

## ULOGA OBRADJE TLA U INTENZIVNOJ PROIZVODNJI RATARSKIH KULTURA

### U V O D

Ako pod intenzivnim uzgojem ratarskih kultura razumijemo stabilizirane visoke prinose, onda je to za našu poljoprivredu a unutar nje za ratarstvo — glavni put, bez ikakve dileme.

Da intenzivnost u agrikulturi znači pojačano ulaganje sredstava, radi živog i mehaniziranog, opće je poznato. Upravo slijedeći intenzivnost u rečenom smislu, dešava se da ulaganje sredstava i rada u tehnologiji ratarskih kultura može preći granice ekonomske opravdanosti.

Temelj intenzivnog uzgoja ratarskih kultura jesu stabilni i visoki prinosi uz stalnu primjenu novih znanstvenih spoznaja i metoda rada.

Suvremeno ratarstvo ne smije zanemariti ekonomski rezon, što svakako upućuje da intenzivni uzgoj bude do moguće mjere racionalan.

Da se taj zahtjev odnosi i na obradu tla posve je logično, kada se uzme u obzir činjenica da u cjelokupnom procesu poljoprivredne proizvodnje najviše utrošene energije otpada na obradu tla, a na oranje kao glavni način osnovne obrade tla 75 — 85% utrošene energije. U vezi s time navodimo nekoliko podataka. Za oranje na srednje teškom tlu do 20 cm dubine treba »podići« i »prebaciti« oko 3000 — 3500 tona tla, a svakim centimetrom dubljeg oranja 165 tona više tla po jednom hektaru. Ili drugi podatak: za strnu žitaricu po standardnoj obradi »tretira« se oko 16 milijuna kilograma tla po jednom hektaru, a za šećernu repu više od 55 milijuna kg tla po jednom hektaru (MIHALIĆ, 1958).

U našem izlaganju razmotrit ćemo kakvu ulogu ima obrada tla u intenzivnom i racionalnom uzgoju ratarskih kultura.

### I. FUNKCIJA TLA U OSIGURANJU BILJAKA VEGETACIJSKIM EDAFSKIM ČINIOCIMA I »TEČENJU« ENERGIJE U MEDIJU TLA

U klasičnom uzgoju poljoprivrednih kultura tlo (pedosfera, solum) je sredina zakorjenjivanja i primanja edafskih vegetacijskih faktora (voda, kisik, hraniva). No ulogu tla mogu zamijeniti drugi mediji (voda, pijesak, joni, treset, perlit i dr.), a što se primjenjuje u specijalne svrhe u zaštićenim prostorima, najviše u proizvodnji povrća i cvijeća.

Mi nećemo ovdje slijediti taj put, već korištenje tla (pedosfere) kao supstrata u uzgoju ratarskih kultura. Pedosfera kao nosilac života na kopnu odražava djelovanjem i ravnotežom prirodnih sila funkciju staništa za bilj-

ke i faunu. Povezujući klimu, tlo (reljef), vode i organizme u jednu cjelinu dobivamo terestrične ekosisteme ili biome. Solarna energija vezana u organskoj tvari oslobađa se i ponovno veže u »svježoj« fitomasi i tako je osigurano »tečenje« (flux) energije u tlu.

Čim neko tlo dođe pod poljoprivredno korištenje mnogo se od toga mijenja. Najprije se uklanjaju spontane životne zajednice (fito- i zoocenoze), a umjesto njih uključuju kulturne biljke i domaće životinje. **A kulturne biljke imaju veće zahtjeve na količinu i određene odnose vegetacijskih faktora.** I dok tlo slobodne prirode štiti njegov prirodni biljni pokrivač, to prelazom na poljoprivredno korištenje, ostaje tlo kraće ili duže vrijeme »golo« i time izravno izvrgnuto štetnom utjecaju atmosferilija. Konačno, antropogeno tlo je nužno gaženo po čovjeku, domaćim životinjama i strojevima odnosno transportnim sredstvima. Tako na koncu, od terestričnih ekosistema slobodne prirode (bioma) nastaje određeni agroekosistem.

**Glavni parametar u funkcioniranju tla kao supstrata za poljoprivredne (ratarske) kulture je struktura i vezano s njom poroznost tla.** To je stara znanstvena spoznaja, ali bi o njoj trebalo voditi računa.

Zahvaljujući prisutnosti strukturnih agregata i pora osiguran je glavni uvjet rasta korijenja. Život u tlu i »promet« uginule organske tvari garant su »tečenja« energije u mediju tla, jer kako je netko duhovito rekao kada u tlu ne bi bilo biokomponente, tlo ne bi spadalo u pedologiju već u geologiju . . .

Teoretski rečeno, **ako tlo ne bi bilo izvrgnuto nepovoljnim fizikalnim promjenama** (kvarenje strukture, smanjenje poroznosti ispod kritične granice itd.) **onda ne bi uopće bio potreban mehanički zahvat u pedosferu tj. obrada tla.** Drugo je pitanje, kako bi se supstrat opskrbljivao hranivima (gnojivima) i kako bi ostvarivao »promet« organskih tvari kroz tlo.

Zadržimo se na čas na važnim pedofizikalnim vrijednostima: sadržaju pora u kisiku u tlu. Ranije je NITZSCH (1937) smatrao da tlo koje ima manje od 45% volumena pora pokazuje štetno zbijanje, dok se danas uzima kao granično 42% volumena pora.

Za plodnost tla odnosno na »mehanizam« primanja hraniva i aktivnost aerobnih organizama se javljaju štetni utjecaji ako sadržaj kisika padne ispod 10%, a sadržaj ugljičnog dioksida poraste iznad 3 — 5%. Granična vrijednost kapaciteta tla za zrak uzima se od 8 do 10% (CZERATZKI, 1977).

Od neobične je važnosti istaknuti **da nepovoljni utjecaj oborina na nezaštićeno (»golo«) tlo i podložnost zbijanja raste sa sadržajem čestica praha\*, a mogućnost povoljnog utjecaja mraza, pak, porastom sadržaja čestica gline.\*!**

Zbijanje tla ili pad poroznosti ima nekoliko nepovoljnih aspekata: poremećenu aeraciju ili izmjenju plinova iz tla u atmosferu i obrnuto, otežano ili prekinuto prodiranje oborina u tlo, reducirani procesi disanja sveukupnog edafona, otpor što ga pruža tlo rastu korijenja u dubinu i lateralno. Zbijanju su najviše podložne pore > 10 mikrona, a u te pore prodiru korijenove vlasi.

\* Čestice praha su kruta kategorija tla veličine od 0,05 — 0,01 mm, a čestice gline 0,01 mm do 0,1 mikrona.

Aktiviranjem biokomponente tla smanjuje se opasnost od štetnog zbijanja tla, pa stalna briga ratara treba biti podržavanje aktivnosti biofaze poljoprivrednog tla.

## II. ULOGA OBRADE U KORISTENJU TLA KAO SUPSTRATA ZA UZGOJ RATARSKIH KULTURA

Iz izloženog lako je zaključiti gdje je mjesto obradi u tehnologiji ratarskih kultura kao mehanički zahvat u pedosferu. Podvucimo ono bitno.

**Na prvom mjestu je reguliranje vodozračnih odnosa do dubine korištenja soluma po korijenovom sistemu kultura, ali preventivno u sjetvenom sloju u kojem započinje aktivni život biljaka (klijanje i nicanje).** A reguliranje vodozračnih odnosa se postiže popravkom strukture tla.

Ranije mišljenje da se obradom značajnije utječe na vododržnost tla i dosljedno tome na režim vlaženja tla treba korigirati. Može se samo govoriti o prolaznom učinku. Veliki broj mjerenja izvršenih u drugim zemljama i kod nas to je potvrdio.

Kako i nadalje ostaje potreba unošenja u tlu gnojiva (organskih i mineralnih), a jednako i unošenje fitomase radi održavanja plodnosti tla s impliciranim »tečenjem« energije u tlu potreban je za izvršenje mehanički zahvat obradom.

**Praktički do danas nije moguć proces antropogenizacije bez obrade tla kao mehaničkog zahvata u perosferu, a u agromelioracijama obrada ima ključnu poziciju.** Nije nam namjera da se zadržavamo na meliorativnoj obradi, koja predviđa duboke, radikalne operacije u tlu s dugoročnim djelovanjem. Meliorativna obrada izlazi iz okvira redovitog korištenja tla i ne može se tretirati na isti način, već spada u investicije.

Zbog suvremenog načina korištenja oranica, kao i zbog činjenice da je većina njih težeg teksturnog sastava (prah i glina!), sve se više javljaju tzv. antropogena zbijanja tla u mekoti, na granici oranja i u zdravici. Dodajmo tome i stvaranje štetne pokorice na površini. Oboje stavlja na dnevni red potrebu povremenog rahljenja soluma u smislu dopunske meliorativne obrade tla (MIHALIĆ i KOMUNJER, 1976). Postoje različita prihvatljiva rješenja, a bitno je da se razrahljivanje u vertikalnom pravcu vrši u stanju povoljne konzistencije, a to znači kada je ono neosjetljivo na mehanički pritisak iz bilo kojeg izvora. Povoljno stanje konzistencije postižu naše oranice u vrijeme ljeta.

## III. MOGUĆNOSTI POJEDNOSTAVLJENJA I POJEFTINJENJA OBRADE TLA U REDOVITOM KORISTENJU ORANICA DANAS

**1) Redovitom primjenom herbicida smanjuje se ili potpuno eliminira potreba obrade tla radi uništenja korova.** U preherbicidnoj epohi agrikulture, obrada tla — pored ostalog — imala je trajnu i važnu namjenu uništavanja korova. Naši, klasični sistemi obrade tla u proljetnoj i ljetnoj fazi

imali su naglašeni zadatak uništavanja korova. U svijetu (SAD, Kanada, SSSR, Australija i druge zemlje) bili su prakticirani posebni sistemi obrade tla pod nazivom »predvegetacijska uništavanja korova«, u kojima se predviđalo 4—5 sukcesivnih zahvata obrade tla, od malih do srednjih dubina.

Pored navedenog, višefazni sistemi obrade tla u toplom periodu godine poticali su razgradnju organske tvari i prinos stvaranja nitrata, kao izvora dušične hrane za biljke. Danas ova namjena potpuno opada, jer glavni izvor dušika za poljoprivredne kulture su dušična (mineralna) gnojiva. Štoviše, potencijalna opasnost prevelikog nakupljanja nitrata zbog ispiranja i luksuznog trošenja dušika se želi spriječiti sporodjelujućim oblicima dušičnih gnojiva ili aktivnim tvarima inhibitorima nitrifikacije.

2) Daljnja mogućnost u pojednostavljenju obrade tla sastoji se u smanjenju broja radnih operacija obrade tla, što se u prvom redu odnosi na zahvate dopunske obrade tla ili preciznije na površinsku, predstjetvenu obradu tla. U primjeni su danas vrlo efikasna-kombinirana širokozahvatna oruđa (sistemi Rau-kombi i dr.). Ova oruđa se mogu kombinirati s istovremenom primjenom herbicida.

Pošto smo dotaknuli površinsku pripremu sjetvenog sloja zadržat ćemo se nešto na tome. Sjetveni sloj tla se s pravom smatra »kritičnim slojem«, jer je on granični sloj tla s atmosferom i donjih slojeva profila. Preko njega se zbiva aeracija tla, ulaz oborina u tlo i evaporacija. U sjetvenom sloju počinje aktivni život kulturnih biljaka: klijanje i nicanje.

Održavanje sjetvenog sloja tla u dobroj funkciji od esencijalne je važnosti u uspješnom uzgoju poljoprivrednih kultura. A to znači održavanje povoljne strukture i vlažnosti, prvenstveno u periodima od sjetve do nicanja ratarskih kultura. Opasnost dolazi od zamuljivanja i stvaranja pokorice. A sklonost zamuljivanju raste s učešćem čestica praha i velike mehaničke snage oborina (kiše!). Dalje, s prisutnošću čestica praha raste kapilarnost i obrnuto porastom čestica gline opada. U skladu s rečenim, tla bogata prahom se obrađuju grublje, a ona s malo kapilara finije. Prahulje trebaju imati u sjetvenom sloju 40—50 %, a glinuše 70—80 % strukturnih agregata veličine mrvice (CZERATZKI, ibidem).

Međutim, to često u našim tlima neće biti dovoljno, pa radi očuvanja željene strukture i vlažnosti sjetvenog sloja tla potrebna su »kemijska« tretiranja tla u pravcu jačanja hidrofobnosti ili hidrofilnosti tla primjenom kondicionera strukture, vapnjenja ili organskih gnojiva. Dolazi u obzir i unošenje tzv. pasivnih materija u tlo radi reguliranja vodozračnih odnosa u solumu.

Održavanjem mrvičaste strukture sjetvenog i gornjih slojeva tla osiguravamo biljkama da troše vodu na razini optimalne evapotranspiracije, a tada je transpiracioni koeficijent najniži i stvaranje suhe tvari najveće.

3) Pojednostavljenje i pojeftinjenje obrade tla nalazi se dalje u sistemu minimalne obrade tla (originalno: minimum tillage). Stalna primjena herbicida i pogodna tehnička odnosno konstrukciona rješenja omogućila su radikalnu redukciju obrade tla: kako po broju operacija, tako i po volumenu obrađenog tla. Što više reducirana obrada se povezuje s aplikacijom pesticida, gnojibdom i sjetvom u jedan agrotehnički zahvat.

Kroz posljednjih nekoliko decenija nagomilao se u svjetskom mjerilu znatan pokusni materijal, ali je činjenica da još uvijek postoji veliki nesrazmjer između eksperimentalnih radova i primjene sistema minimalne obrade u praksi. Ovo traži objašnjenje.

Iz sume rezultata s minimalnom obradom izlazi da je ona uspješna ili bolja od klasične obrade na lakim (lakšim) tlima, na tlima stabilne strukture, izražene aktualne plodnosti, u klimi povoljnih hidrotermičkih odnosa i za određene kulture (soja, strne žitarice, kukuruz i dr.).

Naprotiv, na težim (teškim) tlima, nepovoljne strukture, niske aktualne plodnosti, u ekstremnijoj klimi nepovoljnih hidrotermičkih odnosa, što više u nepovoljnim godinama i za neke kulture (šećerna repa, djetelina i dr.) minimalna obrada je inferiornija od klasične. Za nas su interesantna negativna iskustva s minimalnom obradom na černozemnim tlima u susjednoj Mađarskoj (KAPOSZTA, 1973, SIPOS, 1972 i 1973).

U nastavku navest ćemo opće nedostatke minimalne obrade oraničnih tala. Najprije, minimalna obrada značajno zanemaruje stvaranje i održavanje strukture sjetvenog sloja tla i zatim minimalna obrada ne ispunjuje zahtjev unošenja gnojiva (organskih i mineralnih) na razini potreba jedne ili nekoliko vegetacija. Minimalnom obradom se ne može izvršiti unošenje siderata i žetvenih ostataka u tlo. Isključena je mogućnost neizravne korekcije klime putem osnovne obrade u ljetno-jesenskom periodu u cilju akumulacije tzv. zimske klime. Na koncu, sistem minimalne obrade nije u stanju da se eliminiira antropogeno zbijanje tla na našim oranicama.

Naprijed **navedeni nedostaci minimalne obrade ne znače da ga treba a limine odbaciti, već ga povremeno interpolirati u korištenju granica, a u prvom redu na lakšim, plodnim tlima čistim od korova i u aridnijoj klimi.** Ta interpolacija znači nadograđivanje na izvršenu osnovnu obradu, najpogodnije u proljetnoj agrotehničkoj fazi obrade tla, ali u povoljnim uvjetima tla i u jesenskoj sjetvi. Povremenost uključivanja minimalne obrade ogleda se i u biranju momenta kada obrada nema agrotehnički zadatak korekcije klime, aktiviranje dubljih slojeva tla, unošenje zelene gnojidbe i žetvenih ostataka, gnojidbe na zalihu i sl. Zanemarivanje odnosno nepoštivanje ovih postulata vodi sigurno u pad produktivnosti (prinosa) ratarskih kultura (ENGEL, 1974).

4) Korak dalje od minimalne stoji **izostavljanje obrade tla** uopće, nazvano još i nula — obrada, zero tillage ili sod seeding. Temelj odnosno aksiom ovog sistema — koji je zapravo negacija obrade tla — jer primjena totalnih herbicida desikanata (paraquat i diquat) bez produžnog djelovanja, tako da se ide na izravnu sjetvu u neobrađeno tlo. Sjetva se vrši sa specijalnim kombiniranim sijačicama za sjetvu sa startnom gnojidbom. Tim postupkom je znatno pojeftinjen uzgoj ratarskih kultura s gledišta štednje energije za obradu tla, ali s druge strane totalni herbicidi nisu jeftini.

S izostavljenom obradom odnosno izravnom sjetvom u neobrađeno tlo ima mnogo manje iskustva nego sa sistemom minimalne obrade tla. Rezultati ispitivanja su različiti, ali pretežu oni negativni. Vrlo obimni pokusi vršeni su u romanskoj Švicarskoj na raznim tipovima tla s glavnim oraničnim kulturama (VEZ, 1972), pa zato navodimo podatke, koji su i za nas od interesa. Evo glavnih rezultata:

— neorane parcele su imale manji porozitet od oranih, a naročito manje makropora (zrak!),

— neorane parcele su se u proljeće sporije zagrijavale od onih u jesen oranih,

— mehanički otpor prodiranju korijenja u dubinu bio je znatno veći na neoranim parcelama, a bilo je zastoja u rastu korijenja,

— djelovanje herbicida paraquata nije uvijek dovoljno da se eliminiraju svi korovi, pa zato katkada potrebna naknadna primjena drugih herbicida,

— neorane parcele su bile jače napadnute od raznih štetnika (puževi, poljski miševi i dr.),

— napadaj *Ophiobolusa* na strnim žitaricama je bio manji na neoranom tlu, ali je ovdje bio i manji broj klasova na m<sup>2</sup>, pa dosljedno tome i niži prinos.

Što se tiče svojstava tla, najveći pad prinosa bio je na tlima bogatim česticama praha. Od kultura najbolje su se pokazale u izravnoj sjetvi strne žitarice, zatim kukuruz i na trećem mjestu repice. Ekstremno nepovoljno reagirali su krumpir i šećerna repa.

Kombinacija sijačice za direktnu sjetvu s malom frezom za posve plitku obradu (semavator) dala je znatno bolje rezultate od potpunog izostavljanja obrade tla.

Iz izloženog vidi se da negacija tj. **izostavljanje obrade tla ima mnogo uži manevarski prostor od sistema minimalne obrade. Ono se ipak može povremeno uključiti na lakšim, humoznim tlima dobre strukture i dobre opskrbljenosti hranivima, a u prvom redu za strne žitarice, a eventualno za kukuruz.** Prikladan je momenat nakon korištenja travnjaka i djetelišta.

S direktnom sjetvom se mora prekinuti, te uključiti klasičnu obradu radi unošenja gnojiva, zelene gnojidbe i žetvenih ostataka, korekcije klime radi sakupljanja zimske vlage i konačno stvaranja »čiste« sjetvene površine za kulture većih (velikih) uzgojnih zahtjeva.

#### IV. NEKA AKTUALNA PITANJA OSNOVNE OBRADÉ TLA U REDOVITOM KORIŠTENJU ORANICA

(dubina zahvata, okretanje mase tla ili dubinsko rahljenje ili oboje)

Meliorativna obrada oraničnih tala ima glavnu namjenu popraviti tip tla odnosno osposobiti ga za visoku proizvodnju. Nas ovdje, pak interesira osnovna obrada u okviru redovitog uzgoja ratarskih kultura. Od koristi je da bacimo kratak pogled u povijest agrikulture, u 19. stoljeće. Poznati Wollnyjevi pokusi u vegetacijskim posudama s povećanjem debljine plodnog tla i paralelno povišenje prinosa testiranih kultura naveli su na krivi zaključak da se povećanjem dubine obrade (oranja) u polju moraju rasti i prinosi.

Primjena parnog stroja i kasnije eksplozivnog motora u obradi s odgovarajućim plugovima velikih dimenzija omogućili su znatno dublju obradu od dotadanje isključive sprežne. To se je poklopilo s uvođenjem šećerne repe na inače dobrim tlima, pa je time bio prividno potvrđen Wollnyjev eksperiment s tendencijom na generalizaciju.

Međutim, prelaženjem s dubljom i dubokom obradom (oranjem) na lošija tla, teže teksture, nepovoljne stratigrafije, u nepovoljnijoj klimi, nastale su teškoće, pa su dobiveni nepovoljni rezultati. Za rješenje nastalih problema preporučilo se je podriavanje uz oranje do »sjetvene dubine«. Podriavanje je trebalo biti uvod za produbljenje mekote, jer je duboka mekota garant veće produktivnosti — viših prinosa. U tom smislu je pred drugi svjetski rat izvršen veliki broj poljskih pokusa u svim dijelovima Njemačke (NITZSCH, 1937).

Kako su se i dalje javljali problemi u obradi oraničnih tala stavljena u fokus rješavanja: biološku aktivnost tla, pa odatle dolazi do škole »biološkog ratarenja« (GÖRBING, 1947, SEKERA, 1951).

Pojava vrlo jakih traktora i konstrukcija sve masivnijih oruđa za obradu tla uključujući i onih s autonomno pokretnim radnim organima (plugovi, rigoleri, dubinski rahljači, teške freze i dr.) otvorili su put radikalnom »tretiranju« tla po dubini i masi zahvaćenog tla, do jučer nezamislivih dimenzija. **Tehničke mogućnosti u obradi tla postaju veće od agrotehničkih zahtjeva u tehnologiji ratarskih kultura!**

**Danas se rješenje ne nalazi u stvaranju sve dublje mekote, već u osnovnoj obradi do optimalne dubine ovisno o tipu tla, klimi i biološkom zahtjeva kultura.** Stvaranje i održavanje vrlo dubokih mekota je teško ostvarljivo iz prirodnoznastvenih, agrotehničkih i ekonomskih razloga.

Našim ispitivanjima na području istočne Slavonije (MIHALIĆ, BUTORAC i BISOF, 1967) i Baranje (MIHALIĆ, BUTORAC i FOLIVARSKI, 1977, BUTORAC, MIHALIĆ i FOLIVARSKI, 1977) utvrdili smo da za vodeće ratarske kulture zadovoljavaju oranja od 30 do 40 cm uz srednje doze mineralnih gnojiva. Za strne žitarice dovoljna je niža vrijednost dubine oranja. Za zapadnu Evropu se kao optimalna dubina oranja navodi od 30 do 35 cm, što je svakako vezano s tamošnjom klimom.

Stoji nadalje, da je dobro mijenjati dubinu oranja kroz sistem biljne proizvodnje (plodored), kao i da se veći volumen pora postiže lemešnim, a manje diskosnim plugovima.

Što se tiče dubinskog rahljenja (50 — 70 cm) on se dobro kombinira s oranjem i to ne svake godine. Njegova primjena se postavlja pred usjeve dubokog korjenja i jarine, a ono danas odlično dolazi radi eliminiranja antropogenog zbijanja tla na liniji oranja i u zdravici. Dubinski rahljači dijele unose organsku masu u dubinu. Nisu se dobrim pokazali dubinski rahljači koji rade na principu vibracije (vibratilleri). Najbolji rezultati s njima se postižu na glinastim tlima. Operacija dubinskog rahljenja se izvodi kada je tlo do dubine prolaza instrumenta suho, a to je u vrijeme ljeta.

Na koncu još jedan detalj. Radi se o eventualnom ravnanju ljetno-jesenskih oranja za jarine. CZERATZKI (ibidem) navodi da ravnati treba glinasta tla u prvom redu, a kao donja granica ravnanja je sadržaj glinastih čestica 15 %. Na tako poravnatim tlima može u proljeće slijediti i direktna sjetva.

## Z A K L J U Č A K

**I u suvremenoj tehnologiji ratarskih kultura s akcentom na racionalnost obrada tla ostaje nezamjenjiva karika u postizavanju i održavanju visokih prinosa.**

Mehaničkim zahvatom u pedosferu (solum) utječe se na podešavanje povoljnih vodozračnih odnosa, koji su kičma normalnog funkcioniranja ko riijenovog sistema poljoprivrednih kultura u tlu.

Djelovanjem atmosferilija i gaženjem tla u toku uzgoja kultura dolazi do zbijanja: počev od pokorice na površini, pa dalje do zbijanja u mekoti, na liniji oranja (»taban« pluga), i u zdravici. Uklanjanje tih štetnih pojava vrši se najvećim dijelom putem obrade tla izravno, ali i indirektno tj. unášanjem u tlo organskih tvari (gnojiva, siderata, žetvenih ostataka), materijala za vapnjenje i kondicionera strukture. Unášanje organskih tvari je neobično važno zbog osiguranja energije za biofazu tla. Konačno obrada treba povremeno i za neke kulture velikih agrotehničkih zahtjeva stvoriti »čistu« sjetvenu površinu.

Sklonost zamuljivanju, stvaranju pokorice na površini i zbijanju u solumu pokazuju tla bogata česticama praha, a takvih u nas postoji najviše.

Na trasi racionalizacije obrade tla danas postoje slijedeće mogućnosti:

a) reduciranje broja radnih zahvata obrade tala — uglavnom dopunskih — zbog stalne primjene herbicida,

b) povezivanje operacija obrade u jednu cjelinu primjenom kombiniranih oruđa s akcentom na finalnu obradu za sjetvu. Primjenom kombiniranih oruđa se smanjuje broj prohoda i time čuvanje tla od suvišnog gaženja,

c) primjena sistema minimalne obrade, kao i izostavljanje obrade tla uopće. To su po jednoj strani najveće mogućnosti pojednostavljenja i pojeftinjenja obrade tla, ali se oba sistema ne mogu svugdje i trajno primjenjivati, pa prema tome nisu potpuna zamjena klasičnoj obradi tla. Kao povremenu interpolaciju sistemu minimalne obrade i direktne sjetve u neobrađeno tlo treba orijentirati na lakša tla, dobrog kulturnog stanja, čista od korova i u klimi povoljnih hidrotermičkih odnosa, te za neke kulture (primjerice strne žitarice i kukuruz).

d) u klasičnoj osnovnoj obradi ne forsira se više stvaranje i održavanje predubokih mekota, već se osnovna obrada orijentira na optimalnu dubinu, ovisno o tipu tla, klimi i zahtjevima kultura.

Na tlima sa mineralnim, zbitim zdravicama i radi eliminiranja antropogenih zbijanja preporuča se primjena dubokih rahljača raznih konstrukcija s dobrim izgledima rahljača s autonomno pokretanim radnim organima.



## L I T E R A T U R A

- **Apsits, J.** (1935): »Anregungen und Erkenntnisse in Fragen der Bodenbearbeitung, Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodekunde«, B. 31, Heft 4/6, Berlin
- **Blake, G. R., Nelson, W. W. i Allmaras, R. R.** (1976): »Persistence of Subsoil Compaction in a Mollisol«, Soil science of America Journal, No 6. Madison, Wi.
- **Bonciarelli, F.** (1976): »Agronomia«, Bologna
- **Boodt, de M.** (1972): »Improvement of soil structure by chemical means«, (u knjizi D. Hillel: Optimizing the soil physical environment toward greater yields«, New York — London
- **Boone, F. R., Slager, S., Miedema, R. i Eleveld, D.** (1976): »Some influences of zero-tillage on the structure and stability of fine textured river levee-soil«, Netherland Journal of Agricultural Science«, No 24, Wageningen
- **Borchert, T.** (1971): »Veränderungen der CO<sub>2</sub> — Entwicklung auf Meliorationsböden durch Tieflockerung«, Kali-Briefe, 8. Folge, Hannover
- **Božić, D.** (1975): »Prilog proučavanju minimalne obrade zemljišta za ozimu pšenicu u kratkotrajnoj monokulturi«, Arhiv za poljoprivredne nauke, Sv. 103, Beograd
- **Butorac, A., Mihalić, V. i Folivarski, I.** (1977): »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«, Agronomski glasnik, broj 6, Zagreb
- **Czeratzki, W.** (1967): »Bodenstrukturschäden Beseitigung durch Bodenbearbeitung«, Mittlg. DLG, Hannover
- **Czeratzki, W.** (1977): »Probleme der Bodenbearbeitung in der Pflanzenproduktion«, Göttingen
- **Engel, R.** (1974): »Auswirkung neuzeitlichen Bodenbearbeitung auf Arbeitwirtschaft, Boden und Ertrag«, Landtechnik No 29, Berlin
- **Eriksson, J., Hakanson, J. i Danfors, B.** (1974): »The effect of soil compaction on soil structure and crop yields« Swedish Institute of Agricultural Engineering, Bulletin 354, Uppsala
- **Gaheen, S. A. i NJÖS, A.** (1977): »Longterm effects of tractor traffic on infiltration rate in an experiment on a loom soil«, Meldinger fra Norges Landbrunshögskole, No 1, Oslo—Gjøvik
- **Gasparini, M. i Alinari, E. i Malquori, A.** (1957): »Le modificazioni strutturali dei terreni argillosi nel quadro del loro miglioramento agronomico«, Agrochimica, No 1, Roma

- **Görbing, J.** (1974): »Die Grundlagen der Gare im praktischen Ackerbau, Hannover
- **Heinonen, R.** (1971): »Soil management and crop water supply« Agricultural College of Sweden
- **Kahnt, G.** (1976): Ackerbau ohne Pflug«, Stuttgart
- **Kaposzta, J.** (1973): »Verminderungsmöglichkeiten der Bodenbearbeitung auf Tschernosjomboden im Falle des Anbaus von Winterweizen und Mais«, Talajművelesi kutató Intézet, Jubileum tudományos üllések, No 25 (1947 — 1972), Karcag
- **Ketcheson, J. W.** (1975): »Tillage«, University of Guelph, Canada
- **Kohneke, H.** (1972): »Soil Physics«, New York
- **Koolen, A. J.** (1977): »Soil loosening processes in tillage analysis, systematics and predictability« Landbouwhogschool, Wageningen 77—17
- **Kosovac, Z.** (1974): »Utjecaj izostavljanja oranja uz primenu herbicida na prinos pšenice i zakorovljenost oraničnih površina«, »Savremena poljoprivreda«, Broj 7—8, Novi Sad
- **Kovačević, P.** (1962): »Bonitiranje — detaljna klasifikacija tala«, Zagreb
- **Kuntze, H.** (1976): »Entwicklungstendenzen der Boden und Landkultur«, Kali—Briefe, 2. Folge, Kassel
- **Mihalić, V.** (1958): »Utjecaj osnovne obrade tla na prirod kukuruza«, Zagreb
- **Mihalić, V., Butorac, A. i Bišof, R.** (1967): »Duboka obrada na lesiviranom smeđem tlu Istočne Slavonije, III Kongres JDPZ, Zadar
- **Mihalić, V.** (1975): »Agrotehnička realizacija obrade tla« Agroinovacije, broj 5, Zagreb
- **Mihalić, V.** (1976): »Opća proizvodnja bilja«, Zagreb
- **Mihalić, V. i Komunjer, D.** (1976): »Agrotehnički i tehnički problemi obrade tla u suvremenom korištenju oranica«, Agroinovacije, Broj 2, Zagreb
- **Mihalić, V., Butorac, A. i Mušac, I.** (1977): »Agronomic aspects of residual effect of deep cultivation for main field crops«, Poljoprivredna znanstvena smotra 42 (52). Zagreb
- **Mihalić, V., Butorac, A. i 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, Vol 26, No 1, Beograd
- **Milojić, B.** (1968): »Primena minimalne obrade«, Beograd
- **Mušac, I.** (1974): »Utjecaj dubine oranja i gnojidbe na prinos kukuruza na težim tlima«, Agroinovacije, broj 9—10, Zagreb

- **Nitzsch, W.** (1937): »Bessere Bodenbearbeitung, Beziehungen zwischen Bodenbearbeitung und Pflanzenertrag«, Berlin
- **Rod, J. i Pešek, F.** (1974): »Reakce odrud jarniho ječmene na minimalni zapacovanni pody«, Rostlina vyroba 20/3, Praha
- **Sekera, F.** (1951): »Gesunder und Kranker Boden«, Berlin
- **Schöder, D.** (1975): »Auswirkung von Lockerungsmassnahmen auf das Bodengefüge von Pseudogleyen«, Zeitschrift für Pflanzenernährung, und Bodenkunde, Heft 2, Berlin
- **Schulte-Karring, A.** (1976): »Die meliorativa Bodenbewirtschaftung«, Ahreweiler
- **Sipos, S.** (1972. i 1973): »A talajműveles scöllkentisi lehetösegeinek es, a tragyazas hatekonysaganak vizsagalata tartamkiserletekben«, Növénytermeles, Nr 21, Budapest
- **Valenza, F.** (1965): »Sod seeding — semina su terreno non lavorato«, Napoli
- **Vez, A.** (1972): »Possibilités et limites de la culture sans labour«, (Résultats des essais de 1965 a 1967) Recherche agronomique eu Suisse, Vol 11, fasc. 2, Lausanne-Geneve
- **Vetter, H.** (1970): »Probleme der Bodenbearbeitung mit Schweren Schleppern«, Kali—Briefe, 2. Folge Hannover
- **Vorobjev, S. A. et al.** (1977): »Zemledelie«, Moskva
- \* \* \* (1976): »Proceedings of the 7<sup>th</sup> Conference of the International soil Tillage Research organization (ISTRO)«, Uppsala