

Influence of Different Tillage Systems on Yield of Maize on Stagnic Luvisols of Central Croatia

Ivica KISIĆ¹

Ferdo BAŠIĆ¹

Milan MESIĆ¹

Andelko BUTORAC¹

Mijo SABOLIĆ²

SUMMARY

Aimed at determining the optimal ploughing depth and making tillage simpler and less costly, taking into account edaphic and climatic conditions as well as biological and agrotechnical requirements of crops grown, long-term investigations of the optimal depth of basic tillage are carried out on Stagnic Luvisols of sloping terrains in central Croatia. This paper presents the results relating to the yields of maize grain.

Yields achieved by the studied tillage treatments point to the conclusion that the no-tillage variant on the soil type under study (Stagnic Luvisols) cannot match the classical, standard soil tillage. Conventional tillage to different depths in any direction is still a safe warranty for high yields on this soil type. In the first trial year, the highest yield of 9.60 t ha⁻¹ was obtained with ploughing up/down the slope. In precipitation deficient years, treatments with deeper ploughing are more efficient. Thus, in the second trial year, the highest yield of 7.97 t ha⁻¹ was achieved in the variant involving very deep ploughing.

With respect to the topical trend of applying any of the reduced tillage treatments in our agriculture, and considering the complexity of this problem, namely, application of a new soil tillage technology, further detailed, long-term and complex multidisciplinary research work is necessary, which should include researchers from all fields relating to these problems.

KEY WORDS

tillage, stagnic luvisol, yield, maize

¹ Faculty of Agriculture, University of Zagreb
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

² Poljodar d.d., Josipa Jelačića 77, 43500 Daruvar. Croatia
E-mail: ikisic@agr.hr

Received: August 31, 2001

Utjecaj različitih načina obrade na prinos zrna kukuruza na pseudogleju središnje Hrvatske

Ivica KISIĆ¹

Ferdo BAŠIĆ¹

Milan MESIĆ¹

Anđelko BUTORAC¹

Mijo SABOLIĆ²

SAŽETAK

Polazeći od potrebe da se utvrdi optimalna dubina obrade, odnosno da se obrada učini jednostavnijom i jeftinijom, uz puno respektiranje edafskih i klimatskih uvjeta, te bioloških i agrotehničkih potreba uzgajanih usjeva, provode se višegodišnja istraživanja optimalne dubine osnovne obrade na obronačnom pseudogleju središnje Hrvatske. U ovom radu prikazujemo rezultate vezane uz prinos zrna kukuruza.

Tijekom 1995. godine najviši prinos od 9,60 t/ha je ostvaren na oranju uz odnosno niz nagib. U godinama s nedostatkom oborina do izražaja dolaze varijante s dubljom obradom, pa je tako u drugoj godini istraživanja (2000. g.) najviši prinos od 7,97 t/ha ostvaren na varijanti s vrlo dubokim oranjem. U obje godine istraživanja signifikantno niži prinos je ostvaren na varijanti s izostavljanjem obrade.

Temeljem ostvarenih prinosa može se zaključiti da izostavljanje obrade na pseudogleju ne može imati ravnopravan položaj s klasičnom, standardnom obradom tla. No, uzimajući u obzir ostvarene niže prinose s jednu stranu, ali i uštedu u energiji na izostavljanju obrade s druge strane, ovaj sustav traži da mu se posveti još više pažnje u budućim istraživanjima.

S obzirom na aktualnost primjene bilo kog od reduciranih načina obrade tla u nas, a imajući u vidu složenost ove problematike, tj. primjenu novih sustava obrade tla, potreban je daljnji temeljiti, dugogodišnji i kompleksni istraživački multidisciplinarni rad u koji bi bili uključeni znanstvenici koji mogu rasvijetliti ovu problematiku.

KLJUČNE RIJEČI

obrada tla, pseudoglej, prinos zrna kukuruza

¹ Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

² Poljodar d.d., Josipa Jelačića 77, 43500 Daruvar, Hrvatska
E-mail: ikisic@agr.hr

Primljeno: 31. kolovoza 2001.

UVOD

Obrada tla prema svojem značenju i prema energetskim zahtjevima oduvijek je u poljoprivredi zauzimala vodeće mjesto. Ona od svih operacija u poljoprivredi traži najveći utrošak energije. Bičanić (1993) i Butorac (1999) navode da u cjelokupnom procesu poljoprivredne proizvodnje najviše utrošene energije otpada na obradu tla, a na oranje kao glavni način osnovne obrade tla čak 60-75% utrošene energije. Također naglašavaju i negativan utjecaj obrade po okoliš uslijed izraženijih procesa erozije, smanjenja sadržaja humusa i zbijanja kao posljedicu obrade tla.

Stoga u posljednjih nekoliko desetljeća istraživanja u oblasti obrade tla idu u pravcu minimalizacije obrade, tj. smanjenje obrade prema broju zahvata i dubini, primjeni kombiniranih oruđa itd. Ne treba, međutim, zanemariti niti svjetske trendove u obradi tla, koji idu u pravcu njenog potpunog izostavljanja (no-tillage). No, kako je u posljednje vrijeme kod nas sve više godina s izrazitim deficitom vode u ljetnim mjesecima (Bašić i sur. 2000), smatramo da je uzgoj jarina bez konvencionalne duboke jesenske obrade previše riskantan.

Utjecaj različitih načina obrade tla na prinos glavnih ratarskih kultura istraživali su, dakako, tuzemni i inozemni istraživači. Inozemna istraživanja prema svojim koncepcijama unekoliko se razlikuju, pa ćemo, polazeći od bitne činjenice da obrada tla ima regionalni karakter (tipovi tala i klimatske prilike) veću pažnju posvetiti istraživanjima kod nas, a osvrnuti ćemo se i na inozemna istraživanja u zemljama našeg srednje europskog okružja.

Prva istraživanja ove vrste kod nas su proveli na pseudogleju u sjeverozapadnoj Hrvatskoj Mihalić (1958) i Mihalić i sur. (1967), dok Radić (1968 i 1969) prvi istražuje utjecaj reduciranja obrade na prinos zrna kukuruza. Kukuruz je pozitivno reagirao na dublju obradu na pseudogleju zaključuju Mihalić i Butorac (1969). Do istog zaključka došli su Mađarić i sur. (1970) na lesiviranom smeđem tlu, odnosno Mihalić i sur. (1977) i Butorac i sur. (1974 i 1979) na smeđem tlu na karbonatnom lesu. Butorac i sur. (1979 i 1981) na lessive pseudogleju utvrđuju da je konvencionalna obrada ostvarila bolje rezultate u odnosu na izostavljanje obrade u uzgoju kukuruza. Autori naglašavaju da postoje određene indikacije koje ukazuju na mogućnost povremene redukcije osnovne obrade tla za kukuruz. Radić i Mušac (1967), Radić (1968 i 1969) i Butorac i sur. (1982) temeljem svojih istraživanja naglašavaju da se reducirana obrada približavala po prinosu konvencionalnoj obradi u onim slučajevima kada su pokusi provedeni na tlu povoljnih fizikalno-kemijskih značajki i u klimatski povoljnim godinama za uzgoj jarina.

Žugec (1984 i 1984a) zaključuje da varijante obrade tla s potpuno izostavljenom obradom tla drastično

smanjuju prinos zrna kukuruza i za agroekološke uvjete naših istraživanja ne odgovaraju ni s biljno-proizvodnog niti ekonomskog stajališta. Do sličnih rezultata dolaze Stipešević i sur. (2000). 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 uštedu energije u obzir, izostavljanje obrade se pokazalo vrlo efikasnim u odnosu na konvencionalni sustav obrade tla. Štefanić (1997) ukazuje na veću zakorovljenost i niže prinose na varijantama s reduciranom obradom tla. Košutić i sur. (1994 i 1996) na pseudogleju zaravni ukazuje na nešto niže prinose kukuruza s reduciranom obradom tla, ali i na puno manji utrošak ljudskog rada na varijantama gdje je bio primijenjen jedan od načina reducirane obrade tla.

Od inozemnih istraživanja ukazujemo na slična istraživanja u Austriji (Liebhard, 1996), Italiji (Borin i Sartori, 1995; Bonciarelli i Archetti, 2000), Mađarskoj (Birkas i sur. 1999), te Češkoj (Skoda i Bures, 1998) te Slovačkoj (Kovac, 1998). Ova istraživanja su provedena na nešto lakšim tlima i ukazuju na prednosti nekih od oblika reducirane obrade.

Na kraju, sumarno, moglo bi se reći da je optimalna dubina osnovne obrade tla kompleksna kategorija, koja implicira sljedeće faktore: tip tla, klimu, gnojidbu i specifičnu reakciju kulture. Pogotovo to vrijedi za naše agroekološke uvjete, koji su unatoč razmjerno malog prostora Republike Hrvatske, izrazito različiti, te da ima razloga za znatno opsežnija istraživanja od do sada provedenih.

MATERIJAL I METODE

Osnivanje pokusa uslijedilo je nakon žetve pretkulture (uljane repice) 1994. g. na oraničnim površinama poduzeća "Poljodar" d.d. Daruvar. Tijekom ljeta provedeni su zahvati dubokog oranja i podrivanja na varijantama gdje je to predviđeno metodikom istraživanja. U istraživanja su uključene slijedeće varijante obrade tla: 1. Konvencionalno oranje uz odnosno niz nagib (oranje na 25-30 cm dubine) 2. Izostavljanje obrade (no-tillage) 3. Konvencionalno oranje okomito na smjer nagiba terena (oranje na 25 do 30 cm dubine) 4. Vrlo duboko oranje (50 cm) okomito na smjer nagiba. 5. Podrivanje na 60 cm + konvencionalno oranje okomito na nagib terena. Vrlo duboko oranje i podrivanje nisu se ponavljala svake godine, računa se na njihovo produžno djelovanje (tri godine), a ostali, dakle redoviti zahvati, izvodili su se sukladno zahtjevima uzgajane kulture - kukuruza.

Polazeći od postavljenog cilja ovih istraživanja, a to je utvrđivanje optimalnog načina obrade tla razmotriti ćemo kako je obrada, uzimajući u obzir klimatsku situaciju, djelovala na prinos test kulture – kukuruza. Kako je opće poznato da je sklop usjeva jedan od

temeljnih elemenata, koji stoji u funkciji prinosa u punom smislu te riječi, zanimalo nas je također u kojoj je pak mjeri sklop bio ovisan o istraživanim varijantama obrade tla. Od komponenti prinosa izračunata je masa 1.000 zrna i hektolitarska masa.

Prve godine istraživanja na pokusnom polju zasijan je hibrid Bc 408B a u drugoj godini hibrid "Zlatko", s pretpostavljenim sklopom od 65 000 biljaka po hektaru na svim varijantama u obje godine istraživanja. Prema rezultatima dvogodišnjih istraživanja prikazan je različitih načina obrade tla na prinose kukuruza. Analizirane su kemijske i fizikalne odlike tla, te relevantni klimatski elementi.

Statistička obrada izvršena za prinose test kulture provedena je prema analizi varijance do određivanja t testa.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Pedološke značajke istraživanog područja

Tip tla na kome se provode istraživanja je pseudoglej obronačni. Riječ je o tipu tla s nepovoljnim fizikalnim (nestabilna struktura, nepovoljan odnos teksturnih klasa – prevlast čestica praha) i nepovoljnim kemijskim značajkama (nizak sadržaj organske tvari, nepovoljna reakcija tla). U tablici 1 prikazane su prosječne vrijednosti temeljnih kemijskih značajki istraživanog tla, a u tablici 2 prosječna tekstura istraživanog tla.

Klimatske prilike u višegodišnjem prosjeku i tijekom provođenja pokusa

Prema višegodišnjem prosjeku na ovom području padne 863 mm oborina, dok srednja godišnja temperatura iznosi 10,7 °C (tablica 3). U istoj tablici

navedene su i vrijednosti proračuna evapotranspiracije prema metodi Thornthwaitea. Navedeni podaci ukazuju da u višegodišnjem prosjeku ne postoji manjak vode, dok se zabilježeni višak od 212 mm javlja u zimskom i ranoproljetnom dijelu godine. Za očekivati je da pojedinačne godine imaju ponekada i bitno drugačije vrijednosti, kako je to i prikazano u tablici 4.

Tijekom 1995. g. je palo 912 mm oborina, što je u odnosu na višegodišnji prosjek 50-ak mm više od prosjeka. Osobito se to odnosi na mjesec rujan kada je palo 183 mm oborina, što je tri puta više u odnosu na višegodišnji prosjek. Podaci iz tablice 4 ukazuju da je bio podjednako izražen proljetni i jesenski maksimum oborina. Manjak oborina je bio zabilježen samo u srpnju kada su pala tri milimetra, što je za 80-ak mm manje u odnosu na prosjek. Tijekom 2000. g. samo je u travnju palo više oborina nego što padne u 40-godišnjem prosjeku, dok je u svim ostalim mjesecima zabilježen manjak oborina. U odnosu na višegodišnji prosjek u ovoj godini je nedostajalo 234 mm, a suša koja je započela u lipnju trajala je do listopada (tablica 4).

Prinos i neke komponente prinosa zrna kukuruza

Prema rezultatima analize varijance vidljivo je da u prvoj godini istraživanja postoje signifikantne razlike između istraživanih varijanti obrade tla prema visini prinosa zrna kukuruza (tablica 5). Pri izostavljanju obrade (2) dobiveni prinos (3,87 t/ha) bio je signifikantno niži u odnosu na sve ostale varijante obrade tla. Najveći prinos ostvaren je u varijante (1) s oranjem uz i niz nagib (9,60 t/ha), zatim slijedi varijanta (5) s podrivanjem i oranjem okomito na nagib (8,06 t/ha). Približno podjednak

Tablica 1. Kemijska svojstva tla
Table 1. Chemical property of soil

Dubina tla, Depth of soil, cm	Horizont Soil horizon	pH nKCl	Hidr. aciditet Hid. acidity	Humus Organic matter %	mg/100g tla-soil P ₂ O ₅	P kg ha ⁻¹	mg/100g tla-soil K ₂ O	K kg ha ⁻¹	
0-24	Ap ₁	4,21	12,8	1,25	16	13,8	172	15,9	308
24-35	Ap ₂	4,20	12,3	1,05	14	8,4	65	8,7	123
35-95	Bg	4,81	7,0	0,4	5	5,4	244	5,7	502

Tablica 2. Tekstura pseudogleja obronačnog
Table 2. Particle size distribution of Stagnic Luvisols

Dubina tla Depth of soil, cm	Oznaka horizonta Soil horizon	Tekstura – Texture (g kg ⁻¹)				Glina Clay (< 0.002 μm)	Oznaka teksture Texture class
		Krupni pijesak Coarse sand (2-0.2 μm)	Sitni pijesak Fine sand (0.2-0.02 μm)	Prah Silt (0.02 – 0.002 μm)			
0-24	Ap ₁	18	586	242	154	Pjesk. ilovača	
24-35	Ap ₂	21	571	260	148	Pjesk. ilovača	
35-95	Bg	5	545	254	196	Pjesk. ilovača	

Tablica 3. Temeljni pokazatelji podneblja u višegodišnjem prosjeku (1961-2000.) g.
Table 3. Major indicators of the fluctuation of weather conditions in long-term period

		Mjesec-Month											Godišnja vrijednost
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Mjesečna i godišnja količina oborina, mm													
55	47	58	73	88	97	85	82	88	70	83	63	863	
Srednja mjesečna i godišnja temperatura zraka, °C													
-0.4	1.9	6.3	10.9	15.5	18.9	20.6	19.9	15.9	10.9	5.7	1.6	10.7	
Broj oborinskih dana													
12	11	13	13	14	13	11	11	10	9	13	13	143	
Mjesečni kišni faktor prema Gračaninu i Langov godišnji kišni faktor													
43,2	24,7	9,2	6,7	5,7	5,1	4,1	4,1	3,9	6,4	14,5	39,4	80	
ph	ph	h	h	sh	sh	sa	sa	sa	sh	ph	ph	sh-h	
Bilanca vode u tlu prema metodi Thornthwaitea													
PET*	0	0	24	52	91	115	132	110	76	42	20	0	662
R*	100	100	100	100	93	79	44	26	15	36	100	100	893
SET*	0	0	24	52	91	115	132	110	76	42	20	0	662
M*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V*	45	45	25	27	0	0	0	0	0	0	3	67	212

*Oznake: PET = Potencijalna evapotranspiracija u mm - količina vode koja bi se evapotranspiracijom izgubila iz tla ako bi u njemu bilo dovoljno vode.; R = Rezerva vode u tlu u mm; SET = Stvarna evapotranspiracija u mm - količina vode koja se stvarno izgubi iz tla evaporacijom i transpiracijom zajedno; M = Manjak vode u tlu u mm i V = Višak vode u tlu u mm

Tablica 4. Bilanca vode u tlu istraživanim godinama
Table 4. Water balance in the soil in research years

Oznaka	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ukupno.
Mark	1995.												Total
Oborine	46	68	42	39	80	154	3	136	183	13	89	59	912
Sr.mj.tem.	1.1	6.6	5.4	11.6	15.2	18.2	23.3	19.4	14.8	11.6	4.3	1.7	11.1
PET*	2	20	19	56	88	112	152	112	69	46	11	3	691
R*	100	100	100	84	75	100	0	23	100	67	100	100	949
SET*	2	20	19	56	88	112	103	112	69	46	11	3	642
M*	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	49
V*	44	48	22	0	0	18	0	0	38	0	44	56	270
2000.													
Oborine	11	25	54	94	47	38	51	44	63	49	89	65	629
Sr.mj.tem.	-1.8	4.3	6.8	13.6	16.7	20.7	20.4	21.8	15.4	13.2	10.0	4.7	12.2
PET*	0	10	23	63	95	128	126	127	68	50	29	10	729
R*	100	100	100	100	52	0	0	0	0	0	60	100	612
SET*	0	10	23	63	95	90	51	44	63	49	29	10	526
M*	0	0	0	0	0	38	76	83	5	2	0	0	204
V*	11	15	32	31	0	0	0	0	0	0	0	15	103

*PET = potencijalna evapotranspiracija, mm; SET = stvarana evapotranspiracija, mm; R = rezerve vode u tlu, mm; M = nedostatak vode u tlu, mm i V = višak vode u tlu, mm

prinos ostvaren je u varijante (4) s oranjem okomito na nagib i vrlo dubokim oranjem okomito na nagib (7,32 i 7,49 t/ha). Prinos zrna kukuruza dobiven pri oranju uz i niz nagib signifikantno je viši od prinosa kukuruza kod istog zahvata provedenog okomito na nagib. Ostvareni rezultati u skladu su s istraživanjima Radića i Mušca (1967), Radića (1968), Mihalića i sur. (1977) i Butorca i sur. (1979 i 1981).

U svih varijanata obrade tla zabilježene su signifikantno veće vrijednosti gustoće sklopa u odnosu na varijantu s izostavljanjem obrade, ali samo

na razini od P=5%. Razlike između ostalih varijanata kreću se u granicama slučajnosti. Najveća gustoća sklopa zabilježena je u varijante (1) s oranjem uz i niz nagib, što je u skladu s ostvarenim prinosom koji je bio najviši u ove varijante. Zatim slijede varijante s vrlo dubokim oranjem i podrivanjem okomito na nagib (5). Razlike do kojih je došlo u gustoći sklopa u ovim istraživanjima dijelom su uvjetovane samim zahvatom osnovne obrade tla, koji je izravno utjecao na kakvoću predstjetvene pripreme tla, dakako, s izuzetkom direktne sjetve u varijante u

Tablica 5. Prinos zrna kukuruza i komponente prinosa prema varijantama obrade tla, t/ha

Table 5. The grain yield of maize and yield components according to the variants of basic soil tillage, t ha⁻¹

Oranje uz i niz nagib Ploughing up down the slope	Izostavljanje obrade No-tillage	Oranje okomito na nagib Ploughing across of the slope	Vrlo duboko oranje okomito na nagib Very deep ploughing across of slope	Podrivanje+oranje okomito na nagib Subsoiling+ploughing across of slope	P	
					5% *	1% **
Prosječni prinos - Average yield, t ha ⁻¹ (1995)						
9,60**	3,87	7,32**	7,49**	8,06**	1,18	1,66
Prosječni sklop u žetvi, biljaka/ha - Number of plants per hectare in harvest						
61580*	51644	58791*	60485*	60054*	6946	9750
Masa 1.000 zrna, g - 1000 seeds mass, g						
352,9	337,4	331,7	321,4	344,8	n.s.	n.s.
hectolitarska masa - Hectolitre mass						
75,0*	75,3	74,0*	72,8**	73,6**	1,38	1,93
Prosječni prinos – Average yield, t ha ⁻¹ (2000)						
7,02**	3,28	7,80**	7,97**	7,48**	2,28	3,20
Prosječni sklop u žetvi, biljaka/ha - Number of plant per hectare in harvest						
60640**	48447	60506**	60193**	60322**	2929	4111
Masa 1.000 zrna, g - 1000 seeds mass, g						
262,1**	211,0	259,0**	261,3**	257,8**	26,0	36,6
Hectolitarska masa - Hectolitre mass						
74,8**	72,6	74,9**	74,6**	74,7**	1,24	1,74

kojoj je obrada izostavljena. U ove varijante klimatske prilike tijekom svibnja i lipnja (tablica 4.) izrazito su pogodovale razvoju korova. Kako je u ove varijante direktna sjetva provedena u toplo-vlažnim klimatskim prilikama kakva je bila 1995. godina to je pogodovalo jačem razvoju korova. Pošto je ovo prva godina primjene izostavljanja obrade sjemenski korovi formirali su sjeme, koje je na drugim varijantama jesenskom i proljetnom obradom unešeno u tlo. Iz navedenog razloga nameće se zaključak da je već u samom nicanju kukuruza došlo do zaostajanja usjeva u ove varijante prema broju izniklih biljaka, pa se ona ni po gustoći sklopa, a samim tim i po prinosu, nije mogla uspoređivati s ostalim varijantama. Do sličnih rezultata u svojim istraživanjima došli su Žugec (1984), Štefanić (1997) i Stipešević (2000). Stoga se borbi protiv korova uz uvjete ovakve obrade tla mora posvetiti posebna pažnja uz nastojanje da se riješi još niz otvorenih pitanja, budući je utjecaj zakorovljenosti tla na prinos kukuruza izrazit.

Vrijednosti mase 1000 zrna ukazuju da u prvoj godini istraživanja nije bilo značajnih razlika između pojedinih varijanata. U odnosu na izostavljanje obrade (var. 2) vrijednosti hektolitarske mase su značajno veće na varijantama s dubljom obradom. Također i na konvencionalnom oranju (var. 1) uz i niz nagib, odnosno oranju okomito na nagib (var. 3) zabilježene su značajno veće vrijednosti hektolitarske mase u odnosu na izostavljanje obrade, ali samo na razini P=5%.

U drugoj godini istraživanja najveći prinos (7,97 t/ha) je zabilježen u varijante s vrlo dubokim oranjem okomito na nagib (var. 4 - tablica 5). Kao i prve godine istraživanja značajno niži prinos u

odnosu na ostale varijante je zabilježen u varijante (var.2) izostavljanja obrade (3,28 t/ha). Između ostalih varijanata nije zabilježena značajna razlika prema visini ostvarenog prinosa. Podaci iz tablice 5. ukazuju da su relativno viši prinosi ostvareni u varijanata (var.3) s obradom okomito na nagib u odnosu na obradu uz odnosno niz nagib (var.1). Razlog za to pronalazimo u vremenskim prilikama, tj. izrazitoj suši koja je zabilježena tijekom ove godine. U razdoblju lipanj-listopad ukupno je nedostajalo 204 mm oborina (tablica 4). Ako se uzme u obzir da je samo u travnju palo više oborina, a u svim drugim mjesecima manje oborina, nego u višegodišnjem prosjeku, ne iznenađuje relativno lošiji prinos u varijante (1) s oranjem uz odnosno niz nagib. Kako je u varijantama (3) s obradom okomito na nagib tijekom zimskih mjeseci došlo do nakupljanja određenih rezervi vlage u tlu one su bile dovoljne za postizanje relativno povoljnog prinosa zrna kukuruza u ovoj, prema vremenskim prilikama izrazito nepovoljnoj godini za uzgoj jarina.

Kao i u prvoj godini istraživanja u varijante (2) s izostavljanjem obrade je utvrđen značajno lošiji sklop u odnosu na ostale varijante. Također, vrijednosti apsolutne i hektolitarske mase ukazuju da su u varijante s izostavljanjem obrade zabilježene značajno niže vrijednosti u odnosu na ostale varijante (tablica 5).

Temeljem dvogodišnjih istraživanja, a to su potkrijepila i istraživanja drugih autora (Butorac i sur. 1981; Žugec 1984 i 1984a; Štefanić, 1997; Stipešević i sur. 2000) možemo zaključiti da izostavljanje obrade na ovom tipu tla ne može imati ravnopravni položaj s konvencionalnom obradom. U ove varijante

prosječan manjak biljaka već u fazi nicanja je iznosio prve godine 10 % a druge godine 15 %, dok je na ostalim varijantama odnos posijanog sjemena i izniklih biljaka bio preko 95 %. Kako su razlike već u nicanju bile visoke, razumljivo je da se to moralo odraziti i na prinos usjeva na ovoj varijanti u obje godine istraživanja. Kao posljedica neravnomjernog nicanja u varijante s izostavljenom obradom utvrđena je neujednačenost u rastu kukuruza. U vrijeme berbe neki klipovi kukuruza u ove varijante su bili za berbu, dok su neki bili u voštanoj, a neki čak i u mliječnoj zriobi. Na slične probleme u svojim istraživanjima ukazuju Žugec, 1984; Butorac i sur., 1986 i Štefanić, 1997. Ostvareni rezultati su u suprotnosti s rezultatima Zimmera (1997; 1999 i 2000) i Košutića i sur. (1994 i 1996) koji su utvrdili relativno niže prinose u izostavljanju obrade, ali i ekonomski opravdanije zbog manjeg utroška energije pri izostavljanju obrade u odnosu na konvencionalne sustave obrade.

Slijedeći čimbenik na koji ukazujemo kao vjerojatni razlog nižih prinosa na izostavljanju obrade je sjetveni sloj. Opće je poznato da je pseudoglej tip tla s vrlo lošim fizikalnim (visoki sadržaj sitnog pijeska, nestabilni strukturni agregati) i kemijskim značajkama (nepovoljna reakcija, nizak sadržaj organske tvari) pa ne iznenađuje loše nicanje, a samim time i sklop u ove varijante. Ako se ovom doda i puno jača zakorovljenost u varijante izostavljene obrade, o čemu je već bilo riječi ranije, dobivamo potpunu sliku zašto su u ove varijante zabilježeni najniži prinosi. Na trenutne nepovoljne fizikalno-kemijske značajke tipa tla i mogućnost primjene nekog od oblika reducirane obrade u svojim istraživanjima ukazuju Butorac i sur. (1986), Bičanić (1991), Borin i Sartori (1995), Liebhard (1996), Kovačević i Josipović (1998), Butorac (1999), te Rastija i sur. (2000).

Na temelju izloženih rezultata i dosadašnjih saznanja može se reći da postoji objektivna perspektiva za primjenu izostavljanja obrade ili nekog od drugih oblika reduciranja obrade u primarnoj biljnoj proizvodnji. No, njenoj primjeni u proizvodnoj praksi moraju prethoditi opširna znanstveno temeljena multidisciplinarna istraživanja u kojima se mora dobiti egzaktni odgovor na ključna pitanja: za koje kulture i u okviru kakvih sustava biljne proizvodnje odnosno plodoreda, na kojim tipovima tala i u kakvim proizvodno-ekološkim jedinicama je primjenljivo određeno smanjenje broja zahvata obrade.

Odgovor na sva ova pitanja traže dugogodišnja poljska istraživanja. Ovdje navodimo samo neka od istraživanja koja su provedena u inozemstvu a trajala su minimalno 10-ak godina: Hill (1954), Griffith i sur. (1988), Gantzer i sur. (1991), Buyanovski i sur. (1996), Dick i sur. (1997), Vulllioud (2000), Tebrügge i Wagner (2000), Vyn i sur. (2000). Tek kada se kod nas

dosadašnja sporadična, nepovezana i nesistematska istraživanja uz punu potporu svih zainteresiranih u napredak hrvatskog agrara provedu u dužem kontinuiranom razdoblju, što znači bar 10-ak godina, te povežu u jednu cjelinu, dobiti će se egzaktni i jasan odgovor na postavljena pitanja o reduciranja zahvata obrade tla za pojedine tipove tala, kulture, te različite regije RH.

ZAKLJUČCI

Na temelju provedenih istraživanja s konvencionalnom i izostavljenom obradom na različitu dubinu na pseudogleju središnje Hrvatske, s kukuruzom kao test kulturom mogu se iznijeti sljedeći zaključci:

U suvremenoj obradi tla na današnjem stupnju razvitka poljoprivrede postoje još uvijek neriješena brojna pitanja, koja su s jedne strane vezana za sasvim teorijske probleme, a s druge strane za praktičnu primjenu suvremenih tehnoloških dostignuća vezanih uz obradu tla. Problem optimalne dubine osnovne obrade, kako je postavljen u ovim istraživanjima, pokazuje svu svoju složenost, te ukazuje na ulogu brojnih čimbenika koji se pri tome impliciraju s naglašenim utjecajem tipa tla i klime.

Izostavljanje obrade pokazalo se signifikantno lošijim prema ostvarenom prinosu zrna kukuruza u odnosu na sve druge načine obrade tla. Temeljem ostvarenih prinosa prema istraživanim varijantama nameće se zaključak da izostavljanje obrade na tipu tla na kome su provedena istraživanja, tj. pseudogleju ne može imati ravnopravan položaj s klasičnom, standardnom obradom tla, barem ne nakon 6 godina istraživanja. No, uzimajući u obzir ostvarene niže prinose s jednu stranu ali i uštedu u energiji pri obradi na izostavljanju obrade s drugu stranu, ovaj sustav traži da mu se posveti još više pažnje u budućim istraživanjima. Pozitivni učinci stabiliziranja strukture eventualno bi se mogli očekivati tek nakon 10-ak godina, a samim time i ostvareni prinosi na varijanti s izostavljanjem obrade ne bi trebali zaostajati za prinosima ostvarenim na varijantama s konvencionalnom obradom.

Iz tih razloga smatramo da s obzirom na aktualnost primjene izostavljanja obrade ili bilo kog drugog načina reduciranja obrade tla, različitost agroekoloških uvjeta (tla i klime) u našoj zemlji, posebno u područjima s izrazitom ratarskom proizvodnjom (Slavonija, Podravina i Baranja), a imajući u vidu složenost ove problematike, tj. primjene nove tehnologije obrade tla, potreban je daljnji temeljiti, dugogodišnji i kompleksni istraživački rad. Temeljem provedenih dugogodišnjih istraživanja nužno će biti odgovoriti kakve su stvarne mogućnosti izostavljanja obrade ili nekih drugih sustava reducirane obrade u nas - na kojim tipovima tala, uz koje klimatske uvjete, s kojim varijantama pojednostavljene obrade, kojim

tehničkim sredstvima, u kojem vremenskom razmaku i kojem intervalu primjene.

LITERATURA

- Bićanić V. (1991). «No-till» - izravna sjetva usjeva u neobrađeno tlo. *Agrotehničar*, 12: 15-25.
- Bićanić V. (1993). Energija i obrada tla, *Agrotehničar*, 7-8: 12-19.
- Bašić F., Mesić M., Kisić I., Grgić Z., Posavi M. (2000). Prvo nacionalno izvješće o klimatskim promjenama, studija, rukopis, Zavod za OPB Agronomskog fakulteta, str. 184. Zagreb.
- Birkasz M., Gyuricza C., Gecse M., Percze A. (1999). Effect of repeated shallow disk tillage on some crop production factors on brown forest soil. *Novenytermeles*, 48/4: 387-402.
- Borin M., Sartori L. (1995). Barley, soybean and maize production using ridge tillage, no-tillage and conventional tillage in North-East Italy, *Jour. of Agr. Eng. Res.* 62/4: 229-236.
- Butorac A. (1999). *Opća Agronomija, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu*, Zagreb, str. 650.
- Butorac A., Lacković L., Beštak T. (1974). Mogućnosti smanjenja broja operacija u predsetvenoj pripremi tla za kukuruz. *Zbornik radova savjetovanja o aktualnim problemima mehanizacije u poljoprivredi*. str. 1-19.
- Butorac A., Lacković L., Beštak T., Vasilj Đurđica, Seiwerth V. (1979). Interrelationship of soil tillage and fertilizing in growing main filed crops. *Proc. of 8th ISTRO Conf. Hohenheim*, 2: 259-364.
- Butorac A., Lacković L., Beštak T., Vasilj Đurđica, Seiwerth V. (1981). Efikasnost reducirane i konvencionalne obrade tla u interakciji s mineralnom gnojivom u plodsmjeni ozima pšenica-šećerna repa-kukuruz na lessive pseudogleju. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 54: 5-30.
- Butorac A., Ljiljak N., Milka Kulaš (1982). Uzajamno djelovanje obrade i gnojidbe tla na prinos zrna kukuruza na lessive pseudogleju donje Podravine. *Zemljište i biljka*, 31/1: 56-67.
- Butorac A., Žugec I., Bašić F. (1986): Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i u nas. *Poljoprivredne aktualnosti*, 1-2: 159-262.
- Buyanovski G.A., Brown J.R., Wagner G.H. (1996). Effects of 100 years of cropping on soil parameters influencing productivity. In Paul E.A., i sur.: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems – Long Term Experiments in North America*, ch. 15.
- Dick W.A., Zhang W., Hoitink H.A.J. (1997). Long-term maintenance of no-tillage improves soil quality and induces diseases control. *Proc. of 14th ISTRO Con., Pulawy-Poland*, str. 177-181.
- Gantzer C.J., Anderson S.H., Thompson A.L., Brown J.R. (1991). Estimating soil erosion after 100 years of cropping on Sanborn Fields. *J. Soil Water Conserv.* 45: 641-644.
- Griffith D.R., Kladvik E.J., Mannering J.W., West T.D., Parsons S.D. (1988). Long term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter, poorly drained soils. *Agron. J.* 80: 599-605.
- Hill K.W. (1954). Wheat yields and soil fertility on the Canadian prairies after a half Century of farming. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 18: 182-188.
- Kovac K. (1998). The effect of forecrop, soil tillage and fertilization on the level and structure of yield and efficiency of maize growing. *Rostlinna Vyroba*, 44/3: 133-139.
- Kovačević V., Josipović M. (1998). Weather and soil limitations for maize growing in the Eastern Croatia. V *ESA Congress, Nitra, The Slovak Republic*, str. 157-158.
- 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.
- 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.
- Liebhart P. (1996). Influence of primary tillage on yield and yield characteristics on corn (*Zea mays* L.) in the centre upper Austria. *Bodenkultur*, 47/3: 153-162.
- 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.
- Mihalić V. (1958). Utjecaj osnovne obrade tla na prirodni kukuruz (disertacija), Zagreb.
- Mihalić V., Butorac A. (1969). Utjecaj različite dubine oranja i različitih količina mineralnih gnojiva na prinos kukuruza. *Agronomski glasnik*, 10/12: 663-674.
- Mihalić V., Butorac A., Bišof R. (1967). Obrada tla u meliorativnoj fazi na pseudogleju zaravni u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. *Zemljište i biljka*, 16/1-3: 463-469.
- Mihalić V., Butorac A., Folivarski I. (1977). Istraživanje optimalne dubine osnovne obrade tla i rezidualnog djelovanja duboke obrade u kombinaciji s mineralnom gnojidbom za kukuruz na smeđem tlu na karbonatnom lesu. *Zemljište i biljka*, 26/1: 1-15.
- Radić Lj. (1968). Utjecaj izostavljanja međurednih kultivacija na prinose kukuruza na degradiranom černozeu, *Poljoprivredni institut, Osijek*.
- Radić Lj. (1969). Reduciranje operacija u pripremi tla, *Poljoprivredni institut*, str. 48. Osijek.
- Radić Lj., Mušac I. (1967). Utjecaj reducirane obrade kukuruza na prinos i troškove proizvodnje, *Poljoprivredni institut*, str. 31. Osijek.
- Rastija D., Stipešević B., Galović V. (2000). Soil Compaction under different tillages for maize in Eastern Croatia. *Proc. of 15th ISTRO Conf. CD, Forth Worth, USA*.
- Skoda V., Bures R. (1998). The effect of different ways of maize stand establishment on grain yield and soil properties, *Rostlinna Vyroba*, 44/2: 51-57.
- Stipešević B., Žugec I., Josipović M. (2000). Investigation of Rational Soil Tillage for maize (*Zea Mays* L) in Eastern Croatia. *Proc. of 15th ISTRO Conf. CD, Forth Worth, USA*.
- Štefanić E. (1997). Korovna zajednica kukuruza u reduciranoj obradi tla sjeveroistočne Hrvatske. *Disertacija, Poljoprivredni fakultet Osijek*.

- Tebrügge F., Wagner A. (2000). Long-term no-tillage as a tool to protect the Environment. Results of 20 Year field trials on different kinds of soil in different crop rotations. Proc. of 15th ISTRO Con., Fort Worth-USA, CD.
- Vyn T.J., West T.D., Steinhardt G.C. (2000). Corn and Soybean response to Tillage and Rotation Systems on Dark Prairie Soil: 25 Year review. Proc. 15th ISTRO Con., Fort Worth-USA, CD.
- Vullioud P. (2000). 30 Years Ploughless Tillage Experiment at Changins (Switzerland). Proc. of 15th ISTRO Con., Fort Worth-USA, CD.
- Zimmer R., Miloš B., Milaković Zlata, Kržek Ž. (1997). Usporedba konvencionalne i nulte obrade tla u proizvodnji kukuruza. Zbornik radova Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, str. 155-160. Opatija.
- Zimmer R., Milaković Zlata, Miloš B., Kržek Ž. (1999). Proizvodnja kukuruza izravnom sjetvom i razgradnja biljnih ostataka. Zbornik radova Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, str. 127-134. Opatija.
- Zimmer R., Milaković Zlata, Miloš B., Kržek Ž. Banaj Đ. (2000). Izravna sjetva u proizvodnji kukuruza i razgradnja biljnih ostataka. Zbornik radova Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, str. 159-166. Opatija.
- Žugec I. (1984). Utjecaj reducirane obrade tla na prinos kukuruza u ekološkim uvjetima Slavonije. Disertacija, str. 284. Zagreb.
- Žugec I. (1984a): The effect of reduced soil tillage on maize (*Zea mays* L.) grain yield in eastern Croatia Soil Tillage Res., 7: 19-28.

acs67_09