

A. BUTORAC,
V. MIHALIĆ,
I. FOLIVARSKI

**REZULTATI ISTRAŽIVANJA OPTIMALNE DUBINE OSNOVNE
OBRADE TLA I REZIDUALNOG DJELOVANJA DUBOKE OBRADE
U KOMBINACIJI S MINERALNOM GNOJIDBOM ZA OZIMU
PŠENICU NA SMEĐEM TLU NA KARBONATNOM LESU**

U V O D

Polazeći od općepoznatih načela pri utvrđivanju optimalne dubine osnovne obrade tla za određenu regiju nesumnjivo dominantnu ulogu igra tip tla zajedno s klimom i specifični zahtjev pojedinog biljnog specijesa. Stoga bi u danim ekološkim uvjetima obrada trebala imati tipski karakter, tim prije ako joj je istovremeno namijenjena meliorativna uloga. U tom slučaju problem optimalne dubine obrade javlja se u nešto drukčijem svjetlu, jer obrada nije primarno odnosno samo orijentirana uz stvaranje optimalnog supstrata u klasičnom smislu, već šire od toga — uz popravku nepovoljnih svojstava tla. Vezujući ovo za naša konkretna istraživanja, treba ipak podvući da je obradi bila prvenstveno namijenjena uloga stvaranja optimalnog supstrata za ozimu pšenicu, a u tome je kao središnji problem postavljena dubina osnovne obrade tla. Ona, naravno, nije odvojena od gnojidbe, koja bi međutim, u našem slučaju zbog izražene plodnosti smeđeg tla na karbonatnom lesu, trebala odigrati sekundarnu ulogu.

Već naša ranija istraživanja provedena u ovoj regiji (**Mihalić, Butorac, Bišof**, 1967. i 1968) upućuju na značajnu ulogu klimatskog faktora u pogledu dubine obrade. Ova pojava prvenstveno je vezana uz režim vlaženja, koji pak proističe iz hidrotermičkih odnosa i bilance vlage u tlu. U tome, dakako, potrebe biljaka ostaju stalan putokaz u kojem pravcu trebaju ići agrotehnički zahvati.

Dodali bismo, dalje, da je obrada tla u agrikulturi uvijek zauzimala značajno mjesto. Naime, samo posredstvom mehaničkog djelovanja na tlo radnim organima strojeva i oruđa moguće je stvoriti optimalne uvjete za razvitak biljaka i postizanje visoke efikasnosti gnojiva, sorata i drugih faktora intenzifikacije poljoprivrede. U rješavanju ovog problema neophodna su višegodišnja istraživanja u kojima je moguće istraživati utjecaj strukturne građe, zbijenosti, dubine i stupnja diferencijacije oraničnog i korijenskog sloja na fizikalna svojstva tla i njegovu plodnost.

Prof. dr Anđelko BUTORAC,

Prof. dr Vladimir MIHALIĆ,

Poljoprivredni fakultet Zagreb

Ivan FOLIVARSKI, dipl. inž.

Poljoprivredno-industrijski kombinat »Belje«

Jedan od aktualnih zadataka svakako je razrada i istraživanje novih metoda i načina popravljivanja strukture tla, posebno akutnih u danas postojećim sistemima oranične biljne proizvodnje bez leguminoza i djetelinsko-travnih smjesa u nas. Istovremeno je potrebno utvrditi i objektivne pokazatelje optimalnog stanja fizikalnih svojstava tla koja pridonose povećanju plodnosti tla, napose poboljšanju njegovog vodnog režima.

I drugi se zadaci nameću kao aktualni, a među njima značajno mjesto sigurno zauzima istraživanje efikasne tehnologije minimalne obrade tla. S ovim je u vezi i istraživanje efikasnosti suvremenih oruđa za osnovnu i dopunsku obradu tla, koja su, dakako, na određeni način prisutna na nekim našim velikim kombinatima, u mnogim zemljama već u vrlo širokom opsegu, a da nisu dobila stvarnu egzaktnu ocjenu. Primjena takvih oruđa uvelike mijenja i neke tradicionalne zahvate u obradi tla, pa i u pogledu optimalne dubine tla.

PREGLED LITERATURE

Nema sumnje da je istraživanje optimalne dubine osnovne obrade tla, kao i rezidualnog djelovanja duboke obrade općenito, pa i za ozimu pšenicu posebno, privuklo pažnju znanosti i prakse. Moglo bi se čak reći da je ovaj problem prije svega zanimljiv s praktičnog stajališta imajući na umu da je on i vrlo značajna ekonomska kategorija. Isto tako ne može ga se razmatrati neovisno o gnojidbi, pa je to upravo značajka istraživanja provedenih u nas i u svijetu. U svojoj srži dubina osnove tla stoji u funkciji biljke, tla i klime kao jedinstvene komponente sistema biljne proizvodnje.

S naše točke gledišta na ovom su mjestu u prvom redu zanimljiva istraživanja optimalne dubine osnovne obrade tla u interakciji s mineralnom gnojidbom provedena na lesiviranim smeđim tlima istočne Slavonije (**Mihalić, Butorac, Bišof**, 1967. 1968. 1969. **Kovačević, Mihalić, Butorac, Bišof**, 1969) Prema ovim istraživanjima na tendenciju sve dublje obrade u ovom rajonu djeluju s jedne strane povoljni klimatsko-edafski uvjeti za uzgoj poljoprivrednih kultura, a s druge želja da se postignu maksimalno mogući prinosi. U istraživanjima drugih autora nije dosad zahvaćeno tako duboko u tlo kao u ovim, a niti su zahvati obrade kombinirani s gradacijama mineralne gnojidbe, pa su stoga tek ova istraživanja dala nove podatke o osnovnoj obradi na lesiviranim smeđim tlima na karbonatnom lesu.

Rezultati ovih istraživanja upućuju na zaključak da duboka obrada, pored izravnog utjecaja na aktivnost biokomponente tla, na ovim tlima nema primarni zadatak melioriranja tipa tla, već joj je prvenstveni zadatak da korigira klimu (akumulacija oborinske vode) s obzirom na nepovoljni režim vlaženja tokom vegetacije. Uzajamno djelovanje duboke obrade i mineralne gnojidbe podiže produktivnost ovih tala na višu razinu. Autori preporučuju na ovom tlu kao prihvatljivu dubinu oranja do 40 cm uz gnojidbu srednjeg intenziteta.

U sklopu istraživanja optimalne dubine osnovne obrade tla u kombinaciji s mineralnom gnojidbom istraživan je u okviru pokusa čije rezultate

iznosimo u ovom radu i utjecaj obrade na veličinu specifičnog otpora tla kao faktora u izboru traktorskih agregata, kao i utjecaj dubine i načina osnovne obrade tla, te pretkulture, također na veličinu specifičnog otpora tla, ali i utrošak goriva (**Lacković, Mihalić, Beštak, Butorac, 1970, Lacković, Beštak, Mihalić, Butorac, Folivarski, 1972**) Ističući da na veličinu specifičnog otpora tla osim tipa i mehaničkog sastava veliki utjecaj vrši vlažnost tla, dubina obrade, brzina rada, biljni pokrov, konstrukcija pluga i dr., autori su došli do zaključka da linearnim povećanjem dubine oranja specifični otpor tla raste progresivno, ali i da se uzastopnim oranjem kroz dvije godine na istu dubinu specifični otpor tla smanjuje u većih dubina, a ostaje isti u manjih, s tim da na veličinu specifičnog tla utječe i pretkultura.

I u drugim istraživača nalazimo rezultate o utjecaju meliorativne obrade tla u istočnoj Slavoniji na prinos ozime pšenice (**Mušac, Jurić, Mundweil, Martinović, 1974**) U ovom području se također istraživalo na lesiviranim tlima produžno djelovanje obrade na prinos ozime pšenice (**Mušac, Mađarić, Jurić, 1971**). Prema **Mušcu** (1965) obrada na 45 cm na degradiranom černo-zemu u istočnoj Slavoniji osigurala je u odnosu na pliću bolje nakupljanje vlage, bolje nicanje i prezimljavanje, te veći broj klasova pšenice kao i lakšu obradu nakon toga.

I u drugim našim republikama vršeni su pokusi s dubokom obradom tla, ali ponekad ova istraživanja imaju drugi karakter. To je potpuno logično ako akceptiramo stajalište da obrada tla ima regionalno, pa čak i lokalno obilježje. Na ovom mjestu ne ulazimo u njihovu analizu, budući se odnose na druge tipove tala, već samo podvlačimo da je prema **Drežiću i Jevtiću** (1960) duboka i slojevita obrada tla preko 30 cm utjecala pozitivno na prinos pšenice, dok je rezidualni utjecaj duboke obrade smanjen pod utjecajem intenzivne gnojidbe mineralnim gnojivima.

Ako se u nastavku osvrnemo na podrivanja kao jedan od bazičnih zahvata u obradi tla — ono je zastupano i u našim istraživanjima — ističemo da su dobiveni rezultati ponekad vrlo divergentni. No čini se da klasični način podrivanja ipak nema većih perspektiva. To potvrđuju i neka tekuća istraživanja u nas (**Butorac, Ljiljak, Kulaš, Vencel, 1976**). U novije vrijeme obraća se sve više pažnje utjecaju dubinskog rahljenja na fizikalna svojstva tla i radne karakteristike podriivača. Tako, na primjer, **Valtmann** (1957) smatra da je vlažnost tla odlučujuća za efikasnost i trajnost dubinskog rahljenja. **Hartge** (1971) u tom pogledu najviše pažnje poklanja volumenu pora smatrajući pri tome da je teško donijeti odluku da li neko tlo traži dubinsko rahljenje ili ne ako se njegov porozitet približava porozitetu normalnog tla. Čini nam se da se današnje stanje, pa i neizvjesnost u pogledu efikasnosti podrivanja može na neki način sažeti, prema **Cooperu i Nicholisu** (1959), mišljenjem istraživača koji kaže, naravno, nakon provedenog eksperimenta: »Well, the only thing that one can conclude from this experiment is that subsoiling does not increase the annual rainfall«.

Međutim, istraživanja **Schulte — Karringa** (1968) bacaju novo svjetlo na dubinsko rahljenje tla primjenom novih oruđa s aktivno pokretnim radnim organima. On smatra da »bolesna« tla traže podrivanje, koje u tom slučaju treba tretirati kao meliorativnu mjeru. U tome su veličina, oblik

i razmak radnih organa presudni za efekt podrivanja. Dakako, takva tehnička rješenja već postoje (Firma Gmeinder). Iskustva s takvim podrivačima u nas još nema, ali se može očekivati da bi ona mogla dati željene rezultate i baciti novo svjetlo na podrivanje kao jedan od bazičnih zahvata obrade tla.

METODIKA ISTRAŽIVANJA

Pri postavljanju istraživačkog zadatka rukovodili smo se činjenicom da na površinama našeg najstarijeg kombinata, tj. Poljoprivredno-industrijskog kombinata »Belje« nisu do danas vršena egzaktna istraživanja u oblasti agrotehnike, tj. obrade i gnojidbe. Uvjereni u činjenicu da u toj oblasti postoje širi problemi, polazeći od postojećih tipova tala i njihove zastupljenosti, kao i vladajućih klimatskih uvjeta odlučili smo se za danas najvažnije probleme vezane s optimalnom dubinom obrade u kombinaciji s mineralnom gnojidbom, kao i njihovim produžnim djelovanjem. Budući da su predmetna istraživanja obuhvatila u višegodišnjem razdoblju tri vodeće oranične kulture ovoga područja, tj. pšenicu, kukuruz i šećernu repu, na ovom mjestu zbog ograničenog prostora i njene važnosti iznosimo rezultate dobivene s ozimom pšenicom kao test kulturom.

Istraživanja su vršena u razdoblju od 1969. do 1974. godine na pokusnom punktu Brestovac PIK-a »Belje« na smeđem tlu na karbonatnom lesu. Poljski pokusi su provedeni prema modificiranoj split-plot metodi. Istraživanja su istovremeno vršena na dva paralelna pokusa od kojih je jedan služio za utvrđivanje optimalne dubine osnovne obrade tla u kombinaciji s mineralnom gnojidbom, a drugi za praćenje njihovog produžnog djelovanja. Za vrednovanje rezidualnog djelovanja obrade i gnojidbe korišten je pokus koji je u ranijoj fazi služio za vrednovanje optimalne dubine obrade i mineralne gnojidbe, s time da su u ovom drugom slučaju zahvati bili uniformni, a svodili su se u osnovi na standardnu i uniformnu obradu i gnojidbu.

U pokusima se istraživalo šest varijanata osnovne obrade tla i četiri varijante gnojidbe, s time da su za istraživanje produžnog djelovanja obrade bitne varijante u kojih je dubina obrade iznosila 30 ili više cm. Naime, produžno djelovanje duboke obrade valorizirano je na fondu oranja od 20 cm i jednoobrazne mineralne gnojidbe, s time da je negnojena varijanta bila zastupana u cijelom istraživačkom razdoblju.

U pokusu s istraživanjem optimalne dubine osnovne obrade tla i gnojidbe bile su uključene slijedeće varijante:

- a) oranje na: 20 cm (0_1)
- 30 cm (0_2)
- 40 cm (0_3)
- 50 cm (0_4)

b) oranje + podrirvanje: 20 + 20 cm (0_5)
30 + 10 cm (0_6)

c) gnojidba: $N_0 P_0 K_0$ (G_0)
 $N_{100} P_{120} K_{90}$ (G_1)
 $N_{130} P_{150} K_{130}$ (G_2)
 $N_{160} P_{200} K_{170}$ (G_3)

Stupnjevanje mineralne gnojidbe i dubina osnovne obrade tla imalo je zadaću da se utvrdi međuovisnost ova dva, svakako najvažnija agrotehnička zahvata.

Pri istraživanju produžnog djelovanja gnojidbe ona je bila, kao što smo već naglasili, jednaka i iznosila je 100 kg/ha N, 120 kg/ha P_2O_5 i 140 kg/ha K_2O . Primjenjivalo se standardna mineralna gnojiva, tj. vapneno-amonijski nitrat, obični superfosfat i kalijevu sol.

Dok je gnojidba pri istraživanju njenog rezidualnog djelovanja bila donekle prilagođena kulturi, dotle su doze gnojiva pri istraživanju optimalne dubine obrade bile »tempirane« na različite dubine osnovne obrade tla.

Što se tiče faza primjene gnojiva, naglašavamo da su od ukupne količine fosfora i kalija 2/3 primjenjivane pri osnovnoj obradi tla, a 1/3, zajedno s 1/4 dušika, neposredno prije predsjetvene pripreme tla. Ostali dušik se koristio za prihranjivanje u tri obroka pri čemu je prema intenzitetu bio najjači drugi obrok. Prihranjivanje je obavljeno prema fenofazama razvitka, s time da je u načelu prvo prihranjivanje dolazilo početkom busanja, drugo u punom busanju, tj. krajem zime odnosno tokom pretproljeća, a treće u fazi vlatanja prema klasanju.

Ostala agrotehnika u pokusima bila je standardna uključujući primjenu herbicida, ali i druge mjere zaštite usjeva. Ovo se odnosi i na sjetvu pšenice. Sijana je sorta Libellula. Rezultati prinosa obrađeni su prema pokusnim faktorima, tj. obradi, gnojidbi i njihovim kombinacijama pomoću analize varijance.

Na kraju dodajemo da su ova istraživanja bila znatno šire koncipirana nego što je izneseno u ovom prikazu metodike. To se primarno odnosi na promjene u fizikalnom i kemijskom kompleksu tla pod utjecajem izvršenih zahvata, mjerenje mikroreljefa obrađene površine, te specifičnog i mehaničkog otpora tla i utrošku goriva, kao i momentalne vlage u tlu, ali i specifičnosti vezane za druge dvije kulture. Ovi su rezultati djelomično već publicirani. Na ovom mjestu navedeni su samo oni elementi metodike istraživanja koji su vezani za ozimu pšenicu kao test kulturu.

*) Podrirvanje je obavljeno na razmak od 70 cm.

a) **Klima**

Klima istočnog dijela Hrvatske gdje su provedena ova istraživanja je umjereno kontinentalna s naglašenim utjecajem istočno-evropske komponente. Ovaj utjecaj ogleda se prvenstveno kroz povećanu aridnost i evapotranspiraciju tokom vegetacijskog razdoblja.

Na osnovu višegodišnjih podataka godišnja količina oborina prema obilžnoj klimatološkoj stanici Brestovac iznosi 642 mm. Od ove količine samo nešto iznad polovine pada tokom vegetacijskog razdoblja (347 mm). Oscilacije oborina tokom pojedinih mjeseci, a isto tako i godina mogu biti vrlo značajne. U toku eksperimentalnog razdoblja najveća količina oborina pala je tokom 1972. (826,7 mm), a najmanja 1971. godine (443,3 mm). Primarni oborinski maksimum pada u mjesecu lipnju. Međutim, tokom istraživanja to se zbilo samo posljednje dvije godine, tj. 1973. i 1974. godine kada je količina oborina iznosila čak 109,8 odnosno 192,7 mm, čime je uvelike premašen višegodišnji prosjek od 83,9 mm. 1972. godine količina oborina u lipnju iznosila je samo 18,5 mm. Suprotno tome, zbog zakašnjenja tzv. evropskog monsuna srpanj i kolovoz bili su ekstremno humidni — prvi s količinom od 233,1 a drugi 169,4 mm.

Ako se kao mjeseci sekundarnog maksimuma oborina uzmu studeni ili prosinac — ovi su, naime prema višegodišnjem prosjeku prilično ujednačeni — treba naglasiti da je i tu dolazilo do znatnih odstupanja ili u pravcu većih, ali češće manjih količina oborina. Promatra li se pak vegetacijsko razdoblje u širem smislu, tj. od travnja do ilstopada, podvlačimo da je travanj u tri od pet godina bio bogatiji oborinama od prosjeka, svibanj, lipanj i srpanj u dvije, a kolovoz u tri. Rujan je u cijelom eksperimentalnom razdoblju bio pak izrazito siromašniji oborinama od prosjeka, a listopad u tri navrata bogatiji.

Ožujak u prvom, a listopad u drugom dijelu godine u pravilu su najsiromašniji oborinama. No i tu je u toku istraživanja došlo do izrazitih odstupanja, manje u prvom, ali znatno više u drugom dijelu godine. Prostor nam ne dozvoljava da se detaljnije zadržimo na međusobnim odnosima oborina i temperatura, ali podvlačimo da su prema kišnom faktoru Langa aridna četiri mjeseca u godini i to redom srpanj, kolovoz, rujanj i listopad, čije se vrijednosti kreću, dakle, ispod 3,3. Semiaridan je samo mjesec svibanj s kišnim faktorom 4,1, dok je po drugoj strani samo travanj semihumidan, čija vrijednost kišnog faktora iznosi 5,4. Ožujak i studeni imaju humidni karakter s kišnim faktorom 8,3 odnosno 8,7. Ostali mjeseci, tj. siječanj, veljača i prosinac su perhumidni. No ova perhumidnost samo je relativna zbog vladajućih termičkih uvjeta i pretežno nivalnog karaktera oborina u ovom dijelu godine. Iz ovakvih hidrotermičkih odnosa proizlaze i posebni zadaci obrade tla, prvenstveno u pogledu akumulacije zimske vlage. To se, dakako, više odnosi na jarine nego ozime, premda i ove posljednje često trpe od nedostatka vlage o čemu najrječitije govori negativna bilanca vlage u tlu u toku vegetacije, odnosno nesrazmjer između izglubljene vode evapotranspiracijom i primljene putem oborina.

Značajna su kolebanja temperature zraka, pa se prema višegodišnjim vrijednostima ona kreće od $-32,2$ do $40,0^{\circ}\text{C}$. Bila su svakako manja tokom izvođenja pokusa, na primjer, prema raspoloživim podacima 1971. godine od $-19,8$ do $35,0^{\circ}\text{C}$. 1973. od $-16,4$ do $34,5^{\circ}\text{C}$, te 1974. od $-6,6$ do $34,0^{\circ}\text{C}$. Povoljnost se prije svega ogleda u višim apsolutnim minimalnim temperaturama zraka. Ako se ovome dodaju relativno visoke vrijednosti insolacije, prema našoj ocjeni, ovo je razdoblje bilo toplije od prosjeka, što se prvenstveno ogledalo u relativno blagim zimama.

b) Tlo

Istraživanja su vršena na smeđem tlu na karbonatnom lesu, koji se pojavljuje na različitoj dubini, ali redovito ispod 80 cm. B -horizont je slabo izražen. Smeđe tlo na karbonatnom lesu ide u skupinu vrlo važnih tipova tala u Panonskoj nizini ne toliko zbog površina koje zauzima, već zbog svoje produktivnosti.

Ako je riječ o mehaničkom sastavu, podvlačimo da cijelom dubinom obavljenih zahvata obrade tlo pokusne površine pripada ilovastoj glini. Dvije najvažnije kategorije čestica tla, tj. prah i glina kreću se u rasponu od 35,03 do 29,34 odnosno 26,32 do 31,58%. Ovi podaci se odnose na profil tla zahvaćen obradom od površine tla do 50 cm dubine.

Porozitet tla dosta je varijabilan, tako da njegove vrijednosti idu u rasponu od 39,7 do 53,5% odnosno od slabo poroznih do poroznih tala. Analogna konstatacija mogla bi se izreći i za apsolutni kapacitet tla za vodu čije su vrijednosti išle od 34,1 do 45,3%. Uzevši u globalu ipak se radi o tlu sa srednjim kapacitetom tla za vodu. No, ono što se ne bi moglo očekivati prema tipu tla, ponekad su vrijednosti kapaciteta za zrak vrlo niske, tako da su njegove oscilacije išle čak od 1,8 do 14,6%. Odatle i potreba da se zbog stvaranja optimalnih vodo-zračnih odnosa u tlu provodi popravljavanje strukture u čitavom korijenskom sloju.

Vrijednosti specifične volumne težine tla kreću se nešto iznad optimalnih prema današnjim kriterijima, ali s rasponom od 1,3 do 1,6 još se uvijek nalaze u granicama koja važe za obradivo kulturno tlo. Donja vrijednost više je karakteristika tipa tla, a gornja rezultat suvremenog načina obrade tla.

Govoreći dalje o kemijskim svojstvima ovog tla, treba naglasiti da su ona povoljna. Ako se razina fosfora u tlu uzme kao dobar kriterij antropogenizacije, onda ovo tlo koje se prema njegovom sadržaju nalazi na prijelazu druge u prvu klasu pripada skupini vrlo produktivnih tala. Razina kalija manje više prati onu fosfora, ali se s dubinom količina i biljci pristupačnog fosfora i biljci pristupačnog kalija naglo smanjuje u pravcu leša, koji je znatno niže plodnosti.

Sa sadržajem humusa od 1,2 do 1,6% pokusna površina je slabo humozna. Međutim, maksimalni kapaciteti adsorpcije, kao i zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama vrlo su povoljni. Vrijednost maksimalnog kapaciteta adsorpcije idu od 35,13 pa čak do 52,86 m. e., a zasićenost bazama od 97,66 do 99,09%.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

a) Prinos

U skladu s postavljenim ciljem u ovim istraživanjima iznosimo rezultate prema istraženim faktorima. **Središnje mjesto zauzima svakako obrada tla, pa u vezi s time podvlačimo da ona ni u jednoj od tri istraživane godine nije bila signifikantna.** Izuzetak je produžno djelovanje obrade druge godine eksperimentalnog rada (tab. 1). Dakle, kada je riječ o istraživanju optimalne dubine obrade, onda su bez obzira na testiranu dubinu prinosi izjednačeni. U tom pogledu ne javljaju se niti veće razlike između raznih dubina oranja i kombinacija oranja i podrivanja. Prinosi su prve eksperimentalne godine niži u usporedbi sa slijedeće dvije, ali se time u pogledu efikasnosti obrade ništa ne mijenja. Iznenaduje, na neki način, signifikantnost rezidualnog djelovanja obrade.

Tabela 1 — Prinos zrna ozime pšenice sa 14 % vlage u q/ha prema varijantama osnovne obrade tla

Tabela 1 — Grain yield of winter wheat with 14 % moisture in y/ha according to basic soil tillage

Osnovna obrada tla Basic soil tillage		Prinos — Yield, q/ha Godina — Year			
		1970.	1973.	1974.	1971.
Oranje — Ploughing:	20 cm (0 ₁)	36,80	62,54	62,00	47,40
	30 cm (0 ₂)	37,00	60,31	63,65	51,50
	40 cm (0 ₃)	37,22	62,54	62,50	49,15
	50 cm (0 ₄)	38,08	60,10	62,95	48,75
Oranje+podrivanje Ploughing+subsoiling:	20+20 cm (0 ₅)	36,72	61,70	61,85	49,65
	30+10 cm (0 ₆)	37,62	59,81	64,00	50,25
LSD	5%				2,26
	1%				3,26

Što se tiče samog produženog djelovanja obrade, najviše prinose dale su varijante oranja na 30 cm i kombinacija ove iste dubine oranja s podrivanjem na 40 cm. U prvom je slučaju prinos signifikantno bolji prema oranju na 20, pa čak i na 50 cm, a u drugom samo prema oranju na 20 cm. Stoga bi se moglo podvući, da je i unatoč toga što se javlja produžno djelovanje obrade ono slabo izraženo.

Za razliku od obrade **gnojidba je pokazala znatno bolji efekt i u sve četiri godine**, dakle bez obzira da li se radi o izravnim razlikama ili produžnom djelovanju različitih gradacija, **pokazala se je signifikantnom** (tab. 2.) Ako dobivene prinose razmotrimo redom prema godinama, onda se mo-

že podvući da su u prvoj eksperimentalnoj godini gnojene varijante bile signifikantno bolje od negnojene. Nadalje, da se najboljom pokazala najviša doza, te da je ona ujedno bila signifikantno bolja od srednje i niske. Isto je tako srednja doza signifikantno bolja od niske, što govori u prilog velike efikasnosti primijenjene gnojidbe. Drugim riječima, dobiveni prinos stoji u vrlo izrađenoj funkciji primijenjenih doza gnojiva, što se baš ne bi sasvim moglo opravdati izraženom aktualnom plodnošću pokusne površine. Ako bi se s ekonomske točke gledišta valorizirali dobiveni prinosi stvari bi vjerojatno stajale nešto drugačije, jer je pitanje da li su dobivene razlike u prinosima i ekonomski opravdane obzirom na primijenjene doze gnojiva.

Tabela 2 — Prinos zrna ozime pšenice sa 14 % vlage u q/ha prema varijantama gnojidbe

Tabela 2 — Grain yield of winter wheat with 14 % moisture according to fertilizing

Gradacija gnojidbe	Prinos — Yield, q/ha				
	Godina — Year				
Doses of fertilizing	1970.	1973.	1974.	1971.	
Kontrola — Check (G_0) — $N_0 P_0 K_0$	19,98	39,94	52,95	22,80	
Niska — Low (G_1) — $N_{100}P_{120}K_{90}$	40,04	66,41	69,85	58,13	
Srednja — Medium (G_2) — $N_{130}P_{150}K_{130}$	43,10	69,00	66,27	57,53	
Visoka — High (G_3) — $N_{160}P_{200}K_{170}$	45,84	69,98	62,22	59,33	
LSD	5%	0,78	2,30	3,62	1,68
	1%	1,04	3,32	5,22	2,24

I 1973. godine gnojidba se pokazala signifikantno boljom prema negnojenoj varijanti, ali su unutar dozacija gnojidbe razlike manje izražene. Naime, i srednja i visoka doza signifikantno su bolje od niske doze, ali se visoka doza ne razlikuje bitno od srednje, dok je signifikantnost sasvim isključena.

Godinu dana kasnije, tj. 1974. godine gnojidba je došla manje do izražaja, o čemu prije svega govori prinos dobiven na negnojenoj varijanti, koji je vrlo visok. I dok je među gnojenim varijantama prethodnih godina bila najbolja varijanta s visokom dozom gnojiva, ove je godine upravo obrnuto. Suprotno tome, najboljom se pokazala niska doza, koja je signifikantno bolja od visoke, a na granici signifikantnosti i od srednje. Signifikantno je bolja i srednja doza od visoke. Ako bismo se stoga držali pokazanih signifikantnih razlika teško bi bilo naći opravdanje za ovakvo djelovanje gnojidba. Međutim, ima li se u vidu da je ovo bila tipična »pšenična« godina u kojoj je vladala povoljna konstelacija većine vegetacijskih faktora, gnojidba se po svojoj efikasnosti nije mogla izdvojiti iz te cjeline, što je jedan od elemenata koji bi mogao objasniti djelovanje gnojidbe.

Drugi, prema našoj ocjeni mnogo značajniji, su vremenske nepogode koje su vladale u toku mliječne zriobe. One su izazvale vrlo jako polijeganje pšenice na varijanti s visokom dozom gnojiva, djelomično i srednjom, što je omelo normalni fiziološki razvoj pšenice, u vezi s tim prvenstveno nalijevanje zrna, pri čemu se je osobito negativnom pokazala visoka doza dušika. Sve zajedno je dovelo do pada prinosa. Da do ovih nepogoda nije došlo, sigurno bi redosljed u efikasnosti gnojidbe bio obrnut i u skladu s onim iz prethodne dvije godine. Visoka gnojidba ipak stvara određeni rizik ako dođe do agrometeoroloških averzija, kao što je bilo upravo krajem ovogodišnje vegetacije pšenice.

Ako je u nastavku riječ o rezidualnom djelovanju gnojidbe, i za njega treba podvući da je signifikantno. U prvom redu gnojene varijante su od reda visokosignifikantne prema negnojenoj. Što se pak tiče signifikantnosti među njima, može se podvući da je visoka doza gnojiva pokazala najjače produžno djelovanje i signifikantna je prema srednjoj dozi. No, gledajući u cjelini, unatoč pokazane signifikantnosti gnojidbe, ne bi se mogao samo na osnovi rezultata jedne godine zauzeti čvrsti stav u pogledu rezidualnog djelovanja gnojidbe na smeđem tlu na karbonatnom lesu za ozimu pšenicu. U svakom slučaju rezidualno djelovanje gnojidbe evidentno je prema negnojenoj varijanti, ali vrlo nedefinirano prema primijenjenim dozacijama gnojiva.

Ide li se dalje u analizi rezultata istraživanja, zanimljivo je vidjeti kako su se u tom pogledu vladale kombinacije obrade i gnojidbe (tab. 3).

Prije svega podvlačimo da se prve eksperimentalna godina između pojedinih kombinacija javljaju signifikantne razlike. Posebno naglašavamo

Tabela 3 — Prinos zrna ozime pšenice sa 14% vlage u q/ha prema kombinacijama
Table 3 — Grain yield of winter wheat with 14 % moisture in q/ha according to

Osnovna obrada tla Basic soil tillage	N ₀	P ₀	K ₀	(G ₀)	G n o j i d b a —		
					N ₁₀₀	P ₁₂₀	K ₉₀ (G ₁)
	1970.	1973.	1974.	1971.	1970.	1973.	1974.
20 cm (O ₁)	19,20	40,05	51,00	19,80	39,24	69,15	70,75
30 cm (O ₂)	19,10	38,84	53,62	26,80	40,30	62,78	71,56
40 cm (O ₃)	20,34	44,27	51,62	20,80	41,20	67,76	70,37
50 cm (O ₄)	21,22	39,16	53,87	23,60	39,80	67,52	69,37
Oranje + podrivanje Ploughing + subsoiling:							
20+20 cm (O ₅)	19,80	40,60	51,62	22,80	39,60	66,63	66,40
30+10 cm (O ₆)	20,20	37,11	56,00	23,00	40,10	64,51	70,75
LSD							
5 %	1,56			3,36			
1 %	2,08			4,48			

da je za sve varijante obrade visoka doza gnojiva visokosignifikantna prema srednjoj i niskoj varijanti gnojidbe i, razumije se, negnojenoj, osim u slučaju oranja na 50 cm dubine u kom slučaju nije signifikantna prema srednjoj gnojidbi. Prati li se rast prinosa ozime pšenice prema dubini odnosno načinu obrade tla, u nekim kombinacijama oranje + podrivanje pokazuje izvjesne prednosti pred samim oranjem na istu dubinu, pa su tako apsolutno najviši prinosi zrna dale kombinacije oranja na 20 i 30 cm s podrivanjem do 40 cm uz visoku gnojidbu (46,60 odnosno 46,20 q/ha). Sve u svemu, ipak treba naglasiti da je pri kombiniranom djelovanju pokusnih faktora jači uticaj gnojidbe od obrade, što je opet u suglasnosti s njihovim zasebnim djelovanjem.

U slijedeće dvije godine istraživanja optimalne dubine osnovne obrade tla u kombinaciji s mineralnom gnojidbom za ozimu pšenicu ne javljaju se signifikantne razlike među testiranim kombinacijama. No, gledano po godinama u pravilu je opet 1973. godine prevalentan utjecaj gnojidbe prema obradi. U tome imaju određeni udjel upotrebljene doze, pa je prednost na strani viših doza, koje čak osiguravaju vrhunske prinose pšenice (iznad 70 q/ha suhog zrna).

Dubina i način obrade tla (oranje i podrivanje) vladaju se vrlo nepravilno bez obzira na stupanj gnojidbe, tako da nema čvršćih indicacija o interakciji obrade i gnojidbe. Ocjena ovakvog djelovanja na neki je način već dana pri razmatranju svakog faktora za sebe s napomenom da je ova godina bila u klimatskom smislu vrlo povoljna za pšenicu.

Posljednje godine istraživanja optimalne dubine osnovne obrade tla u kombinaciji s mineralnom gnojidbom, tj. 1974. interakcija je na izvjestan

osnovna obrada tla x gnojidba
basic soill tillage x fertilizing combinations

F e r t i l i z i n g									
Y e a r		N ₁₃₀	P ₁₅₀	K ₁₃₀	(G ₂)	N ₁₆₀	P ₂₀₀	K ₁₇₀	(G ₃)
1971.	1970.	1973.	1974.	1971.	1970.	1973.	1974.	1971.	
55,60	42,90	69,64	63,75	55,20	45,34	72,34	62,50	59,00	
59,20	42,94	71,09	67,37	59,40	45,60	69,57	62,06	60,60	
59,00	41,54	69,33	65,32	57,80	45,74	68,89	62,68	59,00	
57,60	46,32	67,11	67,12	55,00	45,00	67,60	61,75	58,80	
58,40	40,34	68,92	68,25	60,00	46,60	74,71	61,00	57,40	
59,00	44,00	68,13	65,93	57,80	46,20	70,42	63,37	61,20	

način eliminirana u prvom redu zbog opadanja prinosa s rastom doze gnojiva, neovisno o osnovnoj obradi tla, uslijed ranog polijeganja usjeva. Hipotetsko povećanje prinosa s povećanjem dubine obrade i doze gnojiva je, dakle, izostalo, ali u odnosu ili na samu gnojidbu, kada se promatra kombinirano djelovanje ovih faktora interakcija je na specifičan način prisutna. To potvrđuju osobito oni prinosi koji se kreću na razini od 70 q/ha zrna zime pšenice ili čak i više. No, nesigurnost je u tome što je ova pojava vrlo varijabilna i nepravilna, a k tome, kao što je već naglašeno, i statistički nepouzdana.

Osvrnemo li se na kraju na rezidualno djelovanje kombinacija obrade i gnojidbe, podvlačimo, kao najznačajnije, da je ono signifikantno.

U tom pogledu **gnojidba je stabilnija po svojem djelovanju od obrade**, ali se i kod jednog i kod drugog faktora manifestiraju određene aberacije. I ovdje treba naglasiti da bi bilo nelogično očekivati jače produžno djelovanje kombinacija obrade i gnojidbe s povećanjem dubine obrade, kada je efikasnost dublje obrade u pravilu bila odsutna.

b) Sklop pšenice

Opće je poznato da je sklop usjeva jedan od bitnih elemenata, koji stoje u funkciji prinosa. Polazeći od ove činjenice zanimalo nas je u kojoj je pak mjeri sklop bio ovisan o istraživanim faktorima u pokusima. Napominjemo odmah da su ova istraživanja bila samo orijentacijske naravi, pa stoga i vrlo ograničena po opsegu. Obuhvaćaju samo jednu vegetaciju optimalne dubine obrade u kombinaciji s mineralnom gnojidbom (1970.) i jednu vegetaciju istraživanja produžnog djelovanja obrade i gnojidbe (1971). Sklop je 1970. godine određen je prvom dekadom lipnja, a 1971. neposredno prije žetve.

U slučaju optimalne dubine osnovne obrade tla u kombinaciji s gnojidbom obrada, kao jedan od pokusnih faktora, se nalazi na granici signifikantnosti u pogledu gustoće sklopa (tab. 4). Pri tome je najbolji sklop postignut pri oranju na 30 cm i kombinaciji ove dubine oranja s podrivanjem. Nije, međutim, bio u funkciji prinosa kao što se vidi iz tabele 1. Najslabiji sklop dalo je oranje na 50 cm dubine. Signifikantne razlike postoje samo između oranja na 20 cm s podrivanjem na 40 cm s jedne strane i oranja na 30 cm, varijante oranja na 30 i podrivanja na 40 cm i oranja na 40 cm s druge strane.

Pri istraživanju produžnog djelovanja obrade i gnojidba ne javljaju se signifikantne razlike, premda je izrazito bolji sklop dalo oranje na 30 cm. U ovom slučaju je sklop, čini se, djelovao na povećanje prinosa. Iza ove varijante prema gustoći sklopa slijedi oranje na 50 cm, što je u suprotnosti s direktnim zahvatom na ovu dubinu. Eventualno objašnjenje moglo bi se naći na liniji stanja strukture površinskog sloja tla, koja stvara pri neposredno izoranom tlu na veće dubine određene probleme u predstavenoj pripremi tla. Uskoro zatim nastupa poboljšanje strukture tla pod utjecajem internih i eksternih faktora. To je, dakako, samo logična pretpostavka, koju bi tek detaljnija višegodišnja istraživanja mogla potvrditi ili demantirati, tim više što je prednost samo relativna.

Tabela 4 — Broj biljaka na 1 m² prema varijantama osnovne obrade tla
 Tabela 4 — Number of plant per square meter according to basic soil tillage

Osnovna obrada tla Basic soil tillage	Broj biljaka na 1 m ² Number of plants per square meter	
	Godina — Year 1970.	1971.
Oranje — Ploughing: 20 cm (O ₁)	485	543
30 cm (O ₂)	501	596
40 cm (O ₃)	502	510
50 cm (O ₄)	488	571
Oranje + podrivanje 20+20 cm (O ₅)	462	547
Ploughing + subsoling: 30+10 cm (O ₆)	521	546
L S D	5 %	36
	1 %	48

Gnojidba kao faktor u obje se godine pokazala vrlo signifikantnom (tab. 5). Signifikantnost je međutim, izražena samo između negnojene i gnojjenih varijanata, dok se unutar gnojjenih varijanata ne javlja. No i pored toga trend povećanja broja biljaka na jedinicu površine ima uzlazni tok s povećanjem doze gnojiva — više, dakako, pri izravnim razlikama u gnojidbi nego pri rezidualnom djelovanju. U prvom slučaju, postoji barem takav utisak, gustoća sklopa u funkciji je polućenog prinosa.

Tabela 5 — Broj biljaka na 1 m² prema varijantama gnojidbe
 Tabela 5 — Number of plants per square meter according to fertilizing

Gradacije gnojidbe Doses of fertifiling	Broj biljaka na 1 m ² Number of plants per square meter	
	Godina — Year 1970.	1971.
Kontrola — Check (G ₀) — N ₀ P ₀ K ₀	397	436
Niska — Low (G ₁) — N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₉₀	497	584
Srednja — Medium (G ₂) — N ₁₃₀ P ₁₅₀ K ₁₃₀	532	590
Visoka — High (G ₃) — N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₇₀	548	599
L S D	5 %	70
	1 %	101

Izostalo je, međutim, interakcijsko djelovanje obrade i gnojidbe na gustoću sklopa i pri istraživanju optimalne dubine osnovne obrade tla u kombinaciji s gnojidbom i pri njihovom rezidualnom djelovanju (tab. 6). Opaža se ipak dominantna uloga gnojidbe, pa odatle u slučaju nekih kombinacija i veći sklop nego pri svakom faktoru za sebe. Produžno djelovanje gnojidbe manje je izraženo, odnosno nepravilno u usporedbi s direktnim razlikama u gradacijama unutar iste varijante obrade.

Tabela 6 — Broj biljaka na 1 m² prema kombinacijama osnovna obrada tla x gnojidba

Table 6 — Number of plants per square meter according to basic soil tillage x fertilizing combinations

Osnovna obrada tla Basic soil tillage	Gnojidba — Fertilizing Godina — Year							
	N ₀ P ₀ K ₀ (G ₀)	N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₉₀ (G ₁)	N ₁₃₀ P ₁₅₀ K ₁₃₀ (G ₂)	N ₁₆₀ P ₂₀₀ K ₁₇₀ (G ₃)	1970.	1971.	1970.	1971.
Oranje — 20 cm (O ₁)	384	499	505	506	505	568	548	599
Ploughing:								
30 cm (O ₂)	403	441	482	597	582	695	540	650
40 cm (O ₃)	410	389	512	587	515	564	572	501
50 cm (O ₄)	404	413	467	638	530	628	554	603
Oranje+podrivanje Ploughing+ subsoiling:								
20+20 cm (O ₅)	390	415	469	586	474	537	515	646
30+10 cm (O ₆)	392	456	546	588	589	547	558	592

ZAKLJUČCI

Na temelju postignutih višegodišnjih rezultata s istraživanjem optimalne dubine osnovne obrade tla i rezidualnog djelovanja duboke obrade u kombinaciji s mineralnom gnojidbom za ozimu pšenicu na smeđem tlu na karbonatnom lesu mogli bi se postaviti ovi zaključci:

1. 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 za praktičnu primjenu suvremenih tehnoloških dostignuća.
2. Problem optimalne dubine osnovne obrade tla u kombinaciji s mineralnom gnojidbom, kako je postavljen u ovim istraživanjima, pokazuje svu svoju složenost i indicira na ulogu brojnih faktora koji se pri tome impliciraju s naglašenim utjecajem tipa tla i klime.
3. Obrada, kao temeljni faktor u ovim istraživanjima, nije niti u jednoj od tri istraživane godine bila signifikantna, s izuzetkom rezidualnog djelovanja obrade druge godine eksperimentalnog rada. Ovakvo djelovanje istraživanih varijanata obrade objašnjivo je tipskim svojstvima tla, te povoljnim hidrotermičkim odnosima klime za uzgoj pšenice, što u ovom posljednjem primjeru nije bio slučaj. Zato u uzgoju pšenice na smeđem tlu na karbonatnom lesu duboka obrada kao redovita agrotehnička mjera, bilo da se radi o oranju ili podrivanju, nema agronomskog opravdanja.
4. Suprotno obradi, gnojidba je došla do punog izražaja i u sve četiri godine, uključujući, dakle, i produžno djelovanje pokazala se signifikant-

nom. Pri tome je efikasnost različitih dozacija bila varijabilna po godinama, pa je prije svega riječ o efikasnosti gnojidbe kao takve, a manje o primjenjenim dozama. To vrijedi u cjelini i za rezidualno djelovanje gnojidbe. Izraženo djelovanje gnojidbe treba preventivno dovesti u vezu s jačim utjecajem gnojidbe na prinos pšenice od mehaničkog zahvata obradom.

5. Kombinacije obrade i gnojidbe pokazale su u određenom stupnju interakcijsko djelovanje. To je najviše došlo do izražaja u prvoj godini, dok se u ostale dvije godine ne javljaju signifikantne razlike, premda je u kombinaciji, uzevši općenito, prevalentan utjecaj gnojidbe, ali je on zbog klimatskih averzija treće godine stavljen pod znak pitanja.

Rezidualno djelovanje kombinacija obrade i gnojidbe pokazalo se signifikantnim.

6. Utjecaj obrade, gnojidbe i njihovih kombinacija na gustoću sklopa pšenice, kao jedan od značajnih elemenata produktivnosti, također je došao do izražaja. Gustoća sklopa nije, međutim, bila u punom smislu u funkciji prinosa, ali ovaj zaključak treba uzeti kao preliminaran zbog ograničenosti ovih istraživanja.

LITERATURA

- Baldoni, R.** (1956): Sull' aratura a profondità variabile. *Progresso agricolo*, No. 12, Bari.
- Bondarev, A. G., Dimo, V. N., Dolgov, S. I., Modina, S. A., Kuznecova, I. V.** (1974): Osnovne osobnosti složenija počv kak osnova sozdanija optimalnih fizičkih režimov. Trudi X mežd. kongressa počvovedov, Moskva.
- Browning, G. M.** (1950): Principles of Soil Physics in Relation to Tillage. *Agric. Eng.*, Vol. 31, No. 7.
- Butorac, A., Tomić, F., Turšić, I.** (1975): Specifična volumna težina i interval vlažnosti tla kao faktori u uzgoju ozime pšenice. *Agromoski glasnik*, br. 7—8, Zagreb.
- Butorac, A., Ljiljak, N., Kulaš, M. i Vencel, Ž.** (1976): Rezultati istraživanja optimalne dubine osnovne obrade tla i mineralne gnojidbe za ozimu pšenicu, kukuruz i šećernu repu na lessivé — pseudogleju, lokalitet Podgorač u vegetacijskoj godini 1975/76. Zagreb.
- Butorac, A., Mihalić, V.** (1975): Utjecaj obrade na mikroreljef površine tla. *Zemljišta i biljka*, Vol. 24, No. 1—2, Beograd.
- Cooper, A. W. and Nichols, M. L.** (1959): Some Observations on Soil Compaction Tests. *Agric. Eng.*, Vol., 40, No. 5.
- Dolgov, S. I., Kuznecova, I. V., Modina, S. A.** (1970): O kriterijah optimalnogo složenija pahotnogo sloja počvi. Problemi obrabotki počvi. Dokladi mežd. soveščanija, Varna.
- Dospehov, B. A., Buzmakov, V. V.** (1977): Sovremennie problemi obrabotki počv. *Zemledelie* 3, Moskva.

- Drezgić, P. and Jevtić, S.** (1960): Influence of the depth of ploughing on the development of the root system, soil moisture and winter wheat yields on chernozem soils. I svjetski kongres poljoprivredno — naučno — istraživačke službe, Rim.
- Hartge, K. H.** (1971): Beurteilung der Erfolg — schancen von Untergrundmeliorationen. Zeitschrift für Acker — und Pflanzenbau, 134, Berlin — Hamburg.
- Kovačević, ž., Mihalić, V., Butorac, A., Bišof, R.** (1969): Utjecaj obrade i gnojidbe na korovske zajednice na pseudogleju i lesiviranom smeđem tlu na lesnoj podlozi. III kongres biologa Jugoslavije, Ljubljana.
- Lacković, L., Mihalić, V., Beštak, T. i Butorac, A.** (1970): Utjecaj dubine oranja na veličinu specifičnog otpora tla kao faktora u izboru traktorskih agregata. Međunarodni simpozij iz mehanizacije poljoprivrede, Zagreb.
- Lacković, L., Beštak, T., Mihalić, V., Butorac, A. i Folivarski, I.** (1972): Utjecaj osnovne obrade tla kao i pretkulture na veličinu specifičnog otpora tla i utrošak goriva na smeđem tlu kao karbonatnom lesu. IV kongres Jugoslavenskog društva za proučavanje zemljišta, Beograd.
- Mihalić, V., Butorac, A.** (1964): Influence of ploughing depth and of mineral fertilizer doses on some physical and chemical properties of parapodzol and brown lessivé soils on loess. 8 th Intern. Congress of Soil Science, Bucharest, Romania.
- Mihalić, V., Butorac, A. i Bišof, R.** (1967): Obrada u meliorativnoj fazi na pseudogleju zaravni u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. III kongres Jugoslavenskog društva za proučavanje zemljišta, Zadar.
- Mihalić, V., Butorac, A., Bišof, R.** (1967): Duboka obrada na lesiviranom smeđem tlu istočne Slavonije. Zemljište i biljka, Vol. 16, No. 1—3, Zagreb.
- Mihalić, V., Butorac, A., Bišof, R.** (1968): A contribution to the knowledge of the effects of ploughing depth on the yields of winter wheat in relation to mineral fertilizing. Dokladi Meždunarodno go soveščanija »Problemi obrabotki počvi«, Varna.
- Mihalić, V., Butorac, A.** (1970): Tillage problems in Croatia and the research aimed at their solution. Proc. Intern. Conf. Tillage Res. Methods, Silose, England.
- Mihalić, V., Butorac, A., Mušac, I.** (1975): Ecological conditions and optimizing of soil cultivation in semi-continental climate of Croatia. Symposium: »Die Intensivierung des Landbaues und die optimale Nutzung der Öko — systeme im halbkontinentalen Klima«. Keszthely, Ungarn.
- Mihalić, V., Butorac, A., Mušac, I.** (1976): Agronomic aspects of residual effect of deep cultivation for main field crops. Proceedings of the 7 th Conf. of ISTRO, Uppsala, Sweden.
- Mihalić, V.** (1976): Opća proizvodnja biljaka. Udžbenik, Zagreb.

- Mušac, I.** (1965): Produžno djelovanje dubine oranja na degradiranom černozeu istočne Slavonije, Osijek.
- Mušac, I., Mađarić, Z. i Jurić, I.** (1970): Produžno djelovanje duboke obrade smeđeg tla istočne Slavonije u interakciji s gnojdbom na prinos ozime pšenice. Savremena poljoprivreda, br. 1/2, Novi Sad.
- Mušac, I., Jurić, I., Mundweil, J. i Marinković, B.** (1974): Utjecaj melioracijske duboke obrade tla istočne Slavonije na prinose ozime pšenice (lokalitet Lacići). Zbornik radova Poljoprivrednog instituta Osijek, Sv. 1, Osijek.
- Russel, E. W.** (1956): The effect of very deep ploughing and subsoiling on crop yields. Journal of agricultural science, Vol. 48, Cambridge — London — New York.
- Schulte — Karring, H.** (1968): Die Unterbodenmelioration. (Ergebnisse 12 — jähriger Untersuchungen), Ahrweiler.
- Schulte — Karring, H.** (1969): Die Tiefenlockerung und ihre Auswirkung auf die Ertragsfähigkeit allgemeindichteter Staunässeböden. Eine Zusammenfassung 13-jähriger Untersuchungsergebnisse. Symposium über die Tiefenbearbeitung des Bodens. Giessen.
- Stanačev, S.** (1969): Dosadašnji rezultati, problemi i aktualni pravci istraživanja obrade zemljišta. Savjetovanje: Razvoj i aktualni problemi proučavanja zemljišta u Jugoslaviji, Budva.
- Valtmann, A.** (1957): Beitrag zur Frage der Tieflockerung allgemeinverdichteter Böden. Landwirtschaftliche Forschung, Bonn.
- * * * (1976): Izvještaj o istraživanju tala na području IPK Osijek. Rukopis.

RESULTS OF INVESTIGATING THE OPTIMAL DEPTH OF BASIC SOIL TILLAGE AND THE RESIDUAL EFFECT OF DEEP TILLAGE IN COMBINATION WITH MINERAL FERTILIZING FOR WINTER WHEAT ON BROWN SOIL ON CARBONATE LOESS

A. Butorac, V. Mihalić and I. Folivarski

S u m m a r y

The paper treats the problems related to the optimal depth of soil tillage and the residual effect of deep tillage in combination with mineral fertilizing for winter wheat grown on brown soil on carbonate loess, which, due to its productivity, plays an important part in Yugoslav agriculture. The investigations were carried out in the period from 1969 — 1974 at the experimental point Brestovac of the Agricultural Plant Belje. Two parallel trials were set up simultaneously. The purpose of one of them was to test the optimal depth of basic soil tillage in combination with mineral fertilizing, while the other served to evaluate their residual effect.

Six depths of basic tillage were investigated: ploughing at 20, 30, 40 and 50 cm and the combination of ploughing and subsoiling at 20+30 and 30+10 cm. Fertilizing was tested in the following doses: $N_0 P_0 K_0$, $N_{100} P_{120} K_{90}$, $N_{130} P_{150} K_{130}$ and $N_{160} P_{250} K_{170}$.

The residual effect of deep tillage was evaluated on the basis of ploughing at 20 cm and uniform mineral fertilizing in the dose of 100 kg N, 120 kg $P_2 O_5$ and 140 kg $K_2 O$ /ha.

The aim of grading mineral fertilizing and of the depth of basic tillage was to determine the interrelation of these two, certainly most important, agrotechnical measures.

The results obtained in the trials, relating to the grain yield of winter wheat and to its population density, are presented in Tables 1, 2, 3, 4, 5 and 6.

The results show all the complexity of the problem of the optimal depth of basic soil tillage in combination with mineral fertilizing, as it was laid out in these investigations, and point to the parts played by numerous factors involved, with the marked effect of the soil type and climate.

Tillage, the basic factor in the investigations, was not significant in any of the three experimental years, with the exception of the residual effect of tillage in the second year. Such an effect of the tested depths of basic tillage can be explained by the characteristics of the soil type and favourable hydrothermal conditions for wheat growing, which was not the case in the last example. It can, therefore, be concluded that deep tillage, either ploughing or subsoiling, is not justified as a regular agrotechnical measure in growing wheat on brown soil on carbonate loess.

Quite contrary to tillage, fertilizing came to full expression in all four years, including also the residual effect, and was significant. The efficacy of different fertilizer doses varied per years, so that the efficacy refers to fertilizing as such, and to a lesser extent to the applied doses. This fully applies to the residual effect of fertilizing as well.

The effect of fertilizing should be primarily related to the greater influence of fertilizing on the wheat yield than that of the mechanical practice of tillage.

The combinations of tillage and fertilizing showed a certain degree of interaction. This was mostly expressed in the first year, while there were no significant differences in the other two years, though, generally speaking, the effect of fertilizing prevailed in the combination, but it was questionable in the third year, due to climatic aversions.

The residual effect of the combinations of tillage and fertilizing was significant.

Tillage, fertilizing and their combinations effected also the population density of wheat, which is one of the important elements of productivity. The population density was not, however, completely a function of the yield, but this conclusion should be taken as preliminary, due to the limited scope of these investigations.