Konzervacijska obrada tla u uzgoju kukuruza

Radaković, Miroslav

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:954092

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

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

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Miroslav Radaković, apsolvent
Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

KONZERVACIJSKA OBRADA TLA U UZGOJU KUKURUZA

Diplomski rad

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Miroslav Radaković, apsolvent
Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

KONZERVACIJSKA OBRADA TLA U UZGOJU KUKURUZA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. **Dr. sc. Bojana Brozović, predsjednik**
2. **Prof. dr. sc. Danijel Jug, mentor**
3. **Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član**
4. **Izv. prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, zamjenski član**

Osijek, 2014.

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

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Danijel Jug

SADRŽAJ

1. UVOD……... 1
1.1.Cilj istraživanja……..... 3
2. PREGLED LITERATURE……... 4
2.1. Konzervacijska obrada tla u Republici Hrvatskoj…….. 4
2.2. Konzervacijska obrada tla u Europi……... 8
3. MATERIJALI I METODE……...… 14
4. REZULTATI……. 19
4.1. Vremenske prilike tijekom istraživanja……. 19
4.2. Poljoprivredni prinos kukuruza…….. 20
4.3. Biološki prinos kukuruza……... 20
4.4. Žetveni indeks kukuruza…… 21
5. RASPRAVA……. 23
6. ZAKLJUČAK……... 24
7. POPIS LITERATURE…….. 25
8. SAŽETAK…… 28
9. SUMMARY…….. 29
10. PRILOZI……. 30
11. POPIS TABLICA……... 31
12. POPIS SLIKA……. 32
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA
BASIC DOCUMENTATION CARD

1. UVOD

Zemljište je ograničeno dobro, ne može se umnažati, vrlo sporo nastaje, a brzo se može pogoršati i uništiti ako se njime neracionalno i nepravilno gospodari. Tlo/zemljište služi za različite svrhe, ali svakako najznačajnija, nezamjenjiva i primarna uloga tla je opskrba biljke vodom, zrakom i hranjivima, koji omogućavaju proizvodnju biomase (organske tvari) fotosintezom. U toj ulozi tlo je nezamjenjiv čimbenik održanja života na Zemlji, odnosno biljne proizvodnje u primarnim gospodarskim granama - poljoprivredi i šumarstvu. S druge strane, načinom korištenja tla poljoprivreda i šumarstvo utječu na okoliš, prirodne i antropogenizirane terestričke i akvatične ekosustave pa stoga imaju i veoma značajnu ekološku ulogu. Poljoprivreda i gospodarenje tlom izravno utječu i na izgled krajobraza, mogućnost razvitka ruralnog turizma i dr. (Bašić i sur., 2003.).

Prirodne značajke tla/zemljišta definiraju ovaj resurs kao izrazito osjetljiv medij o kome se mora voditi stalna skrb i kojim se mora planski gospodariti. Pitanja gospodarenja zemljištem te njegove zaštite, postigla su visok stupanj političke i društvene pozornosti u Europi. Pravni je temelj uspostavljen u velikom broju država članica Europske Unije, a zajednička polazišta sadržana su u *Tematskoj strategiji za zaštitu tla* (*Thematic Strategy for Soil Protection*) koja je 2006. prihvaćena od Europske komisije.

Obrada tla jedan je od glavnih agrotehničkih aspekata uzgoja poljoprivrednih biljnih vrsta. Promatrajući s današnjeg aspekta, svaka poljoprivredna proizvodnja za svoj krajnji cilj ima ostvarivanje poljoprivrednog prinosa (Jug, 2014.). Scenarij razvoja poljoprivredne proizvodnje kroz povijest na globalnoj svjetskoj razini, uvelike je ovisio, i još uvijek ovisi, o nebrojeno puno situacija i mogućnosti, povijesnih konotacija, novih otkrića, vjerskih uvjerenja, tehničkih postignuća, klimatskih promjena i drugih prirodnih i društvenih "događanja".

U našim se uvjetima pri uzgoju žitarica najčešće primjenjuje konvencionalna obrada tla, čime se ujedno narušava prirodna ravnoteža poljoprivrednog okoliša, povećani su troškovi proizvodnje, narušava se kvaliteta tla i još mnogo važnih aspekata vezanih za očuvanje prirode.

Reduciranu obrada tla u uzgoju kukuruza u Hrvatskoj još je potrebno istraživati višegodišnjim pokusima. Kod nas se provode pokusi vrlo kratko vrijeme tako da ne možemo sa sigurnošću tvrditi da je pad prinosa u pojedinim istraživanjima prvenstveno vezan za obradu tla. Klimatske promjene na našim područjima igraju veliku ulogu u padu prinosa velikog broja kultura, pa tako i kukuruza.

Prema Jug (2008.) konzervacijska obrada tla definira se kao bilo koji sustav obrade tla čija je površina tla, nakon sjetve slijedećeg usjeva, pokrivena s najmanje 30% žetvenih ostataka (Eck i Brown, 2004.), odnosno bilo koji sustav obrade tla kojim se djeluje na smanjenje gubitka tla i vode u odnosu na konvencionalnu obradu tla (Butorac, 1999.). U konzervacijskim sustavima obrade tla žetveni ostaci igraju vrlo važnu ulogu, a mogu imati pozitivan i negativan utjecaj u uzgoju ratarskih usjeva. Osnovna uloga žetvenih ostataka na površini tla je zaštita tla od eolske i hidro erozije, te očuvanje vode za potrebe biljaka u sušnim razdobljima.

Konzervacijski sustav obrade tla zaživio je s različitim ali i promjenljivim intenzitetom u različitim zemljama Europe (Birkas, 2008.), dijelom kao rezultat objektivnih mogućnosti za prihvaćanje novih znanstvenih spoznaja i tehnoloških inovacija, dijelom kao posljedica ekološke i ekonomske opravdanosti primjene ovog sustava, a dijelom opet kao rezultat drugačijih koncepcija u području obrade tla (Butorac i sur., 2006.). Moglo bi se čak reći da ovaj sustav obrade tla prodire u europsku poljoprivredu dijelom kao sustav minimalne obrade, dijelom kao zero tillage, a dijelom kao reducirana obrada, što treba uzeti uvjetno, jer je u tom pogledu ponekad vladala prava zbrka. K tome, konvencionalna obrada tla, često s prevagom prema dubokoj obradi, karakterizira poljoprivredu južne i jugoistočne Europe, ponekad opravdano, ponekad kao tradicija. Stoga je i neminovan sukob tih dviju koncepcija, ali s nejasnim konačnim ishodom ovog rivalstva. Konzervacijska obrada, iako nije još uvijek uzela šireg maha, u izvjesnoj je prednosti s obzirom na mogućnosti koje nudi (El Titi, 2003.). Razmatranjem ovog problema ukratko prema pojedinim regijama odnosno zemljama Europe uočavaju se često puta i bitne razlike, ne samo u pojedinim aspektima već i koncepcijski.

Istraživanja konzervacijske obrade tla, kao integralnog dijela reducirane obrade tla, u Republici Hrvatskoj se provode od 70-tih godina 20. stoljeća, a često puta s vrlo oprečnim rezultatima (Jug, 2006.). Zbog nedovoljnog obima istraživanja različitih sustava obrade tla ne može se sa sigurnošću tvrditi da je pad ili porast prinosa na pojedinim sustavima reducirane

obrade tla prvenstveno vezan za obradu tla (klimatske prilike također u značajnoj mjeri utječu na formiranje visine i kvalitete prinosa). Istraživanja, a posebice primjena, reduciranih sustava obrade tla imaju vrlo značajnu ulogu u tehnologiji uzgoja kukuruza (ali i drugih ratarskih usjeva), budući da je obrada tla najskuplji agrotehnički zahvat. Ako se tome doda činjenica kako se kukuruz u Republici Hrvatskoj prema zastupljenosti površina u uzgoju, nalazi se na prvom mjestu, s oko 370,000 ha po godini i s prosječnim prinosom od 4,7 t/ha (s tendencijom povećanja površina i prosječnih prinosa), jasno je kolika je važnost pravilnog odabira sustava obrade tla.

1.1. Cilj istraživanja

Visina prinosa kukuruza proizlazi kao rezultanta niza vrlo složenih interakcija agroekoloških i agrotehničkih indikatora, a kao jedan od najvažnijih je obrada tla. Stoga je cilj provedenih istraživanja bio utvrditi učinkovitost različitih sustava obrade tla, na visinu prinosa kukuruza, s naglaskom na konzervacijske sustave obrade tla.

2. PREGLED LITERATURE

Istraživanjima konzervacijskih sustava obrade tla u uzgoju ratarskih usjeva bave se mnogi istraživači, a istraživanjima su obuhvaćeni različiti agroekološki i agrotehnički aspekti koji za prioritetni cilj postavljaju iznalaženje alternativnih sustava uzgoja, kako bi se izbjegli negativni efekti konvencionalne obrade tla. Općenito se može konstatirati kako su na širem prostoru Europe postignuta pozitivna iskustva s uzgojem žitarica i nekih drugih ratarskih usjeva pri različitim oblicima konzervacijske obrade tla, a unutar nje i direktne sjetve.

Među okopavinskim kulturama ovaj sustav obrade tla osobito je zanimljiv u uzgoju kukuruza. Razlozi su višestruki, a prvenstveno su uvjetovani osobinama ove kulture, njezinim ekološkim i agrotehničkim zahtjevima, ulogom i mjestom u plodoredu te agrotehničkom vrijednošću i privrednim značenjem. U arealima intenzivnog uzgoja kukuruza moglo bi se reći da je u provjeravanju učinkovitosti konzervacijske obrade tla najveća pozornost posvećena toj kulturi.

2.1. Konzervacijska obrada tla u Republici Hrvatskoj

Kada je na kraju riječ o istraživanjima konzervacijske odnosno reducirane obrade tla u Hrvatskoj, i pored toga što ona imaju neke svoje specifičnosti, u osnovi se koncepcijski nalaze u europskom trendu, premda zbog nedostatka odgovarajućih strojeva i opreme nisu uvijek potkrijepljena potrebnim analitičkim podacima. Raznovrsnost ekoloških uvjeta, te relativno velika zastupljenost oraničnih kultura često ukazuju i na vrlo veliku divergentnost postignutih rezultata. Iako su neka pitanja vrlo uspješno riješena, što se ponajviše odnosi na način i dubinu obrade za pojedine kulture odnosno pojedine ekološke jedinice, još uvijek ne postoji sasvim realna predodžba do kakvih sve promjena dolazi pod utjecajem konzervacijske odnosno reducirane obrade tla u fizikalnom, kemijskom i biološkom kompleksu tla, učinkovitosti borbe protiv korova, širenju biljnih bolesti i štetnika i dr. (Butorac i sur., 1986.).

Prema Butorcu i sur. (2006.) vidljivo je da konzervacijska, odnosno reducirana obrada tla u različitim europskim zemljama ima svoje specifičnosti. One ponajčešće proizlaze iz različitih ekoloških uvjeta, ali i objektivnih mogućnosti za prihvaćanje novih znanstvenih spoznaja i tehnoloških inovacija, a dijelom i različitih koncepcija u području obrade tla. Ipak, u većini

zemalja konzervacijska obrada tla nije poprimila one razmjere koji bi se prema prirodnim uvjetima mogli očekivati. Ne treba smetnuti s uma i subjektivne poteškoće koje traže viši stupanj obrazovanja i veći smisao za znanstveni pristup konzervacijskoj obradi tla. Što se tiče naše zemlje, istraživanja reducirane, odnosno konzervacijske obrade tla bi trebalo proširiti barem na dominantne tipove tala i one, prvenstveno ratarske kulture kod kojih se očekuje pozitivna reakcija na konzervacijsku obradu tla.

Prihvatljivost reducirane obrade tla u uzgoju kukuruza u Hrvatskoj, intenzivnije se istražuje u protekla dva desetljeća. Tako, Žugec (1984.) ne zagovara proizvodnju kukuruza bez obrade tla radi nedostatka oborina u srpnju i kolovozu na području istočne Hrvatske, te pogoršanja svojstava tla i borbe s korovima. Čuljat i sur. (1994.) smatraju kako primjena izravne sjetve nije rizik, a njeno korištenje može donijeti velike uštede poljoprivrednicima. Zimmer i sur. (1997., 1999., i 2000.) na temelju trogodišnjih komparativnih istraživanja proizvodnje kukuruza izravnom sjetvom, odnosno konvencionalnom obradom i sjetvom konstatiraju kako je urod kukuruza na pokusnoj tabli u odnosu na kontrolnu površinu u svim godinama istraživanja nešto manji (4,6% u 1996., 11,4% u 1997., i 3,3% u 1998.), ali još uvijek u granicama očekivanih rezultata. Stipešević i sur. (1999.) izučavajući utjecaj reducirane obrade tla za kukuruz u središnjoj Slavoniji zaključuju da obzirom na urod kukuruza, oranje ima prednost, no i druga alternativna rješenja su prihvatljiva. Košutić i sur. (2001.) navode nešto manje prinose kukuruza na konzervacijskoj obradi u odnosu na konvencionalnu ali uz uštedu energije i ljudskog rada u rasponu 30 do 40%, odnosno čak i preko 80%. Žugec i sur. (2002.) drže kako u odnosu na konvencionalnu obradu, unatoč smanjenju uroda kukuruza, neki načini obrade tla na černozemu daju povoljne učinke u smanjenju troškova 3,5 do 37,3% uz povećanje dobiti od 3,6 do 25,8%.

Zajednička karakteristika svih tih istraživanja je mogućnost pojednostavljenja osnovne obrade tla za kukuruz sve do njenog potpunog, ali ipak samo povremenog izostavljanja ovisno o ekološkim uvjetima, prvenstveno, dakako, svojstvima tla, tj. stupnju njegove stvarne, odnosno tehnološke plodnosti. Pri tome se određeni značaj može pripisati i klimi, iako, istraživanja pokazuju, u smislu primjene konzervacijske obrade odlučujući je tip tla. Međutim, čini se da u našoj zemlji nisu još uvijek u dovoljnoj mjeri uspješno riješeni neki tehnički problemi vezani s direktnom sjetvom kukuruza. Među njima na prvo mjesto treba staviti dostupnost odgovarajućih sijačica, ali i drugog suvremenog oruđa za primjenu različitih oblika konzervacijske obrade tla za kukuruz u smislu njenog suvremenog poimanja.

Treba, naravno, riješiti i neke probleme fertilizacije od proizvodnje do primjene najpovoljnijih oblika mineralnih gnojiva i, što je posebno važno, u svijest proizvođača kukuruza "usaditi" potrebu modernijeg, suvremenog načina razmišljanja, sukladno proizvodno - tehničkom i znanstvenom progresu i inovacijama.

Prema Butorcu i sur. (2006.) uvažavajući činjenicu da se pojedini sustav obrade tla nalazi u funkciji ekoloških, bioloških, proizvodno-tehničkih i ekonomskih čimbenika, logički se lako može predstaviti da na širem području Europe postoje različiti sustavi obrade tla, odnosno da je gotovo nemoguće zamisliti, a osobito realizirati jedan jedinstveni univerzalni sustav. U tom kontekstu treba prihvatiti i osnovni pristup pri razradi sustava konzervacijske obrade tla u Europi. Unutar ovog sustava moguće su njegove brojne varijante odnosno podvarijante, shodno njegovoj namjeni i čimbenicima u čijoj se funkciji nalazi čitav sustav. Upravo u vezi s ovom opće poznatom činjenicom prihvaćanje i daljnja evolucija konzervacijske obrade tla u Europi išla je u raznim pravcima, pa se čak u izvjesnom smislu može postaviti i određena razlika između pojedinih regija, ponajprije zapadne i istočne Europe, a u nešto većem opsegu i južne.

Introdukcija sustava konzervacijske obrade tla pretpostavlja određene prirodne, razvojne, ekonomske i znanstvene pretpostavke, kako bi se maksimalno izbjegle moguće dileme. Naime, svaka je obrada tla u krajnjoj liniji umjetan i neprirodan zahvat. Stoga je pri razradi konzervacijske obrade tla nužno temeljito izučiti metodološke osnove teorije obrade tla koje proizlaze iz procesa pedogeneze i plodnosti tla uz puno uvažavanje zaštite tla od negativnih abiotskih i antropogenih utjecaja. Ako se mogućnost primjene sustava konzervacijske obrade tla promatra *pro futuro*, može se očekivati da će primjena pluga biti i u europskoj poljoprivredi stavljena na ozbiljnu kušnju, posebno na staništima na kojima već sada nema ograničenja za primjenu najrigoroznijeg oblika konzervacijske obrade, tj. no-tillage sustava. Stoga posebnu pozornost treba posvetiti objektivnoj procjeni pogodnosti tla za primjenu sustava konzervacijske obrade u kom je pogledu već razrađen veći broj funkcionalnih klasifikacija, koje prvenstveno uvažavaju stanišne čimbenike i zahtjeve usjeva. Pri daljnjoj razradi sustava konzervacijske obrade tla u Europi treba uvažiti i sve specifičnosti njezine poljoprivrede koje se ogledaju u različitoj fizionomiji poljoprivredne proizvodnje. Promatrano, naime, ekološki, proizvodno područje Europe nalazi se u nekoliko zonobioma i, uže, unutar njih može se izdvojiti relativno veliki broj bioma unutar kojih je pak često puta u potpunosti zanemaren geonomski princip, što konzervacijskoj obradi tla daje još veće

značenje. To posebno vrijedi za područja koja su izložena pretjeranoj eroziji, bilo vodom ili vjetrom. Pri tome posebno značenje pripada manipulaciji sa žetvenim ostacima, malčiranju proizvodnih površina i sjetvi pokrovnog usjeva, odnosno primjenjivanim sustavima biljne proizvodnje, pa i "prometu" organske tvari u tlu.

Pri korištenju sustava konzervacijske obrade tla suzbijanje korova, pa i bolesti i štetnika poprima neke svoje specifičnosti. Pa, kako cijeli ovaj sustav treba promatrati i sa stajališta utroška energije i borbe protiv korova, pored agrotehničkih, podrazumijeva i neke energetske aspekte, budući da krajnju djelotvornost herbicida, kako agrotehničku, tako i ekonomsku treba vezati za utrošenu energiju. Sa stajališta utjecaja na fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla sustavi konzervacijske obrade tla trebali bi u pravilu dovesti do uspostavljanja ravnoteže pojedinih elemenata fizikalne, kemijske i biološke plodnosti tla, jer je to siguran znak da je uspostavljena potpuna ravnoteža svih stanišnih čimbenika, s jedne, i sustava biljne proizvodnje, s druge strane. Zapravo, moglo bi se tek onda reći da je odabran najfunkcionalniji sustav konzervacijske obrade tla kada je ta ravnoteža uspostavljena. Samim time takav će sustav imati svoje puno ekološko opravdanje. I na kraju, shodno svojim morfološkim i biološkim osobinama, te zahtjevima u pogledu ekološke i fiziološke vrijednosti pojedinih vegetacijskih čimbenika važnije oranične (ratarske) kulture različito se u pojedinim regijama Europe odnose prema konzervacijskoj obradi tla. Reakcija nekih izrazito je pozitivna, u nekih je sasvim obrnuto, ali ima i onih koje su u tom pogledu intermedijarne. No, bilo bi pogrešno tu reakciju vezati isključivo za biljnu vrstu. Ona će, naime, u velikoj mjeri biti određena intenzitetom i konstelacijom pojedinih biofaktora. Zaključno proizlazi kako konzervacijska obrada tla podrazumijeva nužno usavršavanje primjenjivanih oblika u tehnološkom i tehničkom smislu.

Prema Zimmeru i sur. (2004.) konvencionalni sustav obrade tla (s lemešnim plugom) najveći je potrošač goriva. Primjenom konzervirajućeg načina obrade tla (s rovilom) u usporedbi s konvencionalnim mogu se postići značajne uštede goriva i ljudskog rada. Nulta obrada tla i sjetva kukuruza obavlja se na tlu priređenom za takav sustav proizvodnje posebno izvedenim sijačicama.

Prema Jugu i sur. (2006.) na osnovi provedenih istraživanja reducirane obrade tla za kukuruz na černozemu u sjevernoj Baranji, na ostvarene je prinose najveći utjecaj imala godina uzgoja, a zatim varijanta obrade tla. Najveći i najstabilniji prinosi ostvareni su na

konvencionalnoj obradi tla, a oni su ujedno bili i statistički opravdano veći u usporedbi s reduciranim sustavima obrade tla. Međutim, prinosi zrna kukuruza jako su varirali po godinama, prvenstveno zbog vrlo različitih vremenskih prilika koje su vladale tijekom razdoblja istraživanja.

2.2. Konzervacijska obrada tla u Europi

Krenemo li od europskog juga, onda nesumnjivo na prvom mjestu treba istaknuti Italiju kao zemlju tradicionalno izrazito duboke obrade tla. Međutim, neki noviji radovi pokazuju da se i u ovoj zemlji krenulo u istraživanja, pa i primjenu u praksi različitih oblika konzervacijske, odnosno reducirane obrade tla. Prema Bonciarelliju i sur. (1982.) duboko oranje je zahvat pri kojem se troši mnogo vremena i energije, što je moguće smanjiti reduciranjem dubine obrade ili zamjenom lemešnog pluga drugim oruđima i pored činjenice što se duboko oranje smatra neophodnim načinom obrade na teškim tlima u uvjetima nedovoljnih oborina za jare usjeve i lucernu. Duboko oranje najskuplji je način obrade, dok dvoslojna obrade (čizel ili podrivanje + oranje) zahtijeva znatno manje energije, a postižu se isti učinci. Plitkim pak oranjem ili minimalnom obradom postižu se najveće uštede. Reduciranom obradom tla postiže se veća djelotvornost, iako duboko oranje pruža neke prednosti kao što je akumulacija vode, bolja elongacija korijena i djelotvornije suzbijanje korova. Čini se da dosadašnja istraživanja provedena u Italiji još uvijek ne omogućuju donošenje dovoljno čvrstih zaključaka u pogledu mjesta i uloge reducirane obrade tla i no-tillage sustava.

Kada je riječ o Španjolskoj, dominantni ekološki uvjeti koji vladaju u ovoj zemlji samo se u najgrubljem smislu mogu poistovjetiti s onima u Italiji kada je u pitanju mediteranska klima. Prema novijim istraživanjima (Gonzales i sur., 1988.) direktna sjetva u uvjetima suhog ratarenja na teškim glinastim tlima južne Španjolske uspješno je započela, omogućujući konzervaciju većih količina vode od konvencionalne obrade tla zahvaljujući prvenstveno većoj sposobnosti tla za vezanje vode. Time se objašnjava povećanje prinosa u godinama s nedovoljnim količinama oborina, što je inače karakteristika mediteranske klime.

Sredinom pedesetih, a osobito ranih sedamdesetih, postoje već i prvi rezultati s reduciranom obradom tla u Portugalu. Prema Azevedu (1975.) smanjenje broja zahvata i dubine obrade utjecalo je pozitivno na fizikalna svojstva tla i pridonijelo je efikasnijem korištenju

mehanizacije, povećanju sadržaja organske tvari i ukupnog dušika, te povoljnijem C/N odnosu u oraničnom, ali i podoraničnom sloju. Primjenom herbicida onemogućeno je širenje korova i postignuta je veća gustoća sklopa, a shodno tome i prinosi. Oni su pri direktnoj sjetvi za žitarice, uljanu repicu, neke krmne kulture i pašnjake bili na razini konvencionalne obrade ili viši.

Testirajući u višegodišnjim pokusima na glinastom tlu u Belgiji četiri sustava obrade (oranje, reduciranu obradu, minimalnu obradu i duboko rahljenje) u kombinaciji sa pet doza dušika u tropoljnom plodoredu (šećerna repa, ozima pšenica i ozimi ječam) Frankinet i Roisin (1987.) utvrdili su da su ozime žitarice relativno neovisne o sustavu obrade, dok je šećerna repa vrlo osjetljiva. Pri tome dubinsko rahljenje djeluje povoljno na prinos, dok interakcija između dušika i sustava obrade zahtijeva višegodišnja istraživanja. Treba naglasiti da su prva istraživanja s reduciranom obradom, uključujući direktnu sjetvu započeta u Belgiji 1967. godine. Dobiveni 16-godišnji rezultati mogli bi se sumirati na sljedeći način. Naime, obrada tla reducirana na dubinu do 15 cm nije izmijenila proizvodni potencijal šećerne repe, ozime pšenice, ozimog ječma, jarih žitarica i stočnog boba. Samo su smanjeni prinosi silažnog kukuruza za 5%. Pri direktnoj sjetvi prinos stočnog boba povećao se za 6%. Prinos ozime pšenice ostao je gotovo isti, dok je u drugih kultura došlo do pada prinosa pri direktnoj sjetvi: ozimog ječma 3 do 5%, jarog ječma 11%, kukuruza 11% i šećerne repe 20%.

Među zapadnoeuropskim zemljama Nizozemska zauzima specifično mjesto kada je riječ o obradi tla. To je nizinska zemlja s prosječnom godišnjom količinom oborina od 750 mm koje su ravnomjerno raspoređene tijekom godine. Erozija vodom nije ozbiljan problem, ali gotovo polovina zemlje nalazi se pod pjeskovitim tlima, zbog čega je erozija vjetrom značajan problem. Ipak, smatra se da u Nizozemskoj erozija vodom ili vjetrom nije pobuda za reduciranu obradu tla. Mogao bi se postaviti opći zaključak prema Ouwerkerku (1987.) da u nizozemskim uvjetima zero - tillage nije moguć, dok se reducirana obrada može primijeniti s varijabilnim rezultatima, s time da njena dubina ne bi mogla biti ispod 5 cm. Međutim, za žitarice kao i za korjenaste usjeve oranje do 15 cm dubine može biti prihvatljivo, uvažavajući strukturu tla, razvoj korova i usjeva te prinos. Rezultati istraživanja pokazuju da se smanjeni promet u polju može smatrati preduvjetom za jače reduciranje obrade.

Prema novijim istraživanjima provedenim u Švicarskoj (Zumbach, 1982.) obrada bez oranja preporučuje se za većinu usjeva na teškim i vlažnim tlima na kojima je oranje nemoguće ili se

ne preporuča. Umjesto pluga treba primijeniti rotirajuću lopatu ili čizel s krutim radnim organima, posebno za međuusjeve i pšenicu uzgajane nakon korjenjača i kukuruza. Suzbijanje korova nije problem, s izuzetkom korova s dubljim zakorjenjivanjem. Istraživanja ove vrste u novije su vrijeme u Švicarskoj znatno napredovala.

Dobiveni rezultati istraživanja u Danskoj pokazuju da je u nekim slučajevima moguće smanjiti broj zahvata u jesen i proljeće pri uzgoju žitarica u uvjetima humidne klime i na tlima među kojima prevladavaju pjeskulje ili pjeskovite ilovače (Hansen, 1976.). Direktna sjetva ili reducirana obrada na većini tala dovodi do smanjenja prinosa jarih žitarica, dok je u ozime pšenice moguće održati prinos u odnosu na tradicionalno oranje i predsjetvenu pripremu. Utrošak goriva primjenom direktne sjetve smanjuje se 70 do 80%, a utrošak ljudskog rada 70 do 75% u usporedbi s tradicionalnom obradom. Zanimljivo je spomenuti da su veće količine dušičnih gnojiva smanjile broj korova pri različitim načinima obrade, ali najviše pri direktnoj sjetvi.

Dotaknemo li se samo nekih aspekata reducirane obrade tla u Finskoj, onda je treba promatrati kroz dominantne usjeve koji se uzgajaju, a to su žitarice, uljana repica, krumpir i šećerna repa (Pitkanen, 1989.). Nepovoljni klimatski uvjeti i nepovoljna tla (dominiraju gline, glinaste ilovače i praškasta tla) ukazuju na potrebu reduciranja obrade. Dobiveni rezultati s jarim žitaricama u uvjetima reducirane obrade vrlo su ohrabrujući, ali je nužno djelotvorno suzbijanje korova s dubokim zakorjenjivanjem. Do sada se nisu javili problemi s bolestima i štetnicima. Došlo je do pozitivnih promjena u stabilnosti agregata i povećanju kapaciteta za vodu u suhim razdobljima u proljeće kao rezultat reducirane obrade tla. Povećala se i količina gujavica. Smatra se da će se značenje reducirane obrade tla u budućnosti povećati.

Korištenje besplužne obrade u Švedskoj najpovoljnije je pri jesenskoj obradi u suhim uvjetima, kada je rizik od zbijanja mali. Istraživanja Rydberga, (1987. do 1986.) ukazuju na pad prinosa ozime pšenice, jarog ječma, ozime i jare uljane repice i šećerne repe primjenom sustava besplužne obrade, a donekle na povećanje prinosa zobi, prve godine umjetnog travnjaka i krumpira. Primjenom besplužne obrade rezultati su općenito poboljšani pri upotrebi dvostrukih traktorskih kotača umjesto jednostrukih, unošenjem mineralnih gnojiva umjesto primjene širom i odvoženjem slame. Zakorovljenost sjemenskim korovima povećana je u prosjeku 25%, a korova koji se razmnožavaju rizomima 10%.

Norveška istraživanja (koja su započela tek 1958.) s kontinuiranim uzgojem žitarica u uvjetima besplužne obrade tla rezultirala su smanjenjem prinosa u usporedbi s oranjem, nadalje smanjenjem poroziteta, povećanjem otpora tla i plićom sjetvom, dok se povećala stabilnost agregata koja je pozitivno korelirala sa sadržajem organske tvari. Fosfor i kalij te organska tvar su se akumulirali u površinskom sloju.

Ball (1989.) daje prikaz reducirane obrade tla u Velikoj Britaniji s praktičnih i znanstvenih aspekata. Primjena reducirane obrade tla ili direktne sjetve u Britaniji za žitarice bila je ograničena na tla nepogodna za konvencionalnu obradu, primjerice, glinasta i kamenita. Primjena je bila ograničena u sjevernim područjima Britanije zbog miješanih plodoreda. U novije je vrijeme korištenje reducirane obrade manje zbog problema vezanih sa suzbijanjem korova i zakonskim restrikcijama spaljivanja slame odnosno zahtjevima za njeno unošenje u tlo. Reducirana obrada smatra se manje riskantnom alternativom nego direktna sjetva. Sumirajući pozitivne strane reducirane obrade može se reći da više od polovine obradivih površina u Britaniji može biti zasijana ozimim žitaricama korištenjem reducirane obrade. Rezultati dosadašnjih poljskih pokusa pokazuju da se prinosi ozimih žitarica primjenom reducirane obrade tla rijetko razlikuju od onih s konvencionalnom obradom, tj. oranjem do 25 cm. Međutim, problemi vezani sa zbijanjem, dispozicijom slame i suzbijanjem korova umanjuju prihvaćanje direktne sjetve i utječu na izbor sustava reducirane obrade. Upotreba oruđa koja obrade tlo samo u jednom prohodu zajedno sa sjetvom širom čini se da će postati vjerojatnijom nego direktna sjetva. Pri tome su za primjenu reducirane obrade tla mnogo prikladnije ozime od jarih žitarica.

Reducirana obrada tla u Francuskoj imala je ograničeni uspjeh krajem 1970. i uprkos povoljnim rezultatima u pokusima ova tehnika se smanjila u današnje vrijeme na oko 450 000 ha površina na kojima su žitarice bile glavni usjevi. Danas, kada je potrebno smanjiti troškove mehanizacije i povećati produktivnost rada, ali također i zbog smetnji povezanih s očuvanjem okoliša, javlja se potpuno suprotan trend.

Cjeloviti prikaz konvencionalne i reducirane obrade tla u Mađarskoj daju Birkas i sur. (1989.), posebno naglašavajući da su nove metode obrade tla primijenjene tamo gdje su one rezultirale nižim proizvodnim troškovima bez opasnosti za prinos. Konvencionalna obrada tla dominirala je do kraja sedamdesetih. Uvođenje suvremene mehanizacije uvjetovano je većim brojem čimbenika razvoja gospodarsta. Međutim, no-tillage sustav još je uvijek vrlo rijedak u

Mađarskoj. Zahvati obrade tla usmjereni su na čuvanje strukture tla i u uskoj su vezi s izmjenom usjeva. Proizvodna praksa još uvijek ne favorizira korištenje strni za zaštitu tla, a na nekim staništima plitka obrada podrazumijeva određeni rizik. Reducirana obrada zahtijeva oruđa koja za sada nisu dosta raširena u Mađarskoj, a potrebna su i daljnja istraživanja radi razumne upotrebe ovih oruđa i potpunijeg poznavanja potreba usjeva.

Rezultati postignuti istraživanjem reducirane obrade tla u Češkoj i Slovačkoj ukazuju na dosta smišljen i racionalan pristup ovoj problematici. Pokazalo se da je rodnost ozimih usjeva bila najveća pri direktnoj sjetvi, koju je za žitarice moguće primjenjivati nakon svih jednogodišnjih kultura. Na osnovi eksperimentalnih rezultata i istraživanja na klasifikaciji tla razrađeni su sustavi gospodarenja za pojedine ekološke jedinice. U okviru ovih istraživanja utvrđeni su i parametri koji ograničavaju primjenu minimalne obrade tla. Nove metode obrade tla trebalo bi istražiti s raznih aspekata - fizike, kemije i biologije tla, biljnog rasta, visine prinosa, te infestacije korovima u različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima (Černy, 1979.). U tom smislu provode se novija istraživanja.

I u Rumunjskoj stečena su pozitivna iskustva s reduciranom obradom tla Pintilie i sur., (1979.). Ipak, pojedine kulture različito su reagirale na reduciranu obradu tla u različitim klimatsko - zemljišnim uvjetima s tim da se ipak ukazuje na potrebu povremene dublje obrade u alternaciji s reduciranom obradom. Primjena herbicida omogućuje reduciranje obrade za kukuruz, suncokret i soju. Naglasak se često stavlja na povezivanje pojedinih zahvata - pripremu sjetvenog sloja, primjenu herbicida, insekticida i fungicida, gnojidbu i sjetvu, što zapravo ukazuje na minimalizaciju obrade.

U Bugarskoj su stvorene pretpostavke za konzervacijsku obradu tla nakon prvih istraživanja minimalne obrade. No, čini se da ova istraživanja nisu poprimila razmjere koje bi se moglo očekivati prema uvjetima staništa, osobito u područjima s bonitetno vrednijim tipovima tala. Stojnev (1982.) iznosi da su u skladu s ekološkim svojstvima nekih područja Bugarske razrađeni sustavi reducirane obrade tla na osnovi znanstvenih spoznaja i iskustava. Oni se temelje na povremenom oranju do različite dubine, rahljenju tla, plitkoj obradi, direktnoj sjetvi i posebnim zahvatima obrade na prekomjerno vlaženim i nagnutim terenima.

Radecki (1986.), koji u posebnom radu iznosi rezultate istraživanja direktne sjetve na crnicama iz kojih se gotovo u cijelosti može saznati temeljni pristup problemu direktne sjetve

u Poljskoj. U osnovi, pri direktnoj sjetvi u 5-poljnom plodoredu povećana je zbijenost tla, smanjena poroznost, povećana stabilnost agregata i sadržaj humusa kao i hraniva u oraničnom sloju, dok je pH pao. Isti autor je utvrdio da su za direktnu sjetvu najpovoljnije žitarice, osobito ozima pšenica, eventualno raž pri jačoj mineralnoj gnojidbi, dok bob i jara uljana repica nisu dali zadovoljavajuće rezultate zbog jače zakorovljenosti.

Glede konzervacijske obrade tla u bivšem Sovjetskom Savezu može se reći da ona ima neke svoje specifičnosti. S tim u vezi postavljena je i teza: ne odustajati od obrade tla, već je usavršiti, učiniti djelotvornijom i jeftinijom. Na toj osnovi u široj proizvodnoj praksi, posebno na černozemima Ukrajine, razvio se specijalni oblik konzervacijske obrade tla, osobito za žitarice, u kojem je osnovno oruđe za obradu tzv. *ploskorez,* neke vrste krutog kultivatora. Dakle, nema okretanja tla, dok je suština zahvata rahljenje tla na različitu dubinu. Pored osnovnog učinka na tlo, uključujući i borbu protiv erozije, ovakvom obradom indirektno se utječe na korekciju klime štednjom vode u tlu, budući da je nedostatak oborina i njihova neravnomjerna raspodjela tijekom godine jedna od osnovnih karakteristika klime ovoga područja.

3. MATERIJAL I METODE

Provedba istraživanja utjecaja različitih konzervacijskih sustava obrade tla i različitih gnojidbenih doza dušika na urod zrna kukuruza, obavljena su tijekom tehnološke 2012./2013. godine, na hidromorfnom tipu tla, na lokaciji Čačinci (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N).

Istraživano je pet sustava obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom. Sustavi obrade tla, odnosno varijante, su bili slijedeći:

- **OR – Konvencionalna obrada tla**
- **PO – Podrivanje – konzervacijska obrada**
- **RA – Rahljenje – konzervacijska obrada**
- **TA – Tanjuranje – konzervacijska obrada**
- **DS – Direktna sjetva – konzervacijska obrada**

Varijanta OR podrazumijevala je oranje u jesen na dubinu od 30-35 cm, iza kojeg je slijedilo tanjuranje u dva prohoda do dubine 10-15 cm. U proljeće je obavljeno zatvaranje zimske brazde teškom drljačom, predsjetvena priprema tla sjetvospremačem (klinasta + rotodrljača) i sjetva sijačicom za direktnu sjetvu.

Slika 1. Varijanta obrade tla oranjem

Na varijanti PO je kao osnovni zahvat obrade tla obavljeno podrivanje do dubine od 45-50 cm, a sve ostale radne operacije obrade tla i sjetve bile su kao kod varijante OR.

Slika 2. Varijanta obrade tla podrivanjem

Kod varijante RA osnovna obrada tla rahljenjem obavljena je do dubine oranja (30-35 cm), iza čega su slijedile iste radne operacije kao kod varijante OR.

Slika 3. Varijanta obrade tla rahljenjem

Na varijanti TA osnovna obrada tla je obavljena tanjuranjem teškom tanjuračom na dubinu 20-25 cm u jednom prohodu, a ostali radni zahvati obrade bili su isti kao kod varijante OR.

Slika 4. Varijanta obrade tla tanjuranjem

Na varijanti DS nije obavljen niti jedan zahvat obrade tla, već je obavljena direktna sjetva kao i kod ostalih istraživanih varijanata. Za razliku od ostalih varijanata, na ovoj je varijanti u ljetu 2012. godine obavljeno tretiranje površine totalnim herbicidom na bazi glifosata.

Slika 5. Varijanta bez obrade tla (direktna sjetva)

Varijante gnojidbe dušikom bile su slijedeće:

- **N1 – gnojidba umanjena za 50% u odnosu na gnojidbenu preporuku**
- **N2 – gnojidba prema gnojidbenoj preporuci**
- **N3 – gnojidba uvećana za 50% u odnosu na gnojidbenu preporuku**

Slika 6. Površinska distribucija gnojiva pred osnovnu obradu

Gnojidbena preporuka, na temelju kemijske analize tla (Tablica 1.), za dušik, fosfor i kalij, određena je kompjutorskim ekspertnim programom ALR_{xp} v13.46 (Vukadinović). Gnojidba fosforom i kalijem je bila ujednačena za sve varijante gnojidbe i iznosila je 150 kg P_2O_5/ha i 150 kg K_2O/ha, dok je gnojidba dušikom, ovisno o gnojidbenom tretmanu iznosila za N1 – 133 kg N/ha, za N2 – 200 kg N/ha i za N3 – 267 kg N/ha i bila je ujednačena za sve varijante obrade tla.

Tablica 1. Kemijski sastav tla na lokaciji istraživanja

pH (H_2O)	pH (KCl)	P_2O_5 mg/100 g tla	K_2O mg/100 g tla	Humus (%)	Hy (cmol kg-1)
5,09	4,03	6,2	12,7	2,4	2,5

Veličina osnovne parcele obrade tla iznosila je 600 m^2 (20m x 30m), dok je veličina osnovne parcele obrade tla iznosila 200 m^2 (6,7m x 30m), (Prilog 1., Tablica 1. Shema pokusa). Pokus

je izveden kao dvofaktorijalan (obrada i gnojidba), u četiri ponavljanja, sa slučajnim rasporedom parcela po ponavljanjima.

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

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

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

4. REZULTATI

4.1. Vremenske prilike tijekom istraživanja

Ocjena vremenskih prilika tijekom razdoblja istraživanja (listopad 2012. do listopad 2013.), prema podacima dobivenim od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda, mogla bi se sažeti kao; iznad prosječne temperature zraka praćene iznad prosječnim količinama oborina.

Tablica 2. Vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja 2012./2013. na lokalitetu istraživanja Čačinci

2012./2013. godina												
X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Srednje mjesečne temperature zraka tijekom razdoblja istraživanja (°C)												
11,8	9,2	1,2	2,2	2,8	5,1	13,1	16,5	19,9	23,4	22,5	15,7	13,6
Srednje mjesečne količine oborina tijekom razdoblja istraživanja (°C)												
109,4	71,0	131,9	86,7	101,2	97,1	53,1	79,8	83,3	28,3	99,2	142,6	39,9

Izvor podataka: DHMZ

Vrlo promjenjive vremenske prilike vladale su gotovo cijelo vrijeme tijekom promatranog razdoblja istraživanja. Iznad prosječne količine oborina s učestalim brojem dana padanja zabilježene su od listopada 2012. godine pa sve do pred kraj travnja 2013. godine, što je odgodilo proljetne radove (zatvaranje zimske brazde), i onemogućilo kvalitetnu i u optimalnom roku predsjetvenu pripremu i sjetvu.

Izmjenjivanje izrazito vlažnih i izrazito sušnih razdoblja nastavljalo se tijekom cijele vegetacije kukuruza. Ovakvi temperaturni i oborinski ekstremi nisu uobičajeni na ovom području. Tako je bilo razdoblja tijekom kojih je površina tla do dubine desetak centimetara bila izrazito suha i tvrda, a istovremeno ispod te dubine tlo je bilo raskvašeno i mokro.

Tijekom najosjetljivije faze razvoja kukuruza prema potrebi za vodom, odnosno razdoblja metličanja i svilanja (lipanj, srpanj, kolovoz), sušna i vlažna razdoblja su se izmjenjivala vrlo često, a kukuruz nije oskudijevao u vodi. Zbog ove je činjenice oplodnja kukuruza bila kvalitetna i na zadovoljavajućoj razini, što se u konačnici odrazilo na urod zrna kukuruza.

4.2. Poljoprivredni prinos kukuruza

Poljoprivredni prinos predstavlja onaj dio biljke zbog kojeg se ona uzgaja, odnosno u ovom slučaju to je udio zrna kukuruza u ukupnom prinosu i dio je biološkog prinosa.

Prosječan poljoprivredni prinos kukuruza (Tablica 3.) u ovim je istraživanjima iznosio 9,15 t/ha. Najveći je prinos zabilježen na varijanti OR, odnosno konvencionalnoj varijanti i iznosio je 10,23 t/ha, dok je najmanji prinos zabilježen na varijanti TA (tanjuranje) i iznosio je 8,79 t/ha. Prinos na OR varijanti bio je u usporedbi s ostalim varijantama obrade tla statistički opravdano veći.

Tablica 3. Poljoprivredni prinos (prinos zrna kukuruza, t/ha) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Varijanta obrade tla	Razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
OR	10,10	11,00	9,60	10,23
PO	6,86	8,80	11,02	8,89
RA	6,83	10,90	8,75	8,83
TA	8,14	9,74	8,49	8,79
DS	9,05	9,02	8,94	9,00
Prosjek	8,20	9,89	9,36	9,15

Analizom gnojidbenih varijanata uočljivo je kako je najveći prosječni prinos ostvaren na N2 gnojidbenoj varijanti, odnosno gnojidbi prema preporuci, a najmanji prosječni prinos ostvaren je na gnojidbenoj varijanti N1. Pojedinačnom usporedbom varijanata obrade tla, izuzetak čini varijanta PO (podrivanje) na kojoj se prinos povećava proporcionalno s povećanjem razine gnojidbe dušikom.

4.3. Biološki prinos kukuruza

Biološki prinos predstavlja ukupan prinos uzgajane biljke (ukupna organska tvar), odnosno u ovom slučaju on je predstavlje udjelima masa stabljike, klasa i zrna.

Prosječan biološki prinos kukuruza (Tablica 4.) u ovim je istraživanjima iznosio 35,33 t/ha. Međusobnom usporedbom varijanata obrade tla vidljivo je kako je najveći prinos ostvaren na OR varijanti (42,96 t/ha), a najmanji na TA varijanti (32,07 t/ha). Kao i kod poljoprivrednog prinosa, biološki prinos na OR varijanti bio je statistički opravdano veću u usporedbi s ostalim varijantama.

Tablica 4. Biološki prinos kukuruza (t/ha) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Varijanta obrade tla	Razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
OR	42,61	46,80	39,46	42,96
PO	26,26	35,02	40,34	33,87
RA	27,25	40,88	33,20	33,77
TA	31,74	35,23	29,24	32,07
DS	35,31	33,69	32,89	33,97
Prosjek	32,63	38,33	35,03	35,33

Usporedbom prosječnih vrijednosti gnojidbenih varijanata vidljivo je kako je najveći prinos ostvaren na N2 varijanti (38,33 t/ha), dok je najmanji zabilježen na N1 varijanti (32,63 t/ha). Razlike između prosječne vrijednosti gnojidbenih tretmana bile su unutar statističke pogreške. Valja napomenuti kako je na DS varijanti najveći prinos ostvaren na N1, a najmanji na N3 razini gnojidbe dušikom.

4.4. Žetveni indeks kukuruza

Žetveni indeks predstavlja odnos poljoprivrednog i biološkog prinosa i izražava se u postotcima. Što je žetveni indeks veći, znači da je veći udio poljoprivrednog prinosa u ukupnom (biološkom) prinosu.

Prosječna vrijednost žetvenog indeksa za cijeli pokus iznosila je 26,0%. Međusobnom usporedbom varijanata obrade tla vidljivo je kako je na OR varijanti zabilježen najmanji žetveni indeks (23,5%), dok je najveći zabilježen na varijanti TA. Između varijanata obrade tla nisu utvrđene statistički opravdane razlike vrijednosti žetvenog indeksa.

Tablica 5. Žetveni indeks kukuruza (%) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Varijanta obrade tla	Razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
OR	23,7	23,4	23,4	23,5
PO	25,8	25,0	27,7	26,2
RA	25,1	26,8	26,4	26,1
TA	25,4	27,6	29,4	27,5
DS	25,7	26,6	27,2	26,5
Prosjek	25,1	25,9	26,8	26,0

Usporedbom prosječnih vrijednosti žetvenog indeksa po varijantama gnojidbe, vidljivo je kako je najveća vrijednost zabilježena na varijanti s najjačom gnojidbenom dozom dušika (N3=26,8%), dok je najniža bila na N1 varijanti gnojidbe (25,1%). Između prosječnih vrijednosti gnojidbenih tretmana, nisu utvrđene statistički opravdane razlike žetvenog indeksa.

5. RASPRAVA

Vrijednosti visine poljoprivrednog i biološkog prinosa, kao i žetvenog indeksa, bile su u najvećoj mjeri očekivane, s manjim naočigled nelogičnim odstupanjima. Najveći prinosi ostvareni na varijanti s oranjem bili su u svakom slučaju očekivani, no daleko veći prinos (ako ne i najveći) očekivao se na varijanti s podrivanjem.

Vezano za prethodno, na varijanti s direktnom sjetvom (DS) ostvareni su iznimno visoki prinosi. Ovakav rezultat je vjerojatno posljedica specifičnih klimatskih prilika koje su vladale tijekom razdoblja istraživanja, ali i specifičnih stanja u tlu. Tijekom razdoblja velikih količina oborina odvijala se normalna perkolacija vode, budući da je tlo bilo povoljne rahle strukture, tako da usjev kukuruza nije bio u nepovoljnim uvjetima (Jug i sur., 2006.). S druge strane, tijekom sušnih razdoblja, na varijantama s većom količinom žetvenih ostataka na površini tla, evaporacija tla je bila manja (konzervacijski efekt), tako da je usjev imao veću količinu vode na raspolaganju.

Naizgled nelogično, opadanje visine poljoprivrednog i biološkog prinosa s porastom razine gnojidbe dušikom na varijanti obrade tla DS (direktna sjetva), može se tumačiti činjenicom kako je mineralno gnojivo aplicirano po površini, a za razliku od ostalih varijanata na ovoj varijanti gnojivo nije inkorporirano u tlo. Zbog ovoga je razloga došlo do veće volatizacije, odnosno gubitka hraniva što se odrazilo na visinu prinosa (Jug, 2006.).

Iz ovih se istraživanja uočava važnost gnojidbene preporuke na temelju poznatih vrijednosti kemijske svojstava tla (kemijska analiza), budući da su gotovo redovno najveći prinosi ostvarivani upravo na varijanti gnojidbe dušikom prema preporuci (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Prekomjerna gnojidba dušikom obično rezultira padom prinosa i drugim negativnim efektima, no to u ovim istraživanjima nije bio slučaj, a glavni razlog je iznad prosječna količina oborina koja je uzrokovala gubitak dušika.

Žetveni indeks je vrlo važan pokazatelj koji, između ostalog, pokazuje status ishranjenosti usjeva. Odnosno, pretjeranom ishranom dušikom kukuruz ima manji žetveni indeks, tj. manji je udio mase zrna u ukupnoj biološkoj masi.

Isto tako, valja upozoriti kako vremenske prilike mogu značajno utjecati na visinu prinosa (Jug i sur., 2006.), izazivajući svojim posrednim ili neposrednim utjecajem specifične reakcije pojedinih sustava obrade tla.

6. ZAKLJUČAK

Temeljem istraživanja utjecaja pet različitih tretmana obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom na prinos kukuruza, na hidromorfnom tipu tla na lokalitetu Čačinci tijekom 2012./2013. godine, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- visina poljoprivrednog i biološkog prinosa bila je pod statistički opravdanim utjecajem sustava obrade tla kao i razine gnojidbe dušikom,
- najveći poljoprivredni i biološki prinosi kukuruza zabilježeni su na varijanti konvencionalne obrade tla (10,23 t/ha i 42,96 t/ha), te na gnojidbenom tretmanu prema gnojidbenoj preporuci (9,89 t/ha i 38,33 t/ha),
- neočekivano visoki poljoprivredni i biološki prinos ostvaren je na varijanti direktne sjetve,
- sustav obrade tla i gnojidbe dušikom nisu statistički opravdano utjecali na visinu žetvenog indeksa kukuruza,
- najmanji žetveni indeks zabilježen je na konvencionalnoj obradi tla.
- ekstremne vremenske prilike (prvenstveno iznad prosječna količina oborina) u značajnoj su mjeri utjecali na istraživane pokazatelje,

Istraživanja utjecaja kao i interakcije obrade tla i gnojidbe, u uzgoju kukuruza, trebalo bi provoditi u višegodišnjem kontinuitetu i u različitim agroekološkim uvjetima, kako bi se s većom pouzdanošću mogli donositi određeni zaključci.

7. POPIS LITERATURE

Azevedo, A.L. (1975.): Evolução do teor em matéria orgãnica de barros castanko avermelhados sujeitos a um sustava de mobilização minima. III - razão C/N. Sep. do vol. 34 do An. do Inst. Sup. de Agron., 125-145.

Ball, B. C. (1989.): Reduced tillage in Great Britain: practical and research experience. Energy saving by reduced soil tillage. Proc. of a workshop held in Gottingen, EUR 11258, 29-40.

Bašić, F. i sur. (2003.): Nature and Man in Croatia Agriculture, Croatian Agriculture, Food and food Processing Industry, Zagreb.

Birkás, M., Antal, J., and Darogi, I. (1989.) Conventional and reduced tillage in Hungary. Soil Till. Res., 13: 233-252.

Birkas, M. (2008.): Environmentally-sound adaptable tillage, Akademiai Kiado. Budapest.

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.

Butorac, A., Žugec, I., Bašić., (1986.): Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i u nas. Poljoprivredne aktualnosti, 1-2: 159-262.

Butorac, A. (1999.): Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb.

Butorac, A., Kisić, A., Butorac, J. (2006.): Konzervacijska obrada u europskim zemljama Agronomski glasnik 2/2006. Pregledni znanstveni članak ISSN 0002-1954.

Černý, V. (1979.): Development of tillage in Czechoslovakia. Proc.8 th Conf. ISTRO, Hohenheim, 1: 33-36.

Čuljat, M., Vidaković, M., Balentović, Z., Duvnjak, V. (1994.): Izravna sjetva da ili ne ?, Agrotehničar 1-2/94, 11-13, Zagreb.

Eck, K.J., Brown, D.E. (2004): Estimating Corn and Soybean Residue Cover. Purdue University Cooperative Extension Service, Rev 3/04, AY-269-W.

El Titi, A. (2003.): Soil tillage in Agroecosystem., CRC Press LLC.

Frankinet, M., Roisin, C. (1987.): Regional experiences with reduced tillage in Belgium. Proc. of a workshop held in Götingen, EUR 11258; 55-67.

Gonzales, P., Fereres, E., Giraldez, J. V., Martin, I., Garcia, M., Gil, J. and Aguera, J., (1988.): Non tillage dry farming in heavy clay soil under mediterranean climate. Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO, Edinburghg, 2: 661-666.

Hansen, L. (1976.): Danish experiments on reduced tillage. Proc. 7 th Conf. ISTRO, Uppsala, 13: 1-13: 4.

Jug, D. (2006.): Reakcija ozime pšenice i soje na reeduciranu obradu tla na černozemu. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Osijek.

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.

Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Stošić, M., Tadić, V. (2008.): Utjecaj konzervacijske obrade tla na masu žetvenih ostataka soje. 43. hrvatski & 3. međunarodni znanstveni simpozij agronoma, Opatija, 18-21 veljače, 2008. 591-595.

Jug, D. (2014.): Odabrani nastavni materijal za studente diplomskog studija, Obrada tla-nastavni materijal.

Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z. (2001.): Maize and winter wheat production with different soil tillage systems on silty loam, Agricultural and Food Science in Finland (1239-0992) 10 (2001), 2, 103-112.

Ouwerkerk, C. van (1987.): Experience with reduced tillage in the Netherlands. Proc. of a workshop held in Göttingen, EUR 11258, 41-55.

Pintilie, C., Sin, Gh., Arfire, Ana, Nicolae, H., Bondarev, I., Iionescu, Fl., Timirgaziu, Elisa, şi Les, Maricica (1979.): Lucrarila minime ale solului si perspectiva lor in Romania. Probleme de agrofitotehnie teoreticã şi aplicata, 1: 97-116.

Pitkänen, J. (1989.): Effects of long-term reduced tillage on structure and fertility of a silty clay soil. Vakola, pp 1: 35-68.

Radecki, A. (1986.): Studia nad możliwościa zastosowania siewu bezpośredniego na czarnych ziemiach właściwych, pp. 86. Warszawa.

Rydberg, T. (1987.): Studies in ploughless tillage in Sweden 1975-1986. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Reports from the Division of Soil Management, Nr 76.

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.

Stoynev, K. and Krastanov, S. (1982.): Effect of conventional and minimum tillage on some physical properties and on soil orgaic matter of two soil types in Bulgaria. Proc. 8th Conf. ISTRO, Osijek, pp. 137-141.

Vukadinović, V., Ivezić, Marija (1986.): Primjena mikroračunara u analizi faktorijalnih pokusa s dva faktora i pokusa po planu podijeljenih parcela. Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja, Zebra, Vinkovci.

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

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

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.

Zumbach, W. (1982.): Tillage without ploughing. Proc. 8th Conf. ISTRO, Osijek, pp. 165-169.

Žugec,I. (1984.): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos kukuruza u ekološkim uvjetima Slavonije, Fakultet poljoprivrednih znanosti, disertacija, Zagreb

Žugec, I., Jurić, I., Jug, D., Kanisek, J. (2002.): Obrada tla u održivom uzgoju ratarskih kultura istočne Hrvatske, Ekoinžinjerstvo 2002., Plitvice 2002.

8. SAŽETAK

Istraživanja utjecaja različitih konzervacijskih sustava obrade tla i različitih gnojidbenih doza dušika na urod zrna kukuruza obavljena su tijekom tehnološke 2012./2013. godine, na hidromorfnom tipu tla, na lokaciji Čačinci (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N). Istraživani sustavi obrade tla bili su slijedeći: OR–konvencionalna obrada tla i četiri konzervacijska sustava: PO–podrivanje; RA–rahljenje; TA–tanjuranje i DS–direktna sjetva. Gnojidbeni tretmani bili su slijedeći: 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.

Temeljem provedenih istraživanja utvrđeno je kako je visina poljoprivrednog i biološkog prinosa bila pod statistički opravdanim utjecajem sustava obrade tla kao i razine gnojidbe dušikom. Najveći poljoprivredni i biološki prinosi kukuruza zabilježeni su na varijanti konvencionalne obrade tla (10,23 t/ha i 42,96 t/ha), te na gnojidbenom tretmanu prema gnojidbenoj preporuci (9,89 t/ha i 38,33 t/ha). Sustav obrade tla i gnojidbe dušikom nisu statistički opravdano utjecali na visinu žetvenog indeksa kukuruza, a najmanji žetveni indeks zabilježen je na konvencionalnoj obradi tla.

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, gnojidba dušikom, žetveni indeks, kukuruz, prinos

9. SUMMARY

Investigation of influence of different soil tillage treatments and different nitrogen doses fertilization on maize yield were conducted during technological 2012/2013. year, on the hydromorphic soil type, on the location Čačinci (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N). Investigated tillage systems were as follows: OR-conventional soil tillage and four conservation systems: PO-subsoiling, RA-chiseling, TA-diskharrowing and DS-direct seeding. Fertilazer treatments were as follows: N1-fertilization 50% less than fertilizer recommendation, N2-fertilization according fertilizer recommendation and N3-fertilization 50% more than fertilazer recommendation.

Scientific research has shown that the amount of agricultural and biological yield was under significant influence of soil tillage systems as well as the level of nitrogen fertilization. Largest agricultural and biological maize yields were registered in the variant of conventional soil tillage (10.23 t / ha and 42.96 t / ha), and on the fertilization treatment according to fertilization recommendation (9.89 t/ha and 38.33 t/ha). The system of soil tillage and nitrogen fertilization were not statistically significant affected the harvest index of maize, and the lowest harvest index was registred in conventional soil tillage.

Keywords: conservation soil tillage, nitrogen fertilization, harvest index, maize, yield

10. PRILOZI

Prilog 1. Shema pokusa

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

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Kemijski sastav na lokaciji istraživanja……... 17
Tablica 2. Vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja 2012./2013. na lokalitetu istraživanja Čačinci…….…….... 19
Tablica 3. Poljoprivredni prinos (prinos zrna kukuruza, t/ha) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom…… 20
Tablica 4. Biološki prinos kukuruza (t/ha) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom……..... 21
Tablica 5. Žetveni indeks kukuruza (%) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom…….....……..…. 22

12. POPIS SLIKA

Slika 1. Varijanta obrade tla oranjem……..... 14
Slika 2. Varijanta obrade tla podrivanjem…… 15
Slika 3. Varijanta obrade tla rahljenjem……... 15
Slika 4. Varijanta obrade tla tanjuranjem……. 16
Slika 5. Varijanta bez obrade tla (direktna sjetva)…… 16
Slika 6. Površinska distribucija gnojiva pred osnovnu obradu……. 17

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Diplomski rad
Sveučilišni diplomski studij, smjer Biljna proizvodnja
Konzervacijska obrada tla u uzgoju kukuruza
Miroslav Radaković
Sažetak: Istraživanja utjecaja različitih konzervacijskih sustava obrade tla i različitih gnojidbenih doza dušika na urod zrna kukuruza obavljena su tijekom tehnološke 2012./2013. godine, na hidromorfnom tipu tla, na lokaciji Čačinci (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N). Istraživani sustavi obrade tla bili su slijedeći: OR–konvencionalna obrada tla i četiri konzervacijska sustava: PO–podrivanje; RA–rahljenje; TA–tanjuranje i DS–direktna sjetva. Gnojidbeni tretmani bili su slijedeći: 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.

Temeljem provedenih istraživanja utvrđeno je kako je visina poljoprivrednog i biološkog prinosa bila pod statistički opravdanim utjecajem sustava obrade tla kao i razine gnojidbe dušikom. Najveći poljoprivredni i biološki prinosi kukuruza zabilježeni su na varijanti konvencionalne obrade tla (10,23 t/ha i 42,96 t/ha), te na gnojidbenom tretmanu prema gnojidbenoj preporuci (9,89 t/ha i 38,33 t/ha). Sustav obrade tla i gnojidbe dušikom nisu statistički opravdano utjecali na visinu žetvenog indeksa kukuruza, a najmanji žetveni indeks zabilježen je na konvencionalnoj obradi tla.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Mentor: prof. dr. sc. Danijel Jug
Broj stranica: 32
Broj grafikona i slika: 6 (6 slika)
Broj tablica: 5
Broj literaturnih navoda: 38
Broj priloga: 1
Jezik izvornika: hrvatski
Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, gnojidba dušikom, žetveni indeks, kukuruz, prinos
Datum obrane:
Stručno povjerenstvo za obranu:
1. Dr. sc. Bojana Brozović, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Danijel Jug, mentor
3. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član
Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Agriculture

Graduate thesis

University Graduate Studies, course Plan production

Conservation soil tillage in maize production

Miroslav Radaković

Abstract: Investigation of influence of different soil tillage treatments and different nitrogen doses fertilization on maize yield were conducted during technological 2012/2013. year, on the hydromorphic soil type, on the location Čačinci (GPS: Long. 17.86336 E; Lat. 45.61316 N). Investigated tillage systems were as follows: OR-conventional soil tillage and four conservation systems: PO-subsoiling, RA-chiseling, TA-diskharrowing and DS-direct seeding. Fertilazer treatments were as follows: N1-fertilization 50% less than fertilizer recommendation, N2-fertilization according fertilizer recommendation and N3-fertilization 50% more than fertilazer recommendation. Scientific research has shown that the amount of agricultural and biological yield was under significant influence of soil tillage systems as well as the level of nitrogen fertilization. Largest agricultural and biological maize yields were registered in the variant of conventional soil tillage (10.23 t / ha and 42.96 t / ha), and on the fertilization treatment according to fertilization recommendation (9.89 t/ha and 38.33 t/ha). The system of soil tillage and nitrogen fertilization were not statistically significant affected the harvest index of maize, and the lowest harvest index was registred in conventional soil tillage.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek
Mentor: prof. dr. sc. Danijel Jug
Number of pages: 32
Number of figures: 6 (6 pictures)
Number of tables: 5
Number of references: 38
Number of appendices: 1
Original in: Croatian
Key words: conservation soil tillage, nitrogen fertilization, harvest index, maize, yield
Thesis defended on date:
Reviewers:
1. Dr. sc. Bojana Brozović, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Danijel Jug, mentor
3. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d