

## KONZERVACIJSKA OBRADA TLA U EUROPSKIM ZEMLJAMA

### CONSERVATION TILLAGE IN THE EUROPEAN COUNTRIES

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

#### SAŽETAK

Iz prikazanog rada vidljivo je da konzervacijska odnosno reducirana obrada tla u različitim europskim zemljama ima svoje specifičnosti. One ponajčešće proizlaze iz različitih ekoloških uvjeta, ali i objektivnih mogućnosti za prihvaćanje novih znanstvenih spoznaja i tehnoloških inovacija, a dijelom i različitih koncepcija u području obrade tla. Ipak, u većini zemalja konzervacijska obrada tla nije poprimila one razmjere koji bi se prema prirodnim uvjetima mogli očekivati. Ne treba smetnuti s uma i subjektivne poteškoće koje traže viši stupanj obrazovanja i veći smisao za znanstveni pristup konzervacijskoj obradi tla. Što se tiče naše zemlje, istraživanja s konzervacijskom obradom tla trebalo bi proširiti na sve tipove tala i one, prvenstveno ratarske kulture u kojih se očekuje pozitivna reakcija na konzervacijsku obradu tla.

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, europske zemlje

#### ABSTRACT

The presented paper points to the specific features of conservation, or reduced, tillage in different European countries. The specificities are mainly due to different ecological conditions, but also to objective potentials of adopting new scientific findings and technological innovations, and partly also different concepts in the sphere of soil tillage. Still, in most countries conservation tillage has not extended to such an extent as could be expected according to their natural

conditions. Subjective difficulties demanding a higher educational level and orientation to the scientific approach to conservation tillage should not be disregarded either. As regards this country, investigations of conservation tillage should be extended to all soil types and to those, primarily field crops which are expected to respond favourably to conservation tillage.

Key words: conservation tillage, European countries

## UVOD

Ovaj sustav obrade tla zaživio je s različitim ali i promjenljivim intenzitetom u različitim zemljama Europe, dijelom kao rezultat objektivnih mogućnosti za prihvaćanje novih znanstvenih spoznaja i tehnoloških inovacija, dijelom kao posljedica ekološke i ekonomske opravdanosti primjene ovog sustava, a dijelom opet kao rezultat drugačijih koncepcija u području obrade tla. Moglo bi se čak reći da ovaj sustav obrade tla prodire u europsku poljoprivredu dijelom kao sustav minimalne obrade, dijelom kao zero tillage, a dijelom kao reducirana obrada, što treba uzeti uvjetno, jer je u tom pogledu ponekad vladala prava zbrka. K tome, konvencionalna obrada tla, često s prevagom prema dubokoj obradi, karakterizira poljoprivredu južne i jugoistočne Europe, ponekad opravdano, ponekad kao tradicija. Stoga je i neminovan sukob tih dviju koncepcija, ali je konačni ishod ovog rivalstva, čini se, jasan. Konzervacijska obrada, iako nije još uvijek uzela šireg maha, u stanovitoj je prednosti s obzirom na mogućnosti koje nudi. Razmatranjem ovog problema ukratko prema pojedinim regijama odnosno zemljama Europe uočavaju se često puta i bitne razlike, ne samo u pojedinim aspektima već i koncepcijski. U kojoj je mjeri zaživjela konzervacijska obrada tla u pojedinim zemljama Europe vidi se iz sljedećeg prikaza.

## ITALIJA

Krenemo li od europskog juga, onda nesumnjivo na prvom mjestu treba istaknuti Italiju kao zemlju tradicionalno izrazito duboke obrade tla. Međutim, neki noviji radovi pokazuju da se i u ovoj zemlji krenulo u istraživanja, pa i

primjenu u praksi različitih oblika konzervacijske, odnosno reducirane obrade tla (Bonciarelli et al, 1982., Toderi i Bonari, 1986, Archetti et al., 1988.).

Prema Bonciarelliju et al. (1982) duboko oranje je zahvat pri kojem se troši mnogo vremena i energije, što je moguće smanjiti reduciranjem dubine obrade ili zamjenom lemešnog pluga drugim oruđima i pored činjenice što se duboko oranje smatra neophodnim načinom obrade na teškim tlima u uvjetima nedovoljnih oborina za jare usjeve i lucernu. Duboko oranje najskuplji je način obrade, dok dvoslojna obrade (čizel ili podrivanje + oranje) zahtijeva znatno manje energije, a postižu se isti učinci. Plitkim pak oranjem ili minimalnom obradom postižu se najveće uštede.

Daljnja istraživanja na istoj ovoj trasi (Archetti et al., 1988) pokazala su da je minimalna obrada vrlo značajan sustav za ozime žitarice koje slijede nakon jarina, čiji rezidui ne interferiraju s korištenjem običnih sijačica. Plitko oranje može zamijeniti tradicionalno duboko oranje, dok dvoslojnoj obradi treba dati prednost pred dubokim oranjem pri uzgoju jarina bez irigacije. U biti, reduciranom obradom tla postiže se veća djelotvornost, iako duboko oranje pruža neke prednosti kao što je akumulacija vode, bolja elongacija korijena i djelotvornije suzbijanje korova.

Čini se da dosadašnja istraživanja provedena u Italiji još uvijek ne omogućuju donošenje dovoljno čvrstih zaključaka u pogledu mjesta i uloge reducirana obrada tla i no-tillage sustava. No, Toderi i Boneri (1986) ipak zaključuju da obrada dublja od 20 do 25 cm za pšenicu i druge ozime žitarice nema ekonomskog opravdanja, dok jarine traže dubinu oranja od 20 do 25 cm, ovisno o biljnoj vrsti i tipu tla, i pored činjenice što je duboko oranje postalo opće uvriježena praksa posljednjih 30 godina u Italiji. Ipak, za sada u nekih usjeva, osobito kada je riječ o šećernoj repi, reducirana obrada pokazala se slabijom u usporedbi s oranjem. Riječju, pri korištenju reducirane obrade tla treba uvažavati klimu, tlo i usjev koji se uzgaja, ne dajući potpunu prednost bilo kojoj tehnici obrade. Jedan od preduvjeta pristupa ovom problemu je i izrada karte tala pogodnih za primjenu reducirane obrade.

## ŠPANJOLSKA

Kada je riječ o Španjolskoj, dominantni ekološki uvjeti koji vladaju u ovoj zemlji samo se u najgrubljem smislu mogu poistovjetiti s onima u Italiji, ponajprije, dakako, kada je u pitanju mediteranska klima. Dominantna mediteranska

klima jedan je od odlučujućih čimbenika pri izboru sustava obrade tla. Stoga ne začuđuju rezultati o kojima izvještavaju Giráldez et al. (1986), prema kojima je reducirana obrada odnosno no - tillage povećala infiltraciju i smanjila evaporaciju u usporedbi s konvencionalnom obradom. Veće uskladištenje vode povećalo je prinose osobito u suhim godinama, posebice proljetnih, odnosno ljetnih usjeva. Direktna sjetva smanjuje utrošak energije 10 do 20 % u usporedbi s konvencionalnom obradom (Martos, 1989). No, može dovesti i do pada prinosa nekih kultura (Hernanz et al., 1986), kao i do pojačane zakorovljenosti (Garcia et al., 1986).

Prema novijim istraživanjima (Gonzales et al., 1988.) direktna sjetva u uvjetima suhog ratarenja na teškim glinastim tlima južne Španjolske uspješno je započela, omogućujući konzervaciju većih količina vode od konvencionalne obrade tla zahvaljujući prvenstveno većoj sposobnosti tla da veže vodu. Time se objašnjava povećanje prinosa u godinama s nedovoljnim količinama oborina, što je inače karakteristika mediteranske klime.

Istražujući tri oblika direktne sjetve za žitarice - sjetvu u strn sa slamom i bez slame i sjetvu u spaljenu strn - u usporedbi s konvencionalnom obradom, Hernanz i Giron (1988) utvrdili su da je sadržaj vlage bio isti u svih tretiranja, kao i zbijenost tla i prinos, ovisno o količini oborina i njihovom rasporedu. Uzimajući u obzir sjeme i gnojiva direktna sjetva rezultirala je samo uštedom energije od 10 % u usporedbi s konvencionalnom obradom.

Uspjeh direktne sjetve u najužoj je vezi s radom sijačice, pa su i u tom pravcu usmjerena istraživanja u Španjolskoj (Giron i Hernanz, 1988). Jednom kad je biljka nikla, daljnji razvoj ovisan je o broju dana vegetacije, a ne o eventualno nepovoljnom stanju sjetvenoga sloja. Pri njegovom stvaranju ne igraju samo ulogu zahvati obrade tla, već i ulagači sjemena. U stvari sjetvenu posteljicu stvara samo sijačica. Autori zaključuju da je napetost tla pod većim utjecajem obrade nego sijačih rala.

## PORTUGAL

Sredinom pedesetih, a osobito ranih sedamdesetih, postoje već i prvi rezultati s reduciranom obradom tla u Portugalu (Azevedo, 1971, 1972, 1973, 1975). Smanjenje broja zahvata i dubine obrade utjecalo je pozitivno na fizikalna svojstva tla i pridonijelo je efikasnijem korištenju mehanizacije, povećanju sadržaja organske tvari i ukupnog dušika, te povoljnijem C/N odnosu u

oraničnom, ali i podoraničnom sloju. Primjenom herbicida onemogućeno je širenje korova i postignuta je veća gustoća sklopa, a, shodno tome, i prinosi. Oni su pri direktnoj sjetvi, prema rezultatima Ataresa (1986), za žitarice i uljanu repicu bili na razini konvencionalne obrade ili viši. Rezultati Bascha et al. (1987) to isto su potvrdili pri direktnoj sjetvi nekih krmnih kultura i pašnjaka.

## BELGIJA

Testirajući u višegodišnjim pokusima na glinastom tlu u Belgiji četiri sustava obrade (oranje, reduciranu obradu, minimalnu obradu i duboko rahljenje) u kombinaciji s pet doza dušika u tropoljnom plodoredu (šećerna repa, ozima pšenica i ozime ječma) Frankinet i Roisin (1987) i Frankinet et al. (1979) utvrdili su da su ozime žitarice relativno neovisne o sustavu obrade, dok je šećerna repa vrlo osjetljiva. Pri tome dubinsko rahljenje djeluje povoljno na prinos, dok interakcija između dušika i sustava obrade zahtijeva višegodišnja istraživanja. Treba naglasiti da su prva istraživanja s reduciranom obradom, uključujući no-tillage ili direktnu sjetvu započeta u Belgiji 1967. godine. Dobiveni 16-godišnji rezultati mogli bi se sumirati na sljedeći način. Naime, obrada tla reducirana na dubinu do 15 cm nije izmijenila proizvodni potencijal šećerne repe, ozime pšenice, ozimog ječma, jarih žitarica i stočnog boba. Samo su smanjeni prinosi silažnog kukuruza za 5 %. Pri direktnoj sjetvi prinos stočnog boba povećao se za 6 %. Prinos ozime pšenice ostao je gotovo isti, dok je u drugim kultura došlo do pada prinosa pri direktnoj sjetvi: ozimog ječma 3 do 5 %, jarog ječma 11 %, kukuruza 11 % i šećerne repe 20 %.

## NIZOZEMSKA

Među zapadnoevropskim zemljama Nizozemska zauzima specifično mjesto kada je riječ o obradi tla. Ponajprije, to je pretežno nizinska zemlja s prosječnom godišnjom količinom oborina od 750 mm koje su prilično ravnomjerno raspoređene tijekom godine. Stoga ni erozija vodom nije ozbiljan problem. Međutim, gotovo polovina zemlje nalazi se pod pjeskovitim tlima, zbog čega je erozija vjetrom značajan problem. Uspješna borba s ovom erozijom mora se voditi zaštitom tla pokrovnim usjevom ili pomoću gnojevke, komposta, slame itd. Ipak, smatra se da u Nizozemskoj erozija vodom ili vjetrom nije pobuda za reduciranu obradu tla (Ouwerkerk, 1987).

Istraživanja reducirane obrade tla u Nizozemskoj otpočela su 1968, ali ne prvenstveno s namjerom da se iznađe praktični sustav, već da se utvrdi utjecaj ove obrade na strukturu tla, te razvoj i prinos usjeva. U Nizozemskoj se smatra da je potrebna intenzivna obrada tla nakon žetve odnosno vađenja usjeva da se prorahli tlo u tragovima kotača, s jedne strane, te zbog velikih zahtjeva korjenjača u pogledu vremena žetve, kakvoće sjetvenog sloja i strukture tijekom vegetacije, s druge strane. Stoga, u pravilu, prije sadnje odnosno sjetve ovih usjeva tlo se ore do dubine od 25 cm. Pri uzgoju silažnog kukuruza kvarenje strukture tla vrlo je jako, budući da se nakon žetve kukuruza tlo koristi za izvoženje gnojivke tijekom zime u nekoliko navrata u količini od 100 m<sup>3</sup>/ha. Nakon svakog izvoženja gnojivka se plitko površinski unosi u tlo, a kao rezultat toga dolazi do jakog zbijanja tla, zbog čega se u proljeće mora obaviti vrlo duboka primarna obrada tla (40 do 50 cm) da se otkloni prouzročena šteta. Nakon provedenih sustavnih istraživanja došlo se do zaključka da u uvjetima Nizozemske zero - tillage nije moguć, čak i u plodoredima u kojima nisu zastupljene korjenjače. Također se zaključilo da je dobar sjetveni sloj minimalni zahtjev za nesmetan razvoj usjeva, koji na neobrađenim tlima ne može biti ispunjen u cijelosti ili barem ne na vrijeme (Lumkes et al., 1984, cit. prema Ouwerkerku, 1987). Istraživanja su pokazala da je u 10-godišnjim pokusima prinos šećerne repe bio 12 % niži pri minimalnoj u usporedbi s racionalnom obradom tla, što se vjerojatno može pripisati nedovoljnoj kakvoći sjetvenog sloja i velikom otporu tla. K tome, pri minimalnoj obradi korovi su se vrlo intenzivno širili, zbog čega ovaj sustav zahtjeva mnogo više herbicida i mehaničkih zahvata obrade, pa se ne može preporučiti za širu proizvodnu praksu.

U Nizozemskoj se smatra da je gaženje tla (promet u polju) negativna obrada tla, pa se stoga s pravom uzima da je zbijanje tla zbog prometa značajna determinanta u određivanju potrebne obrade tla. Promjene u prometu uvjetuju i promjene u potrebama obrade. Odatle i logičan zaključak da reduciranje prometa povlači za sobom reduciranje zahvata obrade. U tom pogledu postoji veći broj alternativnih rješenja koja se međusobno ne isključuju.

Mogao bi se postaviti opći zaključak prema Ouwerkerku (1987) da u nizozemskim uvjetima zero - tillage nije moguć, dok se reducirana obrada može primijeniti s varijabilnim rezultatima, s time da njena dubina ne bi mogla biti ispod 5 cm. Međutim, za žitarice kao i za korjenaste usjeve oranje do 15 cm dubine može biti prihvatljivo, uvažavajući strukturu tla, razvoj korova i usjeva te prinos. Rezultati istraživanja pokazuju da se smanjeni promet u polju može smatrati preduvjetom za jače reduciranje obrade.

Pogled na postojeće probleme u obradi tla u Nizozemskoj, kao i mogući pravci njihovog rješavanja naziru se iz brojnih radova nizozemskih istraživača, prvenstveno Kuipersa (1986), koji smatra da je obrada tla aktivnost na četiri različite razine: promjene u tlu izazvane obradom, zahvati obrade, reakcije biljke na obradu i sustavi obrade. Kuipers i Boone (1977) smatraju da je očito da obrada tla nije apsolutno potrebna za uzgoj bilja. Biljke se mogu uzgajati i bez tla i zato, naravno, i bez obrade. To ne znači da tlo ne treba koristiti u uzgoju bilja i da zahvati obrade nemaju opravdanja. Problem je u tome kako osigurati unosnu biljnu proizvodnju u određenim uvjetima. Stoga je od vitalne važnosti da smo svjesni različitih zadaća obrade u biljnoj proizvodnji, pa će iz toga prosteći i konačna odluka o najsvrsihodnijem načinu obrade bez većeg rizika za samu proizvodnju.

## NJEMAČKA

Kada je riječ o konzervacijskoj obradi tla, treba reći da je pobuda za njeno istraživanje potekla zapravo od vlade (Sommer, 1989). Na razradi njenih koncepcija i konkretnim istraživanjima radi nekoliko istraživača (Zack i Sommer, 1982, Sommer i Lindstrom, 1987, Sommer et al., 1988 i dr.). Preliminarna istraživanja pokazala su da najprije treba riješiti pitanje količine rezidua koju treba unijeti u tlo, koja je tehnika sjetve najpovoljnija, kako prići suzbijanju bolesti, štetnika i korova, koliki su energija, rad i gnojiva potrebni u usporedbi s konvencionalnom obradom, u kojem stupnju je prisutna erozija, kada je potreban dublji zahvat obrade u konceptu konzervacijske obrade i jesu li prinosi jednaki ili veći u usporedbi s konvencionalnom obradom.

Jedna od smetnji pri uvođenju sustava konzervacijske obrade bio je nedostatak oruđa za konzervacijsku obradu i sjetvu. Danas su konvencionalne sijačice prilagođene ovom sustavu ili su konstruirane specijalne sijačice u tu svrhu za sjetvu u malč bez pripreme sjetvenog sloja ili za sjetvu u malč s pripremom sjetvenog sloja.

Može se reći da je osnovni koncept konzervacijske obrade smanjenje intenziteta obrade i ostavljanje žetvenih ostataka na površini ili blizu nje. Ona je, prema Sommeru (1989), u inicijalnoj fazi primjene. Razrađena je sekvencija konzervacijske obrade koja uključuje ozimi pokrovni usjev nakon žetve žitarica prije uzgoja šećerne repe ili kukuruza. Rezultati su ohrabrujući, ali još postoje neki problemi. Izvan svake sumnje, najdjelotvorniji način da se smanji erozija

jest održavanje živog ili mrtvog malča na površini. Uzgojni faktor C univerzalne jednadžbe gubitaka Wischmeiera pokazuje da ja živa ili mrtva organska tvar djelotvornija nego neravnost površine. Schwertmann i njegov istraživački tim (1982, cit. prema Sommeru, 1989) izračunali su C - vrijednosti za više tipova tala u južnoj Njemačkoj. Relativni gubitak tla smanjio se na manje od 4 % u slučaju pokrovnosti od 90 %.

Druga fundamentalna ideja koncepta konzervacijske obrade je da se smanji ili spriječi zbijanje tla smanjivanjem intenziteta obrade, ovisno o dubini obrade i načinu rahljenja. Konzervacijska obrada tla je korak na ovom putu.

## ŠVICARSKA

Među najranijim istraživanjima provedenim u Švicarskoj s direktnom sjetvom su istraživanja Veza (1970). Pa, iako su dobiveni vrlo dobri rezultati, treba naglasiti neke nedostatke, kao što je nedovoljno suzbijanje korova, štete prouzročene nekim parazitima, slaba penetracija korijena, a ostalo je i otvoreno pitanje u kojoj mjeri direktna sjetva može utjecati na osiguranje mineralnih hraniva u tlu. Pokusi sa zero tillage nepobitno su potvrdili akumulaciju fosfora i kalija u površinskom sloju.

Što se dalje tiče nekih posljedica zero-tillage na tlo, treba spomenuti probleme s pužom balcem i ličinkama raznih štetnika, povećani broj krtica i voluharica, pa autor već tada smatra da kao realnu posljedicu zero-tillage sustava treba izučavati biološku ravnotežu i pedohigijenu. U ovim pokusima istraživao se i utjecaj obrade na neka fizikalna svojstva (ukupni porozitet, kapacitet za vodu, otpor tla, veličinu agregata, temperaturu tla). Gledajući u cjelini, istraživanja su pokazala da za praktične svrhe treba primijeniti onakvu tehniku koja najviše odgovara cilju kojeg se želi postići, uzimajući u obzir vladajuće uvjete.

Prema novijim istraživanjima provedenim u Švicarskoj (Zumbach, 1982) obrada bez oranja preporučuje se za većinu usjeva na teškim i vlažnim tlima na kojima je oranje nemoguće ili se ne preporuča. Umjesto pluga treba primijeniti rotirajuću lopatu ili čizel s krutim radnim organima, posebno za međusjeve i pšenicu uzgajane nakon korjenjača i kukuruza. Suzbijanje korova nije problem, s izuzetkom korova s dubljim zakorjenjivanjem. K tome, sustav obrade tla bez oranja ima znatne prednosti sa stajališta utroška rada i troškova.

Istraživanja ove vrste u novije su vrijeme u Švicarskoj znatno uznapredovala. O njima je riječ na drugom mjestu u nešto izmijenjenom kontekstu.



## DANSKA

Osvrćemo se dalje na istraživanja provedena u Danskoj. Dobiveni rezultati pokazuju da je u nekim slučajevima moguće smanjiti broj zahvata u jesen i proljeće pri uzgoju žitarica u uvjetima humidne klime i na tlima među kojima prevladavaju pjeskulje ili pjeskovite ilovače (Hansen, 1976). Poljski pokusi s frezanjem i tanjuranjem tla do maksimalne dubine od 10 cm pokazali su pad prinosa ječma za 160 do 230 kg/ha u usporedbi s oranjem na 20 cm na pjeskovitoj ilovači. Pred reduciranu obradu postavljaju se dva osnovna zadatka: suzbiti korove i izmijeniti odnosno poboljšati strukturu tla i tako stvoriti povoljnu posteljicu za klijanje sjemena. Reduciranje obrade moguće je postići smanjenjem broja zahvata i smanjenjem dubine obrade.

Prema Rasmussenu (1987) na većini tala u Danskoj dubina oranja mora se reducirati na 10 do 15 cm, a predsjetvena priprema na 4 do 5 cm dvokratnim drljanjem na pjeskovitim ili trokratnim na ilovastim tlima. Direktna sjetva ili reducirana obrada na većini tala dovodi do smanjenja prinosa jarih žitarica, dok je u ozime pšenice moguće održati prinos u odnosu na tradicionalno oranje i predsjetvenu pripremu.

Utrošak goriva primjenom direktne sjetve smanjuje se 70 do 80 %, a utrošak ljudskog rada 70 do 75 % u usporedbi s tradicionalnom obradom. Pri direktnoj i reduciranoj obradi tla povećava se populacija korova i gujavica, ali i zbijenost tla, dok se smanjuje broj krupnih drenažnih pora. Što se tiče gujavica, pozitivan učinak bio je najizraženiji kod *Lumbricus rubellus* i *L. terrestris*, čija se težina znatno povećala.

Prema Rasmussenu (ibid.) ne postoji službena statistika koja bi pokazivala korištenje reducirane obrade i direktne sjetve u Danskoj. Dosljednu primjenu reducirane obrade koristi mali broj entuzijasta, dok je većina koristi povremeno nakon usjeva koji ostavljaju tlo u povoljnom strukturnom stanju i gdje se ne javljaju problemi s korovima. Pri trogodišnjoj uzajamnoj primjeni direktne sjetve u pokusima broj korovskih vrsta varirao je od 23 do 31. Sama *Poa annua* sudjelovala je s 51 % ukupne korovske populacije. Broj korovskih vrsta smanjio se značajno bez oranja. Zanimljivo je spomenuti da su veće količine dušičnih gnojiva smanjile broj korova pri različitim načinima obrade, ali najviše pri direktnoj sjetvi.

## FINSKA

Dotaknemo li se samo nekih aspekata reducirane obrade tla u Finskoj, onda je, između ostalog, treba promatrati kroz dominantne usjeve koji se uzgajaju, a to su žitarice (jari ječam, jara pšenica i jara zob, također ozima pšenice i raž u izvjesnoj mjeri), uljana repica, krumpir i šećerna repa (Pitkanen, 1989). Optimalno razdoblje pripreme sjetvenog sloja od osobite je važnosti u proljeće, budući da je proljeće najsuše razdoblje u godini. Nepovoljni klimatski uvjeti i nepovoljna tla (dominiraju gline, glinaste ilovače i praškasta tla) ukazuju na potrebu reduciranja obrade. Dobiveni rezultati s jarim žitaricama u uvjetima reducirane obrade vrlo su ohrabrujući, ali je nužno djelotvorno suzbijanje korova s dubokim zakorjenjivanjem, bilo mehanički, bilo kemijski. Najbolji rezultati s reduciranom obradom tla postignuti su na praškastim i glinastim tlima. Do sada se nisu javili problemi s bolestima i štetnicima. Došlo je do pozitivnih promjena u stabilnosti agregata i povećanju kapaciteta za vodu u suhim razdobljima u proljeće kao rezultat reducirane obrade tla. Povećala se i količina gujavica. Glavni problemi s reduciranom obradom tla u Finskoj vezani su s *Elymus repens* kao opasnim korovom, unošenjem slame i rizikom zbijanja tla. Smatra se da će se značenje reducirane obrade tla u budućnosti povećati, što u prvom redu zahtijeva konstruiranje odgovarajućih oruđa prikladnih za primjenu u uvjetima besplužne obrade. Također treba izučavati utjecaj reducirane obrade na fizikalna svojstva, bolesti, štetnike, gujavice itd.

## ŠVEDSKA

Što se tiče obrade tla u Švedskoj, pred nešto više od 130 godina počeo se upotrebljavati lemešni plug sadašnjeg oblika, dok se pokušaji njegove zamjene nekim oblicima pliće obrade datiraju s ranim četrdesetim. Ranih pak sedamdesetih došlo je do brzog razvoja oruđa za obradu strništa. Nakon naglog porasta cijena energije švedski poljoprivrednici pitali su sami sebe da li je potrebno baš uvijek orati s obzirom da je nakon nekoliko obrada strništa sa završenim drljanjem mogla biti obavljena sjetva bez problema (Rydberg, 1982). Preliminarna istraživanja ovog istog autora pokazala su da besplužna obrada u Švedskoj može biti uspješna samo ako se ispune sljedeća tri zahtjeva: da zbijanje tla nije suviše veliko, što isključuje promet po tlu kada je ono mokro, da se biljni ostaci odstranjuju ili usitnjavaju, što znači da uvijek postoje

zahtjevi za kvalitetnim sjetvenim slojem, te da se korovi suzbijaju plićim zahvatima obrade ili herbicidima. Korištenje besplužne obrade u Švedskoj najpovoljnije je pri jesenskoj obradi u suhim uvjetima, kada je rizik od zbijanja mali. Besplužna obrada preporuča se i za neravne terene za ozimine i jarine, ali s još neriješenim pitanjem ako se radi s tlima bogatim prahom i glinom.

Daljnja istraživanja istog autora (Rydberg, 1987) u razdoblju od 1975. do 1986. godine ukazuju na pad prinosa ozime pšenice, jarog ječma, ozime i jare uljane repice i šećerne repe primjenom sustava besplužne obrade, a donekle na povećanje prinosa zobi, prve godine umjetnog travnjaka i krumpira. Primjenom besplužne obrade rezultati su općenito poboljšani pri upotrebi dvostrukih traktorskih kotača umjesto jednostrukih, unošenjem mineralnih gnojiva umjesto primjene širom i odvoženjem slame. Zakorovljenost sjemenskim korovima povećana je u prosjeku 25 %, a korova koji se razmnožavaju stolonama 10 %. Najpovoljnija tla su tresetišta, pjeskovita i ilovasta, praškaste ilovače ili praškasto glinaste ilovače i teške gline.

Izučavanja vezana s razvojem korijenja pokazuju da je došlo do poremećaja u njegovom razvitku u srednjem dijelu mekote, što se može pripisati visokom mehaničkom otporu.

Do šire primjene besplužne obrade u praksi sigurno neće doći dok se tehnologija obrade i sustav biljne proizvodnje bolje ne prilagode da budu u stanju nositi se s nastalim problemima kada se tlo više godina ne ore. Kao prvi korak u poboljšanju perspektive besplužne obrade preporuča se da se istraživanja u bližoj budućnosti koncentriraju na smanjenje negativnih učinaka koji djeluju na zbijanje tla, eliminiranje tehničkih problema u primjeni sjetvenog sloja i sjetvi i unapređenju borbe protiv korova.

## NORVEŠKA

Iako su se istraživanja reducirane obrade tla u Norveškoj odvijala manje više na istim koncepcijama kao i u Švedskoj, ona imaju i neke svoje specifičnosti, koje su, naravno, u manjoj mjeri rezultat ekoloških razlika, dok u većoj mjeri odražavaju objektivne mogućnosti za realizaciju istraživanja ove vrste. Stoga prva istraživanja u području obrade tla počinju u Norveškoj tek 1958. godine. Ona su nešto kasnije upotpunjena praćenjem promjena u fizikalnom kompleksu tla i istraživanjem utjecaja obrade na zakorovljenost. Tek zatim su uslijedila istraživanja različitih oblika reducirane obrade tla odnosno besplužne obrade, s

različitim, najčešće pozitivnim ishodom (Ekeberg, 1987, 1988, Riley i Ekeberg, 1989, Ekeberg i Riley, 1989). Istraživanja Markusa (1984) s kontinuiranim uzgojem žitarica u uvjetima besplužne obrade tla rezultirala su smanjenjem prinosa u usporedbi s oranjem, nadalje smanjenjem poroziteta, povećanjem otpora tla i plićom sjetvom, dok se povećala stabilnost agregata koja je pozitivno korelirala sa sadržajem organske tvari. Fosfor i kalij te organska tvar su se akumulirali u površinskom sloju.

Børresen (1987) je uspoređivao direktnu sjetvu i reduciranu obradu s konvencionalnom (oranjem) na glinastim tlima, uključivši zbijanje i malčiranje, i došao do zaključka da je prinos ječma i zobi te ozime pšenice neznatno varirao pod utjecajem obrade, ali je bilo vrlo teško suzbiti korov *Elytrigia repens* bez obrade. Iako je dolazilo do prirodnog rahljenja tla bez oranja, ono je bilo veće pod utjecajem oranja. Amplituda temperature tla na 2 i 6 cm dubine bila je manja pri direktnoj sjetvi, zbijanju i malčiranju u usporedbi s konvencionalno obrađenim golim tlom. Malčiranje je snizilo srednju temperaturu na 2, 6 i 24 cm dubine, pa se, dakle, može zaključiti da su toplinska svojstva tla bila pod utjecajem sustava obrade, zbijanja i malčiranja.

#### VELIKA BRITANIJA

Što se tiče reducirane odnosno konzervacijske obrade tla u Velikoj Britaniji, treba naglasiti da u tom pogledu postoji vrlo opsežna i iscrpna, na brojnim istraživanjima temeljena literatura. Nemoguće ju je, a smatramo i nepotrebno navoditi u cijelosti na ovom mjestu. Dovoljno je spomenuti samo neke novije radove (Ball, 1985, 1986, Ball and O'Sullivan 1985, 1986, Ball et al, 1988, 1989, Cristian i Ball, 1994) prema kojima Ball (1989), uključivši i radove drugih britanskih istraživača, daje prikaz reducirane obrade tla u Velikoj Britaniji s praktičnih i znanstvenih aspekata. Primjena reducirane obrade tla ili direktne sjetve u Britaniji za žitarice bila je ograničena na tla nepodesna za konvencionalnu obradu, primjerice, glinasta i kamenita. Primjena je bila ograničena u sjevernim područjima Britanije zbog miješanih plodoreda. U novije je vrijeme korištenje reducirane obrade manje zbog problema vezanih sa suzbijanjem korova i zakonskim restrikcijama spaljivanja slame odnosno zahtjevima za njeno unošenje u tlo. Reducirana obrada tla se primjenjuje zbog uštede u vremenu, tako da se velike površine ozimih žitarica mogu brzo zasijati s obzirom da ukupna dobit za ozimine znatno nadilazi onu za jarine.

Reduciranjem obrade postiže se ušteda na strojevima, radu i utrošenoj energiji. Procjena takvih ušteda posebno je relevantna kada se vrijednost tla i usjeva smanjuje. Reducirana obrada smatra se manje riskantnom alternativom nego direktna sjetva. Problemi s kojima se susreću farmeri uključuju uništavanje sjemena od puža balca, širenje travnih korova i zbijanje površine tla u vrijeme žetve. U takvim okolnostima konvencionalno oranje tijekom rotacije plodoreda, primjerice jednom u tri godine, može znatno poboljšati ovo stanje. Daljnji razlog koji prijeći širu upotrebu dokazanog novog sustava je nevoljkost britanskih farmara da prihvate nove metode. Nova metoda obrade traži novo iskustvo koje treba naučiti za što su, dakako, potrebne i nove pobude.

Sumirajući pozitivne strane reducirane obrade može se reći da više od polovine obradivih površina u Britaniji može biti zasijana ozimim žitaricama korištenjem reducirane obrade. Rezultati dosadašnjih poljskih pokusa pokazuju da se prinosi ozimih žitarica primjenom reducirane obrade tla rijetko razlikuju od onih s konvencionalnom obradom, tj. oranjem do 25 cm. Međutim, problemi vezani sa zbijanjem, dispozicijom slame i suzbijanjem korova umanjuju usvajanje direktne sjetve i utječu na izbor sustava reducirane obrade. Upotreba oruđa koja obrade tlo samo u jednom proходу zajedno sa sjetvom širom čini se da će postati vjerojatnijom nego direktna sjetva. Poželjan je zapravo vodič za farmere prema kojem se može utvrditi potrebni minimalni opseg obrade polazeći od činjenice da je primjenom reducirane obrade tla moguća značajna ušteda energije, strojeva i rada za žitarice i uljanu repicu. Pri tome su za primjenu reducirane obrade tla mnogo prikladnije ozime od jarih žitarice. Ipak, ukupne površine zasijane primjenom reducirane obrade tla znatno su manje od mogućih utvrđenih prema dvjema važećim klasifikacijama za obradu tla. Problemi vezani sa zbijanjem, inkorporiranjem slame i graminejskim korovima vjerojatno će ograničiti direktnu sjetvu na male površine na kojima se slama spaljuje ili se s njih odvozi u uvjetima kontinuirane sjetve žitarica. Ušteda energije primjenom reducirane obrade najčešće se postiže obradom do najmanje potrebne dubine i brojem prohoda usklađenih sa stanjem tla i potrebama usjeva.

## FRANCUSKA

Prema Boisgontieru (1989) reducirana obrada tla u Francuskoj imala je ograničeni uspjeh krajem 1970. i uprkos povoljnim rezultatima u pokusima ova tehnika se smanjila u današnje vrijeme na oko 450.000 ha površina na kojima

su žitarice bile glavni usjevi. Danas, kada je potrebno smanjiti troškove mehanizacije i povećati produktivnost rada, ali također i zbog smetnji povezanih s očuvanjem okoliša, javlja se potpuno suprotan trend. Štoviše, nova oruđa koja se javljaju na tržištu i noviji rezultati istraživanja tome uvelike doprinose (Barthelemy et al., 1984, Guerif, 1987 i dr.).

#### AUSTRIJA, IRSKA, ALBANIJA I GRČKA

Za neke zemlje (Austrije, Irska i Albanija) ili nam nije bila na raspolaganju odgovarajuća znanstvena literatura, ili su istraživanja ove vrste tek u začetku ili nisu u dovoljnoj mjeri prezentirana znanstvenoj i stručnoj javnosti. U gotovo sva tri slučaja prije je riječ o pretpostavkama nego tvrdnji. Naime, neki raspoloživi radovi ukazuju na postojanje ovih istraživanja, osobito u Irskoj, pa i u Austriji.

Što se tiče Grčke, prema usmenom saopćenju Panayitopoulosa, istraživanjima konzervacijske obrade tla ne bavi se niti jedna institucija. Naprotiv, istraživanja u području obrade odnosno fizike tla usmjerena su na neke specifične probleme (Panayiotopoulos, 1989, Panayiotopoulos i Kostopoulou, 1989).

#### ISTOČNA EUROPA

Istraživanja konzervacijske odnosno reducirane obrade tla u zemljama istočne Europe imala su, kao što je već ranije naglašeno, nešto drugačiji trend, pa i neke svoje specifičnosti u usporedbi sa zapadnoeuropskim zemljama. Pa i tehničke inovacije odnosno konstrukcija i dizajniranje novih oruđa i strojeva za obradu još i danas ni izdaleka se nisu približile zahtjevima konzervacijske obrade tla. To istodobno ne mora značiti da nisu prihvaćeni osnovni postulate i koncepcije konzervacijske odnosno reducirane obrade tla.

#### MAĐARSKA

Ako je riječ o Mađarskoj, onda treba reći da povijest ovakve obrade seže duboko na početak pretprošlog stoljeća, budući da je još 1818. Pethe konstruirao "mađarski plug - sijačicu" kojim je u jednoj operaciji pripremljen sjetveni sloj, obavljena sjetva i drljanje (Egerszegi, 1973). Najveća prednost "mađarskog pluga - sijačice" nalazi se u eliminiranju šteta od gaženja,

dobivanju viših prinosa i manjem utrošku vremena i energije. Istraživanja Jorija (1988, 1989) išla su u pravcu iznalaženja novih mogućnosti obrade tla, kao i izostavljanjem oranja pri uzgoju usjeva. Cjeloviti prikaz konvencionalne i reducirane obrade tla u Mađarskoj daju Birkas et al. (1989), posebno naglašavajući da su nove metode obrade tla primijenjene tamo gdje su one rezultirale nižim proizvodnim troškovima bez opasnosti za prinos. Konvencionalna obrada tla dominirala je do kraja sedamdesetih. Uvođenje suvremene mehanizacije uvjetovano je većim brojem čimbenika: razvojem industrijske poljoprivrede, razvojem industrije poljoprivrednih strojeva i vladinim programom proizvodnje pšenice, dok je uvođenjem novih sustava obrade tla potaknuto smanjenje troškova za energiju, zaštitu tla i ekonomičnije gospodarenje vlagom tla. Međutim, no-tillage sustav još je uvijek vrlo rijedak u Mađarskoj. Zahvati obrade tla usmjereni su na čuvanje strukture tla i u uskoj su vezi s izmjenom usjeva. Proizvodna praksa još uvijek ne favorizira ko-rištenje strni za zaštitu tla, a na nekim staništima plitka obrada podrazumijeva određeni rizik. Reducirana obrada zahtijeva oruđa koja za sada nisu dosta raširena u Mađarskoj, a potrebna su i daljnja istraživanja radi razumne upotrebe ovih oruđa i potpunijeg poznavanja potreba usjeva.

#### ČEŠKA I SLOVAČKA

Rezultati postignuti istraživanjem reducirane obrade tla u Češkoj i Slovačkoj ukazuju na dosta smišljen i racionalan pristup ovoj problematici, budući da su u istraživanja uključene brojne znanstvene institucije. Za primjenu reducirane obrade tla razrađena je posebna tehnologija, koju je Ministarstvo poljoprivrede preporučilo praksi. Provjeravanja ove tehnologije u različitim klimatsko - zemljišnim područjima zemlje pokazalo je da je rodnost ozimih usjeva bila najveća pri direktnoj sjetvi, koju je za žitarice moguće primjenjivati nakon svih jednogodišnjih kultura. Na osnovi eksperimentalnih rezultata i istraživanja na klasifikaciji tla razrađeni su sustavi gospodarenja za pojedine ekološke jedinice. U okviru ovih istraživanja utvrđeni su i parametri koji ograničavaju primjenu minimalne obrade tla. Nove metode obrade tla trebalo bi istražiti s raznih aspekata - fizike, kemije i biologije tla, biljnog rasta, visine prinosa, te infestacije korovima u različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima (Černý, 1979). U tom smislu provode se novija istraživanja.

#### RUMUNJSKA

I u Rumunjskoj stečena su pozitivna iskustva s reduciranom obradom tla (Pintilie et al., 1971, Sin 1987, Pintilie et al., 1979, Sin et al., 1979 i dr.). Ipak, pojedine kulture različito su reagirale na reduciranu obradu tla u različitim klimatsko - zemljišnim uvjetima s tim da se ipak ukazuje na potrebu povremene dublje obrade u alternaciji s reduciranom obradom. Primjena herbicida omogućuje reduciranje obrade za kukuruz, suncokret i soju. Naglasak se često stavlja na povezivanje pojedinih zahvata - pripremu sjetvenog sloja, primjenu herbicida, insekticida i fungicida, gnojidbu i sjetvu, što zapravo ukazuje na minimalizaciju obrade.

#### BUGARSKA

U Bugarskoj su stvorene pretpostavke za konzervacijsku odnosno reduciranu obradu tla nakon prvih istraživanja minimalne obrade. No, čini se da ova istraživanja nisu poprimila razmjere koje bi se moglo očekivati prema uvjetima staništa, osobito u područjima s bonitetno vrednijim tipovima tala. Stojnev (1982) iznosi da su u skladu s ekološkim svojstvima nekih područja Bugarske razrađeni sustavi reducirane obrade tla na osnovi znanstvenih spoznaja i iskustava. Oni se temelje na povremenom oranju do različite dubine, rahljenju tla, plitkoj obradi, direktnoj sjetvi i posebnim zahvatima obrade na prekomjerno vlaženim i nagnutim terenima.

#### POLJSKA

Pitanju konzervacijske odnosno reducirane obrade tla u Poljskoj se, barem što se tiče istraživanja, počelo pridavati odgovarajuće značenje već sredinom šezdesetih. Nakon toga, istraživanja su intenzivirana i ona su vrlo često išla u pravcu provjeravanja učinkovitosti direktne sjetve. Ovim pitanjem bavi se relativno velik broj istraživača u Poljskoj, koje ovdje ne navodimo, već spominjemo samo Radeckog (1986), koji u posebnom radu iznosi rezultate istraživanja direktne sjetve na crnicama iz kojih se gotovo u cijelosti može saznati temeljni pristup problemu direktne sjetve u Poljskoj. U osnovi, pri direktnoj sjetvi u 5-poljnom plodoredu povećana je zbijenost tla, smanjena poroznost, povećana stabilnost agregata i sadržaj humusa kao i hraniva u oraničnom sloju, dok je pH



pao. Zakorovljenost je povećana u sloju mekote, posebno perenim korovima. Isti autor je utvrdio da su za direktnu sjetvu najpovoljnije žitarice, osobito ozima pšenica, eventualno raž pri jačoj mineralnoj gnojidbi, dok bob i jara uljana repica nisu dali zadovoljavajuće rezultate zbog jače zakorovljenosti. Čini se da temeljna pitanja koja u domeni direktne sjetve u Poljskoj treba još rješavati ostaju konstruiranje odgovarajućih oruđa odnosno strojeva za direktnu sjetvu i primjenu herbicida.

#### BIVŠI SOVJETSKI SAVEZ

Glede konzervacijske obrade tla u bivšem Sovjetskom Savezu može se reći da ona ima neke svoje specifičnosti. Poznata je pod nazivom *počvozaščitnaja obrabotka* (zaštitna obrada tla) u čemu su zapravo i utemeljene njene osnovne koncepcije.

Naime, čini se da se osnovni pogledi na obradu tla u bivšem Sovjetskom Savezu temelje na spoznaji da ona utječe ne samo na kemijske procese i uništavanje korova i štetnika, već i na cjelokupnu biofaznu tla, te fizikalna i biološka svojstva tla, što se ne može postići na drugi način. S tim u vezi postavljena je i teza: ne odustajati od obrade tla, već je usavršiti, učiniti djelotvornijom i jeftinijom (Narcisov, 1982). Čestom obradom tlo se zbija i kvari mu se struktura s čime se moramo boriti još češćom obradom (Semihenko, 1972). Ove dvije postavke dovoljno su fleksibilne da omoguće diferencirani pristup obradi tla. Na toj osnovi u široj proizvodnoj praksi, posebno na černozemima Ukrajine, razvio se specijalni oblik konzervacijske obrade tla, osobito za žitarice, u kojem je osnovno oruđe za obradu tzv. *ploskorez*, neke vrste krutog kultivatora. Dakle, nema okretanja tla, dok je suština zahvata rahljenje tla na različitu dubinu. Pored osnovnog učinka na tlo, uključujući i borbu protiv erozije, ovakvom obradom indirektno se utječe na korekciju klime štednjom vode u tlu, budući da je nedostatak oborina i njihova neravnomjerna raspodjela tijekom godine jedna od osnovnih karakteristika klime ovoga područja. Izučavanju ovog specifičnog oblika konzervacijske obrade tla posvećeni su brojni radovi (Šabaršin et al., 1978, Spirin et al., 1978, Gorbačev, 1978, Rižikov i Semjakin, 1978, Iljušin, 1979, Šikula, 1980, 1989, Cikov i Jakumin, 1982, Poluektov et al., 1982, Morgun i Šikula, 1984, Komarov, 1985, Burjakov et al., 1985, Šaškova, 1986, Goroško et al., 1987, Mirončenko et al., 1987, Malienko, 1988, Sorokin, 1988, Zaikin et al.,

1988, Sulejmenov, 1989 i dr.). Iako su se ranije javljale neke dileme u pogledu primjene ovog sustava obrade, one su danas uglavnom prebrođene, premda još uvijek postoje neka otvorena pitanja, koja iziskuju alternativne pristupe i njihovo usavršavanje. Ovaj sustav obrade tla ima svoje ishodište u sustavu Ovsinskog, teoretski i praktički razrađenog još krajem pretprošlog odnosno početkom prošlog stoljeća. U teoretskom obrazloženju svojega sustava Ovsinski polazi od pretpostavke da je svako tlo u prirodnom stanju, s neznatnim iznimkama, prožeto korijenjem biljaka i hodnicima gujavica, zbog čega je propusno za zrak na veliku dubinu uz dovoljnu propusnost za vodu, dok obrada tla, uništavajući u tlu mrežu kanala koji se stvaraju nakon obamiranja korijenja i kretanjem gujavica, pretvara tlo u praškastu masu. Pri plitkoj obradi u tlu dolazi do "podzemnog vlaženja" zbog prodiranja atmosferskog zraka u tlo, koje je u nižim slojevima ljeti hladnije, pa zato dolazi do kondenzacije vodene pare iz zraka u tlu. Time se poboljšava hranidbeni režim i uvjeti za rad korisnih bakterija tla, uništavaju korovi i postiže rahli površinski pokrovni sloj.

Za primjenu konzervacijske obrade tla bez pluga, kako je razumiju istraživači u bivšem Sovjetskom Savezu, moraju biti ispunjene određene pretpostavke. One se odnose, između ostalog, na pojačanu zaštitu usjeva od korova, bolesti i štetnika uz postojanije gospodarenje u okviru čvrstih, za šire područje Sovjetskog Saveza razrađenih plodoreda, korištenje strni i žetvenih ostataka za zadržavanje snijega, pojačanje "prometa" organske tvari u tlu i osiguranje energetskih izvora za rad mikroorganizama. Detaljna razrada ovog sustava obrade tla pod kojim, dakle, treba podrazumijevati obradu bez okretanja brazde specijalnim kultivatorima, koji omogućuju zadržavanje na površini strni i žetvenih ostataka u svrhu zaštite tla od erozije vjetrom, nalazi se u monografiji *"Počvozasščitnoe besplužnoe zemledelie"* (Morgun i Šikula, 1984).

Što se tiče sustava reducirane obrade, koji se u stanovitom smislu može podvesti pod sustav konzervacijske obrade tla, istraživanja na širem prostoru bivšeg Sovjetskog Saveza bila su usmjerena na pojedine tipove tala – od laganih do teških, za pojedine kulture ili plodorede, ipak najčešće za žitarice (Šnirikova i Šnirikova, 1978, Kiver i Pogrebnjak, 1978, Dospheov, 1978, Tarasenko et al., 1979, Naumov et al., 1980, Puponin et al., 1980, Kazakov i Kosolapov, 1980, Bisembaev i Kononenko, 1980, Belov i Kovalev, 1980, Gordienko, 1980, Černjavskij i Jakovljeva, 1980, Bondarenko et al., 1982, Tihonov i Ručicin, 1982, Uteulina, 1984, Jaroslavskaja i Borodin, 1984, Lanevskij et al., 1984, Krut et al.,

1985, Laukart, 1985, Jurjev, 1985, Simčenko et al, 1985, Holmov, 1986, Arlauskas et al., 1989, Fetisov i Sdobnikov, 1989 i dr.). Počeci minimalizacije obrade tla vezani su zapravo s krajem pretprošlog stoljeća o čemu su pisali Mendeljev i Kostičev (Dospheov, 1978). Smanjenje broja i dubine zahvata zasniva se u biti na odgovarajućoj tehnici. Zanimljivi su posebno rezultati višegodišnjih pokusa, koji su poslužili kao osnova razradi teorije minimalizacije. Oni su nezamjenjivi pri izučavanju fizikalnih, kemijskih i bioloških procesa, koji se polako odvijaju u tlu i agrofitocenoza, primjerice pri izučavanju kvantitativnih i kvalitativnih promjena organske tvari, zbijanja i strukturoformacije tla, sastava zagađivača, koji, budući da imaju kumulativni karakter, postupno mogu izmijeniti čitav kemijski sastav, vodo-zračna svojstva i fitosanitarno stanje tla. Intenzivna obrada tla ubrzava proces mineralizacije humusa i to je njen bitni negativni čimbenik, dok površinska obrada pogoduje povoljnijoj bilanci humusa. Na tlima višeg stupnja plodnosti, osobito lakšeg mehaničkog sastava, potreba za oranjem javlja se samo u određenim vremenskim intervalima. Razrada načina i tehnologije reducirane obrade tla provodi se diferencirano, uzimajući u obzir prirodne osobitosti, uz uvjet višeg stupnja gospodarenja pri kojem posebno ne dolazi do deformacije oraničnog i podoraničnog sloja tla zbog prekomjerne zbijenosti i rasprašivanja tla višekratnim prohodom težih strojeva. Jednostavno treba reći da su se razni oblici reducirane odnosno minimalne obrade tla, što istodobno znači i konzervacijske obrade, duboko unjedrili u proizvodnu praksu Rusije i drugih zemalja bivšeg Sovjetskog Saveza.

## HRVATSKA

Kada je na kraju riječ o istraživanjima konzervacijske odnosno reducirane obrade tla u Hrvatskoj, i pored toga što ona imaju neke svoje specifičnosti, u osnovi se konceptijski nalaze u europskom trendu, premda zbog nedostatka odgovarajućih strojeva i opreme nisu uvijek potkrijepljena potrebnim analitičkim podacima. Raznovrsnost ekoloških uvjeta, te relativno velika zastupljenost oraničnih kultura često ukazuju i na vrlo veliku divergentnost postignutih rezultata. Iako su neka pitanja vrlo uspješno riješena, što se ponajviše odnosi na način i dubinu obrade za pojedine kulture odnosno pojedine ekološke jedinice, još uvijek ne postoji sasvim realna predodžba do kakvih sve promjena dolazi pod utjecajem konzervacijske odnosno reducirane obrade tla u fizikalnom, kemijskom

i biološkom kompleksu tla, a da se o učinkovitoj borbi protiv korova i ne govori. Sasvim je nepoznat i neistražen problem širenja biljnih bolesti i štetnika u uvjetima konzervacijske odnosno reducirane obrada tla. Neki od ovih problema tretiraju se u radu Butorca et al. (1986). Na ovom mjestu ne ulazimo, dakako, u detaljniju analizu ovih i drugih pitanja vezanih sa sustavom konzervacijske obrade tla u našoj zemlji.

## ZAKLJUČAK

Očito je, dakle, da u istraživanjima i praksi konzervacijska odnosno reducirana obrada tla u različitim europskim zemljama ima svoje specifičnosti, ali i niz značajnih dodirnih točaka, prvenstveno kada je riječ o temeljnom pristupu ovom problemu. U većini zemalja nije, ipak, poprimila one razmjere koji bi se prema prirodnim uvjetima mogli očekivati, a daleko je još uvijek i od potreba prakse, koja ponekad s nelagodom prilazi njezinom prihvatanju zbog još nekih neriješenih pitanja.

## LITERATURA

- Allmaras, R. R. Dowdy R. H.**, 1985. Conservation tillage systems and their adaption in the United States. *Soil Till. Res.*, 5: 197-222.
- Archetti, R., Bonciarelli F. and Farina, G.**, 1988. Results of tillage trials carried out in 1981-1987 in central Italy. *Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO*, Edinburgh, 2: 549-554.
- Arlauskas, M. P., Kočetov, I. S., Ramazenov, R. J., Popov, I. I., Logačev, J., Kartanušev, N. I.**, 1989. Razrabotka i primenenie minimalnoj tehnologiji obrabotki počvi. *Zemledelie*, 10: 58-66.
- Atares, P. A.**, 1986. Experimentacion de sierubra directa Resultsdos en ravana. *Sinp. Sobre Min. Lab. en Cult. Herb.*, Madrid, 193-203.
- Azevedo, A. L.**, 1971. Noticia acerca de uma tantiva da estabelecimento de un sustava da mobilizacão na tapada da ajuda. *1º Simp. Nac. de Herb.*, 2: 115-124.

- Azevedo, A. L., Caldeira Cary, F. C.,** 1972. Aspectos da adaptação de sustavas de mobilização mínima na agricultura mediterrânica. An. do Inst. Sup. de Agro., 137-153.
- Azevedo, A. L.,** 1973. A densidade de povoamento a e produção od milko pare grão, em sustava de mobilização mínima. An. do Inst. Sup. De Agr., 41-52.
- Azevedo, A. L.,** 1973. Evolução do teor em matéria orgânica de solos sujeitos a diferentes tratamentos. Sep. do Vol. 34 dos An. do Inst. Sup. do Agron., 63-114.
- Azevedo, A.L.,** 1975. Evolução do teor em matéria orgânica de barros castanko-avermelhados sujeitos a um sustava de mobilização mínima. III - razão C/N. Sep. do vol. 34 do An. do Inst. Sup. de Agron., 125-145.
- Ball, B. C. and O'Sullivan, M. F.,** 1985. Cultivation and nitrogen requirement for winter barley as assessed from a reduced tillage, experiment on a brown forest soil. Soil Till. Res., 6: 95-109.
- Ball, B. C.,** 1986. Provisional land grouping for selection of cultivation requirement for winter barley in Scotland. Soil Till. Res., 7: 7-18.
- Ball, B. C.,** 1986, Cereal Production with Broadcast Seed and Reduced Tillage: a Review of Recent Experimental and Farming Experience J. agric. Eng. Res., 35: 71-95.
- Ball, B. C., Bickerton, D. C. and Robertson, E. A. G.,** 1988. Reduced tillage and straw incorporation for winter barley. Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh, 2: 565-570.
- Ball, B. C.,** 1989. Reduced tillage in Great Britain: practical and research experience. Energy saving by reduced soil tillage. Proc. of a workshop held in Gottingen, EUR 11258, 29-40.
- Ball, B. C., Lang, R. W., O'Sullivan, M. F. and Franklin, M. F.,** 1989. Cultivation and nitrogen requirements for continuous winter barley on a gleysol and a cambisol. Soil Till. Res., 12: 333-352.
- Barthelemy, P., Bodet, Jm., Boisgontier D. (I.T.C.F.),** 1984. Le semis direct en continu ! Oú ? Corumont ? Perspectives Agricoles, 80: 14-22.
- Basch, G., Carvalho, M., Azevedo, A. L., Alpendre, P., Carolino, F., Figo, M.,** 1987. Produção de pastagens a forragens com tres tipos de mobilização do solo. Past. a forrag, 8 (1): 111-122.

- Belov, G. D., Kovalev, V. P.**, 1980. Minimaljnaja pod jačmenj. Zemledelie, 6: 23-24.
- Birkás, M., Antal, J., and Darogi, I.**, 1989. Conventional and reduced tillage in Hungary. Soil Till. Res., 13: 233-252,
- Bisembaev, S. T., Kononenko, V. I.**, 1980. Vozmožnosti minimalizaciji obrabotki počvi pod jarovuju pšenicu. Zemledelie, 7: 25-26.
- Bonciarelli, F., Farina, G. and Panaro, V.**, 1982. Preliminary results on new tillage methods in central Italy. Proc. 8 th Conf. ISTRO, Osijek, pp. 297-302.
- Bondarenko, M. I., Pilipenko, A. D., Melua, R. A., Kiver, V. F.** 1982. Effektivnost minimalizaciji obrabotki počvi v Moldavii. Zemledelie, 11: 15-17.
- Børresen, T.**, 1987. Effects of three tillage systems combined with different compaction and mulching treatments on cereal yields, soil temperature and physical properties on clay soil in South-Eastern Norway. Norsk landbruksforskning, 3: 1-176.
- Burjakov, J. P., Cikov, V. S., Kiver, V. F., Getmanec, A. J., Jakunin, A. A., Matjuha, L. A., Ribha, V. S., Pabat, I. A., Roldugin, N. I., Stepanov, V. N., Kljavzo, S. P.**, 1985. Ob efektivnosti konservirujuščej obrabotki sklonovih zemelj. Zemledelia, 10: 31-34.
- Butorac, A., Žugec, I., Bašić.**, 1986. Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i u nas. Poljoprivredne aktualnosti, 1-2: 159-262.
- Cannell, R. Q., Hawes, J. D.**, 1994. Trends in tillage practises in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. Soil & Till. Ras. 30: 245-282.
- Cristian, D. G., Ball, B. C.**, 1994., Reduced Cultivation and Direct Drilling for Cereals in Great Britain. U knjizi: Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems, 117-140.
- Černý, V.**, 1979. Development of tillage in Czechoslovakia. Proc.8 th Conf. ISTRO, Hohenheim, 1: 33-36.
- Černjavskij, A. A., Jakovljeva, A. V.**, 1980. Vozmožnosti minimalizaciji obrabotki počvi na Bukovine. Zemledelie, 1: 19-20.

- Dospehov, B. A.**, 1978. Minimalizacija obrabotki počvi: napravljena isledovanij i perspektivi vnedrenija v proizvodstvo. Zemledelie, 9: 26-31.
- Egerszegi, S.**, 1973. Development of minimum cultivation and the role of tillage in chemotechnique. Sixth Inter. Conf. Soil Tillage, Summaries, Wageningen, 19 (1)-19 (2),
- Ekeberg, E.**, 1988. Direct planting of potato. Proc. 11 th Conf. ISTR Edinburohp 2: 643-647.
- Ekeberg, E., Rileyl, H.** 1989. Ploughless tillage in large-scale trials. 1. Yields, grain quality and couch grass. Norsk landbruksforskning, 3: 97-105.
- Fetisov, E. P., Sdobnikov, S. S.**, 1989. Minimaljno - jarusnaja sustava obrabotki počvi v hozjajstve. Zemledelie, 10: 14-15.
- Frankinet, M., Rixhon, L. and Crohain, A.**, 1979. Tillage or no - tillage depth of ploughing consequences on yields. Proc. 6 th Conf. ISTRO, Hohenheim, 1: 45-50.
- Frankinet, M., Roisin, C.**, 1987. Regional experiences with reduced tillage in Belgium. Proc. of a workshop held in Göttingen, EUR 11258; 55-67.
- Garcia Calleja, A., Gonzáles Sanchez - Diezma, J., M., Zamācola Garrido, F.**, 1986. Resultados de los sustavas de minimo laboreo en la cuenca del Duero. I Simp. sobre Minimo Laboreo en Cultivos Herbāceos, Madrid, 161-176.
- Giron, V. S. and Hernanz, J. L.**, 1988. Comparison of the seedbeds created by two cereal drills under different tillage systems. Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh, 2: 475-480,
- Gonzales, P., Fereres, E., Giraldez, J. V., Martin, I., Garcia, M., Gil, J. and Aguera, J.**, 1988. Non tillage dry farming in heavy clay soil under mediterranean climate. Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO, Edinburghg, 2: 661-666.
- Gorbačev, F. P.**, 1978. Ploskoreznaja pod ozimie posle neparovih predšetstvennikov. Zemledelie, 6: 30-32.
- Gordienko, V. P.**, 1980. Uslovija, opredeljajuščie minimalizaciju obrabotki počvi. Zemledelie, 2: 18-20.
- Gowman, M. A.**, 1976. Identification of soil suitable for direct drilling. Proc. 7 th Conf. ISTRO, Uppsala, 12: 1-6

- Goroško, V. M., Parfenova, J. A., Belov, G. D.,** 1967. Počvozaščitnaja v Polesje Belorussiji. *Zemledelie*, 12: 40-41.
- Guerif, J.,** 1987. Matières organiques et simplification du travail du sol en rotations céréalières. *Prospectives Agrícolas*, 11: 16-19.
- Hansen, L.,** 1976. Danish experiments on reduced tillage. *Proc. 7 th Conf. ISTRO, Uppsala*, 13: 1-13: 4,
- Herman, M.,** 1989. The tillage as a factor influencing the mycoflora of chernozem soil and the colonization of winter wheat roots by some micromycetes. *Proc. Int. Conf. Soil Cons. and Envir, Pieštany*, 116-117.
- Hernanz, J. L. and Giron, V. S.,** 1986. Experiments on the growing of cereals with different tillage systems in central Spain. *Proc. 11 th Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh*, 2: 691-696.
- Holmov, V. G.,** 1986. Minimaljnaja obrabotka i plodorodie počvi. *Zemledelie*, 4: 29-31.
- Iljušin, A. V.,** 1979. Čto mešacet vnedreniu počvozaščitnoj sustavi zemledelia na jugovostoke. *Zemledelie*, 6: 31.
- Jaroslavskaja, P. N., Borodin, V. N.,** 1984. Minimaljnaja obrabotka počvi i gerbicidi. *Zemledelie*, 11: 22-24.
- Jurjev, V. F.,** 1985. Minimaljnaja obrabotka počvi pod rož. *Zemledelie*, 3: 32-33.
- Jori, I., Sobs, S.,** 1989. Technologien und Geräte der energiesparenden, pfluglosen Bodenbearbeitung in Ungarn. *Vorträge anlässlich der wissenschaftlichen Tagung des Forsch. für Bodenfruchtbarkeit*, 23-31.
- Kazakov, G. I., Kosolapov, E. L.,** 1980. Obrabotka počvi v srednjem Zavolžje. *Zemledelie*, 9: 36-37.
- Kiver, V. F., Pogrebnjak, A. P.** 1978. Minimalizacija obrabotki pojmnih počv Moldavii. *Zemledelie*, 4: 33-35.
- Koeller, K.,** 1982. Experiences with ploughless tillage systems in the Federal Republic of Germany. *Proc. 8 th Conf. ISTRO, Osijek*, pp. 97-102.
- Komarov, M. I.,** 1985. Počvozaščitnaja obrabotka černozema. *Zemledelie*, 9: 38-40.
- Krutt, V. M., Pabat, I. A., Ribka, V. S.,** 1985. Minimaljnaja pod ozimie. *Zemledelie*, 1: 38-40.



- Kuipers, H. and Boone, F. Ro.** 1977. Research on tillage systems in the Netherlands. Int. Conf. Energy Cons. in Crop Production, 1-14.
- Kuipers, H.**, 1986. Dutch tillage research in a Nutshell. Rapport 1986-1: 1-13.
- Makarov, I. P., Puponin, A. I., Rassadin, A. J.**, 1985. Zonalnije sustavi obrabotki počvi. Zemledelie, 6: 44-47.
- Malienko, A. M.**, 1988. Besplužnaja obrabotka počvi na Ukraine. Zemledelie, 5: 22-24.
- Marti, M.**, 1984. Kontinuirlicher Getreidebau ohne Pflug im südosten Norwegens – Wirkung auf Ertrag, physikalische und chemische Bodenparameter. Inst. for. jordkultur, Norges Landbrukshøgskole, Ås – NLH.
- Martos, J. L.**, 1989. Comparacion de los consumos energeticos y costas de produccion en una alternativa cereal – leguminosa en la zona centro. Colaboracion a la segunda ponencia, 101-114.
- Mirončenko, F. A., Zelenskij, N. A., Petrovskaja, I. V.**, 1987. Dliteljnoe primenie plaskorezov na Donu. Zemledelie, 12: 39-40.
- Morgun, F. T., Šikula, N. K.**, 1984. Počvozaščitnoe besplužnoe zemledelie. Moskva.
- Naumov, S. A., Iljina, L. V., Ermakov, D. M.**, 1980. Minimalizacija obrabotki seroj lesnoj počvi. Zemledelie, 12:32-34.
- Narcisov, V. P.**, 1982. Naučnie osnovi sustav zemledelia, Moskva.
- Ouwerkerk, C. van**, 1987. Experience with reduced tillage in the Netherlands. Proc. of a workshop held in Göttingen, EUR 11258, 41-55.
- Panayotopoulos, K. P.**, 1989. Paking of sands, a review. Soil Till. Res., 13: 101 -121.
- Panayotopoulos, K. P., Kostopoulow**, 1989. Agregate stability dependence on size, cultivation and various soil constituents in red Mediterranean soil Alfisols. Soil Till. Res., 2: 79-89.
- Pintilie, C., Sin, Gh., Arfire, Ana, Nicolae, H., Bondarev, I., Ionescu, Fl., Timirgaziu, Elisa, și Les, Maricica**, 1979. Lucrarila minime ale solului si perspectiva lor in Romania. Probleme de agrofitotehnie teoretică și aplicata, 1: 97-116.

- Pitkänen, J.**, 1989. Effects of long-term reduced tillage on structure and fertility of a silty clay soil. *Vakola*, pp 1: 35-68.
- Poluektov, G. N., Bogatirev, N. E., Kraevskij, A. N.** 1982. Effektivnost počvozaščitnoj tehnologii vozdelivanija ozimoj pšenici, *Zemledelie*, 2: 58-59.
- Puponin, A. I., Muhametdinov, F. Z.**, 1980. Vozmožnosti minimalizacii obrabotki dernovopodzolistoj počvi. *Zemledelie*, 9: 38-41.
- Radecki, A.**, 1986. Studia nad možliwošcia zastosowania siewu bezpošredniego na czarnych ziemiach własciwych, pp. 86. Warszawa.
- Rasmussen, K. J.**, 1987. Experiments with reduced soil tillage in Denmark. Energy saving by reduced soil tillage. Proc. of a workshop held in Gottingen, EUR 11258, 75-87.
- Riley, H., Ekeberg, E.**, 1989. Ploughless tillage in large – scale trials II. Studies of soil chemical and physical properties. *Norsk landbruksforskning* 3: 107-115.
- Rižikov, D. P., Semjakin, V. A.**, 1978. Počvozaščitnaja pod kukuruzu. *Zemledelie*, 3: 34-35.
- Rydberg, T.**, 1982. Field experiments with ploughless tillage in Sweden. Proc 9<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Osijek, pp.125-130.
- Rydberg, T.**, 1987. Studies in ploughless tillage in Sweden 1975-1986. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Reports from the Division of Soil Management, Nr 76.
- Sin, Ch., Pintilie, C., Nicolae, H., Nicolae, C. and Eliade, Ch.**, 1979. Some aspects concerning soil tillage in Romania. Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Hohenheim, 1: 39-44.
- Sin, Ch.**, 1987. Cercetări privind asolamentale, lucrările solului și tehnologia semănt An. I.C.C.C.P.T., 55: 317-343.
- Simčenkov, G. V., Krut., V. M., Pabat, I. A., Gorbatenko, A. I.**, 1985. Vozmožnosti minimalizaciji obrabotki počvi v Belorussiji i v uslovijah jugo – vostoka Ukraini. *Zemledelie*, 7: 28-30.
- Sorokin, P.**, 1988. Soveršenstvovanije sustav počvozaščitnoj obrabotki. *Zemledelie*, 6: 60-62.

- Sommer, C., Lindstrom, M. J.**, 1987. Conservation tillage development in the Federal Republic of Germany. Proc. Nat. Symp. Conser. Sys., Chicago, 65-73.
- Sommer, C., Dambroth, M., and Zach, M.**, 1988. Mulch – seed techniques for conservation tillage in the Federal Republic of Germany. Proc. 11<sup>th</sup> Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh, 2: 869-873.
- Sommer, C.**, 1989. Soil conservation by reducing tillage. Report EUR 11258 EN, 17-28.
- Sommer, C.**, 1990. Bodenbearbeitung und Bodenschutz. In press.
- Spirin, A. P. , Panin, N. I., Gricik, M. I., Vasiljev, G. I.**, 1978. Mulčirujušćaja obrabotka pod ozimie. Zemledelie, 7:39-43.
- Stoynev, K. and Krastanov, S.**, 1982. Effect of conventional and minimum tillage on some physical properties and on soil orgaic matter of two soil types in Bulgaria. Proc. 8th Conf. ISTRO, Osijek, pp. 137-141.
- Sulejmanov, M. K.**, 1989. Razvitiju počvozašćitnogo zemledelija nužni aljternationie podhodi. Zemledelie, 10: 20-23.
- Šuškević, M., Odožilik, S.**, 1989. Vliv intenzity zpracovāni pūdy k jarnimu ječmeni po cukrovce na obsah vody v pūdé. Rastlina výroba, 35: 179-184.
- Šabaršin, K. K., Mošćenko, J. B., Košelov, B. C.**, 1978. Dostoinstva počvozašćitnoj tehnologiji. Zemledelie, 2: 29-32.
- Šikula, N. K.**, 1980. Besplužnaja obrabotka počvi na Ukrajine. Zemledelie, 3: 26-28.
- Šikula, N. K.**, 1989. Otvjet opponentam besplužnogo zemledelija. Zemledelie, 11: 11-17.
- Šimon, J.**, 1982. The limitations of growing cereals under zero tillage in Czechoslovakia. Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, OSijek, pp. 142-146.
- Šnirikov, V. G., Šnirikova, Z. L.** 1978. Minimaljnaja na legkih počvah. Zemledelie, 1: 50-51.
- Tarasenko, B. J., Caričanskij, A. P., Dobrodomov, N. V.**, 1979. Vozdelivanie svekli i kukuruži pri minimaljnoj obrabotke počvi. Zemledelie, 2: 33-35.
- Tihonov, A. V., Ručicin, N. A.**, 1982. Ocenka raznih sustav obrabotki počvi v sevooborote. Zemledelie, 3: 22-23.

- Uteulina, R. G.**, 1984. Minimalizacija obrabotki počvi v Uraljskoj oblasti. Zemledelie, 2: 24-25.
- Vež, A.**, 1970. Some aspects of tillage problems in the French speaking part of Switzerland and approaches to solve them. The Proc. Inter. Conf., Silsoe, pp. 34-41.
- Zach, M., Sommer, C.**, 1982. Conservation tillage – an alternative in plant production also in Middle Europe. Proc. 8<sup>th</sup> Conf., ISTRO, Osijek, pp.162-164.
- Zaihin, V. P., Šablikin, A. G., Grigorjev, V. V., Klimov, A. V.**, 1988. Zamena pluga ploskorezom. Zemledelie, 11:54-55.
- Zumbach, W.**, 1982. Tillage without ploughing. Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Osijek, pp. 165-169.

**Adresa autora – Authors' addresses**

Prof. dr. sc. Anđelko Butorac  
Grge Novaka 5  
10 000 Zagreb, Croatia  
Prof. dr. sc. Ivica Kisić  
Prof. dr. sc. Jasminka Butorac  
Agronomski fakultet  
Zagreb, Svetošimunska 25  
Croatia

**Primljeno – Received:**

24. 04. 2006.