

## SUSTAVI KONZERVACIJSKE OBRADJE TLA U EUROPI

### SYSTEMS OF CONSERVATION TILLAGE IN EUROPE

**A. Butorac, Jasminka Butorac, I. Kisić**

#### SAŽETAK

Neke znanstvene spoznaje, ali još više praktične opservacije i empirija stvorile su podlogu da se već krajem 19., a osobito u prvim desetljećima 20. stoljeća počne na nov način razmišljati o obradi tla kao tradicionalnom mehaničkom zahvatu u fizikalni kompleks neposredno, te kemijski i biološki posredno. Međutim, tek razvojem nekih prirodnih znanosti nakon drugog svjetskog rata, a osobito u posljednja dva desetljeća ispunile su se i praktične pretpostavke za realizaciju nekih, ranije nezamislivih koncepcija u uzgoju poljoprivrednih kultura. Time je ujedno stvorena osnova za diferencirani pristup u obradi tla. Kao logična posljedica toga javile su se i nove metode obrade tla unutar kojih konzervacijska odnosno reducirana obrada tla zauzima središnje mjesto. Nakon određenog provjeravanja putem egzaktnih znanstvenih istraživanja, ali i posvemašne empirije, nove metode obrade već su duboko zaživjele u praksi mnogih europskih zemalja, no s različitim uspjehom u različitim, često potpuno divergentnim ekološkim uvjetima. Ipak, mora se reći da su se one već duboko usadile i u psihi onih uzgajatelja bilja koji u novim trendovima obrade sagledavaju ne samo njene praktične aspekte, već i one znatno sofisticiranije koje u prvi plan stavljaju brigu za očuvanje ravnoteže stanišnih faktora unutar određenog agroekosustava.

Ovaj rad i drugih pet radova koji se iznose bave se problemima konzervacijske obrade tla u najširem smislu riječi na području cijele Europe. U njemu se na osnovi brojnih znanstvenih publikacija prikupljenih od najpozvanijih znanstvenika u ovom području u Europi daje osvrt na pravac, opseg i rezultate provedenih istraživanja. Uz razmatranje nekih općih pitanja obrade tla, posebno se pojmovno razmatra konzervacijska obrada tla, procjena

pogodnosti tla za njezinu primjenu, stanje konzervacijske obrade tla u Europi i razvojne tendencije u minimalnoj obradi tla, uključujući obradu tla čizelom i "paraplugom". Konzervacijska obrada tla razmatra se i s nekih drugih aspekata – s aspekta utroška energije, primjene specijalnih sijačica u ovom sustavu obrade, sa stajališta suzbijanja korova, borbe protiv erozije, te promjena u fizikalnom, kemijskom i biološkom kompleksu tla s posebnim naglaskom na odnos konzervacijske obrade tla prema primjeni dušika i djelomično biljnim bolestima. Na kraju se daje osvrt na reaktivnost nekih važnijih oraničnih kultura na različite oblike konzervacijske obrade tla. Ovaj sustav obrade tla, pod pretpostavkom da se još istraže objektivno i s potrebnom pozornošću neke njegove specifične osobitosti u našim ekološkim uvjetima, trebao bi se sasvim udomaćiti u našoj proizvodnoj praksi ne samo kao zamjena vladajućim sustavima u ekvivalentnim odnosima, već dijelom i kao njihova nadopuna.

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, Europa, pogodnost tla.

#### ABSTRACT

At the end of the 19th century, but specially in the first decades of the 20<sup>th</sup> century, some scientific findings and, particularly, practical observation and experience, induced new ways of thinking about soil tillage, the traditional intervention directly into the physical and indirectly into the chemical and biological soil complex. However, it was only after the Second World War, notably in the last two decades, that advances in some natural sciences made it possible to implement some, earlier unconceivable, ideas on growing field crops. This constituted the basis for a different approach to soil tillage. As a consequence, new methods of soil tillage have been, among which conservation, that is reduced tillage is most important. After being tested by exact scientific investigations, as well as by practical experience, new methods have already become common practice in a number of European countries, where they are applied with different success in sometimes quite divergent ecological conditions. Nevertheless, it should be noted that they have become deeply rooted in the minds of those plant growers who do not regard new trends in soil tillage only from their practical aspects, but also from the more sophisticated aspect of preserving the balance of habitat factors within a particular ecosystem.

This paper and the other five papers which are presented in this journal deal with the problems of conservation tillage, in the broadest sense of the word, all over Europe. Based on numerous scientific publications, obtained from the most eminent scientists in the field in Europe, a survey is given of the trends, scope and investigation results. In addition to some general considerations relating to soil tillage, conceptual interpretation is made of conservation soil tillage, estimation of soil suitability for its application, standing of conservation tillage in Europe and the development trends of minimum tillage, including treatments with chisel- and para-plough. Furthermore, conservation tillage is also treated from some other aspects, such as energy consumption, application of special seeding machines for the tillage system, weed control, erosion control, as well as changes of the physical, chemical and biological soil properties, with special emphasis on the relation between conservation tillage and nitrogen application, and partly plant diseases. At the end, a survey is given of the responses of some major field crops to different kinds of conservation tillage. On the assumption that this tillage system is further investigated, objectively and thoroughly, in terms of some of its specific characteristics in the ecological conditions of this country, it could find its permanent place in our agricultural production, not only as a substitute for the prevailing systems, in equivalent proportion, but also as a supplement to them.

Key words: conservation tillage system, Europe, soil suitability

## UVOD

Prihvatajući opće poznatu maksimu da niti jedan sustav obrade tla nije prema svojem karakteru univerzalan već regionalan zbog razlika koje proistječu iz različitosti staništa, prvenstveno, dakako, iz različitosti tla i klime, nameće se sam po sebi odgovor da je vrlo teško odnosno praktički nemoguće svesti vladajuće sustave obrade tla u Europi pod zajednički nazivnik. Izdvoji li se konzervacijska obrada tla iz šireg konteksta tih sustava, s pravom se može očekivati da ona u različitim regijama poprima specifična obilježja sukladno ekološkim specifičnostima i fizionomiji oranične biljne proizvodnje koja proizlazi iz uobičajenih sustava te proizvodnje. Ako, dakle, pojedini agroekosustavi izražavaju harmonično jedinstvo agrobioceneze i agrobiotopa,

promatrajući ih kroz njihove ekološke, biološke, proizvodne i ekonomske parametre, obrada tla kao jedna od značajnih karika u tom lancu mora se naći u funkciji tih vrijednosti. Budući da Europa s prisutnim zonobiomima, subzonobiomima, orobiomima i pedobiomima, a napose biomima predstavlja pravi mozaik u kojem se sukobljavaju brojni klimatski tipovi, koji se izražavaju ponekad i kroz jače izražene aberacije, pa i averzije klime, uvažavajući pri tome i zahtjeve pojedinih kultura, pristup obradi tla mora biti diferenciran. Poljoprivreda u cjelini, a unutar nje oranična biljna proizvodnja posebno, mijenja mehanizme i funkcioniranje prirodnih ekosistema. U agroekosistemima, budući da se u njima uzgaja u pravilu samo populacija jedne vrste, nameće se, dakle, kao nužnost primjena diferencirane agrotehnike, koja se temelji na dostignućima prirodnih, agronomskih i tehničkih znanosti, koje izučavaju biološke osobine biljaka, ekološke uvjete, sustave uzgoja usjeva i principe rada. Sustav obrade tla tek tada postaje djelotvornim sredstvom u rastu i razvitku usjeva kada se podudara s njihovim promjenljivim zahtjevima i vremenskim prilikama. K tome treba dodati i određena tradicionalna nasljeđa, pa i faktor sigurnosti, koji pruža konvencionalna obrada tla, napose kad se ona nalazi u funkciji korekcije klime.

U kontekstu navedenih, te brojnih drugih činjenica treba promatrati uvođenje i širenje konzervacijske obrade tla u Europi promatrajući taj sustav u cjelini. Razmotre li se pak pojedini oblici toga sustava sa svim njegovim karakteristikama, lako se može razumjeti sva heterogenost u pogledu konzervacijske obrade tla. Iako ona prema samoj logici stvari ima prvenstveno prirodno – znanstvenu dimenziju, gotovo ju je nemoguće odijeliti od suvremenih društveno-ekonomskih kretanja u Europi, koja su direktno utjecala na prihvaćanje i primjenu tehnoloških inovacija kao rezultat određenih znanstvenih spoznaja. Ne dovodeći u sumnju temeljne zasade znanstvenih spoznaja u konzervacijskoj obradi tla, kako ih je postavila prvenstveno američka i kanadska znanost i praksa, treba reći da je razvojni put u ovom području u Europi često ne samo različit, već i dijametralno suprotan. To, dakako, proizlazi iz ekoloških različitosti i općih zamisli koje karakteriziraju razvoj znanosti o tlu u Europi, moglo bi se reći u najvećoj mjeri s kraja 19. i prvih nekoliko desetljeća 20. stoljeća. No, brzi protok znanstvenih informacija i spoznaja, tako karakterističan za naše doba, nije mimoišao ni ovo područje, pa bi se moglo reći da se u posljednja dva do tri desetljeća misli i spoznaje u ovom području toliko isprepliću da im je gotovo i nemoguće odrediti porijeklo.

Tome su uvelike pridonijeli brojni međunarodni znanstveni skupovi posvećeni ovoj problematici, obilje znanstvene literature, osobni kontakti znanstvenika itd. U sklopu iznijetog lakše se mogu razumjeti često veoma kontradiktorni stavovi, o ulozi i značenju konzervacijske obrade tla, uvažavajući sve relevantne pretpostavke za njezino uvođenje u širu proizvodnu praksu, pri čemu je ponekad praksa ispred znanosti. Mogu se upravo za Europu navesti i brojni obrnuti primjeri. Naime, i pored točno utvrđenih znanstvenih spoznaja o prednostima konzervacijske obrade tla s ekološkog, agrotehničkog, proizvodnog i ekonomskog aspekta, ona vrlo teško sebi krči put u praksu. Ni koncepcije o njenim dimenzijama nisu ujednačene što prvenstveno proizlazi iz proturječnih rezultata. Da li je i na kojim zamislama odnosno kriterijima moguće zasnovati *tillage management regions* za Europu sa svim svojim ekološkim raznovrsnostima, kao što je to djelomično učinjeno u SAD-u (Allmaras i Dowdy, 1985), tek bi trebalo utvrditi na osnovi postignutih rezultata znanstvenih istraživanja i iskustava u praksi. Pa, ako se aktualizira oportunistička klasifikacija, svoju ulogu i opravdanost našla bi svakako i konzervacijska obrada tla. Pri eventualnom takvom pokušaju, ako bi se našlo dovoljno razloga za njezinu realizaciju, ključna uloga trebala bi pripasti staništu, odnosno njegovim bitnim elementima, tj. tlu i klimi i, dakako, vladajućim sustavima oranične biljne proizvodnje.

Akceptirajući činjenicu da pisanje ovakvog rada krije u sebi i brojne rizike zbog širine postavljene problematike, može se reći da korištenje i primjena konzervacijske obrade tla pretpostavlja određene prirodne, razvojne, ekonomske i znanstvene pretpostavke koje će uvelike odrediti pravac i tijek budućih istraživanja.

## NEKA OPĆA PITANJA OBRADNE TLA

Sustav konzervacijske obrade tla sa svim svojim aspektima gotovo je nemoguće odvojiti od obrade tla u najširem smislu. Naime, pozitivni utjecaji obrade tla ne bi se smjeli precijeniti (Vez, 1984). Poznato je da svježije obrađeno tlo ima vrlo slabu strukturu. Smanjena mu je nosivost zbog čega je rizik od zbijanja veći, pogotovo što je tlo dublje obrađeno, pa je i poboljšanje poroziteta kraće, s izuzetkom tala stabilnije strukture. K tome, opće je poznato da intenzivna obrada pospješuje razgradnju organske tvari, čime se smanjuje

stabilnost agregata, tlo postaje osjetljivije na slijeganje, zbijanje i eroziju, ako se intenzivnijom pasažom tla organskom tvari, te poticanjem biološke aktivnosti tla, uključujući i aktivnost gujavica, kao i pozitivne utjecaje alternativnog smrzavanja i odmrzavanja pod utjecajem klime ovaj proces ne ublaži ili zaustavi. Ipak, intenzivna obrada je potrebna za većinu korjenastih i gomoljastih usjeva, kao i za uklanjanje zbijenosti tla. Svaki zahvat obrade koji se ne može opravdati potrebama usjeva treba izbjegavati, osobito nepotrebnu duboku obradu. Izbor bilo kojeg načina obrade ne smije se temeljiti na tradiciji ili nekim opće uvriježenim aksiomima, već na svojstvima staništa i specifičnim zahvatima usjeva pod uvjetom da osigurava stabilan i biološki aktivan oranični sloj povoljne plodnosti. I dok se obradom, osobito oranjem, tlo rahli, promet ga zbija. Ovisno o opsegu, učinak rahljenja, odnosno u kojem se učinak zbijanja može tolerirati, Ouwerkerk (1976) razlikuje četiri sustava obrade tla. Tradicionalni sustav u kojem se tlo duboko i intenzivno rahli svake godine oranjem. U proljeće, međutim, dolazi do zbijanja tako da se učinak rahljenja potpuno gubi. Održavanje tla rahlim (*loose-soil husbandry*) trebalo bi popraviti to stanje maksimalnim intenziviranjem rahljenja odnosno smanjenjem zbijanja racionalizacijom prometa neovisno o troškovima. *Zero-tillage* (nulta obrada) u svom punom značenju podrazumijeva potpuno izostavljanje obrade ponekad s određenim negativnim posljedicama na fizikalna svojstva tla. Racionalna obrada (*rational tillage*) razlikuje se od prethodna tri sustava po tome šta ona podrazumijeva djelotvorniju obradu u tehnološkom i ekonomskom smislu da bi se maksimalno povećao čisti profit u tijeku trajanja samog plodoreda. Obradu, dakle, treba svesti u racionalne okvire prema dubini i broju zahvata. Problem bi se mogao postaviti još i fleksibilnije, tj. da svakom zahvatu obrade postoji alternativa u kompleksnom sustavu tlo-biljka-klima. Do određene mjere treba uvažavati i agronomске faktore u punom smislu riječi (Birkás et al., 1988).

Pri razradi najprihvatljivijih metoda obrade tla, unutar nje i konzervacijske obrade, posebnu pozornost zaslužuje izučavanje metodoloških osnova teorije obrade tla u intenzivnom gospodarstvu koje proistječu iz prirode procesa pedogeneze i plodnosti tla (Naumov, 1981, Likov i Makarov, 1982), a mogu poslužiti kao osnova za klasifikaciju sustava obrade tla (Belih, 1980, Makarov et al., 1985). Pri obradi tla nužno se javlja i problem njegove zaštite (Sommer, u tisku), što iziskuje diferencirani pristup obradi (Golubev i Titov, 1988) i razvitku fundamentalnih istraživanja u ovom području (Ščerbakov i Volodin, 1989).

## KONZERVACIJSKA OBRADA TLA

Razmišljajući o prihvaćanju konzervacijske obrade tla na prostoru europske agrosfere, neovisno o njenom opsegu, vremenu i prostoru, treba se prisjetiti nekih bitnih zaključaka iz Deklaracije Konferencije Ujedinjenih naroda o čovjekovoj sredini, održanoj 1972. u Stocholmu, prema kojima prirodna bogatstva treba čuvati u korist sadašnjih i budućih generacija putem pažljivog planiranja i gospodarenja da bi se održala sposobnost tla da stvara vitalne obnovljive proizvode. Kako i na koji način će se koristiti tlo ne postoje više tehnološke barijere već su one u našim shvaćanjima, pa ako tlo nismo uvijek racionalno koristili u prošlosti, to moramo činiti u sadašnjosti, ne ostavljajući bilo kakve dileme za budućnost. Zahvate obrade tla treba racionalizirati do krajnje mogućih granica. U krajnjoj konsekvenciji svaka je obrada umjetan i neprirodan zahvat. Priroda nikada ne obrađuje da bi potakla razvoj vegetacije. Njezina najveća produktivnost rezultat je zakona koje bi svaki poljoprivrednik morao pažljivo proučavati i naučiti slijedeći ih u obnavljanju plodnosti tla koje obrađuje. Ove riječi ujedno mogu biti i poticaj zbog kojega konzervacijsku obradu tla treba uzeti ne više kao nov, ali svakako opravdan trend u europskoj poljoprivredi. Konzervacijsku obradu tla treba primjenjivati stvaralački, elastično i diferencirano u ovisnosti o zahtjevima usjeva i ambijentalnim uvjetima.

Znanstvena literatura u Europi u ovom području obiluje brojnim radovima već tamo negdje od ranih osamdesetih godina prošlog stoljeća. Pokusi se provode u pravcu istraživanja adaptacije minimalne obrade tla u uvjetima Sredozemlja s pozitivnim utjecajem na fizikalna svojstva tla, osobito stabilnost agregata (Azevedo et al., 1972), mogućnost direktne sjetve (Rixhon, 1979) i iznalaženje najpovoljnijih mogućnosti direktne sjetve pomoću specijalnih, u tu svrhu konstruiranih sijačica (Barthelemy et al., 1984). Osobito poučnim mogu se smatrati višegodišnja istraživanja tri različita sustava obrade na marinskim ilovastim tlima koja provodi tim nizozemskih istraživača sa značajnim novim spoznajama u pogledu intenziteta prometa po tlu, strukture tla, vremenu izvođenja primarne i sekundarne obrade, kemijske plodnosti tla, razvoja korijena, reakcije usjeva, suzbijanja korova, bolesti i štetnika i primjene malča, kao i primjene sustava reducirane obrade sa i bez korjenjača. Razrađena je sekvenca konzervacijske obrade za uvjete zapadne Njemačke, ali uz neka neriješena pitanja, posebno ekonomska o svrsishodnosti konzervacijske obrade

tla. Tla neprikladna za direktnu sjetvu s konvencionalnim prometom zbog opasnosti od nepotrebnog zbijanja mogu se u uvjetima nultog prometa uspješno koristiti za direktnu sjetvu, pri čemu prinos ozimog ječma može nadvisiti prinos dobiven pri oranju zahvaljujući poboljšanju strukture tla (Campbell et al., 1986). Izostavljanje oranja (ploughless tillage) može biti i slabije od konvencionalne obrade u pogledu prinosa (Novicki, 1988), ali i obratno u uvjetima smanjene obrade (Novicki et al., 1988) ovisno o reakciji usjeva i tlu. Čak pri direktnoj sjetvi na humoznim tlima moguće je, prema Radeckom (1986), povećanje zbijanja, smanjenje poroznosti, povećanje stabilnosti agregata, te sadržaja humusa i hraniva u oraničnom sloju, pad pH, povećanje broja sjemenki korova i zakorovljenosti, osobito perenim korovima – nesumnjivo rezultati koje su dobili i brojni drugi istraživači. Žitarice vrlo povoljno, prema istom autoru, reagiraju na direktnu sjetvu, osobito ozima pšenica, a raž pri jačoj mineralnoj gnojidbi. S reduciranom obradom tla postignuti su, premda ograničeno, pozitivni rezultati u Francuskoj do kraja šezdesetih godina prošlog stoljeća, pa i unatoč povoljnim rezultatima u pokusima ograničeno se koristi u praksi, uglavnom pri uzgoju žitarica (Boisgontier, 1987). Međutim, danas kada je potrebno smanjiti troškove mehanizacije i povećati produktivnost, uključujući smetnje vezane s okolišem, mogao bi se javiti obrnuti trend. Štoviše, nova oruđa koja se javljaju na tržištu, kao i rezultati istraživanja upućuju na takva razmišljanja.

Može se zapravo reći da je u posljednjem desetljeću prošlog stoljeća primjena pluga i u europskoj poljoprivredi stavljana na ozbiljnu kušnju i da je zapravo prihvaćanje najrigoroznijeg oblika reducirane obrade, tj. no-tillage sustava minimiziralo upotrebu tog oruđa u poljoprivredi. Može se očekivati da će ovaj sustav odigrati u europskoj poljoprivredi, barem djelomično, ono istu ulogu u budućnosti, koji je plug imao u prošlosti. Ipak, mora se reći pod određenim uvjetima. Potrebno je, naime, znanstveno provjeriti prednosti i nedostatke konzervacijske obrade tla u širem smislu, utjecaj klime na izvođenje konzervacijske obrade, prikladnosti tla za konzervacijsku obradu, uključujući čimbenike kao što su dreniranost tla, erozija vodom i vjetrom itd. Ne manje važno pitanje je vlažnost tla, te gnojidba i kalcifikacija sa stajališta potrebnih doza i metoda primjene.

Konzervacijska obrada ima naravno i svoje energetske aspekte, s jedne strane, primjenom gnojiva, a, s druge, korištenjem mehanizacije. Suzbijanje korova, bolesti i štetnika u okviru sustava konzervacijske obrade javlja se u



novom svjetlu. Ti problemi sve će se više aktualizirati, što se sustavi konzervacijske obrade više budu širili u praksi. Stoga su oni već od ranije, a posebno u novije vrijeme, predmet izučavanja gotovo bez izuzetka u svim europskim zemljama. No, stupanj dosegnutih spoznaja različit je, kao što su i pogledi na konzervacijsku obradu tla ponekad još uvijek izloženi većoj skepsi.

Brojna istraživanja u domeni fizike, kemije i biologije tla ukazuju da se sve više želi proniknuti u promjene koje se u tlu javljaju pod utjecajem sustava konzervacijske obrade, te kako se ove promjene reflektiraju na prinos usjeva. Na rezultate postignute u ovom području ukazuje se posebno.

#### PROCJENA POGODNOSTI TLA ZA PRIMJENU KONZERVACIJSKE OBRADJE

Objektivno uzevši, ove procjene ne mogu se zasnivati na jedinstvenoj metodologiji zbog povezanosti dosadašnjih istraživanja i ekološke raznolikosti u pojedinim regijama Europe. Mišljenja smo da je ipak moguće utvrditi neke opće kriterije, koji u dovoljnoj mjeri uvažavaju ekološke specifičnosti i potrebe biljaka. U tom pogledu najviše je učinjeno u Velikoj Britaniji, ali dosta i u nekim drugim zemljama (Gowman, 1976, Cannell et al., 1978, 1979, Davies et al., 1979, Ball, 1986, Canarache 1987, Cannell i Hawes, 1994, i dr.). Za ove metode može se reći da prvenstveno vode računa o svojstvima tla sa stajališta njegove plodnosti i mogućnostima smanjenja obrade, kako u pogledu njezine dubine, tako i broja zahvata i površine obrađenog tla sve do potpunog izostavljanja obrade, povremeno ili za duže razdoblje, uzimajući u obzir zahtjeve usjeva. U dužem razdoblju uspjeh direktne obrade ovisi o čimbenicima kao što su napetost tla, stabilnost agregata u uvjetima većih oborina, raspucavanje tla tijekom ljeta i izdizanje tla pod utjecajem mraza zimi, te biološki čimbenici, kao što su dobar razvoj korijena i aktivna populacija gujavica (Gowman, 1976). Prema istom autoru vizualna ocjena strukture tla mnogo je značajnija nego fizikalna mjerenja kada se tla odabiru za direktnu sjetvu.

Klasifikacija koja se uglavnom zasniva na eksperimentalnim rezultatima predlaže se kao prikladna za procjenu pogodnosti tla u Velikoj Britaniji. Kredna i karbonatna tla, te druge dobro drenirane ilovače smatraju se jednako pogodnim za zero-tillage, kako jarih tako i ozimih usjeva. Identificirane su tri

kategorije pogodnosti tla za uzastopnu primjenu zero-tillage: Kategorija 1, tla pogodnih svojstava na kojima se može očekivati sličan prinos onome koji se postiže pri uzgoju usjeva u uvjetima intenzivne konvencionalne obrade, kako za ozime tako i za jare žitarice. Kategorija 2, tla na kojima se očekuje da ozime žitarice daju slične prinose pri primjeni zero-tillage i konvencionalne obrade, ali postoji značajan rizik pada prinosa u uvjetima zero-tillage za jare usjeve. Kategorija 3, tla na kojima se očekuje smanjenje prinosa, osobito jarina. Kategorije 2 i 3 uključuje tipove tala na kojima fizikalna svojstva ograničavaju uzgoj usjeva u uvjetima zero-tillage (Cannell et al., 1978, Cannell et al., 1979, Davies et al., 1979). Ova metoda procjene pogodnosti tla za uzastopni zero tillage obuhvaća čimbenike tla koji ograničavaju zero tillage, kao što su izostajanje ugorenja i zbijenost mekote, zatim čimbenike staništa koji ograničavaju zero tillage (nagib, heterogenost oranica) i klimatske čimbenike. Sama metoda je koncipirana tako da u sebi sadrži određene elemente univerzalnosti i da se s manjim modifikacijama i određenom imaginacijom može adaptirati na različite ekološke uvjete. Metoda koju daje Ball (1986) za proizvodno grupiranje tla pri izboru zahvata obrade za ozimi ječam u Škotskoj na prvo mjesto stavlja teksturu površinskog sloja tla i propusnost zdravice, da bi se na temelju tih vrijednosti odredila dubina i način obrade tla, odnosno tlo na kojem je moguća direktna sjetva.

Ima, dakako, i drugih pokušaja klasifikacije tala u svrhu primjene različitih metoda obrade. Navodi se samo rumunjsko iskustvo s klasifikacijom tla za potrebe obrade (Canarache, 1987). Klima, nagib, tekstura tla, mehanička svojstva, struktura, zbijenost, propusnost, dreniranost, nosivost i pojava grubih fragmenata, te pojava stjenovitosti neki su od čimbenika koji igraju ulogu pri izboru najdjelotvornijih metoda obrade tla i žetve odnosno berbe usjeva. Autor smatra da postoje tri glavna čimbenika koji određuju obradu: nagib, zasićenost tla vodom i profil tla. Kombiniranje ova tri kriterija i dodajući specijalne slučajeve (kao pjeskovita, zaslanjena i alkalna tla, oštećenje tla, organska tla i grube fragmente ili stijene) rezultira dobivanjem 21 klase. Na temelju tako postavljene klasifikacije moguće je izdvojiti tla prikladna za minimalnu obradu, dakako, i ona koja traže dublju obradu.

Bit će, naravno, i u buduće pokušaja da se iznađu određeni kriteriji prema kojima se mogu stvarati ovakve klasifikacije. Unaprijed je jasno da niti jedna od njih ne može pretendirati na neku univerzalnost. Mislimo, ipak, da će daljnja istraživanja, prvenstveno u domeni pedološke kartografije i unutar nje,

uže fizike tla uz eksperimentalno provjeravanje kroz različitih sustava obrade tla i sustave biljne proizvodnje omogućiti stvaranje jedne cjelovite klasifikacije iz koje bi proisteklo izdvajanje rajona za obradu tla na širem prostoru Europe. Osnovne elemente odnosno kriterije takve klasifikacije tek bi trebalo utvrditi. Neosporno je da bi ona trebala obuhvatiti tipove klime i tla, upotrebnu vrijednost tla, sustave biljne proizvodnje itd. Bila bi, naravno, potrebna podjela na niže proizvodno ekološke jedinice. One bi u neku ruku predstavljale atlas rajona za obradu tla.

#### LITERATURA

- Allmaras, R. R., Dowdy, R. H.,** (1985). Conservation tillage systems and their adoption in the United States. *Soil Till. Res.*, 5:197-222.
- Azevedo, A. L., Caldeira Cary, F. C.,** (1972). Aspectos da adaptação de sistemas de mobilização mínima na agricultura mediterrânica. *An. Do Inst. Sup. De Agro.*, 137-153.
- Ball, B. C.,** (1986). Provisional land grouping for selection of cultivation requirement for winter barley in Scotland. *Soil Till. Res.*, 7:7-18.
- Barthelemy, P., Bodet, Jm., Boisgontier, D.,** (1984). Le semis direct en continu ! Oú ? Corumont ? *Perspectives Agricoles*, 80: 14-22.
- Belih, A. G.,** (1980). O klasifikaciji sistem obrabotku počvi. *Zemledelie*, 9:33-36.
- Birkás, M., Dorogi, I., Szalai T.,** (1988). Relations between agronomical factors and soil condition in modern tillage system. *Proc. 11th Inter. Conf. ISTRO, Edinburg*, 2:577-582.
- Boisgontier, D.,** (1987). Les technique simplifiecs. *I.T.C.F. – Service Agr. et Envir.* 11, Boigneville.
- Canarache, A.,** (1987). Romanian experiences with land classification related to soil tillage. *Soil Till. Res.*, 10:39-54.
- Campbell, D. J., Dickson, J. W., Ball, B. C., Hunter, R.,** (1986). Controlled seedbed traffic after plowghing or direct drilling under winter barley in Scotland, 1980-1984. *Soil Till. Res.*, 8:3-28.

- Cannell, R. Q., Davies, O. B., Mackney, D., Pidgeon, J. D.,** (1978). The suitability of soils for sequential direct drilling of combine-harvested crops in Britain: a provisional classification. *Outlook on Agriculture*, 9:306-316.
- Cannell, R. Q., Goss, M. J., Ellis, F. B.,** (1979). The suitability of clay soils in England for growing winter cereals after direct drilling or shallow cultivation. *Proc. 8th Conf. ISTRO, Hohenheim*, 1:185-190.
- Cannell, R. Q., Hawes, J. D.,** (1994). Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil Till. Res.*, 30:245-282.
- Davies, B. D., Cannell, R. Q., Mackney, D.,** (1979). Soil suitability for sequential zero tillage in the U. K. *Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Hohenheim*, 1:191-197.
- Golubev, V. V., Titov, A. H.,** (1988). Differencijacija obrabotki počvi. *Zemledelie* 4:52-54.
- Gowman, M. A.,** (1976). Identification of soil suitable for direct drilling. *Proc. 7<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Uppsala*, 12:1-6.
- Likov, A. M., Makarov, I. P.,** (1982). Metodologičeskie osnovi teoriji obrabotki počvi v intenzivnom zemledelii. *Zemledelie*, 6:14-17.
- Makarov, I. P., Kočetov, I. S., Žuravljeva, L. I., Sorokoumov, S. P.,** (1985). Vlijanije obrabotki počvi na stok vod i vinos elementov pitanija. *Zemledelie*, 6:44-47.
- Naumov, S. A.,** (1981). Razvivat teoriji obrabotki počvi. *Zemledelie*, 2:28-30.
- Nowicki, J., Niewiadomski, W., Buczyński, G., Wanic, Maria,** (1988). Porównanie czterech sposobów uprawy gleby ciężkiej. *Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych*, 356:185-193.
- Nowicki, J.,** (1988). Zróżnicowanie uprawy podstawowej na glebie średniej i ciężkiej. *Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych*, 356:195-203.
- Ouwerkerk, C. van,** (1976). Alternatives for ploughing. *Proc. 7<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Uppsala*, 29:1-29.
- Radecki, A.,** (1986). *Studia nad możliwością zastosowania siewu bezpośredniego na czarnych ziemiach właściwych*, p. 1-86., Warszawa.
- Rixhon, L.,** (1979). Impact des techniques modernes sur les bases traditionnelles de l'agriculture Tiré-à-part de la *Rech. agron. En Suisse*, 3 (18):135-152.

**Sommer, C.**, (1990). Bodenbearbeitung und Bodenschutz. In press.

**Ščerbakov, A. P., Volodin, V. M.**, (1989). Novie podhodi k razvitiju fundamentalnih issledovanij v zemledelii. Zemledelie, 9:33-40.

**Vež, A.**, (1984). Minimum or intensive soil tillage. Soil Till. Res., 4:113-114.

**Adrese autora** – Authors addresses:

Prof. dr. sc. Anđelko Butorac

Grge Novaka 5

10000 Zagreb, Croatia

Prof. dr. sc. Jasminka Butorac

Prof. dr. sc. Ivica Kisić

Agronomski fakultet

Svetošimunska 25

10000 Zagreb, Croatia

Primljeno - Received:

28. 02. 2006.