uzbekistan) iz kojeg potječe krušna pšenica, zatim je drugi izvor bliskoistočni centar (Mala Azija, Iran, Kavkaz, Turkmenistan) iz kojeg potječe veliki broj vrsta pšenice sa 14 i 28 kromosoma i na kraju je treći etiopski centar (Etiopija i Eritreja), odakle potječu pšenice sa 28 kromosoma.

Tablica 1. Požnjevene površine i prinosi pšenice u RH

Godina	Požnjevena površina (ha)	Prinos po ha (t)	Proizvodnja ukupna (t)
Pšenica-ukupno			
2012.	186 949	5,3	999 681
2013.	204 506	4,9	998 940
2014.	156 139	4,2	648 917
2015.	140 986	5,4	758 638
2016.	168 029	5,7	960 081

(Izvor: Statistički ljetopis 2017.)

S obzirom prema zahtjevima za niskim temperaturama postoje ozime, fakultativne i jare forme pšenice. Ozime se uzgajaju u umjerenom pojasu, odnosno raspon uzgoja na sjevernoj hemisferi kreće se od 16 do 60° paralele, dok je optimum od 30 do 50° stupnja sjeverne geografske širine. Fakultativne forme su manje otporne na niske temperature i imaju manje zahtjeve prema temperaturnom režimu u stadiju jarovizacije (područja sjevernije na sjevernoj hemisferi i južnije na južnoj hemisferi), odnosno gdje se može uzgajati i jara pšenica. Jara pšenica se uzgaja gdje ne uspijeva ozima.

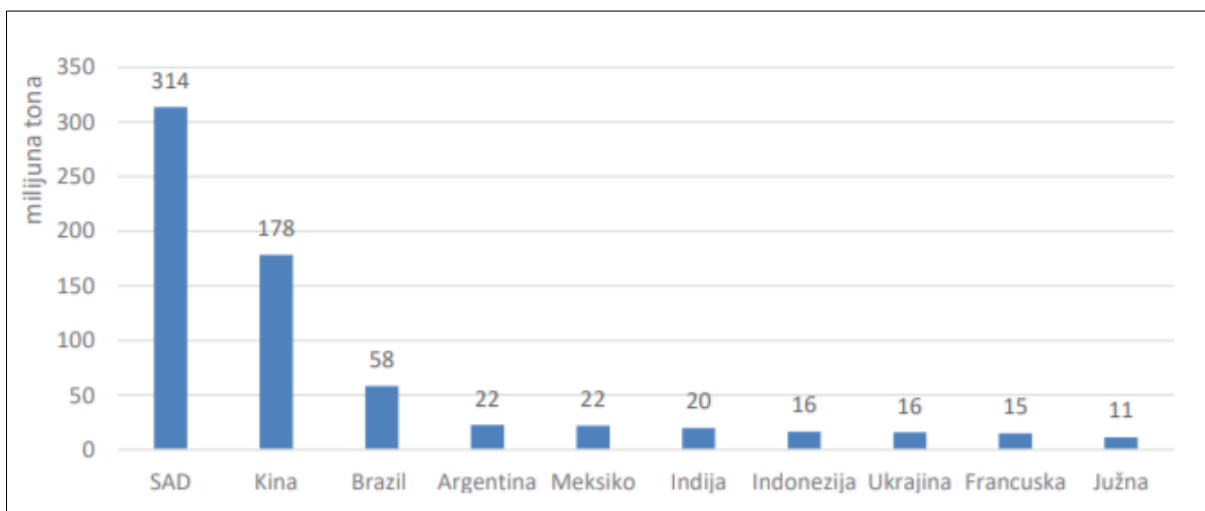
Optimalne temperature zraka za klijanje i nicanje su u rasponu od 14 do 20°C pri kojima će pšenica niknuti za 5 do 7 dana, dok se pri nižim temperaturama klijanje i nicanje odvija sporije. Pri snježnom pokrivaču biljka pšenice može podnijeti temperature i niže od – 20°C. Tijekom nalijevanja zrna i zriobe dolazi do osjetljivosti na visoke temperature, a pri 35°C dolazi do toplinskog stresa (Španić, 2016.) koji uzrokuje smanjeno nalijevanje zbog kojeg zrno ostaje sitnije što na kraju dovodi do manjeg prinosa.

Pšenica je biljka širokog areala rasprostranjenosti te su stoga njene potrebe za vodom manje ili više podmirene. Optimum količine oborina tijekom godine je od 650 do 750 mm pod uvjetom da su povoljno raspoređene tijekom vegetacije. Optimalna vlažnost tla za pšenicu kreće se od 70 do 80% od poljskog vodnog kapaciteta. U busanju je ta vrijednost između 65 i 70%, u klasanju 80 do 85%, a u nalijevanju zrna 65 do 70% poljskog vodnog kapaciteta. Najbolji rezultati u proizvodnji pšenice postižu se na dubokim i rahlim tlima, umjerene vlažnosti koja su bogata humusom te slabo kisele do neutralne reakcije. Na tlima kao što su černoziem i smeđe tlo ostvaruje se najbolja proizvodnja pšenice jer su dobro opskrbljena hranivima, povoljnog su mehaničkog sastava i vodno-zračnog režima. Kod tala težeg mehaničkog sastava može doći do stagnacije viška slobodne vode koja dovodi do nedostatka kisika u korijenu što uzrokuje odumiranje velikog dijela biljaka tijekom zime zbog smrzavanja. Te je kod takvih tala potrebno izvršiti podrivanje ili uvesti cijevnu drenažu. Kako bi proizvodnja bila uspješna i kvalitetna treba se pridržavati dobrog plodoređa kako ne bi dolazilo do pojačanog razvoja bolesti, štetnika i korova. Ali uzgojem u monokulturama ili neodgovarajućim plodoredima dolazi i do jednostranog korištenja hraniva iz tla što dovodi do iscrpljivanja i degradacije tala. Najčešći, ali ne tako dobar predusjev pšenici kod nas je kukuruz. Dok su najbolji predusjevi za pšenicu kulture iz porodice leguminoza kao što su soja, grašak, grah, grahorica, lupina, a najnepovoljniji je ječam. Gnojidba pšenice se najčešće obavlja sa dušikom, fosforom i kalijem. Do sjetve se aplicira od 1/3 do 1/2 od ukupne

količine dušika, a ostatak u prihranama. Cijela količina fosfora i kalija se primjenjuje tijekom obrade i pripreme tla za sjetvu. Orijentacijska količina gnojiva kojom se može osigurati stabilan i kvalitetan prinos je 140 do 200 kg/ha dušika, 70 do 130 kg/ha fosfora i 80 do 140 kg/ha kalija. Te količine variraju ovisno o kemijskim, fizikalnim i biološkim svojstvima tla, zalihama hraniva u tlu i zahtjevima sortimenta. Zato je najbolja gnojidba koja se radi na osnovi analize tla i gnojidbenim preporukama.

## 1.2. Kukuruz

Kukuruz *Zea Mays* L. je uz pšenicu i rižu najzastupljenija kultura u svjetskoj proizvodnji, a zasijane površine se kreću na oko 130 milijuna hektara sa prosječnim prinosom od 3,7 t/ha na svjetskoj razini. Najveći proizvođači kukuruza u svijetu i najveći udio u svjetskoj proizvodnji imaju: SAD, Kina, Brazil, Meksiko, Argentina, a u nekim godinama SAD proizvede oko 50% svjetske proizvodnje. Najveće prinose po hektaru ostvaruju SAD, Francuska i Mađarska od 7,5 do 6,3 t/ha.



Grafikon 1. Deset najvećih svjetskih proizvođača kukuruza (prosjek 2008-2014), (Izvor: FAO stat, 2017.)

U Hrvatskoj je kukuruz vodeća kultura po površinama koje variraju (Tablica 2.), a kreću se oko 300 000 ha sa prosječnim prinosom od 4,5 t/ha. Ima najveći potencijal rodosti od svih žitarica.



Tablica 2. Proizvodnja kukuruza, požnjevena površina i prosječni prinos kukuruza u razdoblju 2000 - 2014. u Hrvatskoj

Godina	Proizvodnja (t)	Požnjevena površina (ha)	Prinos (t/ha)
2000.	1 190 000	292 000	4,1
2001.	1 733 000	306 000	5,7
2002.	1 956 000	307 000	6,4
2003.	1 279 000	305 000	4,2
2004.	1 932 000	306 000	6,3
2005.	2 207 000	319 000	6,9
2006.	1 935 000	296 000	6,5
2007.	1 425 000	289 000	4,9
2008.	2 505 000	314 000	8,0
2009.	2 183 000	297 000	7,4
2010.	2 068 000	297 000	7,0
2011.	1 734 000	305 000	5,7
2012.	1 298 000	299 000	4,3
2013.	1 874 000	288 000	6,5
2014.	2 030 000	290 000	7,0
Prosjek	1 823 000	300 690	6,1

(Izvor: Statistički ljetopis 2015.)

Zatim ima veliku upotrebnu vrijednost, od korištenja za ljudsku prehranu, ishranu stoke te za različite vidove industrijske prerade jer je sirovinaska baza za preko 1000 proizvoda (prehrambena industrija, škrob, alkohol, ulje, papir i plastične mase, dječja hrana, lijekovi, kozmetika, tekstil, kemijski proizvodi, u građevinarstvu). U stočnoj hrani se koristi zrno kao glavna sirovina, a sadrži 70 do 75% ugljikohidrata, oko 10% bjelančevina, oko 5% ulja, oko 15% mineralnih tvari, oko 2.5% celuloze.

Podrijetlo kukuruza je Srednja Amerika i južni Meksiko. Prema arheološkim nalazima starosjedioci tih prostora su tisućama godina koristili primitivne tipove kukuruza. Pretpostavlja se da je podrijetlom iz biljke teozinte sa kojom ima najviše sličnosti, a kulturni kukuruz je nastao kao rezultat evolucije i sustavnog odabira najboljih klipova tijekom godina.

Kao kultura je vrlo značajan jer je zbog velikih površina najčešća predkultura u agrotehnici. To može biti pozitivno zbog kvalitetne obrede tla i bolje gnojidbe, ali je negativna strana što ostavlja veliku vegetativnu masu koja otežava obradu i to što se kasno skida, pa je sjetva ozimih kultura problematična.

### **1.3. Sustavi obrade tla**

Obrada tla je jedan od najvažnijih agrotehničkih zahvata u poljoprivrednoj proizvodnji kojom se nastoje osigurati povoljni uvjeti za klijanje i nicanje sjemena te pravilan razvoj korijena. Tijekom višetisućljetnog razvoja nastali su različiti sustavi obrade tla koji su manje ili više efikasni i korisni za agroekosustav na poljoprivrednom zemljištu. U današnje vrijeme se daje sve veći naglasak na boljem razumijevanju učinaka obrade na tlo i njezinoj adaptaciji na agroekološke uvjete na konkretnom zemljištu. Zbog očiglednih loših utjecaja konvencionalne poljoprivrede koja je neadekvatna i preintenzivna što dovodi do degradacije tla, kvarenja strukture, smanjenja organske tvari, pojave erozije, izostanka ulaganja u tlo i dr., osmišljeni su drugačiji sustavi obrade kao što su reducirana i konzervacijska obrada sa svojim varijacijama.

U uvjetima globalnih klimatskih promjena, sve češćih vremenskih aberacija, kao i potrebe za akumulacijom, skladištenjem, ali i odvodnjom suvišne vode, značaj pravilnog odabira sustava obrade tla sve više dobiva na značaju (Jug. i sur. 2015.). Pred suvremenu obradu tla sve više se nameću njezini fizikalni, kemijski i biološki aspekti, kao i njeni ekološki, proizvodni, organizacijski, energetske i ekonomski atributi. I upravo zbog potrebe za uvažavanjem svih ovih aspekata koji su vrlo bitni za održivost poljoprivredne proizvodnje u budućnosti, kao i sprečavanja daljnje degradacije tala, konzervacijski način obrade tla može imati vrlo značajnu ulogu (Jug 2018.).

Ti sustavi imaju za cilj, ne samo visoku produktivnost, nego očuvanje tla kao živog, biološkog temelja koji se lako uništi, ali teško obnavlja. Reducirani sustavi u usporedbi sa konvencionalnim pristupom obradi tla su se pokazali učinkovitijima sa biološkog, ekološkog i ekonomskog aspekta, uz istovremeno očuvanje drugih bitnih čimbenika ekosustava. A kao bitna prednost reduciranih sustava je mogućnost prilagodbe i ublažavanja klimatskih promjena (Jug i sur. 2017.).

Reducirana obrada za razliku od konvencionalne u kojoj je glavni zahvat oranje kojim se okreće tlo, a narušava kvaliteta tla, predstavlja ekonomičniju obradu s manjim brojem zahvata i prohoda koji se nastoje objedinjavati, kombinirati ili se čak nastoji izostavljati obradu ovisno o klimatskim, zemljišnim i gospodarskim uvjetima. Tlo se nastoji što manje narušavati bez okretanja. Koriste se oruđa koja su odgovarajuća trenutnom stanju tla kako

ne bi dolazilo do narušavanja svojstava tla, a na površini tla ostaje više od 15% žetvenih ostataka koji štite tlo od negativnih utjecaja kao što je izloženost temperaturnom stresu, eroziji, gubitku vlage iz tla, kvarenju strukture zbog utjecaja oborina i dr. Reducirana obrada tla se sastoji od minimalne obrade, izostavljene, racionalne i konzervacijske. Minimalna obrada predstavlja smanjivanje zahvata operacija, njihovo izostavljanje, povezivanje, smanjivanje dubine obrade, te stoga i smanjivanje troškova. Kod izostavljene obrade se tlo ne obrađuje, već se samo provodi sjetva, a poželjno je da je tlo permanentno prekriveno malčem. Kod racionalne obrade se također nastoji smanjiti broj prohoda, spajaju se razna oruđa u jednom proходу s ciljem povećanja učinkovitosti obrade i pojeftinjenja proizvodnje. Daljnji stupanj u reduciranju obrade je konzervacijski pristup čija je glavna značajka da na tlu ostaje više od 30% žetvenih ostataka. A temelji se na trima postulatima, koji kontekstualno ujedinjuju klimu-tlo-biljku, uvažavajući agroekološke i socioekonomske različitosti. Te postulate čini: minimalno narušavanje tla obradom gdje se kondicija tla održava primjenom minimalnog seta radnih zahvata obrade bez okretanja tla; permanentna pokrivenost tla biljkama ili biljnim ostacima zadržavanjem biljnih ostataka prethodnog usjeva, sjetvom postrnih ili međuusjeva: rotacija usjeva, odnosno plodosmjena s ciljem održavanja biodiverziteta iznad tla i u tlu, uzgoj biljaka različitog intenziteta ukorjenjivanja, te izbjegavanje pojave bolesti i štetočina.

#### **1.4. Cilj istraživanja**

Cilj ovoga rada bio je utvrditi produktivnost ozime pšenice i kukuruza pri različitim sustavima reducirane obrade tla kao i različitim gnojidbenim dozama dušika u usporedbi s konvencionalnim sustavom obrade tla.

## 2. PREGLED LITERATURE

Danas postoji i lako je dostupna brojna literatura domaćih i stranih autora koji se bave problematikom kvalitativnih svojstava ratarskih (ali i drugih) kultura uzgajanih po principima reducirane obrade tla. U ovom pregledu literature će biti navedeni najrelevantniji domaći i strani autori s pregledom različitih aspekata problematike reducirane obrade tla, a prvenstveno u uzgoju kukuruza i ozime pšenice

Butorac (1986.) navodi kako prva istraživanja i novi znanstveni pristupi vezani za problematiku obrade tla i načina proizvodnje datiraju iz 19. stoljeća. Međutim zbog nedovoljno razvijene tehnologije i nedovoljnih spoznaja, istraživanja i pokusi rezultirali su sa slabim uspjehom.

Kao zaključak svog istraživanja Holland (2004.) navodi kako je 16% poljoprivrednog zemljišta u Europi u procesu degradacije, a dalekosežne posljedice tog procesa poljoprivrednici i državne institucije ne zapažaju. Autor navodi kako se korištenjem reduciranih i konzervacijskih sustava može uvelike zaustaviti degradacija, ali i zagađenje pitke vode koja se zagađuje raznim polutantima infiltracijom zagađene površinske vode kroz tlo.

Na prostorima panonske regije primjena reduciranih i/ili konzervacijskih sustava obrade tla još nije dostigla realno zasluženu razinu. Najčešći su ekonomsko-socijalni: znanje, tradicija, tehnika, implementacija znanosti, te biološki razlozi: klima, tlo, voda, organizmi i dr. (Jug i sur. 2015.). Ipak, usporedba panonske regije s ostatkom Europe ukazuje na značajniji agroekološki potencijal širenju ovakve tehnologije (Ceglar 2018.), jer se njezinom primjenom mogu značajno smanjiti negativne posljedice promjene klimatskih uvjeta nad panonskim bazenom sa češćim pojavama suhih i vrućih perioda.

Kao jedan od bitnih činitelja degradacije tla je erozija, posebice na nagnutim terenima. Butorac i sur. (2006.) zaključuju kako se konzervacijskim, odnosno sustavom gdje se ostavljaju biljni ostatci na površini tla koji tvore malč, može efikasno sprječavati nastanak erozije. Zatim se različitim načinima obrade drugačije djeluje posebice na fizikalna svojstva tla, ali i na kemijska i biološka. Ta sva svojstva mogu biti jasan pokazatelj za prikladnost pojedinih tipova tala za određene sustave obrade.

Bitan pokazatelj kvalitete tla je plodnost, odnosno sadržaj ugljika i dušika. Havlin i sur. (1989.) su nakon dugogodišnjih istraživanja utjecaja različitih sustava obrade tla zaključili kako na povećanje plodnosti i kvalitete tla upravo imaju reducirani sustavi obrade tla, koji uključuju konzervacijski sustav, direktnu sjetvu, ali i obavezan plodored.

Sadržaj organske tvari u tlu je bitan pokazatelj plodnosti i kondicije tla. Učestalo smanjivanje sadržaja organske tvari koje traje već nekoliko stoljeća zbog postupnog povećanja dubine obrade, najčešće oranjem, bitan je razlog za propitkivanja klasičnih načina obrade. Po količini organske tvari u tlima istočne Hrvatske se vidi da je došlo do ozbiljne degradacije tla na tom prostoru. Naime, Đurđević i sur. (2018.) primijenivši razne metode mjerenja sadržaja organske tvari tla, došli su do zabrinjavajućih rezultata koji pokazuju da su tla Osječko-baranjske županije sa vrlo malim sadržajem organske tvari koja se kreće najčešće od 0,88 do 2,5%, a površine sa većim sadržajem od 2,5% su bitno manje.

Birkas i sur. (2018.) su napravili analizu negativnih učinaka oranja na procese degradacije tala i utjecaj sve češćih ekstremnih vremenskih prilika u takvom sustavu obrade. Također i povoljnost upotrebe pojedinih zahvata u vlažnom i suhom tlu. Kako bi se izbjegle negativne posljedice oranja kao što su: narušavanje strukture tla, gubitak vode, erozija i narušavanje bioloških svojstava, predložili su, a istraživanjem i zaključili kako su gotovo svi načini reducirane obrade manje štetni za tlo od oranja. Obrade rahljenjem, kultiviranjem, tanjuranjem i njihovim kombinacijama ovisno o stanju tla, postižu se dobri rezultati u smanjenju degradacije tala.

Mihalić i Butorac (1969.) su proveli istraživanje utjecaja različite dubine oranja na pseudogleju sjeverozapadne Hrvatske. Zaključili su da je kukuruz povoljno reagirao na dublju obradu tla. Do istog su zaključka došli Mađarić i sur. (1970.) na lesiviranom smeđem tlu i Butorac i sur. (1974.). Također Butorac i sur. (1979. i 1981.) u pokusu na pseudogleju utvrđuju da se na konvencionalnom načinu obrade ostvario bolji prinos kukuruza nego na izostavljenoj obradi. Nadalje zaključuju da postoje određeni pokazatelji koji potvrđuju mogućnost povremenog reduciranja obrade tla za kukuruz. Kada su pokusi provedeni u periodu povoljnih fizikalno-kemijskih uvjeta i klimatski povoljnim godinama za uzgoj jarih usjeva, rezultati reducirane obrade tla su se približili onima koji su ostvareni na konvencionalnom sustavu obrade.

Martinez i sur. (2008.) navode kako na uspjeh reducirane obrade tla ima utjecaj niz čimbenika, a jedni od bitnijih su klima područja na kojem se uzgaja usjev, vrijeme koje je proteklo od početka primjene direktne sjetve na određenom tlu, ali i tip tla jer različiti tipovi drugačije reagiraju na različite varijante obrade tla. Uz pozitivan utjecaj na eroziju i akumulaciju vode, dolazi do smanjenja troškova proizvodnje u odnosu na konvencionalne metode koje koriste oranje kao obavezni zahvat.

Prema rezultatima istraživanja koje su proveli Jug i sur. (2006.) na černozeu u Baranji sa različitim varijantama obrade tla za kukuruz, može se zaključiti kako je na visinu prinosa glavnu ulogu prvenstveno imala godina uzgoja, a potom varijante obrade. Na konvencionalnom sustavu su ostvarivani najveći i najstabilniji prinosi nego na reduciranom sustavu obrade. Međutim zbog različitih vremenskih uvjeta tijekom istraživanja prinosi zrna su dosta varirali po sezonama. Također su Jug i sur.(2008.) na temelju istraživanja od 1998. do 2001. na černozeu u Baranji o utjecaju sustava obrade tla na uzgoj ozime pšenice kao zaključak naveli da na konvencionalnom sustavu nije ostvaren najveći prinos i najbolje komponente prinosa. Na varijanti sa višekratnim tanjuranjem je ostvaren prinos od 6,43 t/ha, sa jednokratnim tanjuranjem 6,22 t/ha, sa rahljenjem i tanjuranjem 6,21 t/ha, na konvencionalnoj obradi 6,20 t/ha i na direktnoj sjetvi 5,43 t/ha. Također zaključuju kako je ekonomski najisplativija varijanta sa višekratnim tanjuranjem, pa sa direktnom sjetvom, a najmanje je ekonomski opravdan konvencionalni sustav.

Zimmer i sur. (2004.) u svojim istraživanjima zaključuju kako je konvencionalni sustav obrade tla sa oranjem daleko najveći potrošač energije i rada po jedinici površine u odnosu na varijante reducirane obrade. Primjenom reducirane obrade moguće je ostvariti manje troškove, te i na taj način osigurati bolju rentabilnost ratarske proizvodnje.

Košutić i sur. (2006.) su proveli pokus kojim se htjelo vidjeti kakav je utjecaj tri različita sustava obrade tla u usjevima pšenice i soje. Pokus se sastojao od konvencionalnog, konzervacijskog i sustava sa direktnom sjetvom. Prinos soje bio je najveći na sustavu bez obrade, dok je prinos pšenice na izostavljenoj obradi bio 6,79 t / ha, a na konvencionalnoj 6,49 t /ha. 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 i 6,49 t/ha u konvencionalnom sustavu. Najveća potrošnja goriva je bila kod konvencionalne obrade, odnosno ušteda u reduciranom sustavu kod pšenice je bila 32.5%, a

kod soje 31.8% energije. Sa izostavljenom obradom je ostvarena ušteda 90% energije kod pšenice. Dok mogućnost smanjenja ljudskog rada varira od 30% kod reducirane obrade, pa sve do 88% kod izostavljene.

Tolessa i sur. (2007.) su proveli pokus kojim su htjeli dobiti odnos tri sustava obrade sa tri varijante gnojidbe dušikom. Varijante obrade su bile: konvencionalna, minimalna sa žetvenim ostacima i minimalna bez žetvenih ostataka, a varijante gnojidbe su bile: sa preporukom, sa 25% više i sa 25% manje od preporuke. Ostvareni prinosi kukuruza prve dvije godine su bili veći na minimalnim varijantama, dok je prinos na konvencionalnom sustavu bio manji. Slijedeće dvije godine veći prinos je bio na konvencionalnoj i minimalnoj obradi bez žetvenih ostataka. Kao zaključak su utvrdili da varijanta sa preporučenom količinom dušika na minimalnoj obradi sa žetvenim ostacima donosi dobre rezultate u sličnim klimatskim prilikama, a u cijelosti međusobni utjecaj sustava obrade i količine dušika nije od velikog značaja na visinu prinosa.

Brazilski znanstvenici Sangoi i sur.(2007.) su proveli trogodišnje pokuse kojim su proučavali utjecaj obrade i gnojidbe dušikom na prinos zrna kukuruza i na opravdanost primjene dušičnih gnojiva na tlu bogatom organskom tvari. Na kraju istraživanja su zaključili kako na prinos zrna utjecaj obrade nije bio značajan.

Istraživanje o utjecaju četiri sustava obrade tla i pet tretmana gnojidbe su radili Feng i sur. (2014.), a u rezultatima su dobili da se prinos pšenice i kukuruza na konvencionalnom sustavu značajno ne razlikuje od prinosa na tretmanima sa tanjuranjem i reduciranom obradom, ali je bio bitno viši u odnosu na dobiveni prinos na tretmanu sa izostavljenom obradom. Gnojidba sa 158 kg/ha dušika za pšenicu i 203 kg/ha dušika za kukuruz se pokazala dobrom za povećanje prinosa na reduciranoj obradi.

Međudjelovanje različitih sustava obrade i određenih razina gnojidbe na vegetativne faze kukuruza, odnosno na nicanje, cvatnju i tehnološku zriobu istraživali su Dragičević i sur. (2012.) na tlima kod Zemuna. Cilj je bio doći do rezultata sadržaja dušika u tlu i uroda zrna u uvjetima sa navodnjavanjem i bez navodnjavanja. Na tretmanu usjeva kukuruza bez navodnjavanja i bez obrade tla povećao se sadržaj vlage u tlu za vrijeme cvatnje. Najveći sadržaj dušika evidentiran je u uvjetima bez navodnjavanja tijekom sušne godine. A najveći prinos zrna je postignut na konvencionalnom sustavu obrade tla.

Nakon provedenih istraživanja De Vita i sur. (2007.) dolaze do zaključaka da je prednost direktne sjetve tijekom sušnih godina ili u aridnijim područjima. Ondje su ostvareni viši prinosi pšenice na no till sustavu obrade u prve dvije godine pokusa, a u trećoj je veći prinos bio na konvencionalnom sustavu obrade.

Vrandečić i sur.(2019.) su radili istraživanje međusobnog utjecaja konzervacijskih sustava obrade i različitih razina gnojidbe dušikom na mogućnost zaraze pšenice vrstama *Fusarium*. Pokus se sastojao od dvije lokacije sa pet sustava obrade tla: konvencionalna obrada sa oranjem do 30 cm, podrivanje na dubinu 35-40 cm, rahljenje do 25 cm, tanjuranje na 10-15 cm i direktna sjetva bez obrade, te od tri razine gnojidbe dušikom: za 30% umanjena količina od preporučene, prema preporuci i uvećana za 30% u odnosu na preporuku. Kod svih proučavanih tretmana je došlo do zaraze *Fusarium* vrstama, međutim je najniži postotak pojavnosti bio kod konvencionalne obrade na jednoj lokaciji, a na drugoj lokaciji je najmanja zaraza bila na tretmanu sa direktnom sjetvom. Na varijanti umanjene gnojidbe je bila manja učestalost pojave zaraženih zrna.

U istraživanjima Gonzales i sur. (1988.) sa direktnom sjetvom na teškim glinovitim tlima bez navodnjavanja došli su do zaključka kako se veća količina vode sačuva konzervacijskim sustavima nego konvencionalnim zbog toga što tlo u takvim uvjetima ima veću sposobnost vezanja vode. Zbog toga je prinos bio veći u sezonama sa nedostatnom količinom vode.

Žugec i sur. (2002.) nakon provedenih istraživanja zaključuju da određeni tretmani obrade na černozeu pokazuju kako je unatoč smanjenju prinosa moguće imati profitabilnu proizvodnju. Zbog toga što u odnosu na konvencionalnu obradu, u varijantama reducirane obrade dolazi do značajnih smanjenja troškova od 3,5 pa i do 37,3%, a s time raste i dobit od 3,6 do 25,8%. Dok u drugim istraživanjima Žugec (1984.) zaključuje da varijante obrade tla s potpuno izostavljenom obradom tla drastično smanjuju prinos zrna kukuruza. A kao razlog tome navodi da za ovaj tip proizvodnje ne odgovaraju agroekološki uvjeti zbog česte pojave nedostatka vode u srpnju i kolovozu, te veća pojavnost korova. Do sličnih rezultata dolaze Stipešević i sur. (1999.) kada su u istraživanjima utjecaja reducirane obrade tla za kukuruz došli do zaključka da je bolji prinos u varijanti sa oranjem, ali da su mogući i drugi načini obrade. Do potpuno suprotnih rezultata došli su Zimmer i sur. (1997., 1999. i 2000.). Oni su utvrdili da su ostvareni prinosi zrna kukuruza na pseudogleju pri izostavljanju obrade



bili do 4-10% manji u odnosu na konvencionalnu obradu, no uzimajući u obzir uštedu energije, izostavljanje obrade se pokazalo vrlo efikasnim u odnosu na konvencionalni sustav obrade tla.

Košutić i sur. (1994. i 1996.) na pseudogleju na zaravni ukazuju na nešto niže prinose kukuruza sa reduciranom obradom tla, ali i na puno manji utrošak ljudskog rada na varijantama gdje je bio primijenjen jedan od načina reducirane obrade tla.

Jedan od većih problema u reduciranim i konzervacijskim varijantama obrade tla je veća pojavnost i populacija korova. Tuesca i sur. (2001.) u istraživanju koje je trajalo od 1991. do 1997., kojim se htjelo utvrditi utjecaj različitih varijanti obrade na pojavnost korova u agroekosustavu usjeva pšenice, soje i kukuruza. Autori su zaključili kako su širokolisni korovi u pšenici bili brojniji u konvencionalnoj obradi tla u 4 od 6 godina, u odnosu na izostavljenu obradu, a uskolisni i višegodišnji korovi su se nepravilno pojavljivali u ovisnosti o sustavu obrade tla. Također navode i kako se spektar korova značajno promijenio nakon višegodišnjeg izostavljanja obrade tla.

U dobro gospodarenje sa reduciranim načinom obrade tla spada i upotreba postrnih usjeva, odnosno pokrovni usjevi koji imaju višestruku namjenu. Štite tlo od erozije, temperaturnih stresova, čuvaju biološka i fizikalna svojstva, mogu čuvati vlagu tla, zadržavaju hraniva, a njihovom inkorporacijom u tlo se povećava organska tvar. Međutim, može biti problema sa pojavom korova što pokazuje rad Brozović i sur. (2018.) gdje su istraživali pojavnost korova u ozimom pokrovnom usjevu nakon kojega je slijedila sjetva kukuruza kokičara. Najmanja brojnost korova je bila na kontrolnom tretmanu, dok je na svim varijantama pokrovnog usjeva bio veći broj korova. Kao postrni usjevi mogu biti razne kulturne biljke, ponajviše iz porodica trava i grahorica, a sirak se pokazao kao vrlo dobar za tu namjenu što se vidi iz istraživanja Stipešević i sur. (2018.). Sa različitim sortama je ostvaren dobar prinos biomase uz korištenje dušičnih folijarnih gnojiva. Sirak dobro podnosi nedostatak vlage, što je vrlo često tijekom ljeta, a ni obrada tla poslije glavnog usjeva nije zahtjevna. Jedan od čimbenika ostvarivanja dobrog prinosa je sve češća pojava produžetka vegetacije, perioda bez pojave mraza.

Prema istraživanju Azeveda (1975.) smanjenje broja zahvata i dubine obrade dovelo je do pozitivnog djelovanja na fizikalna svojstva tla, zatim do povećanja sadržaja organske tvari i

ukupnog dušika te boljeg C/N odnosa u oraničnom i podoraničnom sloju, ali i omogućilo efikasnije korištenje mehanizacije. Korovi su efikasno suzbijeni herbicidima, a postignuta je veća gustoća sklopa što je dovelo do većih prinosa. Pokusi su provedeni na usjevima pšenice, uljane repice i određene krmne kulture, a rezultati na direktnoj sjetvi su bili na razini ili veći nego na konvencionalnoj obradi tla.

Rumunjski istraživači Pintilie i sur. (1979.) su se bavili problematikom reducirane obrade tla te su zaključili kako su pojedine kulture različito djelovale na ovakav sustav obrade u različitim klimatsko – zemljišnim uvjetima. Te bi stoga trebalo povremeno izmjenjivati duboku obradu sa reduciranom. Naglašavaju da bi za kukuruz, suncokret i soju ovakav sustav obrade bio moguć zbog primjene herbicida, ali bi se svakako trebalo i povezivati određene zahvate što isto dovelo do minimalizacije obrade što opet ima niz pozitivnih rezultata, kako sa ekonomskog, tako i biološko-edafskog aspekta.

Bonciarelli i sur. (1982.) navode kako je konvencionalna obrada tla, odnosno duboko oranje zahvat pri kojem se ostvaruju veliki troškovi, dolazi do gubitaka energije i vremena. Takav način skupog gospodarenja je moguće smanjiti reduciranjem dubine obrade tla, odnosno izbacivanjem lemešnog pluga i zamijeniti ga drugim oruđima. Duboko oranje skuplji je način obrade od obrade sa čizelom ili podrivanjem koje troši manje energije, a učinci su isti. Također navode da se ostvaruju najveće uštede minimalnom obradom ili plitkim oranjem. Prema danskom znanstveniku Hansenu (1976.) dolazi se do zaključka da je u uvjetima humidne klime moguće smanjiti broj zahvata u određenim prilikama. Također je moguće reducirati zahvate u jesen i u proljeće te na pjeskovitim tlima. Istraživanja su pokazala da direktnom sjetvom i reduciranom obradom dolazi do smanjenja prinosa kod jarjih žitarica na većini tipova tala. Ali se ipak kod ozime pšenice ostvaruju prinosi kao i kod uobičajenog oranja i predsjetvene pripreme. Navodi kako je jedan od bitnih učinaka smanjenja zahvata i smanjenje potrošnje goriva i ljudskog rada, pa je tako kod direktne sjetve smanjenje potrošnje goriva 70 do 80%, a količina ljudskog rada od 70 do 75%.

Prema istraživanju Birkas i sur. (2018.), s ciljem istraživanja nedostataka oranja te njegov negativan utjecaj na tlo, a prema višegodišnjim istraživanjima na černozeu od 2002. godine, dokazana je degradacija tla redovnim oranjem zbog kvarenja strukture tla. Autori nadalje navode kako dolazi do formiranja pokorice zbog gubitka organske tvari, zatim smanjenje populacije gujavica koje su pokazatelj kvalitete i zdravlja tla. Također je tvrdnja

kako oranje smanjuje pojavu korova, više nego diskutabilna. Međutim, u prvim godinama pokusa najveći prinosi su ostvareni sa dubljim obradama, no to se u kasnijim godinama promijenilo dijelom i zbog ekstremnih klimatskih uvjeta.

Prema zaključcima finskog znanstvenika Pitkanena (1989.) reduciranom obradom tla je moguća proizvodnja dominantnih kultura kao što je pšenica, uljana repica, krumpir i šećerna repa, bez obzira što su nepovoljni klimatski uvjeti i nepovoljni tipovi tala u Finskoj. Pozitivni rezultati su dobiveni iz pokusa uzgoja jarih žitarica sa reduciranim načinom obrade tla, međutim naglasak je na obaveznom suzbijanju korova sa dubokim korijenovim sustavom. U svojim istraživanjima nije imao problema sa bolestima i štetnicima. A kao bitan rezultat reducirane obrade navodi pozitivan utjecaj na stabilnost agregata i povećanje kapaciteta za vodu u suhim razdobljima. Također je evidentirano i povećanje broja gujavica što je pokazatelj dobrog stanja tla. Do povećanja broja gujavica u tlu dolazi zbog žetvenih ostataka koji ostaju na tlu koji čuvaju vlagu i toplinu što pogoduje gujavicama. Također se oranjem narušavaju hodnici koje prave gujavice, a to povećava infiltraciju vode kroz tlo. Morgun i Šikula (1984.) u pokusima bez obrade tla oranjem došli su do rezultata da se broj gujavica povećao 4 do 5 puta u površinskom sloju od 0 do 10 cm. U usjevu kukuruza u sustavu bez oranja evidentiran je porast broja gujavica 8 do 17% u odnosu na usjev kukuruza kojem je prethodila obrada oranjem.

Utjecaj različitih sustava obrade tla na broj gujavica u tlu i prinos zrna su istraživali Francis i Knight (1993.). Pokus je bio proveden na dvije lokacije na Novom Zelandu tijekom devet godina. Urod pšenice i veći broj gujavica je evidentiran na izostavljenoj obradi, međutim zaključili su da bi se održala visina prinosa na istoj razini kao sa konvencionalnom obradom potrebno je aplicirati dodatnu količinu dušika od 15 do 45 kg /ha.

Istraživanje utjecaja različitih sustava obrade tla za usjev pšenice (konvencionalna, minimalna i izostavljena) s različitim količinama gnojidbe u plodoredu sa uljanom repicom i kukuruzom su proveli Rieger i sur. (2008.). Prinosi se nisu jako razlikovali, prinos pšenice je bio manji na izostavljenoj obradi za 3% u odnosu na konvencionalnu i minimalnu obradu. Razlog tome je ostvaren manji broj klasova po jedinici površine i manja masa 1000 zrna. Tretmani gnojidbe se nisu pokazali značajnim utjecajem na prinos, ali je evidentirano da je prinos pšenice bio veći nakon uljane repice nego poslije usjeva kukuruza.

Međuovisnost gnojidbe dušikom i različitih sustava obrade tla na urod kukuruza su istraživali Wasaya i sur. (2011.). Tretmane obrade tla su činili konvencionalni (oranje sa dvije kultivacije) i reducirani sustav (rahljenje sa dvije kultivacije). Gnojidba dušikom je iznosila 100, 150, 200 kg/ha. Kao rezultat istraživanja je dobiveno da varijanta obrade i visina gnojidbe značajno utječu na prinos. Veći i teži klipovi i veća masa 1000 zrna je ostvarena na reduciranom sustavu u odnosu na konvencionalni. Povećanje gnojidbe dušikom sa 200 kg/ha je utjecalo na povećanje prinosa kukuruza.

Gholami i sur.(2014.) su u Iranu istraživali kako različiti sustavi obrade utječu na fizikalna svojstva tla, prinos i komponente prinosa pšenice u uvjetima sa navodnjavanjem. Prema rezultatima su zaključili kako gustoća tla opada od izostavljene prema konvencionalnoj (1,41-1,29 g/cm<sup>3</sup>), a poroznost raste od izostavljene prema konvencionalnoj koja varira od 47,58 do 52,45%. Prinosi su značajno varirali u odnosu na varijante obrade, na konvencionalnoj je ostvaren najviši u iznosu od 6.8 t/ha, dok je na izostavljenoj obradi iznosio 5,2 t/ha.

Videnović i sur. (2011.) su istraživali tijekom deset godina međuovisnost konvencionalne, reducirane i izostavljene obrade sa različitim tretmanima gnojidbe NPK gnojivima (0, 258 i 516 kg/ha, formulacije 58:18:24) na prinos kukuruza na tlima kod Zemuna u Srbiji. Kao rezultat se pokazalo da su svi faktori ( obrada, gnojidba i godina uzgoja) bili značajni za prinos. A na temelju desetogodišnjeg prosjeka najveći urod je bio ostvaren na konvencionalnoj obradi 10,61 t/ha, a prosječni prinosi na reduciranoj i izostavljenoj 8,99 i 6,68 t/ha. U odnosu na gnojidbu najveći prinos od 9,56t/ha je bio ostvaren sa najvećom razinom gnojidbe, a najniži sa 7,71 t/ha na tretmanu bez gnojidbe.

Jug i sur. (2019.) su istraživanje proveli na dvije lokacije, odnosno na dva tipa tla, pseudogleju i hipogleju sa različitim varijantama obrade tla i gnojidbe različitim razinama dušika kako bi se utvrdilo koji način obrade i gnojidbe je povoljan za uzgoj na takvim tlima. Pokus je proveden na pšenici i kukuruzu tijekom dvije godine. Najveće zbijanje tla tijekom obje godine i na svim načinima obrade bilo je na hipogleju, a poroznost je bila veća na pseudogleju. Na konzervacijskom sustavu obrade je ostvaren najviši prinos pšenice i žetveni indeks. Svi tretmani obrade tla na oba tipa tla su dali dobre rezultate sa izuzetkom obrade čizelom na hipogleju gdje je ostvaren nizak rezultat. Prinos kukuruza je bio podjednak na pseudogleju na svim tretmanima obrade, a žetveni indeks je bio najveći na konzervacijskom

tretmanu. Dok je najniži prinos kukuruza ostvaren na hipogleju bez obrade, ali bez razlike u žetvenom indeksu. Učinkovitost količine dušika je ovisila prvenstveno o tipu tla, klimatskim elementima i načinu obrade tla, ali je preporučena razina gnojidbe imala najveći utjecaj na prinos. Međutim, primjena dušika je pokazala veću učinkovitost na hipoglejnom, nego na pseudoglejnom tipu tla. Na temelju rezultata se može zaključiti kako tip tla, ali i klimatski uvjeti tijekom vegetacije imaju veliki utjecaj na mogućnost odabira sustava obrade tla. Ali se također potvrđuje da je moguća zamjena konvencionalne obrade nekim reduciranim sustavima.

Utjecaj plodoreda, obrade tla i gnojidbe dušikom na prinos i komponente prinosa ozime pšenice su istraživali latvijski znanstvenici Litke i sur. (2017.). Tretmani pokusa su bili takvi da je pšenica uzgajana u monokulturi te u plodoredu sa uljanom repicom. Sustavi obrade su bili konvencionalni i reducirani, a gnojidba dušikom sa 8 varijanti (0, 60, 90, 120, 150, 180, 210 i 240 kg ha<sup>-1</sup>). Kao rezultate iznose da je na prinos, kao i na komponente prinosa izuzetan značaj imao dušik u svim varijantama obrade i plodoreda. Također je uzgoj pšenice u plodoredu pridonio porastu prinosa i na masu 1000 zrna. Na tretmanu sa konvencionalnim sustavom obrade prinos je bio veći i broj zrna po klasu, dok je na tretmanu sa reduciranim sustavom bio veći broj klasova po m<sup>2</sup>.

Nakon provedenog pokusa koji je trajao četiri godine Jug i sur. (2011.) su evidentirali da urod na tretmanima sa reduciranim sustavom nije značajno manji u odnosu na konvencionalni sustav obrade. Konvencionalni sustav je bolje utjecao na masu biljke, broj zrna po klasu i hektolitarsku masu, ali nije imao utjecaj na masu 1000 zrna i koeficijent busanja. Te su stoga zaključili da pojedini reducirani i konzervacijski sustavi mogu sa dobrim uspjehom zamijeniti konvencionalni sustav.

Prema istraživanju Carman (1997.) gdje se istraživao učinak četiri različita sustava obrade tla koji se sastojao od oranja, obrade roto drljačom, dubinskim rahljačem s diskovima i tanjuranjem. Zaključak je bio da su sustavi obrade tla imali značajan utjecaj na nicanje i prinos pšenice. Indeks stope prinosa pšenice varirao je od 3065 kg ha do 4265 kg ha. Najveći prinosi dobiveni su dubinskim rahljačem sa diskovima.

Stipešević i sur. (2019.) su proveli dvogodišnje istraživanje reakcije sudanske trave (*Sorghum bicolor* L.) na različite varijante obrade tla i razine gnojidbe dušikom, koje je

provedeno na tri lokacije sa tri varijante obrade tla: konvencionalna sa oranjem i tanjuranjem, reducirana obrada sa tanjuranjem i sjetvospremačem te reducirana obrada sa jednim prohodom tanjurače. Najveći prinosi su ostvareni sa reduciranom obradom sa jednim prohodom tanjuračem. Najveći broj biljaka je ostvaren reduciranom obradom sa dvostrukim prohodom tanjuračem i sjetvospremačem. Smanjenom obradom se utjecalo na manje narušavanje stanja tla što je smanjilo gubitak vlage iz tla. Gnojidba je imala bolji učinak u odnosu na kontrolu, a posebno efikasna se pokazala folijarna prihrana ureom.

Prema šestogodišnjem istraživanju u Italiji Archetti i sur. (1988.) usporedbom tradicionalnog dubokog oranja sa različitim varijantama reducirane obrade tla kao što je dubinsko rahljenje, plitko oranje, minimalna obrada i varijanta bez obrade, dolaze do rezultata kako obrada nije značajno utjecala na prinos pšenice. Također je reducirana obrada utjecala na smanjenje potrošnje goriva i što je vrlo bitno na povećanje organske tvari u površinskom sloju tla. Stoga zaključuju kako se ozima pšenica može uspješno uzgajati i sa drugim varijantama obrade tla.

Prema višegodišnjem istraživanju Čopec i sur. (2015.) koje je provedeno u Slavoniji na učinak različitih sustava obrade tla na sadržaj vode i visinu prinosa kukuruza i ozime pšenice uspoređeni su konvencionalni sustav, reducirana obrada, konzervacijska obrada i izostavljena obrada. Tijekom provođenja pokusa bila je jedna suha, dvije vlažne i jedna prosječna sezona. Sustavi obrade tla imali su značajan učinak na prinos. Najveći prosječni prinos u drugoj godini bio je u no-till sustavu, a tijekom prve i treće godine najveći prinos je ostvaren na konzervacijskoj obradi.

Prema istraživanju Ahmad i sur. (2010.), cilj je bio ispitati utjecaj konvencionalne obrade tla, sustava bez obrade tla, te količine dušika i njegove primjene u različitim fazama rasta. Pokus je proveden tijekom dvije godine u četiri ponavljanja. Sastojao se od sustava bez obrade tla (NT) i konvencionalne obrade (CT) i tri različite razine gnojidbe dušikom (60, 120 i 180 kg/ha). U rezultatima je dobiveno da je na CT i 180 kg N najviše zrna po klasiću, ali u varijanti s obročnom primjenom gnojiva. Također su i ostale komponente prinosa ostvarene sa konvencionalnom obradom tla.

U radu Diaz-Zorita (1999.) ispitivan je učinak različitih tretmana obrade tla i plodnosti na glinastom tipu tla te interakcija gnojidbe dušikom s nekoliko svojstava tla i produktivnosti

kukuruzna u uvjetima suhog ratarenja. Eksperiment je proveden 1995. i 1997. godine u kukuruznom i sojinom usjevu, a sastojao se od tri sustava obrade tla: oranje, obrada čizel plugom i bez obrade. U varijanti sa dubokom obradom vegetativna masa je bila veća za 27%, a prinos zrna kukuruza za 9% u odnosu na varijantu bez obrade. Prinosi su bili u snažnoj korelaciji sa gnojidbom dušikom. U uvjetima bez stresnih uvjeta i suše prinosi nisu u velikoj ovisnosti o obradi tla.

Kassam i sur. (2012.) nakon svojih istraživanja problematike konzervacijske poljoprivrede u suhom ratarenju donose čitav niz prednosti koje se ostvaruju u ovakvoj proizvodnji. A očituju se u ekonomskim, socijalnim i ekološkim koristima što dovodi do veće produktivnosti i dohotka. Također je bolja prilagodba klimatskim promjenama i manja je osjetljivost usjeva na neredovite padaline. Te stoga zaključuju kako je konzervacijski pristup bitan čimbenik održivog upravljanja zemljištem.

Stipešević (1997.) upućuje na to da su u Republici Hrvatskoj provedena brojna istraživanja vezana za ovu problematiku, odnosno za mogućnosti šire primjene reduciranih sustava obrade tla kao zamjene konvencionalnoj obradi, odnosno oranju, prvenstveno zbog manjih troškova proizvodnje. Naravno, prihvaćanje, odnosno uvođenje nekakvih alternativnih sustava obrade tla u širu poljoprivrednu proizvodnju je sporo i otežano. Razlozi za to su tradicionalnost proizvodnje, nedovoljna opremljenost gospodarstva, slaba financijska moć gospodarstva, slaba povezanost poljoprivrednih proizvođača sa znanstveno-istraživačkim institucijama.

U skladu s ekološkim uvjetima za biljnu proizvodnju Butorac (1999.) navodi da sustavi obrade tla trebaju biti regionalni, pa čak i lokalni. Uvijek treba izabrati sustav koji je usklađen s ekološkim prilikama, koji odgovara zahtjevima kulture i financijski je najisplativiji.

Prihvaćanjem reduciranih, odnosno pojednostavljenih sustava obrade tla lakše bi se došlo do rješavanja ekološke, ekonomske i proizvodne problematike. Neprihvaćanje ovakvog sustava ponajviše proizlazi iz tradicionalnih razloga, a treba istaći da Europa, a posebice istočna, ima najveći potencijal za razvitak ovakve tehnologije. Zato je upotreba jeftinije reducirane obrade jedna od mogućnosti prevladavanja nepovoljnih klimatskih, ekonomskih, tržišnih, organizacijskih, socio-ekonomskih i ostalih promjena (Jug i sur., 2015.).

### 3. MATERIJAL I METODE

Istraživanja reakcije ozime pšenice i kukuruza na reduciranu obradu, pri različitim dozama gnojidbe dušikom, provedeni su tijekom dvije tehnološke/vegetacijske godine i to: za kukuruz 2013., a za ozimu pšenicu 2013/2014. godine. Istraživanja su provedena na lokalitetu Čačinci (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N), na tipu tla determiniranom kao: odjel – hidromorfna tla, klasa – pseudoglejna tla, tip – pseudoglej, podtip – na zaravni, varijetet – srednje duboki, forma – distrični. Građa profila istraživnog tipa tla je: P – I Bg – II Bg – C.

Provedenim istraživanjima bilo je obuhvaćeno pet tretmana obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom. Svaki tretman osnovne obrade tla bio je isti za obje istraživane kulture, a dopunska obrada tla kao i tretmani gnojidbe dušikom bili su prilagođeni istraživanoj kulturi.

Glavni tretman istraživanja bila je obrada tla, a istraživano je sljedećih pet sustava:

1. Konvencionalna obrada tla – OR: osnovni zahvat obrade tla bilo je oranje na dubinu od 25-30-35 cm,
2. Podrivanje – PO: osnovna obrada je obavljena na dubinu od 40-45 cm,
3. Rahljenje – RA: osnovna je obrada provođena na dubinu oranja 25-30-35 cm,
4. Tanjuranje – TA: osnovna obrada tanjuranjem provođena je na dubinu 20-25 cm
5. Direktna sjetva – DS: obrada tla je u potpunosti izostala, a sjetva je obavljena izravno.

Podtretman istraživanja bila je gnojidba dušikom, a tretmani su bili sljedeći:

- N1 – gnojidba umanjena za 50% u odnosu na gnojdbenu preporuku
- N2 – gnojidba prema gnojdbenoj preporuci
- N3 – gnojidba uvećana za 50% u odnosu na gnojdbenu preporuku

Gnojdbena preporuka izrađena je na temelju kemijske analize tla (Tablica 3.) za dušik, fosfor i kalij, a određena je kompjutorskim ekspertnim programom ALRxp v13.46.

Tablica 3. Kemijski sastav tla na lokaciji istraživanja

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



Gnojidba fosforom i kalijem je bila ujednačena za sve sustave obrade tla i sve varijante gnojidbe, dok je gnojidba dušikom varirala ovisno o gnojidbenom tretmanu (Tablica 4.).

Tablica 4. Gnojidba na za obje istraživane kulture (kg ha<sup>-1</sup>)

Kultura	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N1	N2	N3
Kukuruz	150	150	133	200	267
Oz. pšenica	100	110	80	115	150

Veličina osnovne parcele obrade tla iznosila je 600 m<sup>2</sup> (20m x 30m), dok je veličina osnovne parcele obrade tla iznosila 195 m<sup>2</sup> (6,5m x 30m). Pokus je izveden u četiri ponavljanja, sa slučajnim rasporedom parcela po ponavljanjima. Predusjev kukuruza je bila ozima pšenica (prije postavljanja pokusa, a ozimoj pšenici kukuruz). Zaštita protiv korova, bolesti i štetnika bila je ujednačena za sve varijante obrade tla.

Istraživana sorta pšenice bila je "Lucija" (kreacija Poljoprivrednog instituta Osijek), a hibrid kukuruza bio je PR36V52, FAO skupine 450.

Sklop biljaka ozime pšenice određivan je prebrojavanjem svih primarnih i sekundarnih klasova, na površini od 0.25 m<sup>2</sup> (žičanim okvirom dimenzija 50x50 cm), u četiri ponavljanja po gnojidbenoj obračunskoj parceli i u četiri ponavljanja.

Visina biljaka ozime pšenice 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 gnojidbenom tretmanu u četiri ponavljanja i prikazan je kao prosječna vrijednost.

Visina biljaka kukuruza određivana je mjerenjem pojedinačnih biljaka od baze stabljike do baze metlice i izražena je u centimetrima. Ovaj je pokazatelj određivan na uzorku od 20 biljaka po gnojidbenom tretmanu u četiri ponavljanja i prikazan je kao prosječna vrijednost.

Masa nadzemnog dijela biljke ozime pšenice 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 (obje kulture) određena je vaganjem 1000 zrna u četiri ponavljanja za svaki pojedinačni uzorak po gnojidbenom tretmanu i izražena je u gramima.

Hektolitarska masa (obje kulture) određena je elektroničkim uređajem u četiri ponavljanja za svaki pojedinačni uzorak po gnojidbenom tretmanu i izražena je u  $\text{kg hl}^{-1}$ .

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

Biološki prinos kukuruza određivan je vaganjem ukupne mase 20 biljaka u četiri ponavljanja po gnojidbenom tretmanu i izražen je u  $\text{t ha}^{-1}$ .

Poljoprivredni prinos (prinos zrna) ozime pšenice određen je vaganjem mase zrna s površine  $1 \text{ m}^2$ , a kukuruza vaganjem 20 biljaka u četiri ponavljanja. Prinos je preračunat na površinu od  $1 \text{ ha}$  sa 14% vlage zrna, te izražen u  $\text{t ha}^{-1}$ .

Žetveni indeks (obje kulture) određen je kao udio poljoprivrednog prinosa u biološkom prinosu i izražen je u postotcima.

Dobiveni rezultati su obrađeni deskriptivnim statističkim modelima u programu MS excel.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Vremenske prilike tijekom istraživanja

Vremenske i klimatološke prilike za istraživano područje obrađeni su na temelju meteoroloških podataka dobivenih od DHMZ-a (Državnog hidrometeorološkog zavoda), a razvidno je kako su tijekom istraživanja vremenske prilike bile vrlo promjenjive, sa iznad prosječnim temperaturama zraka i iznad prosječnim količinama oborina za istraživano područje (Tablica 5.).

Tablica 5. Prosječne vremenske prilike i vremenske prilike u razdoblju istraživanja na lokaciji Čačinci

Godišnja količina oborina (1984-2012)													
mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	prosjek
sred	55,7	41,4	53,7	62,6	75,1	95	69,4	70	76,7	70,3	73,8	64,9	814,6
std	34,3	23	25,7	28,2	44,9	54,9	36,8	48,2	65,1	44,1	41,1	33,9	164,3
cv	0,62	0,56	0,48	0,45	0,6	0,58	0,53	0,69	0,85	0,63	0,56	0,52	0,2
maks	150,6	94,8	124,3	130	215,8	287,3	154,2	238,2	307,3	167,4	161,3	131,9	1188,1
min	8,5	2,2	0	4,4	20,9	23,1	11,4	7,2	5,5	7,1	1,2	17,3	477,9
ampl	142,1	92,6	124,3	125,6	194,9	264,2	142,8	231	301,8	160,3	160,1	114,6	710,2
Godišnja količina oborina - 2013													
sred	86,7	101,2	97,1	53,1	79,8	83,3	28,3	99,2	142,6	41,9	101,7	1,1	916,0
Godišnja količina oborina - 2014													
sred	40,4	64,5	48,7	98,2	159,7	64,0	79,3	134,7	108,3				
Godišnja temperatura zraka (1984-2012)													
sred	0,6	1,8	6,3	11,6	16,3	19,7	21,8	21,1	16,4	11,4	6,0	1,7	11,2
std	2,4	3,2	2,1	1,3	1,4	1,3	1,3	1,6	1,6	1,4	2,3	2,1	0,8
maks	6,8	6,8	10,0	13,9	18,5	22,6	24,8	24,5	19,7	14,0	9,2	6,0	12,6
min	-4,8	-3,7	0,9	7,7	12,4	17,0	18,9	18,8	13,1	8,9	1,2	-3,5	9,9
ampl	11,6	10,5	9,1	6,2	6,1	5,6	5,8	5,7	6,6	5,1	8,1	9,5	2,7
Godišnja temperatura zraka - 2013													
sred	2,2	2,8	5,1	13,1	16,5	19,8	23,3	22,7	15,7	13,6	7,6	2,7	12,1
Godišnja temperatura zraka - 2014													
sred	4,3	5,5	9,6	12,8	15,4	20,3	21,8	20,3	16,4				

Izvor podataka: DHMZ (2014.)

## 4.2. Komponente uroda ozime pšenice

### 4.2.1. Sklop ozime pšenice

Najveći prosječni sklop biljaka ozime pšenice zabilježen je na OR varijanti i iznosio je 532 biljke m<sup>-2</sup>, dok je najmanji broj biljaka izmjeren na varijanti TA s 414 biljke m<sup>-2</sup>.

Tablica 6. Sklop (klasanje) ozime pšenice (biljaka m<sup>-2</sup>) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	545	540	511	532	545	511	18,67	3,51
PO	431	413	449	431	449	413	18,00	4,18
RA	453	489	421	455	489	421	34,02	7,48
TA	365	389	487	414	487	365	64,25	15,53
DS	389	421	443	418	443	389	26,84	6,43
<i>prosjek</i>	437	451	462					
<i>max</i>	545	540	511					
<i>min</i>	365	389	421					
<i>Sd</i>	69,73	62,23	35,93					
<i>Kv%</i>	15,96	13,81	7,78					

S obzirom na gojibene tretmane najveći prosječni sklop biljaka m<sup>-2</sup>, zabilježen je na tretmanu N3 (462 biljke) sa značajnim varijacijama od najmanjeg do najvećeg sklopa (511 i 421 biljke m<sup>-2</sup>).

### 4.2.2. Visina biljke ozime pšenice

Najveća prosječna visina biljaka ozime pšenice zabilježena je na varijanti RA (61,2 cm), a najniža na varijanti DS (56,3 cm).

Tablica 7. Visina biljke ozime pšenice (cm) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	57,9	63,5	61,9	61,1	63,5	57,9	2,87	4,69
PO	63,2	58,1	62,0	61,1	63,2	58,1	2,66	4,35
RA	63,5	58,4	61,8	61,2	63,5	58,4	2,57	4,19
TA	57,4	62,3	58,2	59,3	62,3	57,4	2,60	4,39
DS	55,0	59,0	54,9	56,3	59,0	54,9	2,31	4,10
<i>prosjek</i>	59,4	60,3	59,8					
<i>max</i>	63,5	63,5	62,0					
<i>min</i>	55,0	58,1	54,9					
<i>Sd</i>	3,75	2,46	3,16					
<i>Kv%</i>	6,30	4,08	5,28					

Iako je na gojidbenom tretmanu N2 utvrđena najveća prosječna visina biljaka (60,3 cm), između tretmana N1 i N2 razlike su bile gotovo beznačajne.

#### 4.2.3. Masa biljke ozime pšenice

Najveća prosječna masa biljke ozime pšenice utvrđena je na varijanti obrade tla PO (2,40 g), dok je na varijanti OR ona bila najmanja (1,93 g).

Tablica 8. Masa biljke ozime pšenice (g) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	1,46	2,18	2,16	1,93	2,18	1,46	0,41	21,24
PO	2,83	1,88	2,49	2,40	2,83	1,88	0,48	20,09
RA	2,49	2,06	2,15	2,23	2,49	2,06	0,22	10,01
TA	2,12	2,42	2,19	2,25	2,42	2,12	0,16	7,07
DS	2,09	2,25	2,08	2,14	2,25	2,08	0,09	4,27
<i>prosjek</i>	2,20	2,16	2,22					
<i>max</i>	2,83	2,42	2,49					
<i>min</i>	1,46	1,88	2,08					
<i>Sd</i>	0,51	0,20	0,16					
<i>Kv%</i>	23,30	9,40	7,14					

U usporedbi tretmana gnojidbe dušikom prosječne vrijednosti mase pojedinačne biljke bile su gotovo ujednačene, s tim da je ipak nešto veća vrijednost izmjerena na varijanti N3 i iznosila je 2,22 g.

#### 4.2.4. Masa 1000 zrna ozime pšenice

Tablica 9. Masa 1000 zrna ozime pšenice (g) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	52,3	57,3	55,6	55,1	57,3	52,3	2,58	4,68
PO	56,5	51,7	55,5	54,5	56,5	51,7	2,51	4,61
RA	57,0	52,0	55,2	54,7	57,0	52,0	2,55	4,66
TA	51,3	55,8	51,8	53,0	55,8	51,3	2,47	4,66
DS	48,9	52,8	48,8	50,2	52,8	48,8	2,27	4,53
<i>prosjek</i>	53,2	53,9	53,4					
<i>max</i>	57,0	57,3	55,6					
<i>min</i>	48,9	51,7	48,8					
<i>Sd</i>	3,47	2,51	2,99					
<i>Kv%</i>	6,53	4,65	5,59					

Na varijanti obrade tla OR izmjerena je najveća masa 1000 zrna ozime pšenice (55,1 g), dok je na varijanti DS ova vrijednost bila najmanja (50,2 g). Međusobnom usporedbom prosječnih vrijednosti na gnojidbenim tretmanima ova je razlika bila manja od jednog grama.

#### 4.2.5. Hektolitarska masa ozime pšenice

Najveća prosječna hektolitarska masa ozime pšenice izmjerena je na varijanti obrade tla OR (67,17 kg), dok je najmanja izmjerena na varijanti TA (64,79 kg). Najveća prosječna vrijednost hektolitarske mase na gnojidbenim tretmanima izmjerena je na tretmanu N1 (66,18 kg), a najmanja na tretmanu N3 (65,30 kg).

Tablica 10. Hektolitarska masa ozime pšenice (kg) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	66,76	67,71	67,03	67,17	67,71	66,76	0,49	0,73
PO	66,39	64,18	65,53	65,36	66,39	64,18	1,11	1,70
RA	67,19	67,66	63,54	66,13	67,66	63,54	2,25	3,41
TA	65,26	63,47	65,65	64,79	65,65	63,47	1,16	1,79
DS	65,28	65,52	64,74	65,18	65,52	64,74	0,40	0,61
<i>prosjek</i>	66,18	65,71	65,30					
<i>max</i>	67,19	67,71	67,03					
<i>min</i>	65,26	63,47	63,54					
<i>Sd</i>	0,88	1,95	1,28					
<i>Kv%</i>	1,32	2,97	1,96					

#### 4.2.6. Biološki prinos ozime pšenice

Tablica 11. Biološki prinos ozime pšenice (t ha<sup>-1</sup>) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	8,16	11,88	11,14	10,39	11,88	8,16	1,97	18,93
PO	12,08	8,13	11,45	10,55	12,08	8,13	2,12	20,11
RA	11,39	9,88	9,21	10,16	11,39	9,21	1,12	10,98
TA	7,85	9,31	10,64	9,27	10,64	7,85	1,40	15,06
DS	8,15	9,49	9,31	8,98	9,49	8,15	0,73	8,09
<i>prosjek</i>	9,53	9,74	10,35					
<i>max</i>	12,08	11,88	11,45					
<i>min</i>	7,85	8,13	9,21					
<i>Sd</i>	2,03	1,36	1,04					
<i>Kv%</i>	21,34	14,01	10,00					

Najveća prosječna vrijednost biološkog prinosa izmjerena je na varijanti obrade tla PO (10,55 t ha<sup>-1</sup>), dok je na varijanti DS ona bila najmanja (8,98 t ha<sup>-1</sup>). Usporedbom ovih vrijednosti na gnojidbenim tretmanima vidljivo je da je najveći prosječni biološki prinos bio na varijanti N3 (10,35 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji na varijanti N1 (9,53 t ha<sup>-1</sup>).

#### 4.2.7. Poljoprivredni prinos ozime pšenice

Najveća prosječna izmjerena vrijednost poljoprivrednog prinosa bila je na varijanti obrade tla PO (5,14 t ha<sup>-1</sup>), a najniža na varijanti DS (4,26 t ha<sup>-1</sup>). Usporedbom ovog pokazatelja na gnojidbenim tretmanima vidljivo je da je najveća vrijednost zabilježena na varijanti N3 (4,99 t ha<sup>-1</sup>), a najmanja na N1 (4,59 t ha<sup>-1</sup>).

Tablica 12. Poljoprivredni prinos ozime pšenice (t ha<sup>-1</sup>) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	4,17	5,38	5,30	4,95	5,38	4,17	0,68	13,67
PO	6,06	3,94	5,41	5,14	6,06	3,94	1,08	21,11
RA	5,47	5,07	4,63	5,06	5,47	4,63	0,42	8,32
TA	3,42	4,32	5,14	4,29	5,14	3,42	0,86	20,04
DS	3,83	4,46	4,49	4,26	4,49	3,83	0,37	8,80
<i>prosjek</i>	4,59	4,63	4,99					
<i>max</i>	6,06	5,38	5,41					
<i>min</i>	3,42	3,94	4,49					
<i>Sd</i>	1,13	0,58	0,41					
<i>Kv%</i>	24,55	12,53	8,19					

#### 4.2.8. Žetveni indeks ozime pšenice

Tablica 13. Žetveni indeks ozime pšenice (%) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	57,0	45,5	47,5	50,0	57,0	45,5	6,14	12,27
PO	49,7	51,5	47,5	49,6	51,5	47,5	2,00	4,03
RA	47,6	51,0	50,3	49,6	51,0	47,6	1,83	3,68
TA	42,8	46,1	48,3	45,8	48,3	42,8	2,76	6,03
DS	47,2	47,1	47,8	47,4	47,8	47,1	0,37	0,77
<i>prosjek</i>	48,9	48,2	48,3					
<i>max</i>	57,0	51,5	50,3					
<i>min</i>	42,8	45,5	47,5					
<i>Sd</i>	5,18	2,81	1,18					
<i>Kv%</i>	10,59	5,83	2,45					

Prema izračunatim vrijednostima žetvenog indeksa njegova najveća prosječna vrijednost utvrđena je na varijanti obrade tla PO (50,0%), a najniža na varijanti DS (47,4%). Prosječne vrijednosti žetvenog indeksa prema gnojidbenim tretmanima bile su vrlo ujednačene, dok je nešto veća ipak zabilježena na varijanti N1 (48,9%).

### 4.3. Komponente uroda kukuruza

#### 4.3.1. Visina biljke kukuruza

Najveća prosječna visina biljaka kukuruza izmjerena je na varijanti obrade tla TA (196 cm), a najniža na varijanti DS (184 cm). Na gnojidbenim tretmanima najviše biljke kukuruza su izmjerene na varijanti N3 (196 cm), a najniže na varijanti N1 (185 cm).

Tablica 14. Visina biljke kukuruza (cm) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	189	195	194	192	195	189	3,21	1,67
PO	173	183	202	186	202	173	14,80	7,95
RA	186	200	200	195	200	186	8,18	4,19
TA	193	207	189	196	207	189	9,08	4,62
DS	185	174	194	184	194	174	10,03	5,44
<i>prosjek</i>	185	192	196					
<i>max</i>	193	207	202					
<i>min</i>	173	174	189					
<i>Sd</i>	7,40	13,14	5,24					
<i>Kv%</i>	4,00	6,86	2,68					

#### 4.3.2. Masa 1000 zrna kukuruza

Tablica 15. Masa 1000 zrna kukuruza (g) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	325,6	336,8	315,8	326,1	336,8	315,8	10,53	3,23
PO	299,4	304,4	299,2	301,0	304,4	299,2	2,92	0,97
RA	277,6	308,5	299,7	295,3	308,5	277,6	15,88	5,38
TA	279,5	285,7	269,1	278,1	285,7	269,1	8,38	3,01
DS	305,5	295,0	283,7	294,7	305,5	283,7	10,87	3,69
<i>prosjek</i>	297,5	306,1	293,5					
<i>max</i>	325,6	336,8	315,8					
<i>min</i>	277,6	285,7	269,1					
<i>Sd</i>	19,83	19,32	17,73					
<i>Kv%</i>	6,66	6,31	6,04					



Na varijanti obrade tla OR izmjerena je najveća prosječna vrijednost mase 1000 zrna kukuruza (326,1 g), dok je na varijanti TA ova vrijednost bila najniža (278,1 g). Međusobne razlike prosječnih vrijednosti ovog pokazatelja na gnojidbenim tretmanima bile su vrlo male, a najveća je vrijednost zabilježena na varijanti N2 (306,1 g).

#### 4.3.3. Hektolitarska masa kukuruza

Izmjerena prosječna vrijednost hektolitarske mase kukuruza na svim tretmanima obrade tla je bila vrlo ujednačena, s razlikom od najveće vrijednosti na DS do najmanje vrijednosti na OR, od svega 0,7 kg. Usporedbom gnojidbenih tretmana vidljivo je da je najveća vrijednost zabilježena na varijanti N2 (76,0 kg), a najniža na tretmanu N3 (75,0 kg).

Tablica 16. Hektolitarska masa zrna kukuruza (kg) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	76,4	75,1	74,3	75,3	76,4	74,3	1,08	1,44
PO	75,6	76,3	75,1	75,7	76,3	75,1	0,62	0,82
RA	74,8	76,4	75,4	75,5	76,4	74,8	0,81	1,08
TA	75,5	75,6	75,4	75,5	75,6	75,4	0,10	0,13
DS	76,8	76,4	74,9	76,0	76,8	74,9	0,98	1,29
<i>prosjek</i>	75,8	76,0	75,0					
<i>max</i>	76,8	76,4	75,4					
<i>min</i>	74,8	75,1	74,3					
<i>Sd</i>	0,78	0,61	0,45					
<i>Kv%</i>	1,03	0,80	0,59					

#### 4.3.4. Biološki prinos kukuruza

Tablica 17. Biološki prinos kukuruza (t ha<sup>-1</sup>) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	42,61	46,80	39,46	42,96	46,80	39,46	3,68	8,58
PO	26,26	35,02	40,34	33,87	40,34	26,26	7,11	21,00
RA	27,25	40,88	33,20	33,77	40,88	27,25	6,83	20,23
TA	31,74	35,23	29,24	32,07	35,23	29,24	3,01	9,39
DS	35,31	33,69	32,89	33,97	35,31	32,89	1,23	3,63
<i>prosjek</i>	32,63	38,33	35,03					
<i>max</i>	42,61	46,80	40,34					
<i>min</i>	26,26	33,69	29,24					
<i>Sd</i>	6,65	5,48	4,73					
<i>Kv%</i>	20,39	14,31	13,49					

Najveća prosječna vrijednost biološkog prinosa izmjerena je na varijanti obrade tla OR (42,96 t ha<sup>-1</sup>), a najmanja na varijanti TA (32,07 t ha<sup>-1</sup>). Između gnojidbenih tretmana također je postojala značajnija razlika, s tim da je najveća vrijednost izmjerena na varijanti N2 (38,33 t ha<sup>-1</sup>), a najmanja na varijanti N1 (32,63 t ha<sup>-1</sup>).

#### 4.3.5. Poljoprivredni prinos kukuruza

Usporedbom prosječnih vrijednosti poljoprivrednog prinosa kukuruza između različitih varijanata obrade tla, najveća je vrijednost utvrđena na varijanti OR (10,23 t ha<sup>-1</sup>), a najmanja na varijanti DS (9,00 t ha<sup>-1</sup>). Na varijantama gnojidbe dušikom, najveća je prosječna vrijednost poljoprivrednog prinosa ostvarena na varijanti N2 (9,89 t ha<sup>-1</sup>), a najmanja na varijanti N1 (8,20 t ha<sup>-1</sup>).

Tablica 18. Poljoprivredni prinos kukuruza (t ha<sup>-1</sup>) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	10,10	11,00	9,60	10,23	11,00	9,60	0,71	6,96
PO	6,86	8,80	11,02	8,89	11,02	6,86	2,08	23,40
RA	6,83	10,90	8,75	8,83	10,90	6,83	2,03	23,05
TA	8,14	9,74	8,49	8,79	9,74	8,14	0,84	9,56
DS	9,05	9,02	8,94	9,00	9,05	8,94	0,06	0,64
<i>prosjek</i>	8,20	9,89	9,36					
<i>max</i>	10,10	11,00	11,02					
<i>min</i>	6,83	8,80	8,49					
<i>Sd</i>	1,42	1,03	1,01					
<i>Kv%</i>	17,27	10,36	10,82					

#### 4.3.6. Žetveni indeks kukuruza

Tablica 19. Žetveni indeks kukuruza (%) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Obrada	N1	N2	N3	<i>prosjek</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>Sd</i>	<i>Kv%</i>
OR	23,7	23,4	23,4	23,5	23,7	23,4	0,13	0,54
PO	25,8	25,0	27,7	26,2	27,7	25,0	1,37	5,24
RA	25,1	26,8	26,4	26,1	26,8	25,1	0,87	3,34
TA	25,4	27,6	29,4	27,5	29,4	25,4	1,99	7,23
DS	25,7	26,6	27,2	26,5	27,2	25,7	0,79	2,97
<i>prosjek</i>	25,1	25,9	26,8					
<i>max</i>	25,8	27,6	29,4					
<i>min</i>	23,7	23,4	23,4					
<i>Sd</i>	0,87	1,66	2,19					
<i>Kv%</i>	3,44	6,41	8,17					

Najveća prosječna vrijednost žetvenog indeksa izračunata je na varijanti obrade tla TA (27,5%), a najmanja vrijednost na varijanti OR (23,5%). Međusobnom usporedbom gnojidbenih tretmana vidljivo je da je najveća vrijednost žetvenog indeksa izračunata na varijanti N3 i iznosila je 26,8%, dok je najniža vrijednost bila na varijanti N1 i iznosila je 25,1%.

## 5. RASPRAVA

Vremenske prilike su jedan od čimbenika koji najjače utječu na visinu uroda (Murdock i sur., 2000.), što je vrlo uočljivo i na primjeru provedenog istraživanja. Na sve istraživane komponente prinosa, kao i na sam poljoprivredni prinos, najveći utjecaj imale su vremenske prilike, a zatim istraživane varijante obrade tla.

Izrazito promjenjive vremenske prilike izazvale su niz problema tijekom gotovo cijele vegetacije obje istraživane kulture (Jug i sur., 2017.). Iznadprosječne količine oborina s učestalim brojem dana s oborinama zabilježene su od listopada 2012. godine pa sve do pred kraj travnja 2013. godine, što je odgodilo i onemogućilo kvalitetnu provedbu agrotehničkih zahvata obrade tla kao i predstjetvenu pripremu i sjetvu u optimalnom roku. Iznad prosječna količina oborina i značajna prevlaživanja tla zabilježeni su i tijekom jesensko-zimskog razdoblja 2013./2014. godine, s posebno značajno vlažnim razdobljem u proljetnom dijelu 2014. godine. Tijekom obje vegetacijske godine izmjenjivala su se izrazito vlažna sa izrazito sušnim razdobljima, a ovakvi specifični temperaturni i oborinski ekstremi nisu uobičajeni na ovom području. Iako su se sušna i vlažna razdoblja izmjenjivala često, kukuruz nije oskudijevao u vodi, a posebno je značajno to da je tijekom najosjetljivije faze razvoja kukuruza prema potrebi za vodom, odnosno razdoblja metličanja i svilanja (lipanj, srpanj, kolovoz) vode bilo dostatno s relativno optimalnom vlažnošću zraka.

Poljoprivredni prinos rezultanta je više različitih faktora koji pojedinačno, svaki zasebno ili u međudjelovanju s drugim faktorima utječu na visinu ostvarenog prinosa. Masa 1000 zrna kao i hektolitarska masa predstavljaju najznačajnije pokazatelje kvalitete zrna, a njihova veća vrijednost (u okvirima promatranih kultivara) izravan je pokazatelj njihove veće vrijednosti. Općenito uzevši, veće vrijednosti ovih pokazatelja (kod obje istraživane kulture) zabilježene su na varijanti s oranjem, odnosno podrivanjem ili rahljenjem. Visina biljke predstavlja, između ostalog, indikator biološkog potencijala biljke, kao i agrotehničkih i agroekoloških uzgojnih uvjeta (Boomsma i sur., 2010.). Prema ostvarenim rezultatima istraživanja, opći trend u uzgoju kukuruza je povećanje visine biljke s porastom razine gnojidbe dušikom, budući da se kukuruz ubraja u ratarske usjeve s velikom potrebom za dušikom i da u kratkom vremenu stvara veliku nadzemnu biljnu masu. Kod ozime pšenice najveća je visina biljaka zabilježena pri optimalnoj gnojidbi prema preporuci (N2) i intenzivnijim varijantama obrade tla (OR, PO i RA). Ovaj rezultat kod ozime pšenice može

se objasniti višekratnim prihranama čime se postiže pravilnija opskrbljenost biljke i veća iskoristivost dušika (Vukadinović i Bertić, 2013.).

Najveći poljoprivredni prinos ozime pšenice ostvaren je na varijanti podririvanja (PO = 5,14 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji na varijanti s izostavljenom obradom tla (DS = 4,26 t ha<sup>-1</sup>). Kod kukuruza najveći urod zrna ostvaren je na varijanti s oranjem (OR = 10,23 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji na varijanti s tanjuranjem kao osnovnim zahvatom obrade tla (TA = 8,79 t ha<sup>-1</sup>). Poljoprivredni prinos kao dio biološkog prinosa predstavlja žetveni indeks, a prema Unkovich i sur. (2010.) na žetveni indeks utječu dužina vegetacije i ekstremne vremenske prilike (prvenstveno temperatura i oborine) tijekom reproduktivne faze kultura. Na žetveni indeks kod kukuruza značajno je utjecala gnojidba dušikom, a ovaj utjecaj kod ozime pšenice je izostao, dok je obrnuta situacija bila s varijantama obrade tla koje su utjecale na žetveni indeks ozime pšenice, ali ne i kukuruza. Reduciranjem dubine i intenziteta obrade tla (posebice na hidromorfnom tlu na kojem je istraživanje i provedeno), može se ostvariti povoljan učinak čuvanja vode u uvjetima povećane suše. S druge strane, u uvjetima prevelike vlažnosti tla rahljenjem nepropusnog ili zbijenijeg sloja tla (taban obrade na dubini oranja i tanjuranja), omogućuje se nesmetana ascedentna i descedentna perkolacija vode. Ovo je vjerojatno najvažniji razlog veće uspješnosti intenzivnijih sustava obrade tla u provedenim istraživanjima, budući da su anaerobni uvjeti uslijed saturacije tla vodom trajali vrlo kratko vrijeme. U ovim se istraživanjima, tijekom izrazito vlažnog razdoblja, pokrivenost tla žetvenim ostacima pokazala na nekim reduciranim sustavima obrade tla kao manja negativnost, jer se tlo sporije zagrijavalo i sušilo, no tijekom vrućeg i suhog dijela godine upravo su žetveni ostaci bili ključni u pravilnoj opskrbi biljaka vodom i održavanju kvalitetne površinske strukture tla (Jug i sur. 2017.).

Gnojidba općenito, a posebice dušikom, ubraja se u jedan od najznačajnijih agrotehničkih zahvata u uzgoju ratarskih usjeva. Kvalitetnom gnojidbenom preporukom moguće je izbalansirati pravilnu gnojidbu te ostvariti optimalne urode. Ovakvim se pristupom izbjegava prevelika ili nedovoljna količina dušika u uzgoju koji podjednako mogu utjecati na smanjenje ostvarenih prinosa. Valja napomenuti i istaknuti kako između optimalne gnojidbe prema preporuci (N2) i gnojidbe uvećane za 50% (N3), nisu utvrđene opravdane razlike, s tim da je kod nekih pokazatelja, kod obje istraživane kulture, najveća vrijednost utvrđena upravo kod gnojidbenog tretmana prema preporuci (N2).

## 6. ZAKLJUČAK

Istraživanja utjecaja pet različitih sustava reducirane obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom u uzgoju ozime pšenice i kukuruza, provedena su tijekom dvije tehnološke/vegetacijske godine 2012./2013. i 2013./2014. na pseudoglejnom tipu tla u Čačincima. Temeljem provedenih istraživanja u specifičnim agroekološkim uvjetima (tip tla i vremenske prilike) mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- na sve istraživane komponente prinosa, kao i na sam poljoprivredni prinos, najveći utjecaj imale su vremenske prilike, a zatim istraživane varijante obrade tla,
- visina poljoprivrednog i biološkog prinosa obrnuto je proporcionalna s intenzitetom odnosno reduciranjem zahvata obrade tla,
- u uvjetima prekomjerne vlažnosti tla najbolji su prinosi ostvareni na sustavima obrade tla sa intenzivnijim odnosno dubljim rahljenjem tla,
- najveći prinosi zrna ozime pšenice ostvareni su upravo na varijantama s podrivanjem ( $PO = 5,14 \text{ t ha}^{-1}$ ) i rahljenjem ( $RA = 5,06 \text{ t ha}^{-1}$ ) kao osnovnim zahvatom obrade tla,
- uočen je trend opadanja visine prinosa sa smanjenjem dubine, ali i sa intenzitetom reduciranja zahvata obrade tla,
- značajno najveći prinos zrna kukuruza ostvaren je na varijanti s oranjem kao osnovnim zahvatom obrade tla ( $OR = 10,23 \text{ t ha}^{-1}$ ), dok je razlika u visini prinosa između ostalih istraživanih varijanata obrade tla bila vrlo mala,
- reducirani sustav obrade tla s tanjuranjem kao osnovnim zahvatom obrade (TA), kao i varijanta direktne sjetve (DS), u ovim su se istraživanjima pokazali inferiornima u usporedbi sa sustavima kod kojih se tlo obrađuje/rahli na veću dubinu,
- između optimalne gnojidbe prema preporuci (N2) i gnojidbe uvećane za 50% (N3), nisu utvrđene opravdane razlike u visini ostvarenog prinosa zrna, s tim da je kod nekih pokazatelja, kod obje istraživane kulture, najveća vrijednost poljoprivrednog prinosa utvrđena upravo kod gnojidbenog tretmana prema preporuci (N2),
- za kvalitetnije i pouzdanije rezultate ovakva je istraživanja potrebno provoditi kontinuirano i u različitim agroekološkim uvjetima.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Archetti, R., Bonciarelli, F., 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.
2. Ahmad, I., Jan, M. T., Srif, M. (2010.): Tillage and nitrogen management impact on maize. Sarhad J. Agric. 26(2): 157-167.
3. 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.
4. Borrell, A.K., Hammer, R.G., Douglas, A.C. (2000.): Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? I. Leaf growth and senescence. Crop Sci., 40.
5. Butorac, A., Žugec, I., Bašić, F. (1986.): Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i u nas. Poljoprivredne aktualnosti. Vol. 25.str. 159-262.
6. Butorac, A. (1999.): Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb.
7. Butorac, A., Butorac, J., Kisić, I. (2006.): Sustav konzervacijske obrade tla u Europi, Agronomski glasnik.
8. Butorac A., Lacković L., Beštak T. (1974.): Mogućnosti smanjenja broja operacija u predsjetvenoj pripremi tla za kukuruz. Zbornik radova savjetovanja o aktualnim problemima mehanizacije u poljoprivredi. str. 1-19.
9. Butorac A., Lacković L., Beštak T., Vasilj Đ., Seiwert V. (1979.): Interrelationship of soil tillage and fertilizing in growing main filed crops. Proc. of 8th ISTRO Conf. Hohenheim, 2: 259-364.
10. Butorac A., Lacković L., Beštak T., Đurđica V., Seiwert V. (1981.): Efikasnost reducirane i konvencionalne obrade tla u interakciji s mineralnom gnojdbom u plodosmjerni ozima pšenica - šećerna repa - kukuruz na lesiviranom pseudogleju. Agriculturae Conspectus Scinetificus 54: 5-30.
11. Birkás M., Bogunović I., Đekemati I., Kisić I., Radić Z. (2018.): Adaptable tillage – is that a solution for the present climate situation?
12. Birkas M., Jug D., Kende Z., Kišić I. Szemok A. (2018.): Soil Tillage Responses to the Climate Threats – Revaluation of the Classic Theories Agriculturae Conspectus Scientificus, Vol. 83, No.1 2018.
13. Boomsma, C.R., Santini, J.B., West, T.D., Brewer, J.C., McIntyre, L.M., Vyn, T.J. (2010.): Maize grain yield response to plant height variability resulting from crop rotation and tillage system in a long-term experiment. Soil & Tillage Research 106, 227-240.

14. Brozović B., Jug D., Jug I., Đurđević B., Vukadinović V., Tadić V., Stipešević B. (2018.): Influence of Winter Cover Crops Incorporation on Weed Infestation in Popcorn Maize (*Zea mays everta* Sturt.) *Organic Production, Agriculturae conspectus scientificus* Vol. 83, No.1.
15. 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.
16. Ceglar A., Croitoru A., Cuxart J., Đurđević V., Guttler I., Ivančan-Picek B., Jug D., Lakatos M., Weidinger T. (2018.): PannEx: The Pannonian Basin Experiment, *Climate Services* Vol. 11, 78-85.
17. Čopec, K., Filipović D., Husnjak S., Kovačev I., Košutić I. (2015.): Effects of tillage systems on soil water content and yield in maize and winter wheat production. *Plant Soil Environment*, 61 (5): 213-219.
18. Derpsch, R., Friedrich T. (2009.): Global overview of conservation agriculture adoption. 4th World Congress on Conservation Agriculture. Pgs. 429-438.
19. De Vita P., Di Paolo E., Fecondo G., Di Fonzo N., Pisante M. (2007.): Notillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil. Till. Res.*, 92: 69-7.
20. Diaz-zorita M. (1999.): Effect of deep-tillage and nitrogen fertilization interactions on dryland corn (*Zea mays* L.) productivity.
21. 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.
22. Đurđević B., Jug, I., Jug, D., Bogunović, I., Vukadinović, V., Brozović, B. (2019.): Spatial variability of soil organic matter content in Eastern Croatia assessed using different interpolation methods, *International Agrophysics*, 33, 31-39.
23. 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.
24. Francis G.S., Knight T.T. (1993.): Long-term effects of conventional and notillage on selected soil properties and crop yields in Canterbury, New Zealand. *Soil and Tillage Research*, Volume 26, Issue 3, Pages 193-210.
25. 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.



26. Gonzales, P., Fereres, E., Giraldez, J.V., Martin, I., Garcia, M., Gil, J., Aguera, J. (1988.): Non tillage dry farming in heavy clay soil under mediterranean climate. Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh, 2: 661-666.
27. Hansen, L. (1976.): Danish experiments on reduced tillage. Proc. 7 th Conf. ISTRO, Uppsala, 13: 1-13: 4.
28. Holland, J.M. (2004.): The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1: 1-25.
29. Jug, D. (2006.): Reakcija ozime pšenice i soje na reduciranu obradu tla na černozeu. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Osijek.
30. 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.
31. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Stošić, M., Kopas, G. (2006.): Prinos zrna kukuruza (*Zea mays* L.) na različitim varijantama obrade tla. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska, *Poljoprivreda*, 12, 2, 5-10.
32. Jug D., Jug I., Vukadinović V., Đurđević B., Stipešević B., Brozović B. (2017.): Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
33. Jug, I., Jug, D., Sabo M., Stipešević B., Stošić, M. (2011.): Winter wheat yield and yield components as affected by soil tillage systems, *Turk J Agric For* 35, 1-7.
34. Jug, D., Birkas, M., Kisić, I. (2015.): Obrada tla u agroekološkim okvirima. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
35. Jug D., Đurđević B., Birkás M., Brozović B., Lipiecc J., Vukadinović V., Jug I. (2019.): Effect of conservation tillage on crop productivity and nitrogen use efficiency, *Soil and Tillage research*, Vol. 194.
36. Jug D., Jug, I., Brozović, B., Vukadinović, V., Stipešević, B., Đurđević, B. (2018.): The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change, *Poljoprivreda* Vol. 24:No. 1, 35-44.
37. Konstantinović, J. (1982.): Usporedno ispitivanje klasične i minimalne obrade i direktne sjetve bez obrade na fizičke osobine zemljišta, razvoj i prinos ozime pšenice i kukuruza u polju. *Savrem. Poljoprivreda*. 30: 1-86.

38. Kassam A., Friedrich T., Derpsch R., Lahmar R., Mrabet R., Basch G., González-Sánchez E., Serraj R. (2012.): Conservation agriculture in the dry Mediterranean climate.
39. Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A., Sabolić, M. (2002.): Utjecaj različitih načina obrade na prinos zrna kukuruza na pseudogleju središnje Hrvatske, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 67, No. 2, (81-89).
40. Košutić S., Ivančan S., Štefanek E. (1994.): Iskustvo s reduciranom obradom tla u proizvodnji kukuruza i jarog ječma u Posavini. Zbornik radova: Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, str. 376-381. Opatija.
41. Košutić S., Filipović D., Gospodarić Z. (1996.): Utrošak energije različitih načina obrade tla u proizvodnji kukuruza i jare pšenice. Zbornik radova: Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, str. 121-128. Opatija.
42. 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: Glasilo hrvatskog agronomskog društva* Vol. 68., No 5.
43. Litke, L., Gaile, Z., Ruža 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.
44. Mađarić, Z., Mušac, I., Mundweil, J., Martinović B. (1970.): Produžno djelovanje duboke obrade lesiviranog smeđeg tla Podravine u interakciji s gnojidbom na prinos kukuruza, *Savremena poljoprivreda*, 1/2: 25-42.
45. 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 conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. *Soil Till. Res.*, 99: 232-244.
46. Mihalić V., Butorac A. (1969.): Utjecaj različite dubine oranja i različitih količina mineralnih gnojiva na prinos kukuruza, *Agronomski glasnik: Glasilo hrvatskog agronomskog društva*, Vol. 31 No. 10-12, 1969.
47. Mihalić, V. (1985.): *Opća proizvodnja bilja, Školska knjiga, Zagreb.*
48. Mihalić, V., Bašić F. (1997.): *Temelji bilinogojstva, Udžbenik za srednje poljoprivredne škole, Školska knjiga, Zagreb.*
49. Morgun, F. T., Šikula, N. K. (1984). *Počvozaščitnoe besplužnoe zemledelie, Moskva.*
50. Murdock, L., Herbek, J., Martin, J., James, J., Call, D. (2000.): *Yield Potential and Long Term Effects of No-Tillage on Wheat Production. University of Kentucky. 1999-2000 Report.*

51. Pitkänen, J. (1989.): Effects of long-term reduced tillage on structure and fertility of a silty clay soil. *Vakola*, pp 1: 35-68.
52. Pintilie, C., Sin, G., Arfire, A., Nicolae, H., Bondarev, I., Ionescu, F., Timirgaziu, E., Les, M. (1979.): Minimalna obrada tla i njegova perspektiva u Rumunjskoj. *Problemi agrotehničke teorije i primjena* 1: 97-116.
53. 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.
54. Sangoi, L., Ernani, P. R., Regis, F., da Silva, P. (2007.): Maize response to nitrogen fertilization timing in two tillage systems in a soil with high organic matter content. *R. Bra. Ci. Solo.*, 31: 507-517.
55. Stipešević, B. (1997.): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice i otpor tla na hidromelioriranom glejnom tlu sjeveroistočne Hrvatske. *Magistarska radnja, Agronomski fakultet Zagreb*.
56. Stipešević, B., Brozović, B., Jug, D., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B. (2019): Effects of tillage method and fertilizer type on the yield of Sudan grass (*Sorghum bicolor* L.) *Turk Journal of Agriculture and Forestry* 43: 378-387.
57. 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 1999.
58. Stipešević, B., Brozović, B., Jug, D., Jug, I., Đurđević, B., Vukadinović, V. (2018.): Strategies of Growing several Sorghum Cultivars as a Post-Harvest Crop in NorthEastern Croatia Condition (2018.), *Agriculturae Conspectus Scientificus* . Vol. 83, No. 1 (51-55).
59. 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.
60. 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.
61. 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, (4): 186–192.

62. Vrandečić, K., Jug, D., Čosić, J., Ilić, J., Jug, I. (2019.): The impact of different conversation soil tillage and nitrogen fertilization on wheat grain infection with *Fusarium* sp., *Poljoprivreda*, Vol 25. No 1.
63. Vukadinović, V., Bertić, B. (2013.): *Filozofija gnojidbe*, Studio HS Internet d.o.o. Osijek.
64. 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.
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. 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.
68. Žugec, I. (1984): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos kukuruza u ekološkim uvjetima Slavonije. Doktorska disertacija. Fakultet Poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
69. Žugec, I., Bertić, B., Jurić, I., Šamota, D., Stipešević, B. (1996.): Agroklimatski pokazatelji. I. dio. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet Osijek.
70. Žugec, I., Jug, D., Stipešević, B., Stošić, M. (2006): Istraživanja reducirane obrade tla i gnojidbe dušikom za ozimu pšenice i soju na amfigleju južne Baranje. Katedra za opću proizvodnju bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek. Izvješće o radu na istraživanjima "Belju" d.d. za 2006. godinu.
71. Žugec, I., Jurić, I., Jug, D., Kanisek, J. (2002.): Obrada tla u održivom uzgoju ratarskih kultura istočne Hrvatske, *Ekoinžinjerstvo 2002.*, Plitvice.

## 8. SAŽETAK

Istraživanja reakcije ozime pšenice i kukuruza na reduciranu obradu, pri različitim dozama gnojidbe dušikom, provedeni su tijekom dvije tehnološke/vegetacijske godine i to: za kukuruz 2013., a za ozimu pšenicu 2013/2014. godine. Istraživanja su provedena na lokalitetu Čačinci (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N), na tipu tla pseudoglej. Provedenim istraživanjima bilo je obuhvaćeno pet tretmana obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom. Tretmani obrade tla bili su: konvencionalna obrada tla – OR, podrivanje – PO, rahljenje – RA, tanjuranje – TA i direktna sjetva – DS, a tretmani gnojidbe dušikom: N1–gnojidba umanjena za 50% u odnosu na gnojidbenu preporuku, N2–gnojidba prema gnojidbenoj preporuci i N3–gnojidba uvećana za 50% u odnosu na gnojidbenu preporuku.

Prema dobivenim rezultatima na sve istraživane komponente prinosa, kao i na sam poljoprivredni prinos, najveći utjecaj imale su vremenske prilike, a zatim istraživane varijante obrade tla. Najveći prinosi zrna ozime pšenice su ostvareni upravo na varijantama s podrivanjem ( $PO = 5,14 \text{ t ha}^{-1}$ ) i rahljenjem ( $RA = 5,06 \text{ t ha}^{-1}$ ) kao osnovnim zahvatom obrade tla. Najveći prinos zrna kukuruza ostvaren je na varijanti s oranjem kao osnovnim zahvatom obrade tla ( $OR = 10,23 \text{ t ha}^{-1}$ ), dok je razlika u visini prinosa između ostalih istraživanih varijanata obrade tla bila vrlo mala. Reducirani sustav obrade tla s tanjuranjem kao osnovnim zahvatom obrade (TA), kao i varijanta direktne sjetve (DS), u ovim su se istraživanjima pokazali inferiornima u usporedbi sa sustavima kod kojih se tlo obrađuje/rahli na veću dubinu. Između optimalne gnojidbe prema preporuci (N2) i gnojidbe uvećane za 50% (N3), nisu utvrđene opravdane razlike u visini ostvarenog prinosa zrna, s tim da je kod nekih pokazatelja, kod obje istraživane kulture, najveća vrijednost poljoprivrednog prinosa utvrđena upravo kod gnojidbenog tretmana prema preporuci (N2).

Ključne riječi: reducirana obrada tla, gnojidba dušikom, ozima pšenica, kukuruz, pseudoglej

## 9. SUMMARY

The research on the reaction of winter wheat and maize to reduced tillage, at different doses of Nitrogen fertilization, was conducted during two technological/vegetational cycles: for maize during 2013., and for winter wheat during 2013/2014. The research was conducted at the Čačinci site (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N), on the Pseudogley soil type. The studies were conducted on five different tillage treatments and three Nitrogen fertilization levels. The tillage treatments were: conventional tillage – CT, subsoiling – SS, chiseling – CH, disc-harrowing DH and no till - NT, and Nitrogen fertilization treatments: N1 – fertilization reduced by 50% compared to the fertilization recommendation, N2 - fertilization conducted according with the fertilization recommendation and N3 - fertilization increased by 50% compared to the fertilization recommendation.

According to the obtained results, the weather conditions and then the researched soil tillage variants had greater impact on all the studied yield components as well as on the agricultural yield itself. The highest grain yields of winter wheat were obtained precisely on the variants with subsoiling (SS = 5.14 t ha<sup>-1</sup>) and chiseling (CH = 5.06 t ha<sup>-1</sup>) as the main soil tillage. The highest maize grain yield was achieved on the conventional tillage variant as the main tillage treatment (OR = 10.23 t ha<sup>-1</sup>), while the difference in yield between the other studied tillage variants was very small. Reduced soil tillage system with disc-harrowing (DH) as the main soil tillage treatment, as well as no till (NT) variant have proven to be inferior in these studies compared to systems where soil is cultivated/loosened to a greater depth. Between optimal fertilization according to recommendation (N2) and fertilization increased by 50% (N3), no justified differences were found in the amount of achieved grain yield, although for some indicators, for both researched crops, the highest value of agricultural yield was determined, as it is expected, on fertilization treatment according recommendation (N2).

Keywords: Reduced soil tillage, Nitrogen fertilization, Winter wheat, Maize, Pseudogley

## 10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Požnjevene površine i prinos pšenice u RH.....	1
Tablica 2. Proizvodnja kukuruza, požnjevena površina i prosječni prinos kukuruza u razdoblju 2000 - 2014. u Hrvatskoj.....	4
Tablica 3. Kemijski sastav tla na lokaciji istraživanja.....	19
Tablica 4. Gnojidba na za obje istraživane kulture ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).....	20
Tablica 5. Prosječne vremenske prilike i vremenske prilike u razdoblju istraživanja na lokaciji Čačinci.....	22
Tablica 5. Prosječne vremenske prilike i vremenske prilike u razdoblju istraživanja na lokaciji Čačinci.....	23
Tablica 7. Visina biljke ozime pšenice (cm) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	23
Tablica 8. Masa biljke ozime pšenice (g) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	24
Tablica 9. Masa 1000 zrna ozime pšenice (g) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	24
Tablica 10. Hektolitarska masa ozime pšenice (kg) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	25
Tablica 11. Biološki prinos ozime pšenice ( $\text{t ha}^{-1}$ ) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	25
Tablica 12. Poljoprivredni prinos ozime pšenice ( $\text{t ha}^{-1}$ ) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	26
Tablica 13. Žetveni indeks ozime pšenice (%) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	26
Tablica 14. Visina biljke kukuruza (cm) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	27
Tablica 15. Masa 1000 zrna kukuruza (g) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	27
Tablica 16. Hektolitarska masa zrna kukuruza (kg) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	28
Tablica 17. Biološki prinos kukuruza ( $\text{t ha}^{-1}$ ) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	28
Tablica 18. Poljoprivredni prinos kukuruza ( $\text{t ha}^{-1}$ ) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	29
Tablica 19. Žetveni indeks kukuruza (%) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	29

## **12. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Deset najvećih svjetskih proizvođača kukuruza (prosjeak 2008-2014).....3



# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

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

Diplomski rad

## Reakcija ozime pšenice i kukuruza na reduciranu obradu pseudoglejnog tla

Vedran Viljanac

### Sažetak:

Istraživanja reakcije ozime pšenice i kukuruza na reduciranu obradu, pri različitim dozama gnojidbe dušikom, provedeni su tijekom dvije tehnološke/vegetacijske godine i to: za kukuruz 2013., a za ozimu pšenicu 2013/2014. godine. Istraživanja su provedena na lokalitetu Čačinci (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N), na tipu tla pseudoglej. Provedenim istraživanjima bilo je obuhvaćeno pet tretmana obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom. Tretmani obrade tla bili su: Konvencionalna obrada tla – OR, Podrivanje – PO, Rahljenje – RA, Tanjuranje – TA i Direktna sjetva – DS, a tretmani gnojidbe dušikom: N1–gnojidba umanjena za 50% u odnosu na gnojidbenu preporuku, N2–gnojidba prema gnojidbenoj preporuci i N3–gnojidba uvećana za 50% u odnosu na gnojidbenu preporuku.

Prema dobivenim rezultatima na sve istraživane komponente prinosa, kao i na sam poljoprivredni prinos, najveći utjecaj imale su vremenske prilike, a zatim istraživane varijante obrade tla. Najveći prinosi zrna ozime pšenice ostvareni upravo na varijantama s podrivanjem ( $PO = 5,14 \text{ t ha}^{-1}$ ) i rahljenjem ( $RA = 5,06 \text{ t ha}^{-1}$ ) kao osnovnim zahvatom obrade tla. Najveći prinos zrna kukuruza ostvaren je na varijanti s oranjem kao osnovnim zahvatom obrade tla ( $OR = 10,23 \text{ t ha}^{-1}$ ), dok je razlika u visini prinosa između ostalih istraživanih varijanata obrade tla bila vrlo mala. Reducirani sustav obrade tla s tanjuranjem kao osnovnim zahvatom obrade (TA), kao i varijanta direktne sjetve (DS), u ovim su se istraživanjima pokazali inferiornima u usporedbi sa sustavima kod kojih se tlo obrađuje/rahli na veću dubinu. Između optimalne gnojidbe prema preporuci (N2) i gnojidbe uvećane za 50% (N3), nisu utvrđene opravdane razlike u visini ostvarenog prinosa zrna, s tim da je kod nekih pokazatelja, kod obje istraživane kulture, najveća vrijednost poljoprivrednog prinosa utvrđena upravo kod gnojidbenog tretmana prema preporuci (N2).

**Ključne riječi:** reducirana obrada tla, gnojidba dušikom, ozima pšenica, kukuruz, pseudoglej

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Danijel Jug

**Broj stranica:** 39

**Broj grafikona i slika:** 1

**Broj tablica:** 19

**Broj literaturnih navoda:** 71

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Prof. dr. sc. Irena Jug, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Danijel Jug, mentor
3. Prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, 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

### Reaction of winter wheat and maize on reduced soil tillage on pseudogley

Vedran Viljanac

#### Summary:

The research on the reaction of winter wheat and maize to reduced tillage, at different doses of Nitrogen fertilization, was conducted during two technological/vegetational cycles: for maize during 2013., and for winter wheat during 2013/2014. The research was conducted at the Čačinci site (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N), on the Pseudogley soil type. The studies were conducted on five different tillage treatments and three Nitrogen fertilization levels. The tillage treatments were: conventional tillage – CT, subsoiling – SS, chiseling – CH, disc-harrowing DH and no till - NT, and Nitrogen fertilization treatments: N1 – fertilization reduced by 50% compared to the fertilization recommendation, N2 - fertilization conducted according with the fertilization recommendation and N3 - fertilization increased by 50% compared to the fertilization recommendation.

According to the obtained results, the weather conditions and then the researched soil tillage variants had greater impact on all the studied yield components as well as on the agricultural yield itself. The highest grain yields of winter wheat were obtained precisely on the variants with subsoiling (SS = 5.14 t ha<sup>-1</sup>) and chiseling (CH = 5.06 t ha<sup>-1</sup>) as the main soil tillage. The highest maize grain yield was achieved on the conventional tillage variant as the main tillage treatment (OR = 10.23 t ha<sup>-1</sup>), while the difference in yield between the other studied tillage variants was very small. Reduced soil tillage system with disc-harrowing (DH) as the main soil tillage treatment, as well as no till (NT) variant have proven to be inferior in these studies compared to systems where soil is cultivated/loosened to a greater depth. Between optimal fertilization according to recommendation (N2) and fertilization increased by 50% (N3), no justified differences were found in the amount of achieved grain yield, although for some indicators, for both researched crops, the highest value of agricultural yield was determined, as it is expected, on fertilization treatment according recommendation (N2).

**Key words:** reduce soil tillage, nitrogen fertilization, winter wheat, maize, pseudogley

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

**Mentor:** Full Professor Danijel Jug

**Number of pages:** 39

**Number of figures:** 1

**Number of tables:** 19

**Number of references:** 71

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Thesis defended on date:**

#### Reviewers:

1. Full Professor Irena Jug, chairman
2. Full Professor Danijel Jug, mentor
3. Full professor Vesna Vukadinović, member

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