

Dr Vladimir Mihalić

Dr Anđelko Butorac

Poljoprivredni fakultet Zagreb

UTJECAJ RAZLIČITE DUBINE ORANJA I RAZLIČITIH KOLIČINA MINERALNIH GNOJIVA NA PRINOS KUKURUZA

Obzirom na važnost kukuruza u našoj zemlji, posebno u područjima s humidnijom klimom, proveli smo višegodišnja istraživanja različitih dubina obrade za ovu kulturu uključujući različite količine mineralnih gnojiva. Ne postoji, međutim, apsolutna optimalna dubina obrade kao jedinstvena kategorija, već kao relativna veličina zavisno o kakvom tipu tla se radi, i za koju kulturu se tlo obrađuje. Posebno je provedeno ispitivanje produžnog djelovanja duboke obrade.

U našoj zemlji postoji stalna tendencija povećanja prinosa kukuruza zahvaljujući djelomično stvaranju novih hibrida koji se pored poboljšanja kvalitete odlikuju i većom biološkom rodnošću. Postoji, međutim, sve više tendencija uzgoja ovog usjeva u monokulturi, zbog izmijenjenih uvjeta cjelokupne proizvodnje i njene konjunktura na tržištu, pa bi se moglo reći da u takvim okolnostima agrotehnika ima napose značajnu ulogu. Naime, jedan od bitnih preduvjeta za efikasno korištenje biološkog kapaciteta rodnosti novih hibrida kukuruza je stvaranje povoljnog supstrata. Zbog toga je neophodno da dublju i duboku obradu prati intenzivnija primjena mineralnih gnojiva, budući da interakcija ove dvije mjere može znatno korigirati nepovoljnosti tla i klime, bilo da se radi o nedostatku oborina tokom vegetacije, kao što je to u istočnim dijelovima Hrvatske ili njihovom relativnom suficitu u sjeverozapadnim dijelovima. Zbog toga su pokusi i izvedeni na smeđim lesiviranim tlima na karbonantnom lesu u istočnoj Slavoniji i pseudogleju mezousvisina u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, jer se pod ovim tipovima tla nalaze značajne površine kod nas.

U ovim ispitivanjima uzeli smo oranje kao bazični način osnovne obrade. Zadatak obrade tla na oba ova tipa zahvaljujući specifičnoj konstelaciji drugih vegetacijskih faktora pored općih ciljeva, donekle se razlikuje. Dok je na lesiviranim smeđim tlima prvenstveni zadatak dublje obrade da korigira klimu, ona to svakako čini i na pseudogleju mezousvisina s humidnom klimom, ali joj je ovdje glavni zadatak melioriranje tipa tla.

Literatura o problemu

O kukuruzu postoji ogromna stručna svjetska literatura, a obilati su eksperimentalni podaci i o obradi kukuruza. Kao što je i razumljivo centralno mjesto u istraživanju ima oranje kao bazični zahvat u obradi tla za svaku kulturu.

Mnogo manje podataka nalazimo o istraživanjima u kojima se istovremeno prate razne dubine oranja i doze gnojiva.

Budući da u biljnoj proizvodnji imaju velikog utjecaja ekološki faktori, biološki materijal (sorta), tradicija i nivo proizvodnje odnosno visina ulaganja u uzgoj kulture, a u svjetskom arealu kukuruza postoje velike razlike, to se ovdje ograničavamo samo na domaću literaturu o problemu, svjesni da i ovdje postoje znatnije razlike na uzgojnom području kukuruza.

Među prvima nakon ovoga rata SMILJAKOVIĆ (1953) je ispitivao utjecaj dubine oranja i gnojidbe (organske i mineralne). Primijenio je samo dvije dubine oranja: 20 i 25 cm na černozemu. Oranje na 25 cm bilo je bolje od onog na 20 cm, a najveći prinos postignut je oranjem na 25 cm uz organsko-mineralnu gnojidbu.

U okviru provođenja sistema »zasnivanja ornice« prema koncepciji Todorića bilo je uključeno oranje u kombinaciji s gnojidbom za kukuruz (DREZGIĆ, 1956. i MILIĆ, 1959) na parapodzolima u Srbiji. Dubina preko 30 cm nije dala signifikantno povećanje prinosa kukuruza.

MIHALIĆ (1959) je na lesiviranom smeđem tlu u istočnoj Slavoniji i na pseudoglejnom u sjeverozapadnoj Hrvatskoj ispitivao razne sisteme osnovne obrade za kukuruz, ali do manjih dubina oranja (do 25 cm) s podrivanjem do 12 cm povezanim s oranjem do 25 cm. Gnojidba je bila uniformna i to mineralna. Podrivanje nije pokazalo veći efekt.

Na parapodzolu (pseudogleju) povoljnije stratigrafije u sjeverozapadnoj Hrvatskoj Todorić (1959) je kombinirao oranje na 20, 30 i 45 cm s gnojidbom-organskom, mineralnim i kalcifikacijom. Najviši prinos je dobiven na 30 cm uz kompletnu gnojidbu.

JOVANOVIĆ (1963) je izvršio ispitivanja s raznim dubinama oranja (18—20 cm 20 cm + podrivanje na 15 cm, 30 cm i 45 cm) u kombinaciji s gnojidbom (stajski gnoj i mineralna gnojiva) na degradiranom černozemu u Srijemu. Oranje na 30 cm je izvršeno jedan i dva puta, na 45 cm jedanput i tri puta. Istraživanja su pokazala da se na 30 i 45 cm dobiva gotovo isti prinos kukuruza, a ponovljeno oranje na istu dubinu (30 i 45 cm) nije opravdalo svoju namjenu. Djelovanje podrivanja je izostajalo ili djelovalo slabo depresivno na prinos.

Vrlo obilat eksperimentalni rad s osnovnom obradom za kukuruz proveo je u Vojvodini Institut za poljoprivredna istraživanja u Novom Sadu (DREZGIĆ i MARKOVIĆ, 1963). Ispitivane su dubine oranja: 15—18 cm,

25 cm, 35 cm, 45 cm i 60—70 cm uz dodavanje stajskog gnoja. Prinos je rastao s dubinom oranja, pa je skok bio najveći kod 35 cm i zatim sasvim slabo rastao do 70 cm. Slično se je pokazalo s primjenom sistema »zasnivanja ornice«, jer je granica porasta prinosa kukuruza stala kod 30 cm dubine oranja.

Slične podatke su dobili CAPEK i MIHALIĆ (1960) na ispranom smeđem tlu istočne Slavonije primjenjujući oranje na 25 cm, 35 cm sa ili bez podri- vanja i na 40 ili 45 cm uz uniformnu gnojidbu. Između primijenjenih zahvata osnovne obrade nije bilo signifikantnih razlika.

DREZGIĆ i MARKOVIĆ (1963) su ispitivali produžno djelovanje dubokog oranja (35 cm i 45 cm) izvršenom na vojvođanskom černozemu kod predusjeva kukuruza. Ispitivanja su pokazala da tek oranje na 45 cm pokazuje fenomen produžnog djelovanja i da je tada za kukuruza dovoljno izvršiti direktno oranje na 25 cm. Djelovanje oranja na 35 cm se je izjednačilo s oranjem na 25 cm + podriivanje na 15 cm.

Isti autori su utvrdili da se porastom dubine oranja od 20 na 45 cm i porastom doze mineralnih gnojiva (600, 1000, 1400 i 3000 kg standardnih gnojiva po 1 ha), a na bazi primjene stajskog gnoja raste i prinos kukuruza.

MUŠAC (1965) je utvrdio na degradiranom černozemu istočne Slavonije produžno djelovanje dubokog oranja (preko 30 cm) izvršenog kod predusjeva za kukuruz. Taj fenomen se je jače ispoljio, što je došlo do jačih klimatskih aberacija u količini i rasporedu oborina od prosjeka.

STOJANOVIĆ, MILADINOVIC, ĐURIC i BOŠKOVIC (1965) su na dva tipa tla u Srbiji, na smonici i na pseudogleju (parapodzolu) primjenjivali dubine oranja od 20—60 cm i tri doze standardnih mineralnih gnojiva. U odnosu na kukuruz se je pokazalo da porastom dubine oranja do 60 cm i doze gnojiva (2700 kg standardnih NPK gnojiva) raste i prinos kukuruza, ali se optimalna dubina oranja nalazi između 40—50 cm uz veće doze mineralnih gnojiva. Isti autori utvrdili su i produžno djelovanje dubokog oranja iza kukuruza za iduću kulturu. Konstatirano je također da porast količine mineralnih gnojiva djeluje na veće prinose i kod manjih dubina oranja.

Metodika rada

Kao najprikladniju metodu za ispitivanje koristili smo modificirani split-plot u četiri ponavljanja. Veličina pokusne parcele iznosila je 50 m² s odgovarajućim razmakom između parcela u oba pravca.

U pokusima je bilo obuhvaćeno ispitivanje optimalne dubine obrade za kukuruz na oba spomenuta tipa tla, kao i ispitivanje produžnog djelovanja duboke obrade na pseudogleju. Za ispitivanje optimalne dubine obrade tlo je orano na slijedeće dubine: 20 (standard), 30, 40, 50 i 60 cm, a za ispitivanje produžnog djelovanja na 22 do 25 cm za sve varijante pokusa. U slučaju opti-

malne dubine obrade gnojiva su primjenjivana u slijedećim dozama označenim kao slaba, srednja i jaka: N₇₀ P₁₃₀ K₁₀₀, N₁₃₀ P₂₀₀ K₁₆₀ i N₁₉₀ P₂₇₀ K₂₂₀, te negnojeno kao kontrola, da se vidi učinak same obrade.

U slučaju produženog djelovanja duboke obrade gnojidba je bila uniformna za sve varijante i iznosila je 120 N, 150 P₂O₅ i 120 K₂O kg/ha.

Bazični zahvati obrade izvođeni su u toku ljeta i rane jeseni, kada je tlo bilo dovoljno suho, tako da su se nesmetano mogle izvoditi i veće dubine oranja, jer u protivnom, zahvaćanjem veće mase tla u mokrom stanju dolazi do deformacija mikrostrukturnih agregata, odnosno do trajnijeg kvarenja strukture tla.

Organsko humusna gnojidba u pokusu je izostavljena polazeći od teze, da je u tlu s reguliranim vodno-zračnim režimom nakon duboke obrade od bitne važnosti osigurati biljkama gotovu hranu putem mineralnih gnojiva za stvaranje visokih prinosa. Fosforna i kalijeva gnojiva su djelomično primijenjena kod osnovne obrade, a djelomično uz jedan dio dušičnih kod pred-sjetvene pripreme tla, dok je veći dio dušičnih gnojiva primjenjivana u toku vegetacije.

Tokom istraživanja vršene su fizikalne i kemijske analize tla uzuelnim metodama, da bi se utvrdile promjene glavnih fizikalnih i kemijskih osobina tla pod utjecajem obrade i gnojidbe kao i kulture kukuruza. Također su vršene analize prinosa.

Rezultati istraživanja

Prije nego što iznesemo rezultate dobivene u pokusima potrebno je da se zbog njihovog značaja ukratko iznesu agroklimatske karakteristike u periodu istraživanja.

Vremenske prilike su bile veoma varijabilne uz pojavu izrazito sušnih godina.

Za period 1951—1965. kao cjelinu može se reći da je klima bila humidnog do perhumidnog karaktera, znatno više u zoni pseudogleja nego u zoni lesiviranih smeđih tala s izrazito kišnim periodima.

U vrijeme osnivanja pokusa 1961. godine vremenske prilike su bile povoljne, pa je i tlo bilo prosušeno u gornjim slojevima, tako da nije bilo smetnji za izvođenje obrade. U 1962. godini su u proljetnom i ranom ljetnom dijelu vegetacije u sjeverozapadnom području pale prekomjerne oborine praćene zahlađenjem, a u istočnom dijelu je vladala suša. Tokom ljeta i jeseni vladale su znatno povoljnije vremenske prilike.

U prvom dijelu vegetacije u sjeverozapadnom području i gotovo veći dio vegetacije u istočnom u 1963. godini ariditet je bio izražen u jakoj mjeri. Oborine su izostale u zimi 1964. godine, a dalje tokom vegetacije u sjevero-

zapadnom dijelu se javljaju znatne oscilacije, dok je u istočnom njihov ras-
pored prilično ravnomjeran.

Godina 1965. bila je s ekscisivnom vlažnošću u sjeverozapadnom dijelu
Hrvatske, jer ne samo da su neprekidne kiše, naročito u prvom dijelu vege-
tacije, nanosile štete kukuruzu, već je u znatnoj mjeri i povećana naoblaka
odnosno smanjena insolacija uz niže temperature usporavala razvoj usjeva.
Nepovoljne vremenske prilike tokom većeg dijela vegetacije imale su svoju
kompenzaciju u neobično lijepoj i toploj jeseni.

O stanju klimatskih faktora u znatnoj su mjeri zavisili pojedini zahvati
obrade. U tekstu dalje iznosimo rezultate po lokalitetima.

A) Rezultati ispitivanja optimalne dubine obrade

I Pokusno područje Vinkovci, lokalitet Nuštar, vegetacija 1962, hibrid
Iowa 4417.

Agrotehnika standarda za hibridni kukuruz za područje istočne Slavonije.

Tabela 1 — Prinos zrna kukuruza u mtc/ha

Table 1 — Grain yield of maize in mtc per hectare

Dubina oranja Depth of ploughing	Jačina gnojidbe — Intensity of mineral fertilizing			
	O (Check) (A)	Slaba (Low) (B)	Srednja (Medium) (C)	Jaka (High) (D)
20 cm (S)	79,82	81,44	83,86	85,34
30 cm	94,70	96,72	93,40	93,98
40 cm	94,40	101,48	100,06	95,30
50 cm	89,28	95,14	101,46	104,24
60 cm	89,84	97,68	111,74	100,28

Signifikantnih razlika između pojedinih zahvata nema u ovoj godini, ali
je nivo prinosa u prosjeku visok. To se objašnjava jačim antropogenim utje-
cajem na ovom lokalitetu i u sumi za kukuruz povoljnih vremenskih prilika.
Apsolutno najveći prinos je dobiven na maksimalnoj dubini obrade (rigolanje
na 60 cm) i srednje jakoj gnojidbi (C). Nakon ovog slijedi prinos na 50 cm
obrade i jakoj gnojidbi (D).

Može se sa sigurnošću tvrditi da je duboka obrada (rigolanje) omogu-
ćila uskladištenje »zimске vlage« i na tim varijantama i bolje iskorištenje
gnojiva koja su bila obilatije dozirana i u harmoničnijem odnosu masa tla
— masa gnojiva. Treba napomenuti da je kod rigolanja na 60 cm dijelom
izbacivan les na površinu.

Vegetacija 1963. godine, hibrid Iowa 4417

Lokalitet Rokovci; Tlo: lesivirano smeđe na karbonatnom lesu, jače vlaženo.

Ocjena vremenskih prilika: osim kraćeg ljetnog perioda u toku vegetacije vladao je veliki nedostatak oborina.

Tabela 2 — Prinos zrna kukuruza mtc/ha

Table 2 — Grain yield of maize in mtc per hectare

Dubina oranja Depth of ploughing	Jačina gnojidbe — Intensity of mineral fertilizing			
	O (Check) (A)	Slaba (Low) (B)	Srednja (Medium) (C)	Jaka (High) (D)
20 cm (S)	48,26	60,04	61,40	62,34
30 cm	61,90++	70,24++	72,54++	79,00++
40 cm	64,50++	72,20++	78,98++	77,56++
50 cm	66,32++	74,54++	79,92++	82,24++
60 cm	67,76++	73,28++	78,36++	75,95++

U ovoj vegetaciji sigurno pod utjecajem klimatskih prilika (deficit vlage!) pokazala se je velika vrijednost dublje obrade. To se jasno vidi iz gornjih podataka, jer — iako je gnojidba povećala prinose u odnosu na negnojene varijante — to povećanje je bilo mnogo manje nego na duboko obrađenim varijantama.

Apsolutno najveći prinos od 82,24 mtc/ha dobiven je na rigolanju od 50 cm i jakoj gnojidbi (D) i bio je skoro dvostruko veći od onog na negnojenom standardu (46,26 mtc/ha). I u ovom pokusu je najbolja bila kombinacija duboke obrade i jače gnojidbe. Na duboko obrađenim (rigolanim) parcelama i bez ikakve gnojidbe prinos je bio veći nego na jakoj gnojidbi (D), ali na plitkoj obradi (20 cm). U duboko obrađenom tlu bila je akumulirana »zimna vlaga«, korijen se duboko razgranao, nije trpio od suše, a odlično je koristio obilata i duboko unešena mineralna gnojiva.

Vegetacija 1965. godine, hibrid Iowa 4417

Lokalitet Rokovci. Natprosječno vlažna, ali ipak povoljna godina.

Tabela 3 — Prinos zrna kukuruza mtc/ha

Table 3 — Grain yield of maize in mtc per hectare

Gnojidba Fertilizing	Dubina oranja, cm — Depth of ploughing in cm					
		20 (S)	30	40	50	60
O (Check)	(A)	19,79	43,88	40,92	42,28	33,63
Slaba (Low)	(B)	34,91++	52,72	48,64	55,48++	51,04++
Srednja (Medium)	(C)	52,51++	53,36++	53,72++	62,33++	61,01++
Jaka (High)	(D)	55,31++	58,08++	55,33++	60,84++	63,26++

Gnojidba je po učinku bila ovdje jača od obrade, ali je ipak i sama obrada povećanjem dubine djelovala na povećanje prinosa zrna kukuruza.

U 1964. godini imali smo na povoljnom tlu i u povoljnoj klimi normalne uvjete za rast kukuruza i prema ranijim istraživanjima potvrdilo se je, da u takvim ekološkim uvjetima za kukuruz zadovoljava dubina oranja od 30 cm.

Gnojidba je više podigla prinose, ali je apsolutno najveći prinos postignut rigolanjem na 60 cm i jakom gnojidbom (D). On je bio za oko 10 mtc/ha zrna kukuruza veći od prinosa na oranju od 20 cm (S) i jakoj gnojidbi (D).

Treba primijetiti da su u 1965. godini kod negnojene varijante biljke trpjele od nedostatka dušika, što se između ostalog manifestiralo izrazitim vanjskim simptomima deficijencije. Očito da tlo nije oslobodilo dovoljno dušika i stavilo na raspolaganje biljkama.

II Pokusni punkt Božjakovina, vegetacija 1962, hibrid Wisconsin 641AA
Agrotehnika standarda za hibridni kukuruz u sjeverozapadnom području Hrvatske.

Tabela 4 — Prinos zrna kukuruza u mtc/ha
Table 4 — Grain yield of maize in mtc per hectare

Dubina oranja Depth of ploughing	Jačina gnojidbe — Intensity of mineral fertilizing			
	O (Check) (A)	Slaba (Low) (B)	Srednja (Medium) (C)	Jaka (High) (D)
20 cm (S)	81,94	88,00	83,66	84,38
30 cm	81,08	76,68	86,72	84,44
40 cm	80,70	92,54	89,62	92,66+
50 cm	84,48	90,92	105,72 ++	96,00++
60 cm	82,76	88,70	105,72 ++	96,24++

U ovom pokusu se pojavljuje signifikantna razlika kod obrade preko 40 cm, te srednje i jake gnojidbe u odnosu na standardnu dubinu (20 cm).

Kasnija sjetva kukuruza (prva dekada mjeseca svibnja) i daljnji tok vremenskih prilika odrazili su se vrlo povoljno na rast kukuruza i na dubini od 20 cm bez ikakve gnojidbe postignut je vrlo dobar prinos zrna kukuruza.

Za nas su interesantni oni podaci, koji se odnose na dubine preko 30 cm, dakle, preko dubine postojeće mekote, jer je tu kukuruz rastao na »novom« tlu ili tačnije na zdravici pseudogleja!

Već samom obradom (bez primjene stajskog gnoja, kalcifikacije i mineralnih gnojiva) održan je prinos praktički na istoj visini. Analizirajući, dalje porast doza gnojiva na standardnoj obradi (20 cm) vidi se, da gnojidba sama nije bitno povećala prinose.

Do značajnog povećanja prinosa zrna kukuruza dolazi tek kombinacijom duboke obrade (preko 40 cm) i jače gnojidbe (C i D). Apsolutno najveći prinos je dobiven na rigolanju 50 i 60 cm uz srednju (C) i jaku gnojidbu (D).

Može se reći da je prinos na tim varijantama od 105,72 mtc/ha zrna kukuruza vrlo visok uopće, rekordan za Božjakovinu, a dobiven u prvoj godini melioracije pseudogleja.

Vegetacija 1963. godine, hibrid Wisconsin 355A

U ovoj vegetaciji je postojao višak oborina u predvegetacijskom periodu, nedostatak u kritičnom periodu za kukuruz uz ekstremno visoke temperature i ponovno višak oborina u drugoj polovici ljeta.

Tabela 5 — Prinos zrna kukuruza u mtc/ha

Table 5 — Grain yield of maize in mtc per hectare

Dubina oranja Depth of ploughing	Jačina gnojidbe — Intensity of mineral fertilizing			
	O (Check) (A)	Slaba (Low) (B)	Srednja (Medium) (C)	Jaka (High) (D)
20 cm (S)	40,44	38,32	37,32	38,84
30 cm	40,92	35,62	34,70	29,02
40 cm	59,00++	54,72++	58,98++	55,08++
50 cm	74,26++	76,38++	73,96++	76,28++
60 cm	82,68++	80,54++	92,76++	89,10++

Signifikantne razlike se pojavljuju kod oranja dubljeg od 40 cm. U ovom pokusu zbog vremenskih prilika došlo je upravo do neočekivanih razlika u prinosu kukuruza. Pliće orane varijante su u predvegetacijskom periodu bile saturirane vodom, a duboko orane dobro drenirane. Na plitko oranim varijantama korijenov sistem je zakržljao i nije mogao ići u dubinu.

Naprotiv na duboko obrađenim varijantama je bila osigurana vertikalna drenaža i stvoren povoljan odnosno prosušen sloj tla u vrijeme sjetve. Na tim varijantama je korijenje prodrlo u dubinu. I kada je nastupio kritični period za kukuruz, biljke na plitko oranim parcelama su trpjele od deficita vlage (negativni vodni bilans), a one na dubokoj obradi su bile bujne i tamnozeleno. U podnevnim satima u toku mjeseca srpnja su se na plitkoj obradi listovi uvijali od vrućine, a na dubokim su biljke imale normalni turgor.

U 1963. godini na pseudogleju je duboka obrada bila izrazito dominantna nad plitkom obradom (dvostruki prinos na 60 cm bez ikakve gnojidbe u odnosu oranje od 20 cm) i gnojdbom. Apsolutno najveći prinos od 92,76 mtc/ha zrna kukuruza je dobiven na rigolanju do 60 cm i srednje jakoj gnojdbi (C).

Sama gnojdba bila je izrazito podređena obradi i čak na plitkom oranju (standard) lagano djelovala depresivno! Korijenov sistem plitko razvijen sada u prosušenom tlu nije bio u stanju iskoristiti hraniva, a možda je došlo i do previsoke odnosno štetne koncentracije tekuće faze tla.

*B) Rezultati ispitivanja produženog djelovanja duboke obrade
Vegetacija 1965, hibrid Wisconsin 355 A*

U toku 1963. godine došlo je do obilja oborina u proljeće, s prekidom u ljetu i opet dosta vlage u jeseni.

Početni zahvati obrade na ovom pokusu na razne dubine izvršeni su u 1961. godini, dok je za ovaj pokus izvršena standardna obrada i gnojidba kako je to već navedeno u metodici rada, pa je on poslužio za ispitivanje produženog djelovanja duboke obrade.

Tabela 6 — Prinos zrna kukuruza mtc/ha

Table 6 — Grain yield of maize in mtc per hectare

Gnojidba Fertilizing		Dubina oranja, cm — Depth of ploughing in cm				
		20 (S)	30	40	50	60
O (Check)	(A)	80,33	71,81	69,28	70,51	80,59
Slaba (Low)	(B)	82,61	68,86	73,30	76,19	80,44
Srednja (Medium)	(C)	74,55	79,34	82,21++	77,53	84,44
Jaka (High)	(D)	68,64	69,03	75,21	75,17	66,81

Za ovu vegetaciju kukuruza se može reći da je potpuno izostalo produžno djelovanje duboke obrade, dok je reagiranje gnojidbe neujednačeno. Nivo prinosa kukuruza za cijeli pokus je dosta visok.

Interesantno je da je na standardnoj dubini prinos kukuruza najveći bez gnojidbe, dok se porastom doza mineralnih gnojiva opaža očita tendencija pada prinosa. Znači da nije došlo do izražaja produžno djelovanje gnojidbe.

Diskusija i zaključci

Pokusi s obradom tla zbog dinamičnog utjecaja klime i variranja vremenskih prilika trebali bi trajati deset i više godina. Ovo potvrđuju brojni radovi iz obrade tla u drugim zemljama. No, ograničenost u financiranju nije nam dozvolila duži period istraživanja.

Kao što smo konstatali vremenske prilike u toku istraživanja su bile vrlo različite, prvenstveno u pogledu rasporeda oborina u vegetacijskom i vanvegetacijskom periodu. Prevladavale su godine humidnog karaktera. S tim u vezi duboka obrada (oranje i rigolanje) je povoljno utjecalo na sušenje tla nakon zimskog oranja i na raniji početak svjetvenih radova u proljeće, naročito u pseudogleju.

Iako to nije u direktnoj vezi s ovim problemom, treba podvući, da se je duboka obrada tj. oranje preko 30 cm na oba pokusna punkta odrazilo vrlo povoljno na smanjenje zakorovljenosti.

Posebno pitanje predstavlja optimalna dubina obrade za kukuruz, koju se ne može odvojiti od intenziteta gnojidbe, jer veća masa obradom zahvaćenog tla traži i odgovarajuću tj. intenzivniju gnojidbu. Treba, međutim, podvući da optimalna dubina obrade nije stalna već promjenljiva veličina i na

istom tipu tla, prvenstveno zbog toga, što i vremenske prilike izazivaju promjene u sistemu tlo-biljka. Osim toga dolazi do izmjene kultura na istom tlu. *Optimalnu dubinu obrade opravdano je smatrati promjenljivom veličinom s ekološko-biološkog i ekonomskog gledišta.*

U našim pokusima, kao što pokazuju dobiveni rezultati, velika razlika u korist duboke obrade bila je u slučaju jačih odstupanja vremenskih prilika od prosjeka. Pokazalo se je, da duboka obrada i intenzivnija mineralna gnojidba stabiliziraju prinose i u znatnoj mjeri osiguravaju kulturu od klimatskog rizika. U prosjeku su najviši prinosi kukuruza dobiveni na obradi od 50 i 60 cm dubine uz srednju i jaku gnojidbu. Analogne rezultate dobili su STOJANOVIĆ et. al. (1965) ispitujući također dubine oranja od 20—60 cm, ali smatraju da se optimalna dubina oranja za kukuruz kreće između 40—50 cm, naglašavajući važnost intenzivne mineralne gnojidbe. Povećanje prinosa kukuruza s porastom dubine oranja dobili su također DREZGIĆ i MARKOVIĆ (1963), ali se je porast prinosa smanjivao povećanjem dubine oranja. To isto se ne bi moglo reći za ispitivanja dubine oranja, koja su proveli DREZGIĆ (1956), MILIĆ (1959), TODORIĆ (1959) i JOVANOVIĆ (1963), razumije se u različitim edafskim i klimatskim uvjetima, budući da duboka obrada nije dala odgovarajući efekt.

Smatramo, međutim, da je za današnji nivo ulaganja u okviru standardne agrotehnike za pseudoglej i lesivirano smeđe tlo na lesu prihvatljiva dubina oranja od 40 cm i gnojidba srednjeg intenziteta. Iznimke bi naravno trebao činiti pseudoglej za kulture koje zahtijevaju duboko obrađeni sloj tla radi specifičnog razvoja korijenovog sistema (npr. lucerna).

Drugi značajan problem, kojeg smo istraživali je produžno djelovanje duboke obrade. Treba reći, da je fenomen produžnog djelovanja duboke obrade kao takav vrlo složen, a prema našim i drugim istraživanjima (DREZGIĆ i MARKOVIĆ, 1963, MUŠAĆ, 1965, STOJANOVIĆ et. al., 1965) nedovoljno objašnjen. On je pod kompleksnim utjecajem različite konstelacije klimatskih faktora tipa tla i specifične reakcije kulture.

Fenomen produžnog djelovanja duboke obrade, ali isto tako i optimalnu dubinu obrade za kukuruz bilo bi potrebno u našim uvjetima i dalje istraživati.

EFFECT OF DIFFERENT DEPTH OF PLOUGHING AND DIFFERENT AMOUNTS OF MINERAL FERTILIZERS ON MAIZE-YIELD

S u m m a r y

by

V. Mihalić and A. Butorac

Bearing in mind the importance of maize to our country, particularly in the regions with humid climate, we have carried out extensive and long-term investigations into the different depths of ploughing for this crop combined with the different amounts of mineral fertilizers applied. We consider the forming of a suitable substratum to be one of the basic prere-

quisites in the efficient utilization of the biological capacity in the fertility of new hybrids; in this case, as a result of deep tillage and intensive application of mineral fertilizers, follows a positive interaction of the two towards the correction and improvement of unfavourable soil and climatic conditions. The experiments were set up on pseudogley of mesoelevations in northwest Croatia and on brown lessivé soil on loess in eastern Slavonia since these types of soil overlie considerable areas of our country.

While the main task of deep tillage on brown lessivé soil is to correct the climate, its main role on pseudogley is primarily the melioration of the soil type.

In our opinion we applied the most suitable method here, the method of the modified split-plot. We have investigated into the optimal depth of tillage for maize on both soil types and into the residual effect of deep tillage on pseudogley. In order to investigate the optimal depth of tillage, the ploughing was performed in the following depths: 20 (standard), 30, 40, 50 and 60 cm, and with the investigation into the residual effect at the depth of 22 to 25 cm for all the experiment variants. With the optimal depth of tillage, the fertilizers were applied in the following doses per 1 hectare, marked as low, medium and high: $N_{70}P_{130}K_{100}$, $N_{130}P_{200}K_{160}$ and $N_{190}P_{270}K_{220}$, and check (no fertilizing) in order to observe the effect of the tillage itself. With the investigation of the residual effect of deep tillage, fertilizing was uniform in all the variants and amounted to $N_{120}P_{150}K_{120}$ kg per hectare.

The results obtained in the investigation of optimal depth of soil tillage for maize on brown lessivé soil are shown in Tables 1, 2 and 3, and those on pseudogley in Tables 4 and 5, while the results obtained in the investigation of the residual effect of deep tillage on pseudogley are presented in Table 6.

A very important fact to be stated here is that the weather conditions in the course of the investigations were highly variable, but at the same time it should be said that the years of humid nature were prevailing.

The results obtained show great differences in favour of deep tillage in case when the weather conditions were other than average. Deep tillage and intensive mineral fertilizing stabilize crop-yields and considerably protect the crop from the climatic risks. Still, disregarding the fact that the highest maize-yield was obtained with the ploughing at the depth of 50 and 60 cm combined with medium and high fertilizing, we consider the depth of 40 cm and the fertilizing of medium intensity to be acceptable at the present level of investment within the standard agrotechnics, on pseudogley and brown lessivé soil on loess. The optimal depth of tillage should be, however, considered a variable value from the ecological-biological and economic point of view.

The phenomenon of residual effect of deep tillage is very complex itself, and still not sufficiently explained, since it is under the complex influence of different constellation of climatic factors, soil type and the specific reaction of the crop, and it is the aspect from which our results should be looked upon.

Literatura:

- BAŠOVIĆ M. (1963): »Uticaj obrade i mineralnih đubriva na produktivnost parapodzola Sjeverne Bosne« (Disertacija), Sarajevo.
- CAPEK D. i MIHALIĆ V. (1960): »Ispitivanja oruđa i sistema osnovne obrade za kukuruz i pšenicu na PD Vinkovci«, »Agronomski glasnik«, No. 5, Zagreb.
- ČOROVIĆ M. i VUKIĆ V. (1963): »Mehanizovana proizvodnja kukuruza«, »Savremena poljoprivreda«, br. 3/Novi Sad.
- DREZGIĆ P. (1956): »Zasnivanje ornice na podzolima i gajnjačama Severne Metohije« (Disertacija), Beograd.
- DREZGIĆ P. i MARKOVIĆ Ž. (1963): »Uticaj dubine i načina izvođenja osnovne obrade na prinos kukuruza na černozemu Južne Bačke«, »Agrohemijska«, br. 5, Beograd.
- DORĐEVIĆ V. (1956): »Kukuruz«, Beograd.
- GOTLIN J. i suradnici (1967): »Suvremena proizvodnja kukuruza«, Zagreb.
- JOVANOVIĆ R. (1961): »Uticaj đubrenja načina i dubine oranja na prinos i druga svojstva kukuruza«, »Savremena poljoprivreda«, br. 5, Novi Sad.
- MAĐARIĆ Z. (1959): »Preporuka za agrotehniku kukuruza«, »Agronomski glasnik« br. 8, 9, 10, 11 i 12 Zagreb.
- MIHALIĆ V. (1959): »Osnovna obrada tla za kukuruz«, »Hibridni kukuruz Jugoslavije«, br. 6, Beograd.
- MIHALIĆ V., BUTORAC A. BIŠOF R. (1967): »Obrada u meliorativnoj fazi na pseudogleju zaravni u sjeverozapadnoj Hrvatskoj«, »Zemljište i biljka«, Vol. 16, No. 1—3, Beograd.
- MIHALIĆ V., BUTORAC A. i BIŠOF R. (1967): »Duboka obrada na lesiviranom smeđem tlu Istočne Slavonije«, »Zemljište i biljka«, Vol. 16, No. 1—3, Beograd.
- MILIĆ M. (1959): »Obradivanje zemljišta na načelu zasnivanja ornice«, »Agrohemijska«, Broj 1, Beograd.
- MUŠAC I. (1965): »Produžno djelovanje dubine oranja na degradiranom černozemu Istočne Slavonije«, (Disertacija), Osijek.
- PAVLEK F. (1957): »Studija o proizvodnom pokusu s kukuruzom na PD Đakovo, (umnoženo kao rukopis), Zagreb.
- SMILJAKOVIĆ J. (1953): »Uticaj đubrenja i dubine oranja na prinos kukuruza«, »Zemljište i biljka«, No. 1, Beograd.
- SPRAGUE F. G. (1962): »Kukuruz, unapređenje njegove proizvodnje« (prijevod s engleskog), Beograd.
- STOJANOVIĆ M., MILADINOVIĆ N., ĐURIĆ B. i BOŠKOVIĆ M. (1965): »Izveštaj o temi utvrđivanja optimalne dubine i produžnog delovanja duboke obrade za period 1961—1965. godine« (rukopis), Beograd.
- TODORIĆ I. (1959): »Pokus sa dubinom obrade i gnojidbe kukuruza«, Izveštaj Poljoprivredne stanice Čazma.
- **** (1963): »Materijal o tehnologiji kukuruza«, Centar unapređenja poljoprivrede NR Srbije, Beograd.
- **** (1963): »Predlog mera za unapređenje proizvodnje kukuruza Vojvodine«, »Poljoprivrednik«, Novi Sad.
- **** (1963): »Problemi proizvodnje kukuruza u BiH«, NIP »Zadrugar«, Sarajevo.