

**RAZVOJNE TENDENCIJE U MINIMALNOJ OBRADI TLA,  
PRIMJENA ČIZEL PLUGA I "PARAPLUGA", KONZERVACIJSKA  
OBRADA TLA I NEKA NJEZINA OBILJEŽJA**

**DEVELOPMENTAL TRENDS IN MINIMUM SOIL TILLAGE,  
APPLICATION OF CHISEL PLOUGH AND PARAPLOUGH,  
AND CONSERVATION SOIL TILLAGE AND SOME OF  
PECULIARITIES**

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

**SAŽETAK**

Ovaj rad bavi se razvojnim tendencijama u minimalnoj obradi tla, primjeni čizel pluga i "parapluga" u obradi tla, ulozi posebno konstruiranih sijačica u sustavu konzervacijske obrade tla, utroškom energije, postupcima sa slamom i suzbijanjem korova. Ukratko, minimalna obrada tla duboko se ukorijenila u praksu, što proistječe iz ekologije pojedinih regija, pa o njima ovisi i oblik minimalne obrade koja se primjenjuje. Obrada tla čizelom prihvaćena je ograničeno. To bi se moglo reći i za obradu "paraplugom". Širenje konzervacijske obrade tla ovisi o tehničkim inovacijama, pa će u tom pogledu značajno mjesto zauzeti novokonstruirane sijačice. Utrošak energije smanjuje se također primjenom konzervacijske obrade tla, iako je ovo pitanje još nedovoljno istraženo. Unošenje slame razmatra se s raznih aspekata, premda se ovaj problem svodi na dva učinka. Slama se može naći u ulozi malča ili činiti smetnje konzervacijskoj obradi tla. Pri suzbijanju pak korova pozornost treba posvetiti ekologiji i biologiji korova, te mehanizmima njihovog preživljavanja, odnosno interakciji između usjeva, korova, herbicida i obrade, uvažavajući činjenicu da se već i samom konzervacijskom obradom uništavaju korovi.

Ključne riječi: minimalna obrada tla, čizel plug i "paraplug", specijalne sijačice, konzervacijska obrada, utrošak energije, postupak sa slamom, suzbijanje korova.

## ABSTRACT

The paper deals with the development trends in minimum soil tillage, application of chisel plough and paraplough in soil tillage, role of specially constructed drills in the conservation tillage system, energy consumption, straw involving procedures and weed control. Briefly, minimum soil tillage has become strongly established in the practice, depending on the ecology of different regions, which also determines the form of minimum tillage applied. Soil tillage with chisel plough has been accepted to a limited extent, which also holds for the paraplough. As spread of conservation tillage depends on technical innovations, newly constructed drills will have a significant role in this respect. Energy consumption is also reduced by conservation tillage, though this issue has been insufficiently studied to date. Introduction of straw is being considered from various aspects, though the problem is reduced to two effects. Straw may have the role of mulch or it can interfere with conservation tillage. In weed control, attention should be paid to weed ecology and biology, as well as to mechanisms of weed survival, that is, interactions between crops, weeds, herbicides and tillage, taking into account the fact that weeds are destroyed by conservation tillage itself.

Key words: minimum soil tillage, chisel plough and paraplough, special sowing machines, conservation soil tillage, consumption of energy, straw procedure, weed control.

U ovom radu iznesene su razvojne tendencije u minimalnoj obradi tla, primjena čizel pluga i «parapluga», uloga specijalno konstruiranih sijačica u sustavu konzervacijske obrade tla, konzervacijska obrada tla i postupci sa slamom, te konzervacijska obrada tla i suzbijanje korova. Naravno, svaki od ovih segmenata razmatra se posebno. Naglašavamo samo da je postupcima sa slamom posvećena posebna pozornost s obzirom da se slama u sklopu konzervacijske obrade tla javlja kao poseban problem.

## RAZVOJNE TENDENCIJE U MINIMALNOJ OBRADI TLA

Začeci minimalne obrade tla padaju zapravo u drugu polovicu pretprošlog s daljnjom tendencijom širenja u prvoj polovici prošlog stoljeća. Za ovu metodu obrade može se zapravo reći da je ustvari princip, a ne praksa. Izostavljajući na ovom mjestu opće poznate činjenice, različite pristupe, često puta sasvim

divergentne, i podijeljena mišljenja o ovom sustavu obrade tla, treba reći da se on tamo gdje u Europi postoje zato potrebni preduvjeti, duboko ukorijenio u proizvodnu praksu s veoma širokim i fleksibilnim poimanjem ovog sustava. Ovakav pristup proistječe prvenstveno iz specifične ekologije pojedinih regija i vladajućih sustava oranične biljne proizvodnje. Nesumnjivo je svakodnevna proizvodna praksa njegov najbolji korektiv i upravo ona ima odlučujući utjecaj na oblik i domete ovog sustava. Prema našem poimanju, u svim svojim oblicima ovaj sustav se niti ne može podvoditi pod sustav konzervacijske obrade, s jedne strane, dok je, s druge, on nužno u nekim svojim oblicima njegov sastavni dio. Moguća su, naravno, i drugačija razmišljanja o koncepcijama ovog sustava. Kada je pak riječ o njegovoj primjeni u Europi, treba reći da su na to utjecali ne samo prirodni čimbenici odnosno fizionomija oranične biljne proizvodnje, već u značajnoj mjeri i društveni čimbenici odnosno proizvodne snage i sama tradicija u obradi tla.

Za znanstvena istraživanja u ovom području moglo bi se reći da su se sve do najnovijeg vremena odvijala prilično neovisno u istočnoj od zapadne Europe, više vjerojatno u organizacijskom nego koncepcijskom smislu. Na toj osnovi organizirani su i odvojeni znanstveni skupovi. Prve klice ove obrade u istočnoj Europi susrećemo u radovima većeg broja istraživača ranih sedamdesetih godina prošlog stoljeća (Bahtin et al., 1970, Jablonski, 1970, Buhtz, 1970, Novaček, 1972, Jablonski i Krezel, 1972, Bujak, 1972, Novicki i Hruzka, 1972, Laskovski, 1972, Zavišlak i Novicki, 1972, Jablonski et al., 1972, Jakubiec i Hersa, 1972, Hendrysiak, 1972, Radecki, 1972, Šimon, 1972, Ridky, 1972, i dr.). Očigledno je da ovdje dominiraju istraživači iz Poljske. Opsežnija istraživanja ove vrste provedena su i u Rumunjskoj (Pintilie et al., 1971, 1979, Sin, 1984 i 1987 i dr.). Koncepcije su manje-više istovjetne. O razlikama bi se moglo govoriti samo u nijansama. Prema našim vlastitim koncepcijama, u sustavu uzgoja oraničnih kultura na površinama koje prvenstveno traže melioracijske zahvate obrade, minimalna obrada mogla bi imati svoje opravdanje tek nakon toga što se ovakva tla provedu u viši stupanj, ponajprije tzv. fizikalne plodnosti (Butorac et al., 1979, 1981). Ovo tim prije što se minimalnom obradom tla ne može provesti korekcija klime u smislu pojačane hidrauličke provodljivosti tla, kako i sakupljanje vode u slučaju nepovoljne distribucije oborina. Kompenzacija u smanjenju zahvata obrade, kako prema broju zahvata, tako i prema dubini, nalazi se ipak u djelotvornijoj gnojidbi.

Sam koncept minimalne obrade tla u zapadnoj, a osobito u južnoj Europi od prvih početaka pokazivao je drugačije tendencije. U zemljama tradicionalno uvriježene duboke obrade (primjerice u Italiju) prodirao je vrlo teško. Za ovaj koncept, uzevši u cjelini, može se reći da je s određenim varijacijama išao u pravcu povezivanja agrotehničkih zahvata u jednom prohodu traktora spajanjem različitih strojeva i oruđa, konstruiranjem strojeva i kombiniranih oruđa, koji omogućuju izvođenje nekoliko agrotehničkih zahvata u jednom prohodu, izostavljanjem nekih agrotehničkih zahvata iz sustava obrade, smanjenjem dubine obrade i zamjenom nekih zahvata obrade primjenom herbicida. Minimalizacija obrade tla moguća je također samo pri rahljenju bez okretanja mase tla oranjem, kada se na površini stvara zaštitni sloj malča od biljnih ostataka.

#### OBRADA TLA ČIZEL PLUGOM I "PARAPLUGOM"

Obradu čizelom teško je sasvim točno definirati, jer ne samo da postoje razne konstrukcije ovih oruđa, već su i shvaćanja o metodi te obrade različita. Dakako da ona prvenstveno karakterizira poljoprivredu SAD-a i Kanade, ali, naravno, postoji i u poljoprivredi Europe (Kouwenhoven, 1986, Puponin, 1988 i dr.). Ustvari, poljoprivredna ju je praksa, iako zasad ograničeno, prihvatila s promjenljivim uspjehom. Ista konstatacija bi se mogla izreći i za obradu "paraplugom" (Davies et al., 1982, Braim et al., 1984). Mjerenja količine infiltrirane vode i otpora tla penetrometrom pokazuju značajno poboljšanje fizikalnih uvjeta nakon rahljenja pomoću "parapluga" na prethodnoj direktnoj sjetvi. To se ogledalo boljim razvojem korijena. "Paraplug" se pokazao djelotvornijim za rahljenje tala na kojima se provodi direktna sjetva i plitka obrada tla, pri čemu se smanjila zbijenost tla do vrijednosti jednakih oranju lemešnim plugom. Smanjenje otpora tla nakon obrade "paraplugom" rezultiralo je bržom penetracijom glavnog korijena i većom proliferacijom korijenja u svim horizontima profila tla.

#### ULOGA SPECIJALNO KONSTRUIRANIH SIJAČICA U SUSTAVU KONZERVACIJSKE OBRADU TLA

Što se tiče sustava konzervacijske obrade tla, on u svojoj biti podrazumijeva i specifična tehnička rješenja strojeva i oruđa, kako za obradu tla, tako i za

sjetvu. Dapače, u svojoj najrigoroznijoj varijanti, tj. direktnoj sjetvi dominantna uloga pripada sijačicama. U tom pogledu u posljednje vrijeme u Europi se čine veliki naponi, jer nije sama po sebi dovoljna spoznaja o mogućnosti primjene ovoga sustava sjetve, već tehnička rješenja sijačica moraju biti takva da se sjeme nesmetano polaže na određenu dubinu shodno zahtjevima usjeva i svojstvima tla. Ili, drugim riječima, da sjeme usjeva dođe u povoljne, a sjeme korova u nepovoljne uvjete. Ovim problemima bavio se veći broj istraživača (Sienkiewicz i Kaus, 1986, Sin, 1987, Meier, 1988, Giron i Hernanz, 1988 i dr.).

Ne ulazeći u tehničke inovacije pojedinih konstrukcija sijačica i njihov dizajn, jer je to u okviru ovih razmatranja nepotrebno, ističemo da uz odgovarajuće tehničko rješenje sijačice na kakvoću sjetve uvelike utječe stupanj fizikalne plodnosti tla. I upravo zahvaljujući jednom i drugom danas je postignut značajan napredak u širenju konzervacijske obrade tla u širem smislu, a unutar nje posebno direktne sjetve s tendencijom daljnjeg širenja svuda gdje se ne javljaju drugi ograničavajući čimbenici biotske i abiotske prirode. Pri kreiranju sjetvenog sloja nisu samo značajni zahvati obrade već i ulagači sjemena na sijačici igraju značajnu ulogu. U stvari, sjetveni sloj se kreira samo pomoću ulagača sjemena sijačice. Njihov dizajn i fizikalno stanje tla značajno utječu na usjeve pri direktnoj sjetvi, pri čemu je napetost tla u najvećoj mjeri pod utjecajem obrade. U svakom slučaju konzervacijska obrada tla zahtijeva i novu tehniku sjetve stvaranjem profila u sjetvenom sloju koji odgovara specifičnim zahtjevima usjeva. Dosadašnji rezultati pokazuju da će daljnji napredak u širenju konzervacijske obrade tla u velikoj mjeri ovisiti o tehničkim inovacijama u obradi tla, posebno u kreiranju i dizajniranju funkcionalnih sijačica.

## KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I UTROŠAK ENERGIJE

Na osnovi raspoložive nam literature moglo bi se reći da ovaj problem u krugovima europskih istraživača nije privukao veću pozornost. Dozvoljavamo mogućnost da se ovu konstataciju može smatrati uvjetnom. Ponajprije želimo naglasiti da naša vlastita višegodišnja istraživanja rasvjetljavaju ovaj problem sa stajališta utroška energije u odnosu na prinos pri komparativnom razmatranju različitih načina obrade – od vrlo dubokog oranja i podrivanja do direktne sjetve u "mrtvi" malč za nekoliko važnijih oraničnih kultura (ozima pšenica, šećerna

repa, kukuruz) na više različitih tipova tala (Butorac et al., 1979, Butorac et al., 1981). Dobiveni rezultati pokazuju znatno manji utrošak energije pri direktnoj sjetvi u odnosu na ukupni prinos odnosno jedinicu prinosa. Na uštedu energije pri reduciranoj obradi tla ukazuju i drugi istraživači (Rasmussem, 1987, Hernanz, 1989, Dzienia et al., 1984, Dzienia i Sosnowski, 1984, 1990). Spomenuti istraživači osobito ukazuju na produktivnost odnosno djelotvornost korištenja energije. Prema Rasmussenu (1987) utrošak goriva pri direktnoj sjetvi može se smanjiti 70 do 80%, a ljudski rad 70 do 75% u usporedbi s konvencionalnom obradom.

Istražujući utrošak energije i proizvodne troškove u jednom žitno leguminoznom plodoredi u tri različita sustava obrade tla (konvencionalna, minimalna i direktna sjetva) Hernanz (1989) pojedinačno analizira spomenute pokazatelje za pojedine operacije obrade, različite vrste energenata, sjetvu pojedinih usjeva, i dobivene poljoprivredne proizvode uključivši utrošak vremena, zaključujući, među ostalim, da se utrošak energije može smanjiti za 10 do 20% pri direktnoj sjetvi i minimalnoj obradi u usporedbi s konvencionalnom obradom.

Pri različitim oblicima reducirane obrade tla troškovi proizvodnje nekih oraničnih kultura mogu se smanjiti i do 40%, ali s tendencijom pada prinosa (Dzienia et al., 1984, Dzienia i Sosnowski, 1984, 1990).

## KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I POSTUPCI SA SLAMOM

U sustavu konzervacijske obrade tla problem slame razmatra se s raznih aspekata i prvenstveno postoji u tzv. žitnim plodoredima. Nije ga, naravno, moguće zaobići ni u drugim plodoredima. U osnovi ovaj problem može imati dva aspekta. Naime, slama se može naći u ulozi malča – može, dakle, imati zaštitnu ulogu u odnosu na tlo, ali u isto vrijeme može činiti i smetnje pri konzervacijskoj obradi tla odnosno direktnoj sjetvi, osobito pri upotrebi neadekvatnih sijačica. Jedan od problema može biti miješanje slame kultivatorima u sustavu besplužne obrade s određenim, često negativnim posljedicama u pripremi sjetvenog sloja i nicanju klijanaca (Köller, 1976). Neki istraživači problem rezidua slame razmatraju sa stajališta osnivanja pokusa i prinosa usjeva pri direktnoj sjetvi (Ellis et al., 1982), osobito ozimih žitarica (Lynch et al., 1981) ili sa stajališta različitih načina obrade – direktna sjetva,

plitka obrada i oranje – na glinastim i praškasto ilovastim tlima (Cannell et al., 1982, Christian et al., 1985, Christian et al., 1986, Cristian et al., 1988). Problem slame javlja se u drugom svjetlu ako se provodi njeno spaljivanje, osobito u odnosu na djelovanje herbicida i svojstva tla (Moss i Cotterill, 1985). Problem može osobito predstavljati kvalitetna inkorporacija slame u tlo u uvjetima reducirane obrade tla (Ball et al., 1988). Očito je da su ovom problemu najviše pozornosti posvetili istraživači u Velikoj Britaniji, pa je i logično da su i najviše pridonijeli njegovom rasvjetljavanju s raznih aspekata. Istraživanja u Engleskoj su pokazala da se prinosi usjeva mogu smanjiti ako se ne odstrani slama prethodnog usjeva, posebno pri direktnoj sjetvi u mokrim uvjetima. Za štetno djelovanje slame postoji nekoliko objašnjenja, kao što su mehaničke smetnje pri sjetvi, imobilizacija hraniva, posebno dušika, proizvodnja fitotoksina kao što su kratkolančana alifatska kiselina i patulin, te stimuliranje razvitka biljnih patogena i drugih mikrobnih antagonista klijanja i biljnog rasta.

Do ozbiljnog pada prinosa ne mora doći ako se slama unosi frezom ili tanjuračom u tlo prije sjetve (Lynch et al., 1981). Neuspjeh u klijanju često može biti povezan s gljivičnom kolonizacijom na sjemenu, iako ovaj proces nije potpuno jasan. Veće koncentracije nitritnog dušika i manja koncentracija nitratnog dušika u otopini tla tijekom jeseni eventualno indiciraju da slama pruža supstrat za nitratnu reducirajuću mikrofloru. Međutim, koncentracije nitritnog dušika nađene u otopini tla nisu fitotoksične za biljke uzgajane u vodenoj otopini (Lee, 1979, cit. prema Lynchu, 1981).

Komparativna istraživanja kultiviranja i oranja s dva načina dispozicije slame na rast, usvajanje hraniva i prinos ozime pšenice uzgajane na glinastom tlu pokazala su da nije bilo prednosti bilo kojeg načina obrade, ali zbog određenog rizika pri unošenju slame u vlažnim jesenima prednost bi se mogla dati oranju (Christian i Bacon, 1988). Unošenje slame nije dovelo do pada prinosa već su se javile razlike u koncentraciji dušika, fosfora i kalija u biljci pri početnom rastu, ali ne i u vrijeme zriobe. Došlo je do kasne pojave *Septoria spp.* s jače izraženom infekcijom na lišću nakon plice ali ne nakon dublje kultivacije, odnosno pri primjeni kultiviranja u usporedbi s oranjem, osim pri kultiviranju do 25 cm, jače pri sječkanju nego spaljivanju slame.

Istraživanja dubine inkorporiranja slame na rast i prinos ozime pšenice na glinastom i praškasto ilovastom tlu u usporedbi s njezinim spaljivanjem pokazala su da ostavljanje slame na površini ili njezino inkorporiranje na 15 cm

ili plíce može prouzročiti veliku redukciju sklopa i nakupljanje suhe tvari u počeku vegetacije (Christian et al., 1988). Na praškastoj ilovači direktna sjetva u slamu smanjila je prinos za 25% u usporedbi sa spaljivanjem, što ukazuje na negativne aspekte ovog načina konzervacijske obrade tla.

Kada je riječ o postupcima s reziduima slame za ozimine na glinastom tlu, prema Christianu et al., (1988) najveći prinos je dobiven pri spaljivanju slame. Slama na površini ili blizu površine tla uvelike utječe na rast i prinos sljedećeg usjeva.

Rijedak sklop zbog fizikalnog blokiranja sijačica te oštećenja prouzročena pužom balcem bili su pri tome značajni čimbenici. Unošenjem slame na 15 do 12 cm obje smetnje uglavnom su otklonjene, dok su pri plićem unošenju samonikli usjevi bili problem, ali ne pri spaljivanju slame i dubljem oranju. Simplificirana obrada i direktna sjetva dosljedno su davale nezadovoljavajući prinos gdje je slama bila prisutna.

Među mogućim metodama savladavanja štetnog utjecaja slame pri direktnoj sjetvi usjeva najvjerojatnija je neka jednostavna metoda, osim možda kompletnog uklanjanja spaljivanjem. Naime, spaljivanje ima prednost što se ne oštećuje struktura tla strojevima za uklanjanje slame i što dovodi do uništenja ili onemogućavanja klijanja sjemenki samoniklih žitarica i korova, osobito *Alopecurus myosuroides* i *Avena spp.*, smanjuje se brojnost leme, kao i uvjeti za širenje bolesti (Ellis i Lynch, 1979). No, i pored ovih prednosti, ipak nije uvijek moguće pa ni poželjno spaljivati slamu, osobito u tlima s niskim sadržajem humusa, iako je direktna sjetva na takvim tlima manje vjerojatna. Stoga su pobude da se u takvim uvjetima osnuje usjev pri minimalnoj obradi ili bez obrade vrlo značajne. Moguće metode prema istim autorima uključuju četiri značajna čimbenika: 1. Poboljšanja u dizajniranju sijačica, koja dovode do većih poremećaja u tlu i koja sprječavaju da sjeme i slama ne dođu u bliži kontakt. Kada se usjevi direktno siju u tlo koje je prekriveno slamom, osnivanje usjeva je lošije nego kada se slama odstranjuje prije sjetve. 2. Kemijske metode, kao što su zaprašivanje ili piliranje sjemena vapnom da se povisi pH u neposrednoj blizini sjemena. 3. Upotreba kemikalija da se izmijeni stupanj dekompozicije slame, kako bi se izbjeglo stvaranje toksina u vrijeme kada su klijanci najosjetljiviji. 4. Dodavanje fungicida sjemenu da se smanje gljivična oštećenja.



Slamu je lakše inkorporirati ako se sječka, posebno ako se izostavlja oranje (Christian et al., 1985). Da se smanji rizik od slame treba je u tlo unositi neposredno nakon žetve. Najveće poteškoće s osnivanjem usjeva javljaju se pri direktnoj sjetvi. Stoga bi slamu trebalo unijeti najmanje na dubinu od 15 do 20 cm da se uklone početne smetnje pri osnivanju usjeva. Neovisno o mehaničkim smetnjama prouzročenim slamom pri osnivanju usjeva, puževi balci mogu postati vrlo brojni u prisutnosti slame i mogu oštetiti sjeme i klijanice, osobito pri direktnoj sjetvi. Postotak sjemenki i klijanaca uništenih od puža balca u uvjetima direktne sjetve iznosio je prema Christianu et al. (1985) pri spaljivanju 5.1%, baliranju slame na ostavljenom strništu 21.3% i sječkanoj i razbacanoj slami 38.3%. U uvjetima obrade kultivatorom redom samo 4.6, 4.3 i 13.5%. Negativnosti vezane sa slamom prema spomenutim istraživačima višestruke su. Idu u pravcu jačeg širenja bolesti (*Cephalosporium gramineum*), manjeg sklopa usjeva, širenja samoniklih biljaka ranije uzgajanih usjeva koje formiraju "zeleni most" koji može biti prvi izvor infekcije za bolesti kao što je *Helminthosporium teres*, razmnožavanja mikroorganizama koji razgrađujući slamu vežu dušik, intenzivnijeg stvaranja toksina poput octene kiseline, koja inhibira rast korijena i stabljike, što konačno rezultira padom prinosa. Rjeđi sklop ozime zobi pri direktnoj sjetvi Christian i Miller (1986) objašnjavaju prvenstveno izostavljanjem obrade i zbog toga što je sva slama locirana iznad sjemena. Postoji zapravo potreba da se istraži minimalno razrjeđenje slame s tлом da bi se smanjili štetni utjecaji slame na osnivanje usjeva. Tu se prema našoj ocjeni javljaju i najveća ograničenja primjene sustava konzervacijske odnosno reducirane obrade tla. Trebalo bi istražiti najbrže metode inkorporiranja slame, osobito za teška glinasta tla.

Na probleme unošenja slame teškim kultivatorima u sustavu besplužne obrade i na posljedice u pripremi sjetvenog sloja i nicanja klijanaca ukazuje i Köller (1976). Naglašavajući da sustav konzervacijske obrade, koji je svojstven dijelu američke poljoprivrede, zahtijeva da sva slama bude raspoređena blizu površine tla radi brže razgradnje i nesmetanog izvođenja predsjetvene obrade i sjetve bez mogućeg blokiranja. Kako bi se ovo postiglo slamu treba sječkati i ravnomjerno raspodijeliti po površini tla, dok bi strn trebala biti što kraća. Ne ispuni li se bilo koji od ovih uvjeta sigurno će izostati i kvalitetna inkorporacija slame. Dakako, postavljaju se i određeni tehnički zahtjevi kultivatorima za unošenje slame, iako se oni ne mogu preporučiti, prema mišljenju autora, kao i

oruđa koja mogu zamijeniti plug na širem planu, što, čini nam se, stvara daljnja ograničenja u primjeni konzervacijske obrade.

Prema istraživanjima Mossa i Cotterilla (1985) utvrđeno je da je za pepeo nastao spaljivanjem slame stupanj adsorpcije na organsku tvar za tla s pepelom bio gotovo dva puta veći od tala koja nisu sadržavala pepeo. Pepeo može značajnije utjecati na adsorpciju herbicida u uvjetima minimalne obrade tla, a to može utjecati na djelotvornost herbicida. Kad je iza oranja slijedila direktna sjetva, stupanj adsorpcije povećavao se mnogo brže nego organska tvar.

I ranija komparativna istraživanja Cannella et al. (1982) ukazuju na problem direktne sjetve, plitke obrade i oranja na glinastim i praškasto ilovastim tlima sa stajališta dispozicije slame. Ona zapravo čine jednu nerazdvojnu cjelinu s drugim istraživanjima ove vrste u Engleskoj, pa su osnovne postavke manje-više na istom pravcu. Konzervacijska uloga žetvenih ostataka stavlja se u drugi plan. Rješenje se vidi u spaljivanju slame prije direktne sjetve ili plitke obrade kao najdjelotvornija metoda protiv negativnog utjecaja slame.

Provedena su istraživanja tanjuranja i kultivacije, plitkog rotacijskog kultiviranja i plitkog oranja kao brzih i jeftinih alternativa konvencionalnom oranju, sa ili bez prethodnog miješanja, za inkorporiranje slame u kontinuiranom uzgoju ozimog ječma na oglejenom tlu u Škotskoj (Ball et al., 1988). Plitka inkorporacija slame izazvala je žućenje usjeva. Plitko oranje pokazalo se najprihvatljivijom metodom obrade za unošenje slame. Zaoravanje slame i strni poboljšalo je dreniranost u usporedbi s unošenjem samo strni, osobito ako je slama bila položena u pojaseve. Pri plitkom unošenju slame u usporedbi s dubokom inkorporacijom pomoću oranja povećala se osjetljivost usjeva na oštećenja prouzročena zbijanjem i lošom dreniranošću.

Postupci sa slamom u uvjetima direktne sjetve ili plitke obrade mogu različito utjecati na pojavu i širenje nekih biljnih bolesti. Pri direktnoj sjetvi, ako su pepeo ili rezidui ostavljeni na površini, postotak zaraženih izboja ozime pšenice s *Cephalosporium gramineum* iznosio je 8.7, 48.5 i 52.5, ovisno da li je slama spaljena ili je zadržano strnište ili sjeckana i raširena. Pri unošenju u tlo 5 do 7 cm duboko uz konvencionalnu sjetvu postotak oštećenih biljaka iznosio je 11.3, 35.0 i 38.0, ovisno o postupcima sa slamom. Iz ovoga se može zaključiti da je i ova bolest novijeg datuma u Engleskoj (1962) i vrlo slabo raširena te u stanovitoj mjeri vezana sa postupcima sa slamom ili metodom sjetve.

I na koncu, Rydberg (1990) je proveo istraživanja o utjecaju besplužne obrade i inkorporiranja slame na evaporaciju i došao do zaključka da oba ova zahvata smanjuju kumulativnu evaporaciju, s tim da je učinak konzervacije vode bio veći pri irigaciji, te na praškasto-glinastoj ilovači nego na teškoj glini. Na osnovi ovih rezultata može se pretpostaviti da su razlike u klimi barem djelomično odgovorne za veću djelotvornost besplužnom obradom na praškastim tlima u Švedskoj nego u drugim susjednim zemljama (Engleska, Škotska, Norveška). Pozitivni rezultati primjenom oranja dobiveni su u sličnim klimatskim uvjetima u proljeće u Finskoj.

## KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I SUZBIJANJE KOROVA

Borba protiv korova bila je oduvijek jedna od značajnih zadaća obrade tla. Može se reći da je ona vitalni dio uspješnosti konzervacijske obrade tla i unutar nje direktne sjetve. U krajnjoj liniji obrada tla tradicionalno se provodi zbog dva glavna razloga: uništenja korova i osiguranja potrebnih uvjeta u tlu za klijanje sjemena i nicanje usjeva te daljnji razvoj biljke. Pod pretpostavkom da se korovi unište kemijskim putem, obradi ostaje kao glavni zadatak da se osigura ležaj za sjeme i odgovarajući kontakt između tla i sjemena, kao i odgovarajuće fizikalne uvjete za rast i razvoj korijena. Bez obrade tla dolazi do jačeg širenja graminejskih i višegodišnjih korova. To se ponajprije odnosi na širenje korova kao što su *Echinochloa crus galli*, *Avena fatua*, *Alopecurus myosuroides* i *Poa annua*. Ovaj problem postaje akutniji uzgojem žitarica u monokulturi (Cannell, 1985), osobito pri ranijoj jesenskoj sjetvi žitarica. Postojeći herbicidi u tom pogledu nisu još uvijek dovoljno djelotvorni. *Agropyron repens* uspješno se može suzbijati primjenom Glyphosata. Vrlo djelotvorna je specifična skupina graminicida za uništavanje korova iz porodice trava u širokolisnim usjevima. Uljana repica, koja se pokazala vrlo prikladnom za uzgoj pri reduciranoj obradi tla, odličan je predusjev žitaricama. Neki problemi ipak ostaju. Niti jedan od raspoloživih herbicida nije sasvim uspješan u suzbijanju *Bromus sterilis*.

Zemljišni herbicidi djelotvorniji su pri stvaranju čvrste sjemenske posteljice nego pri grudastom stanju tla. Kada nakon spaljivanja slame slijedi direktna sjetva, pepeo može smanjiti djelotvornost zemljišnih herbicida, pa u tom slučaju treba koristiti herbicide koji djeluju putem lista ili orati svakih 4 do 5 godina radi unošenja pepela (Moss, 1979, 1984, cit. Prema Cannellu, 1985). Spaljivanjem slame unište se mnoge sjemenke *Alopecurus myosuroides*.

Općenito uzevši, konzervacijska obrada traži intenzivniju primjenu herbicida. Prema nekim istraživanjima ponovljena upotreba herbicida ne utječe negativno na mikroorganizme tla (Greaves i Malkomes, 1980., cit. prema Cannelu, 1985).

U bivšem Sovjetskom Savezu uvriježeno je mišljenje da je borba s korovima pri različitim oblicima konzervacijske odnosno reducirane obrade tla mnogo lakša nego pri obradi tla plugom. To se objašnjava činjenicom da se pri oranju klijave sjemenke korova zaoravaju i pri ponovnom oranju vraćaju u površinski sloj tla (Kiver et al., 1979, Bazdirev, 1980, Beljauskas, 1984, Benedičuk, 1984, Krut et al., 1984 i dr.). Naprotiv, pri različitim oblicima konzervacijske obrade tla dvije trećine potencijalno klijajućih sjemenki nalaze se u dubljim slojevima gdje s vremenom gube klijavost. Zadaća obrade tla je da oslobodi od potencijalne zakorovljenosti površinskih desetak centimetara s čime se lakše boriti nego sa zakorovljenošću čitavog oraničnog sloja (Morgun i Šikula, 1984). Pri obradi tla bez pluga klijanje i nicanje sjemenki korova izazivaju ljetne i jesenske kiše. Iznikli korovi mogu se uništiti povremenim kultivacijama. S travnim korovima, čije sjemenke prolaze na većoj dubini razdoblje mirovanja i niču u proljeće zajedno sa sjemenom kulturnih biljaka teže se boriti, što se događa pri obradi tla plugom.

Istraživanja provedena u Nizozemskoj ukazuju na svu složenost suzbijanja korova u uvjetima pojednostavljene obrade tla. Iako je kemijsko suzbijanje korova u uvjetima no-tillage sustava u pravilu mnogo intenzivnije, te površine su obično jače zakorovljene nego neobrađene. Osobito je teško suzbiti višegodišnje korove, primjerice *Elytrigia repens*. Na neobrađenim površinama općenito je više jednogodišnjih korova. Ponekad do jake infestacije korovima dolazi pri nepovoljnim meteorološkim uvjetima, jer se primjena herbicida ne može obaviti na vrijeme ili su oni nedjelotvorni. Naročito primjena paraquata i diquata u jesen i zimi u uvjetima no-tillage sistema suzbija korove manje uspješno nego glavne operacije obrade. Dapače, primjena paraquata prije sjetve u prisutnosti više slame i strni ponekad izaziva štete zbog kontakta između mladih biljaka i paraquata koji prijanja uz slamu.

Pojedini zahvati u sklopu minimalne obrade različito djeluju na suzbijanje korova, no njihova učinkovitost često je više ovisna o tipu tla nego samom zahvatu, što potvrđuju istraživanja Thorupa i Pinerrupa (1983) u Danskoj, posebno kod korova *Stelaria media*. Gorušica (*Sinapis alba*), kao međusjev, neznatno je utjecala na suzbijanje korova. No zanimljivo je naglasiti da su

povećane doze dušika utjecale na smanjenje broja korova pri obradi tla rotavatorom i plugom.

Prema istraživanjima provedenim u Francuskoj (Jan et al., 1976) pri simplifikaciji zahvata obrade, osobito pri direktnoj sjetvi, javlja se potreba pojačane borbe protiv korova, osobito *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album*, *Agropyrum repens*, *Cirsium arvense*, *Mentha pulagium* i dr.

Prema rezultatima Hermana i Rozsypala (1983) i Hermana i Suškeviča (1984) pereni korovi su bili manje pod utjecajem dubine obrade koja se kretala u rasponu od no-tillage do srednje dubokog oranja u uvjetima višepoljnog plodoreda. U uvjetima pak monokulture ozime pšenice pri plitkoj obradi ili direktnoj sjetvi zakorovljenost je porasla 20% u usporedbi s konvencionalnom obradom. Proljetni korovi više vole tradicionalnu obradu tla, dok su se zimski korovi širili proporcionalno smanjenju intenziteta obrade. Intenzivnija gnojidba smanjila je pojavu višegodišnjih korova, ali povećala infestaciju zimskim korovima, dok proljetni korovi nisu bili pod jačim utjecajem gnojidbe.

Ne ulazeći u daljnju analizu borbe protiv korova u okviru konzervacijske obrade tla, jer je ona prema suštini koncepcije njezin logični sastavni dio o čemu postoji obilje znanstvenih istraživanja, mora se reći da se još uvijek javljaju problemi u odabiru odgovarajućih herbicida za pojedine korove unutar pojedinih kultura. Neki rezultati pokazuju da je, primjerice, pri direktnoj sjetvi pšenice oportuno koristiti hormonalne herbicide nakon nicanja kao ekonomičnije rješenje nego konvencionalne zahvate (Carvalho et al., 1987, 1988). Na ovom primjeru ukazuje se na jedan od mogućih pravaca istraživanja.

Razmatrajući integralno primjenu herbicida u sklopu konzervacijske obrade tla, treba ipak naglasiti da nema gotovog recepta, ne samo zbog same prirode borbe protiv korova herbicidima, već i zbog različitih oblika konzervacijske obrade tla sve do potpunog izostavljanja obrade. Drugim riječima, i pri konzervacijskoj obradi tla djelomična borba protiv korova provodi se samim zahvatima obrade. Ako se tome doda različita ekologija odnosno biologija korova, mehanizmi njihovog preživljavanja, kompeticija korova s kulturnim biljem za biofaktore, onda je jasno da treba odabrati najbolju kombinaciju plodoreda, obrade, njege i herbicida koja omogućuje postizanje najviših prinosa. Zaključimo konstatacijom da u svakom konkretnom slučaju primjenu herbicida treba prilagoditi sustavu obrade tla i sustavu biljne proizvodnje, uvažavajući u

potrebnoj mjeri ekologiju i biologiju korova odnosno moguće interakcije između usjeva, korova, herbicida i obrade. Stoga nije ni suvišna dilema koju su postavili Spoor (1991) te Njøs (1991, 1994) da li orati ili ne orati. Pitanje je svakako kompleksno i na njega nema jednostavnog odgovora.

#### LITERATURA

- Bahtin, P. U., Hvilja, K. S., Baltjan, K. I.,** (1970). K obosnovaniju naučnih osnov otvaljnoj i bezotvaljnoj obradotki počv. Dokl. mežd. soveščanija "Problemi obradotki počvi", 1968., Varna pp. 465-469.
- Ball, B. C., Bickerton, O. C., Robertson E. A. G.,** (1988). Reduced tillage and straw incorporation for winter barley. Proc. 11<sup>th</sup> Inter. Conf. ISTRO, Edinburg, 2:565-570.
- Bazdirev, G. I.,** (1987). Borba s sornjakami pri minimalizaciji obradotki počvi na sklonah. Zemledelie, 10:28-30.
- Beljauskas, P. M.,** (1984). Minimaljnaja obradotka počvi i borba s sornjakami v Litve. Zemledelie, 11:24.
- Bender, J., Baraniecki, A.,** (1972). Badania nad uproszczeniem uprawy roli. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennie napravlenija v obradotke počvi", Warszawa, pp. 299-310.
- Benedičuk, N. F.,** (1984). Minimalizacija osnovnoj obradotki počvi v Stepj Ukraini. Zemledelie, 3: 28-31.
- Braim, M. A., Chaney, K., Hodgson, D. R.,** (1984). Preliminary investigation on the response of spring barley (*Hordeum sativum*) to soil cultivation with the "Paraplow". Soil Tillage Res., 4:277-293.
- Buhtz, E.,** (1970). Bodenbearbeitungintensität bei Verwendung von Herbiziden – Versuchsergebnisse auf Schwarzerde. Dokl. mežd. soveščanija "Problemi obradotki počvi", Varna, pp. 499-504.
- Bujak, K.,** (1972). Wplyw uproszczonej uprawy roli i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plony i zachwaszczenia roślin uprawnych

na glebie lessowej. Mežd. nauč. simpozium "Sovremenie napravlenija v obrabotke počvi", Warszawy, pp. 323-337.

- Butorac, A., Lacković, L., Beštak, T., Vasilj, Đ., Seiwerth, V.,** (1979). Interrelationship of soil tillage and fertilizing in growing main field crops on hypogley. Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Hohenheim, 2:359-364.
- Butorac, A., Lacković, L., Beštak, T., Vasilj, Đ., Seiwerth, V.,** (1981). Investigation of the interaction of minimalized tillage and mineral fertilizing on lessivè brown soil. Polj. znan. smotra, 55: 137-156.
- Butorac, A., Lacković, L.,** (1984). Utjecaj reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice. Savjetovanje "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", Opatija, pp. 205-211.
- Cannell, R. Q., Ellis, F. B., Christian, D. G., Barnes, T. B.,** (1982). Long-term comparisons of direct drilling, shallow tillage and ploughing on clay and silt loam soils, with particular reference to straw disposal. Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Osijek, pp. 85-90.
- Cannell, R. Q.,** (1985). Reduced tillage in North-West Europe – a review. Soil Till. Res., 5:129-177.
- Cannell, R. Q., Hawes, J. D.,** (1994). Trends in tillage practise in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. Soil Till. Res., 30:245-282.
- Carvalho, M., Basch, G., Azevedo, A. L., Almeida, J., Alpendre, P., Bernardes, A., Carolino, F., Figo, M.,** (1987). Efeito do sistema de mobilização e nível de herbicidas na produção de trigo e no restabelecimento da pastagem após o cereal num solo pardo – mediterraneo de granites Prug. II – Restabelecimento da pastagem. Past. E forrag., 8(1):77-83.
- Carvalho, M. J. G. P. R., Azevedo, A. L., Bash, G.,** (1988). Soil tillage systems and herbicide treatment levels for wheat production and subsequent pasture regrowth on a mediterranic soil. Proc. 11<sup>th</sup>. Inter. Conf. ISTRO, Edinburg, 2:595-599.

- Christian, D. G., Smallfield, B. M., Goss, M. J.,** (1985). Straw disposal on heavy clay soils. Proc. British Crop. Prot. Conf. – Weeds, Brighton, 6-2:621-629.
- Christian, D. G., Miller, D. P.,** (1986). Straw incorporation by different tillage systems and the effect on growth and yield of winter oats. Soil Till. Res. 8:239-252.
- Christian, D. G., Bacon, E. T. G., Jenkyn, J. F., Glen, D. M., Gutteridge, R. J.,** (1988). Straw residue management for autumn – sown cereals grown on a clay soil, 1979-1987. Proc. 11<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Edinburg, 2:607-612.
- Christian, D. G., Bacon, E. T. G., Miler, D. P., Nash, C.,** (1988). The effect of depth of straw incorporation on the growth and yield of winter wheat on a clay and a silt loam soil. Proc. 11<sup>th</sup> Inter. Conf. ISTRO, Edinburg, 2:613-618.
- Christian, D. G., Bacon, E. T. G.,** (1988). A comparison of tine cultivation and ploughing with two methods of straw disposal on the growth, nutrient uptake and yield of winter wheat grown on a clay soil. Soil use and management, 4(2):51-57.
- Christian, D. G., Ball, B. C.,** (1994). Reduced Cultivation and Direct Drilling for cereals in Great Britain. U knjizi: Conservation Tillage in Temperate Agro-ecosystems, 117-140.
- Davies, D. B., Pidgeon, J. D., Lord, E., Gowman, M.,** (1982). Responses to deep loosening by "paraplow" in continuous cereal production. Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Osijek, pp. 591-596.
- Dzienia, S., Romek, B., Sosnowski, A., Karnas, E.,** (1984). Wpływ uproszczenia uprawy roli i nawożenia mineralnego na efektywność produkcyjną i energetyczną w zmianowaniu zbożowym. Cz. I. Plony i efektywność produkcyjna. Zeszyta nauk. akad. rol. w szczecinie, 110:129-136.



- Dzienia, S., Sosnowski, A.,** (1988). Wplym siewu bezpośredniego na fizyczne właściwości i gleby lekkiej i plonowanie słonecznika pastewnego. *Fragmenta agronomica*, 2(18):43-57.
- Dzienia, S., Sosnowski, A.,** (1990). Uproszczenia u podstawowej uprawie roli a wysokość nakładów energii. *Fragmenta agronomica* – in press.
- Ellis, F. B., Lynch, J. M.,** (1979). Effects of straw residues on the establishment and yield of direct – drilled crops. Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Hohenheim, 1:199-204.
- Ellis, F. B., Christian, D. G., Cannell, R. Q.,** (1982). Direct drilling, shallow tine cultivation and ploughing on a silt loam soil, 1974-1980. *Soil Till. Res.*, 2:115-130.
- Giron, V. S., Hernanz, J. L.,** (1988). Comparison of the seedbeds created by two cereal drills under different tillage systems. Proc. 11<sup>th</sup> Inter. Conf. ISTRO, Edinburg, 2:475-480.
- Herman, M., Rozsypal, R.,** (1983). Výskyt plevelů při různých zpracování půdy a hnojení v podmínkách monokultury obilnin. *Sborník uvtiz – Ochrana rostlin*, 19:275-279.
- Herman, M., Suškevič, M.,** (1984). Výskyt dvoděložných plevelů v závislosti na dlouhodobém používání různé intenzity obdělávání půdy. *Roslinná výroba*, 30:1-7.
- Hernanz Martos, J. L.,** (1989). Comparation de los consumos energeticos y costes de produccion en una alternative cereal – leguminosa en la zona centro. *Asociation nacional da ingenieros agronomos*, 21. Conf. inter. de mecan. agrarian. Zaragoza, 101-114.
- Jablonski, B.,** (1970). Über verschiedene Formen der Vereinfachung der Bodenbearbeitung zu Winterweizen und Roggen. *Dokl. mežd. sověšćanija "Problemi obrabotki počvi"*, Varna, pp. 483-488.
- Jablonski, B., Szumilak, G., Gandecki, R., Godlewski, W.,** (1972). Możliwość zastaoienia orek przez talerzowanie i drapaczowanie w uprawie różnych roškin. *Mežd. nauč. simpozium "Sovremennie napravlenija y obrabotke počvi"*, Warszawa, pp. 258-266.

- Jablonski, B., Krežel, R.,** (1972). Wplyw uproszczonej agrotechniki i wzrastającej chemizacji na plony roślin w 4-letnim plodozmianie na glebach lekkich. Mežd. nauč. sinpozium "Sovremennije napravlenija y obrabotke počvi", Warszawa, pp. 338-346.
- Jan, P., Fontaine, A., Dumont, R.,** (1976). Incidence de la simplification du travail du sol sur la flore adventice. Simplification du travail du sol en production cerealieue.
- Kiver, V. F., Melna, P. A., Pilipenko, A. D., Bondarenko, M. I., Labunskij, V. V., Pogrebnjak, A. P.,** (1979). Zassorenost posevov pri minimalnoj obrabotke počvi na orošaemih zemljah Moldavii. Zemledelie, 3:38-41.
- Köller, K.,** (1976). Problem of straw mixing with heavy cultivators in ploughless tillage systems and consequences for seed bed preparation and seedling emergence. Proc. 7<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Uppsala, 22:1-22:6.
- Kouwenhoven, J. K.,** (1986). Effect of mouldboard and chisel plowing and their timing on seedbed quality. Soil Till. Res., 7:205-219.
- Krutt, V. M., Krotinov, V. P., Gorbatenko, A. I.,** (1984). Minimaljnaja obrabotka počvi i zassorenost posevov. Zemledelie, 6:16-18.
- Laskowski, S.,** (1972). Dzialanie różnego udziału orek plytkick i gkebokick w zmianowaniu na plony na glebie lakkiej. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi", Warszawa, pp. 230-239.
- Lynch, J. M., Ellis, F. B., Harper, S. H. T., Christian D. G.,** (1981). The effect of straw on the establishment and growth of winter cereals. Agric. and Envir., 5:321-328.
- Maier, W.,** (1988). Konservierende Bodenbearbeitung und neue Sättechnik – wechselwirkungen auf Boden und Pflanze. Landwir. Schweiz 1(3):141-152.
- Morgun, F. T., Šikula, N. K.,** (1984). Počvozaščitnoe besplužnoe zemledelie. Moskva.

- Novaček, J.,** (1972). Einfluss der reduzierten Bodenbearbeitung auf Winterweizenerträge in Abhängigkeit von Vorfrucht und Düngungsintensität. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi", Warszawa, pp. 362-374.
- Nowicki, J., Hruszka, M.,** (1972). Efektywność uprawy roli glebogryzarka na tle technologii pluźnej. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi", Warszawa, pp. 269-287.
- Njøs, A.,** (1991). Ploughing vs. non-ploughing. Soil Till. Res., 21:155-157.
- Njøs, A.,** (1994). Future land utilization and management for sustainable crop production. Soil Till. Res., 30:345-357.
- Pintilie, C., Sin, Gh. Damian, L.,** (1971). Influenta lucrărilor superficiale si adinci ale solului porumb. An. I.C.C.C.P.T., 41:77-81.
- Pintilie, C., Sin, Gh., Arfire, A., Nicolae, H., Bondarev, I., Ionescu, Fl., Timirgaziu, E., Les, M.,** (1979). Lucrarila minime ale solului si perspective lor in Romania. Probleme de agrofitehnie teoretica si aplicata, 1:97-116.
- Puponin, A. I., Matjuk, N. S., Manolij, G. G., Vereščak, D. V.,** (1988). Čizeljnjaja obrabotka dernovopodzolistih počv. Zemledelie, 12:34-36.
- Radecki, A.,** (1972). Wplyw kilkuletniego uproszczenia podstawowej uprawy roli na warunki wzrostu i plonowanie owsa. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi", Warszawa, pp. 426-439.
- 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.
- Ridky, K.,** (1972). Einige Faktoren, die bei minimaler Bodenbearbeitung die Zersetzung der Ernterückstände des Getreides beeinflussen. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi", Warszawa, pp. 477-488.

- Rydborg, T.**, (1982). Field experiments with ploughless tillage in Sweden, 1976-1981. Proc. of 9<sup>th</sup> Conf. of ISTRO, Osijek, pp. 125-130.
- Rydborg, T.**, (1990). Effects of ploughless tillage and straw incorporation and evaporation. Soil Till. Res. In press.
- Sienkiewicz, J., Kaus, A.**, (1986). Możliwość stosowania systemu bezuprawowego na glebach śwednich i ciężkich z wykorzystaniem specjalnego modelu siewnika kraj II. Pamiętnik pulawski – place IUNG zeszyt 88:101-104.
- Sin, Gh., Pintilia, C., Nicolae, H., Nicolae, C., Eliada, Gh.**, (1979). Some aspects concerning soil tillage in Romania. Proc. 8<sup>th</sup> Conf. ISTRO, Hohenheim, 1:39-44.
- Sin, Gh.**, (1987). Cercetări privind asolamentul, lucrările solului și tehnologia semănat. An. I.C.C.C.P.T., 55:317-343.
- Sipos, S.**, (1972). Izučenije vzaimodejstvija minimalizacii obrabotki počvi i udobrenij na černozeme. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi", Warszawa, pp. 311-322.
- Spoor, G.**, (1991). Ploughing and non-ploughing techniques. Soil Till. Res., 21:177-183.
- Šimon, J.**, (1972). Die Minimalisierung der Bestandespflege einiger Feldfruchtarten. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi", Warszawa, pp. 463-476.
- Thorup, S., Pinnerup, S. P.**, (1983). Soil tillage and catch crop by growth of barley. 3 The influence on weed population. Tidssk. Planteavl 87:237-256.
- Zawiślak, K., Novicki, J.**, (1972). Efektivność trzech systemów uprawy roli w warunkach gleby średniej i ciężkiej. Mežd. nauč. simpozium "Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi", Warszawa, pp. 240-256.

**Adresa 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:**

30.05.2006.

A.Butorac i sur.: Razvojne tendencije u minimalnoj obradi tla, primjeni čizel pluga i «parapluga», konzervacijska obrada tla i neka njezina obilježja

---