

**UTJECAJ SUSTAVA KONZERVACIJSKE OBRADE TLA NA
KEMIJSKA SVOJSTVA, PRIMJENU DUŠIKA, BIOLOŠKA
SVOJSTVA I BILJNE BOLESTI**

**THE INFLUENCE OF THE SYSTEM OF CONSERVATION
TILLAGE UPON THE CHEMICAL PROPERTIES, NITROGEN
APPLICATION, BIOLOGICAL PROPERTIES AND PLANT
DISEASES**

A. Butorac, Jasminka Butorac, I. Kisić

SAŽETAK

Rad se bavi utjecajem konzervacijske obrade tla na kemijska svojstva, primjenu dušika, biološka svojstva i biljne bolesti. Kada je riječ o kemijskim svojstvima tla, treba reći da su ona u prvom redu pod utjecajem gnojidbe. Naravno, ovise i o obradi, čiji je utjecaj na raspored hraniva u obrađenom sloju dominantan. To se prvenstveno odnosi na fosfor i kalij, dok je ponašanje dušika specifično s obzirom na njegovu specifičnu dinamiku u tlu. Biološka aktivnost također je povezana s konzervacijskom obradom tla, posebno što se tiče gujavica. Također utječe i na mikrobiološku sliku tla. Pod utjecajem konzervacijske obrade tla mijenja se i broj mikroorganizama, osobito ako ne dolazi do okretanja tla. Gomilanjem pak većih količina biljnih rezidua pri različitim oblicima konzervacijske obrade tla stvaraju se povoljni uvjeti za širenje biljnih bolesti. Integralna zaštita bilja protiv štetočina u velikoj se mjeri oslanja na rezistentne sorte, ali isto tako na kemijske i biološke metode.

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, kemijska svojstva, primjena dušika, biološka svojstva, biljne bolesti.

ABSTRACT

The paper deals with the influence of conservation tillage upon chemical properties, nitrogen application, biological properties and plant diseases. As regards soil chemical properties, it should be stressed that they are mainly

influenced by fertilization. They naturally depend on soil tillage, which has a dominant effect on the distribution of nutrients in the tilled layer. This primarily applies to phosphorus and potassium whereas nitrogen behaves in a specific way due to its specific dynamics in soil. Biological activity is also associated with conservation tillage, notably with regard to earthworms. It also affects the microbiological state of soil. The number of microorganisms changes under the influence of conservation tillage, especially if soil is not turned over. Accumulation of large amounts of plant residues in different forms of conservation tillage creates conditions favouring spread of plant diseases. Integral plant protection against pests greatly relies on resistant cultivars, but also on chemical and biological methods.

Key words: conservation tillage, chemical properties, nitrogen application, biological properties, plant diseases.

Ovaj rad bavi se utjecajem konzervacijske obrade na kemijska svojstva tla, aplikaciju dušika, biološka svojstva tla i biljne bolesti. Tim redom iznosi se navedena materija dalje u tekstu.

KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I KEMIJSKA SVOJSTVA

U okviru sustava konzervacijske odnosno reducirane obrade tla kemijska svojstva tla izučavaju se s raznih aspekata. Najčešće pod utjecajem provedene gnojidbe, ali i neovisno o njoj u odnosu na karakter i intenzitet provedenih zahvata. U skladu s načinom obrade, dubine obradom zahvaćenog sloja, karakterom kemijskih zahvata u tlu, dozom i kemijskim oblikom hraniva odvijaju se i ove promjene. Brojni autori došli su u različitim ekološkim uvjetima do istovjetnih zaključaka u pogledu akumulacije odnosno rasporeda fosfora i kalija u tlu. Polazeći od dinamike tih elemenata u tlu i prirode kemijskih procesa kojima se podvrgavaju zajednička je konstatacija da se oni akumuliraju u plićem površinskom sloju, dok, s druge strane, dolazi do njihovog iscrpljenja u donjem dijelu oraničnog sloja (Riley i Ekeberg, 1989, Rozsypal i Suškevič, 1987, Maillard i Vez, 1982, Canarache et al., 1988, Pitkänen, 1988, Marti, 1984, Diez et al., 1988, Boisgontier, 1987 i dr.) Usput se navodi da su neki autori, primjerice Frankinet i Grevy (1982), istraživali utjecaj obrade na sadržaj fosfora i kalija u biljci. Konstatirali su da direktna sjetva ili

plitka obrada lagano utječu na sadržaj tih elemenata u šećernoj repi, jaram ječmu i zobi, kukuruznoj silaži, bobu i ozimom pšenici, s time da su variranja nešto manja u fosfora nego u kalija.

Različiti oblici konzervacijske odnosno reducirane obrade tla različito utječu na nakupljanje organske tvari u tlu. U principu, plića i pojednostavljena obrada s manjim brojem zahvata ili pri njihovom potpunom izostavljanju pridonosi akumulaciji organske tvari u tlu, osobito u njegovom površinskom sloju ili su barem takve tendencije očite (Riley i Ekeberg, 1989, Boisgontier, 1987, Diez et al., 1988, Guerif, 1987, 1988, Azevedo et al., 1972, Canarache et al., 1988, Marti, 1984, Pitkänen, 1988, Holte, 1982 i dr.). Posljednji autor je utvrdio viši sadržaj organskog ugljika za oko 0.4 postotne jedinice u sloju od 0 do 7.5 cm u neoranom tlu. Dublje od 10 cm količina organskog ugljika bila je ista ili nešto viša u oranom tlu. Odvoženje slame i obrada strništa smanjuju sadržaj organskog ugljika u površinskom sloju tla. Do nakupljanja organske tvari, osim u površinskom sloju, može doći i u podpovršinskim slojevima (Azevedo et al., 1972).

Shodno promjenama organske tvari i ukupnog dušika pod utjecajem minimalne obrade mijenja se i C : N odnos (Azevedo, 1975). Naime, dolazi do njegovog rasta ne samo u površinskom povremeno obrađenom sloju, već i u potpovršinskim slojevima koji nisu pod utjecajem obrade.

Neki autori navode pad pH vrijednosti nakon reducirane obrade tla (Rozsypal i Suškevič, 1987, Diez et al., 1988 i dr.).

Paralelno s promjenama sadržaja organske tvari u tlu u ovisnosti o obradi tla mijenja se i sadržaj dušika. Drugim riječima, sadržaj dušika raste u površinskom sloju, a smanjuje se u dubljim slojevima (Holte, 1982, Diez et al., 1988, Canarache et al., 1988). Čak može i rasti ne samo u površinskom sloju već i u dubljim slojevima (Azevedo et al., 1973). Ili se ne javljaju razlike po slojevima između direktne sjetve ili samo površinske i konvencionalne obrade (Boisgontier, 1987).

U sustavu no-tillage, posebno u plodoredu bez korjenjača, organska tvar se akumulirala u površinskom sloju. Nakon osam godina ukupna količina organske tvari bila je očito viša u neobrađenom nego obrađenom tlu. Akumulacija organske tvari bila je povezana s imobilizacijom dušika. Na početku istraživanja manje je dušika bilo pristupačno u neobrađenom tlu u siječnju, ali nakon

jednogodišnje rotacije, uključujući korjenjače, pristupačnost dušika bila je jednaka onoj u obrađenom tlu. U plodoredu bez korjenjača ovakvo stanje dosegnuto je barem dvije godine kasnije.

Osmogodišnje izostavljanje obrade (no-tillage) smanjilo je pH površinskog sloja karbonatne marinske ilovače na kojoj su vršena ova istraživanja samo u manjoj mjeri.

Fosfor se akumulirao u površinskom sloju neobrađenog tla, dok je dublje u mekoti došlo do pada količine fosfora. Ukupne količine u oraničnom sloju bile su samo neznatno veće u neobrađenom nego obrađivanom tlu. Međutim, u neobrađenom tlu, osobito u površinskom sloju, fosfor je bio pristupačniji biljkama nego u obrađenom tlu.

Akumulacija kalija u mekoti neobrađenog tla bila je manje izražena nego fosfora, što se može pripisati većoj mobilnosti. Ukupne količine u oraničnom sloju bile su nešto veće u neobrađenom nego u redovito obrađenom tlu. Kada je u dvije od četiri godine oranje zamijenjeno obradom kultivatorima s krutim radnim organima, utvrđena je neznatna akumulacija u površinskom sloju i ukupna količina bila je neznatno veća nego u redovito oranom tlu.

Zaključno bi se moglo reći za provedena istraživanja na širem području Europe da različiti oblici konzervacijske odnosno reducirane obrade tla, pored značajnog direktnog utjecaja na fizikalna svojstva tla, utječu također značajno i na kemijska svojstva, bilo posredno, bilo neposredno. Ti utjecaji manje-više su pozitivni ako se promatra plodnost tla u cjelini. No, oni mogu imati i negativne posljedice, premda možda ne za oranični sloj u cjelini, već za njegove pojedine dijelove, što u daljnjem logičnom slijedu može nepovoljno utjecati na rast i razvoj usjeva. To se ponajprije odnosi na distribuciju teže topivih oblika hraniva, što se bez većih poteškoća može otkloniti povremenim klasičnim zahvatima u tlo.

KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I PRIMJENA DUŠIKA

Pitanje međusobnih odnosa konzervacijske obrade tla i fertilizacije jedno je od veoma značajnih pitanja, polazeći od dobro poznatih saznanja o uzajamnoj uvjetovanosti ovih agrotehničkih mjera. Nema, međutim, dokaza da su potrebe usjeva uzgajanih bez obrade u pogledu fosfora i kalija drugačije u odnosu na

usjeve za koje se provodi obrada tla. No, u određenim uvjetima dušik se ponaša drugačije. Vjerojatni uzrok ovome je ograničeno oslobađanje dušika iz organske tvari tla posredstvom mineralizacije u neobrađenom oraničnom sloju. Pri kontinuiranoj direktnoj sjetvi značajna količina hraniva ostaje u površinskom sloju tla. S promjenama sustava obrade, osobito pri izostavljanju oranja, sustav gnojidbe također je podvrgnut značajnim promjenama. Pri nekim od njih sasvim otpada mogućnost uobičajene dvofazne i trofazne gnojidbe fosforom i kalijem. Mijenjaju se i odnosi dušika, fosfora i kalija u gnojivima, te načini primjene organskih i mineralnih gnojiva. K tome, na površini tla ostaju biljni rezidui kao potencijalni izvor biljnih hraniva. Pri razmatranju problema dušika u uvjetima konzervacijske obrade tla treba prihvatiti i njegovu veoma složenu dinamiku u tlu, kao i cjelokupni "promet" organske tvari iz koje se oslobađa dušik. Postoje i brojni drugi aspekti tog problema. Dušik primijenjen u površinski sloj pri direktnoj sjetvi najviše se akumulira u tom sloju, ali i u podpovršinskom koji nije zahvaćen obradom (Titulaer et al., 1980). Međutim, imobilizacija dušika u usporedbi s mineralizacijom može biti naglašenija u uvjetima direktne sjetve, što istodobno može ograničiti razvoj biljaka na neobrađenom tlu, a i usvajanje dušika i gnojiva od strane usjeva može se razlikovati na obrađenom i neobrađenom tlu (Fleige i Baeumer, 1983). Oranje, pri kojem dolazi do okretanja tla, osigurava homogeniju distribuciju mineralnog dušika nego kultivatori s krutim radnim organima, dok se korištenjem no-tillage sustava dušik akumulira u površinskom sloju (Titulaer et al., 1980). Ravnoteži dušika u uvjetima reducirane obrade tla može pridonijeti istovremeno unošenje organske tvari porijeklom od zelene gnojidbe ili unošenje slame koja smanjuje ispiranje dušika (Aslyng, 1982). To, međutim, nije slučaj ako se kao usjev za sideraciju koristi neka strnina, kada su gubici dušika izraziti zbog denitrifikacije. Istovremenom sjetvom međusjeva za sideraciju i reduciranom obradom tla moguće je povećati kakvoću zrna i slame ječma povećanjem sadržaja dušika u njima (Andersen i Boye Jensen, 1983). Proporcionalno povećanju količine dušika u uvjetima direktne sjetve moguće je i povećanje prinosa ječma (Christian et al., 1985). Reakcija na kasniju primjenu dušika, također u uvjetima direktne sjetve, može biti vrlo izrazita (Webster et al., 1985), pogotovo ako se dušik unosi na potrebnu dubinu (7.5 cm). Usvajanje se gotovo prepolovljava za svako daljnje povećanje dubine na 15, 30 i 50 cm, s tendencijom nižeg sadržaja pri direktnoj sjetvi.

Problem dušika u uzgoju ječma razmatra se i s drugih aspekata: direktna sjetva i sjetva širom + obrada rotavatorom, obrada rotavatorom + direktna sjetva i plitko oranje plugom + sjetva i proljetna obrada kultivatorom (Ball i O'Sullivan, 1985, 1987, Ball et al., 1989).

U prosjeku direktna je sjetva i sjetva omaške + frezanje dala više prinose ječma. Najmanja dužina korijena bila je pri direktnoj sjetvi, a u obje ove varijante došlo je do koncentracije fosfora i kalija te organske tvari i korijena u površinskom sloju tla s pojačanim zbijanjem tla pri direktnoj sjetvi. I u takvim uvjetima veće količine dušika davale su ekonomski isplative više prinose.

Ovisno o ekološkim uvjetima, prvenstveno svakako u tlu, iskustva s reduciranom obradom mogu biti manje povoljna od konvencionalne obrade, kako pokazuju istraživanja provedena u južnoj Italiji s tvrdom pšenicom (*Triticum durum*) (Rizzo et al., 1986, Rizzo i De Giorgio, 1988). U ovom slučaju radi se zaista o vrlo dubokoj obradi u kojoj je dubina oranja bila 45 cm, a podriavanja čak 60 do 70 cm. U takvim uvjetima gnojidba dušikom ne samo da nije dolazila do izražaja već je djelovala depresivno na prinos. Naša vlastita višegodišnja istraživanja nekoliko gradacija dušika u uvjetima no-tillage i raznih načina i dubina konvencionalne obrade tla pokazala su manje-više istu tendenciju, što, drugim riječima, znači da su povećane količine dušika bile čak depresivne, a u odnosu na direktnu sjetvu ili pliću obradu nisu manifestirale kompenzacijski učinak (Butorac et al., 1979, 1981).

Učinkovitost dušika u uvjetima konvencionalne i reducirane obrade tla može se promatrati i sa stajališta pretkulture odnosno kakvoće njezinih žetvenih ostataka (Knittel i Lang, 1988). Svojstva tla (zbijenost, propusnost, organska tvar) nakon reducirane obrade tla dovode do pozitivne reakcije u pogledu prinosa ozimih žitarica, ali negativne jarih žitarica i šećerne repe u usporedbi s prinosom nakon konvencionalne obrade. Zabilježena je interakcija između količine dušika, obrade i trajanja istraživanja. Procesi fiksacije dušika ili slabija mineralizacija nakon plitke obrade mogu se kompenzirati dušičnom gnojidbom, ali kada se mineralizacija uravnoteži biljke učinkovitije koriste dušik.

Poznato je da cijevna drenaža, osobito pri većim količinama oborina, može potencirati gubitak dušika iz tla. Direktnom sjetvom u usporedbi s konvencionalnom ovi se gubici mogu znatnije smanjiti – u zimskim uvjetima i do 25% (Goss et al., 1988). Proljetni gubici manji su od zimskih. Denitrifikacija

može gubitke povećati do 10% od ukupnih gubitaka ispiranjem. Dodatni gubici mogu se identificirati u vodi koja površinski otječe i u sloju između mekote i zdravice. Međusobno otjecanje krivo je za većinu gubitaka na površinama bez cijevne drenaže.

Gubici dušika smanjeni su u uvjetima direktne sjetve u tlu na kojem je provedena krtična drenaža. Gubici dušika ispiranjem, koji su se inače kretali u rasponu od 3 do 75 kg/ha godišnje iz glinastog tla na kojem je provedena direktna sjetva, iznosili su 76% vrijednosti za tlo koje je orano (Dowdell et al., 1987). Većina gubitaka (90%) odnosila se na krtičnu drenažu. No, gubici dušika kretali su se i do 80 kg/ha godišnje na nedreniranom tlu pri direktnoj sjetvi zbog nepovoljnog sklopa. Gotovo pola dušika primijenjenog u jesen gubi se ispiranjem, a samo 15% primijenjenog u proljeće.

Sustav obrade tla, uključujući simplificiranu obradu, prema istraživanjima Destaina et al. (1989), praktički nije utjecao na usvajanje dušika od strane ozime pšenice kada je riječ o različitim količinama mineralnog dušika. Usvajanje dušika tla bilo je u direktnoj vezi sa stupnjem mineralizacije.

Razmatranja o utjecaju konzervacijske odnosno reducirane obrade tla na neka kemijska svojstva zaključujemo rezultatima postignutim u Nizozemskoj u višegodišnjim istraživanjima tri različita sustava obrade tla (Titulaer et al., 1980, Titulaer i Boone, 1984). Prva preliminarna istraživanja, kada je riječ u dušiku, pokazala su vrlo jasan utjecaj obrade tla na pristupačnost dušika tijekom jeseni i zime. Međutim, razlike između konvencionalne obrade tla u kojoj dominira rahljenje tla klasičnim oruđima i racionalna obrada tla, u kojoj je zbijanje tla svedeno na minimum, gube se u proljeće. Na početku istraživanja manje je dušika bilo pristupačno pri no-tillage sustavu u kojem su bile zastupljene sve glavne oranične kulture, ali nakon 4-godišnjeg plodoreda pristupačnost dušika bila je jednaka onoj u sustavima konvencionalne obrade tla. Postojao je, dakako, i utjecaj pretkulture na ukupnu količinu mineralnog dušika u tlu. Dok je ozima pšenica potpuno iscrpila tlo, u jarog ječma i šećerne repe to je bilo prisutno u manjem opsegu, a zbog plićeg zakorjenjivanja poslije krumpira ostalo je više dušika u sloju od 60 do 100 cm. Oranje, pri čemu se tlo okreće, osiguralo je homogeniju distribuciju mineralnog dušika nego kultivatori s krutim radnim organima koji miješaju organske ostatke i tlo uglavnom površinski. No-tillage sustav doveo je do akumulacije dušika u površinskom sloju tla. Daljnja istraživanja pokazala su da nije došlo do signifikantnih

kumulativnih učinaka pojedinih razina dušika na količinu mineralnog dušika u profilu tla. Među godinama velike razlike u količini mineralnog dušika javile su se u siječnju. One su bile u vezi s razlikama u količini oborina u prethodnom razdoblju. Čak i u vrlo suhoj zimi znatne količine dušika bile su isprane iz površinskog sloja. U relativno vlažnoj zimi gubici ispiranjem i denitrifikacijom očito su se povećali. Zbog plićeg zakorjenjivanja znatno veće količine dušika u zdravici ostale su nakon krumpira nego nakon šećerne repe i žitarica.

Zaključiti se može konstatacijom da u tlu nije moguće stvoriti rezerve dušika s obzirom na njegovu specifičnu dinamiku, što bi u suprotnom pojednostavilo i proširilo primjenu konzervacijske obrade tla. Stvaraju se pretežno nitrati, a njihova povećana prisutnost u tlu dovodi do suvišne konzumacije s mogućim negativnim posljedicama, tj. njegovog depresivnog djelovanja, ispiranja i volatizacije. Pojačana acidifikacija može biti također posljedica pojačane dušične gnojidbe, što je inače nužno zbog pojačanog gomilanja organske tvari pri korištenju nekih oblika konzervacijske obrade tla. Stoga se dušik može dozirati do kritičnih granica sa stajališta fiziologije samih biljaka i samoga tla. S tim u vezi i razgradnju humusa treba podržavati do tolerantnih granica. U neku ruku, primjenom različitih oblika konzervacijske obrade tla remete se i naša ustaljena shvaćanja o međusobnom odnosu obrade i gnojidbe dušikom.

KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I BIOLOŠKA SVOJSTVA

Promjene fizikalno mehaničkog stanja tla, koje se događaju pod utjecajem različitih oblika konzervacijske obrade tla, znatno utječu na vodni, zračni i toplinski režim tla, što se opet odražava na smjer, karakter i intenzitet mikrobioloških procesa u tlu. Malč na površini tla smanjuje brzinu vjetra i gubitak vode. Mineralna gnojiva unesena u površinski sloj zajedno s malčem stvaraju povoljne uvjete za aktivnost mikroorganizama, što se pozitivno odražava na hranidbeni režim i stanje humusa u tlu. Pod utjecajem različitih oblika konzervacijske obrade tla mijenja se broj mikroorganizama koji koriste različite oblike organskog dušika (Petrenko, cit. prema Morgunu i Šikuli, 1984). Brža mineralizacija organske tvari oraničnog sloja pogoduje povećanju brojnosti bakterija i aktinomiceta. Obrada tla kultivatorom (ploskorezom) stvara povoljnije uvjete za rast i razvitak gljivične mikroflore tla, što se povezuje sa sniženjem pH tla za nekoliko desetina jedinica (Gnatenko, cit. prema Morgunu i

Šikuli, 1984). Obrada tla bez okretanja brazde pogoduje snažnom povećanju brojnosti svih vrsta mikroorganizama u sloju od 0 do 5 cm (50 do 60%) u usporedbi s oranjem lemešnim plugovima, a tek neznatno dublje u tlu (1 do 2%). Povećava se i brojnost *Azotobacteria* (1.5 do 2.4 puta). Kao posljedica pojačane biološke aktivnosti u uvjetima konzervacijske obrade tla povećava se količina oslobođenog ugljičnog dioksida (7 do 10%). Međutim, obrada tla bez pluga unekoliko smanjuje nitrifikacijsku sposobnost tla u donjem dijelu oraničnog sloja (15 do 25 cm). Dušični režim se pri obradi tla bez pluga pogoršava. Smanjuje se udio nitratnog, a povećava udio amonijskog dušika kao posljedica inhibicije procesa nitrifikacije. Nasuprot tome, dublje oranje (30 cm) potiče proces nitrifikacije (Hulpoi et al., 1971). Pri obradi bez oranja uvelike se mijenja i aktivnost pojedinih fermentata (invertaze, ureaze, proteaze, fosfataze i dr.).

Mikroflora rizosfere također je pod utjecajem obrade. U vrijeme elongacije stabljike pšenice no-tillage sadrži i do 50% manje gljiva (Herman, 1988). U drugim istraživanjima obrada tla nije signifikantno utjecala na ukupni broj vrsta micromycetesa (Herman, 1984, 1985). Rezultati su često kontradiktorni kada je riječ o konvencionalnoj i konzervacijskoj obradi tla.

Razlike u aktivnosti i biomasi mikroorganizama, iako u principu povoljnije pri oranju nego bez oranja, mogu uvelike ovisiti i o tipu tla, pa su rezultati često obrnuti, što pokazuju istraživanja provedena u Danskoj u monokulturi jarog ječma (Andersen et al., 1983). To isto vrijedi i za proces nitrifikacije i denitrifikacije.

Aktivnost entomofaune tla u uskoj je vezi s konzervacijskom obradom tla. Tlo naprosto kipi od raznih životinja, koje razrahljuju tlo, povećavaju vodopropusnost i pri odumiranju povećavaju sadržaj organske tvari. Među njima naše je zanimanje usmjereno na gujavice, koje se smatraju poboljšivačima strukture tla i indikatorima njegove plodnosti. Obrada tla znatno utječe na raspored i količinu gujavica u tlu. Pri minimalnoj obradi tla Lomakin (cit. prema Morgunu i Šikuli, 1984) je utvrdio na 1 m² 184 hodnika gujavica promjera 2 do 3 mm. Takvo „sito“ izrazito je povećalo filtraciju vode čak u smrznutom tlu. Pri intenzivnoj obradi tla hodnici gujavica se uništavaju, dok minimalizacija obrade pogoduje njihovom čuvanju i gotovo su dva puta brojniji nego pri oranju. Pri dubokoj obradi kultivatorom njihov broj se povećao za 40%, što znači da dio hodnika ostaje sačuvan i poslije obrade ovim oruđem.

Obrada bez oranja može povećati broj gujavica u sloju od 0 do 10 cm 4 do 5 puta. Poslije obrade plugom gujavice se skupljaju dublje u tlu (10 do 20 cm). Prema navodima Morguna i Šikule (1984) pod kukuruzom pri obradi bez pluga bilo ih je 8 do 17% više nego pri obradi plugom, a pod ječmom i esparzetom 14 do 20%. Razlog intenzivnoj zastupljenosti gujavica na mjestu nakupljanja žetvenih ostataka objašnjava se činjenicom da se taj sloj jače zagrijava i vlaži zahvaljujući malču koji se nalazi na površini čuvajući ga od isušivanja.

Problemom aktivnosti i zastupljenosti gujavica pod utjecajem različitih oblika konzervacijske obrade tla bavili su se i drugi istraživači (Andersen et al., 1983, Andersen, 1987, Hennuy et al., 1983, Haukka, 1988, Pitkänen, 1989 i dr.). Rezultati su manje-više podudarni. Broj gujavica povećava se u tlu bez oranja (Pitkänen, 1989). Razlike ipak postoje između pojedinih vrsta gujavica (Haukka, 1988), što treba uvažavati pri izučavanju utjecaja različitih zahvata obrade.

Gujavice bi se mogle podijeliti u tri ekološke grupe (Haukka, 1988): *Anēciques* koje žive u dubokim stalnim vertikalnim hodnicima i hrane se literom kojega uvlače s površine u svoje hodnike (*Lumbricus terrestris*).

Endogeëic vrste koje formiraju plitke horizontalne hodnike i hrane se organskom tvari tla i mrtvim korijenjem biljaka (*Aporrectoda caliginosa*).

Epigeëic vrste koje žive na površini, ispod otpadaka. One ne stvaraju stalne hodnike (*Dendrodriilus rubidus*). Oranje uništava trajne hodnike gujavica, što je važnije od direktnih oštećenja. K tome, oranje ubrzava stupanj dekompozicije biljnih rezidua, što dovodi do gladovanja gujavica.

Rezultati Haukke (1988) pokazuju da su *A. celiginosa* i *L. terrestris* bile najbrojnije pri direktnoj sjetvi i ugaru. Za *A. celiginosa* nisu utvrđene razlike, za *A. rubellus* obrada frezom bila je najbolji, a zero-tillage najgori način obrade, dok je za *L. terrestris* situacija bila upravo obrnuta. Očito je da način obrade ima jaki utjecaj na biomasu gujavica, ovisno o tipu tla i vrsti. Uloga gujavica na poboljšanje plodnosti tla ovisi o biomasu. Ako se pretpostavi da 0.2 g suhog tla probavi 1 g gujavica (svježa masa), onda 50 g gujavica može obraditi 15 t/ha tijekom aktivnosti od 150 dana. Ovo je prilično razumna procjena računajući da metoda uzorkovanja uvijek podejenuje biomasu. Na duže vrijeme odsutnost gujavica dovodi do pada plodnosti tla.

I prema istraživanjima Andersena (1987) zabilježen je signifikantan pozitivni utjecaj direktne sjetve na pojavu gujavica s osobitim naglaskom na *L. rebellus* i *L. terrestris*, čiji se broj povećavao 9 puta. U istraživanjima Andersena et al. (1983) u monokulturi ječma obrada frezom utjecala je na gujavice roda *Aporrectodea* više nego *L. terrestris*, koja je, s druge strane, bila više pod utjecajem oranja. Utjecaj freziranja bio je manji na glinastom tlu. *Sinapis alba* kao međusjjev pozitivno je utjecala na gujavice, osobito *L. terrestris*. U pjeskovitim tlima populacija gujavica bila je vrlo mala (1 do 2 /m²), dok se u glinastim kretala od 20 do 50 /m², osim u varijantama bez međusjjeva. Ovdje je nađeno samo 5 do 8 gujavica /m². Utjecaj mehaničkih zahvata obrade treba promatrati u relaciji s vertikalnom distribucijom organske tvari i uvjetima vlaženja.

Rezultati Hennuya (1983) uglavnom se podudaraju s rezultatima prije navedenih autora, što znači da je direktna sjetva izrazito pozitivno utjecala na pojavu broja i vrste gujavica odnosno kokona, ali različito prema vrstama. Rezultati bioloških istraživanja omogućuju zaključak da je obrada bez pluga u najširem smislu riječi u prednosti pred oranjem pri intenziviranju biološke aktivnosti tla i uspostavljanja i održavanja njihove plodnosti.

KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I BILJNE BOLESTI

Konzervacijska obrada tla zahtijeva određene modifikacije u suzbijanju biljnih bolesti. U tom pogledu integralna zaštita bilja podrazumijeva mehaničke, kemijske, biljno-genotipske i biološke mjere (Allmaras i Dowdy, 1985). Gomilanjem većih količina biljnih rezidua pri različitim oblicima konzervacijske obrade tla stvaraju se povoljni uvjeti za širenje uzročnika različitih biljnih bolesti. Čini se, barem što se tiče istraživanja u ovoj domeni u Europi, da im se tek u novije vrijeme počinje poklanjati više pažnje. U svakom slučaju, konzervacijska obrada tla nije jedini od potencijalnih čimbenika koji može dovesti do jačeg širenja biljnih bolesti, već je ono vezano s intenziviranjem i drugih zahvata u cilju postizanja viših prinosa, kao što je povećanje gustoće sklopa, natapanje, intenzivnija gnojidba, osobito dušikom i nove osjetljivije sorte. U svemu tome značajan utjecaj mogu imati vremenske prilike, koje se najčešće mogu manifestirati nepovoljnim hidrotermičkim odnosima. Virulentnost uzročnika bolesti također utječe na jakost zaraze, pa ako se zbirno promatraju svi navedeni čimbenici, a postoje, dakako, još i neki drugi,

pobude i potrebe da se ozbiljno pristupi istraživanju utjecaja konzervacijske obrade tla na pojavu i širenje biljnih bolesti dovoljno su izazovne.

Neki radovi iz ove domene odnose se na *Gaeumannomyces graminis* (Herman, 1984, 1985, 1988, Lochart et al., 1975, Prew, 1981), *Cephalosporium gramineum* (Christian i Miller, 1984), *Cercospora herpotrichoides*, *Septoria spp.*, *Erysiphe graminis*, *Puccinia tritricina*, *Fusarium spp.* (Cassini et al., 1976), *Rhizoctonia solani* i *Rhynchosporium secalis* (Rothamsted report for 1973, 1974, 1975, 1976, 1977). Dobiveni rezultati su različiti, često i oprečni što se tiče načina i dubine obrade u pogledu širenja spomenutih biljnih bolesti. Prema istraživanjima Rasmussena (1988) napad *Gaeumannomyces graminis* i *Pseudocercospora herpotrichoides* ne ovisi o načinu obrade, dok se boleti lista ponekad mogu širiti nakon direktne sjetve i reducirane obrade. U sklopu pojedinih sustava obrade moguće su modifikacije unutar istog sustava ovisno o sukcesiji usjeva u plodoredu, intenzitetu gnojidbe dušikom i postupcima sa žetvenim ostacima (spaljivanje, unošenje u tlo, malčiranje). Na osnovi citiranih istraživanja, mogao bi se postaviti preliminarni zaključak da su pri direktnoj sjetvi kao jednom od oblika konzervacijske obrade u načelu uvjeti za pojavu i širenje navedenih bolesti manji u odnosu na konvencionalnu obradu. No, ovaj problem zaslužuje temeljitija istraživanja i precizniju obradu.

Suzbijanje štetočina u sustavima konzervacijske obrade tla, čini se, da još uvijek nije tako uspješno kao suzbijanje korova, pa ni bolesti. Integralna zaštita protiv štetočina u velikoj se mjeri oslanja na rezistentne sorte, kao i kemijske, a u novije vrijeme i biološke metode. U manjoj mjeri to su neke agrotehničke mjere, kao što je dublje unošenje biljnih ostataka i rokovi sjetve. U svakom slučaju suzbijanje štetočina u sklopu sustava konzervacijske obrade tla ima svoje specifičnosti, ali one prelaze okvir ovih izlaganja.

LITERATURA

- Allmaras, R. R., Dowdy, R. H.,** (1985). Conservation tillage system and their adoption in the United States. *Soil Till. Res.*, 5:197-222.
- Andersen, C., Eiland, F., Vinther, F. P.,** (1983). Ecological investigations of the soil microflora and fauna in agricultural systems with reduced cultivation, spring barley and catch crop. *Tidsskr. Planteavl*, 87:257-296.

- Andersen, A., Jensen Boye M.,** (1983). Soil tillage and catch crop by growth of barley. 2. The morphologic development of barley plants in relation to nitrogen. *Tidsskr. Planteavl*, 87:217-236.
- Andersen, A.,** (1987). Effects of direct drilling and ploughing on populations of earthworms *Saertryk of Tidsskr. Planteavl*, 91:3-14.
- Aslyng, H. C.,** (1982). Soil tillage, stuble crop and nitrogen balance. *Proc. 9th Conf. ISTRO, Osijek*, pp. 79-84.
- Azevedo, A. L., Fernandes Vizen Leonor M.,** (1972). Evolucao do teor em materia organica de barros castanko – avermelhados su jeitos a um sistema de mobilizacão minima. I – Carbono orgânico, 33:181-220.
- Azevedo, A. L., Fernandes Vizen Leonor M.,** (1973). Evolucao do teor em materia organica de barros castanko – avermelhados su jeitos a um sistema de mobilizacão minima. II azoto total. *An. do inst. Sup de Agron.*, 34:115-137.
- Azevedo, A. L.,** (1975). Evolucao do teor em materia organica de barros castanko – evermelhados su jeitos a um sistema de mobilizacão minima. III – razao C/N, *An. do inst. Sup de Agron.*, 34:125-145.
- Ball, B. C., 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., O'Sullivan, M. F.,** (1987). Cultivation and nitrogen requirement for drilled and broadcast winter barley on a surface water gley (Gleysol). *Soil Till Res.*, 9:103-122.
- Ball, B. C., Lang, R. W., O'Sullivan, M. F., Franklin, M. F.,** (1989). Cultivation and nitrogen requirement for continuous winter barley on a gleysol and cambisol. *Soil Till Res.*, 12:333-352.
- Boisgontier, D.,** (1987). Les techniques simplifiecs I.T.C.F. – Service Agr. et Envir., Boigneville.

- Butorac, A., Lacković, L., Beštak, T., Vasilj, Đ., Seiwerth, V.,** (1981). Istraživanje sistema reducirane i konvencionalne obrade tla u kombinaciji s mineralnom gnojidbom za glavne oranične culture na hipogleju srednje PODRAVINE. Savjetovanje “Aktualni problemi poljoprivredne mehanizacije”, Poreč, 129-145.
- Butorac, A., Lacković, L., Beštak, T., Vasilj, Đ., Seiwerth, V.,** (1981). Efficiency of reduced and conventional soil tillage in interaction with mineral fertilizing in crop rotation winter wheat – sugar beet – maize on lessivè pseudogley. Polj. znan. smotra, 54:5-30.
- 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. 8th Conf. ISTRO, Hohenheim, 2:359-364.
- Canarache, A., Tánăsescu, O., Chiriac, A., Páltineanu, I. C., Negrila, C., Negrila Catrinel Seceleănu, I., Irimescu, O.,** (1988). Cercetări privind influența sistemelor de lucrare a solului și a metodelor de udare asupra stării agrofizice și agrochimice a solului. Lucrări științifice, 9:89-120.
- Christian, D. G., Miller, D. P.,** (1984). Cephalosporium strips in winter wheat grown after different methods of straw disposal. Plant Pathology, 33:605-606.
- Christian, D. G., Crees, R., Dowdell, R. J.,** (1985). Yield and uptake of fertilizer nitrogen by direct – drilled winter barley growing on a chalk soil. Soil use and management, 1(3):74-79.
- Destain, J. P., Roisin, C., Guiot, J., Frankinet, M., Raimond, Y., Francois, E.,** (1989). Effects of different methods of cultivation on uptake of soil mineral nitrogen and split – applied labelled fertilizer nitrogen by winter wheat. Soil Sci., 147(5):371-377.
- Diez, Th., Kreitmayr, J., Weigelt, H.,** (1988). Erosions schutzmaßnahmen im Mais und Zuckerrübenanbau. Landtechnische zeitschrift, 1:1-19.

- Dowdell, R. J., Colbourn, P., Cannell, R. Q.,** (1987). A Study of Mole Drainage with Simplified Cultivation for Autumn – Sown Crops on a Clay Soil. 5. Losses of Nitrate – N in Surface Run – off and Drain Water. *Soil Till. Res.*, 9:1-9:9.
- Fleige, H., Baeumer, K.,** (1973). Crop use of soil and fertilizer nitrogen in tilled and untilled loess soil. Sixth Inter. Conf. Soil Tillage, Wageningen, 9(1) – 9(2).
- Frankinet, M., Grevy, L.,** (1982). Influence of soil tillage on P₂O₅ and K₂O content in plant. Proc. 9th Conf. ISTRO, Osijek, pp. 310-316.
- Goss, M. J., Howse, K. R., Colbourn, P., Harris, G. L.,** (1988). Cultivations systems and the leaching of nitrates Proc. 11th inter. Conf. ISTRO, Edinburg, 2:679-684.
- Guerif, J.,** (1987). Métiers organiques et simplification du travail du sol en rotations céréalières. *Prospectives Agricoles*, 11:16-19.
- Haukka, J.,** (1988). Effect of reduced cultivation on earthworms. Swedish Univ. of Agr. Sci., Uppsala, Reports from the Division of Soil Management, 77:83-89.
- Hennuy, B., Gaspar, Ch., Frankinet, M.,** (1983). Evolution des peuplements de lombriciens selon le travail sol. *New trends in soil biology*, 629-632.
- Herman, M.,** (1984). Micromycetes in the rizosphere and the roots of wheat under conventional and zero-tillage. *Soil Till. Res.*, 4:591-598.
- Herman, M.,** (1985). Antagonistic activity of the rhizosphere mycoflora against *Gaeumannomyces graminis* under conventional and zero-tillage. *Soil Till. Res.*, 5:371-379.
- Herman, M.,** (1988). Vliv zpracování pudy na pudni mykofloru a napadene pšenice ozimě černáním pat stěbel v osevním postupu. Proc. XI Czechoslovak Plant Protec. Conf., Nitra, 43.
- Holte, L.,** (1982). Effect of zero-tillage on soil characteristics and crop yields. Proc. 9th Conf. ISTRO, Osijek, pp. 118-124.

- Hulpoi, N., Eliade, Gh., Pintilie, C., Sin, Gh.,** (1971). Cercetari privind activitatea biologica a solului arat la diferita adincimi. An. I.C.C.C.P.T., 37:75-85.
- Knittel, H., Lang, H.,** (1988). Results from long-term experiments with agricultural crops measuring the effect of various amounts of nitrogen and different tillage systems on yield and nitrogen mineralisation of soil. Proc. 11th Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh, 2:709-713.
- Lochart, D.A.S., Heppel, V.A.F., Holmes, J. C.,** (1975). Take – all (*Geaumannomyces graminis* (Sacc.) Arx and Olivier). Incidence in Continuous Barley Growing and Effect of Tillage Method. EPP0. Bull., 5(4):375-383.
- Maillard, A., Vez, A.,** (1982). Influence of different soil tillage implements on yield and some chemical and physical soil properties in a long term experiment. Proc. 9th Conf. ISTRO, Osijek, pp. 484-487.
- Marti, M.,** (1984). Kontinuirlicher Getreidebau ohne Pflug im südosten Norwegens – Wirkung auf Ertrag, physikalische und chemische Bodenparameter. Inst. for jordkultur, Norges Landbrukshøgskole, Ås – NLH.
- Morgun, F. T., Šikula, N. K.,** (1984). Počvozaščitnoe besplužnoe zemledelie. Moskva.
- Pitkänen, J.,** (1988). Effects of ploughless tillage on physical and chemical properties of soil. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote, 21:62-162.
- Pitkänen, J.,** (1989). Effects of long-term reduced tillage on structure and fertility of a silty clay soil. Vakola, 1:35-68.
- Prew, R. D.,** (1981). The effect of minimum cultivation on the incidence of take-all down the root profile of winter wheat. Ann. Appl. Biol., 98:217-226.
- Rasmussen, K. J.,** (1988). Ploughing, direct drilling and reduced cultivation for cereals. Saertryk af Tidsskrift for Planteavl, 92:233-248.

- Riley, H., Ekeberg, E.,** (1989). Ploughless tillage in large – scale trials. II. Studies of soil chemical and physical properties. Norsk landbruksforskning, 3:107-115.
- Rizzo, V., De Giorgio, D., Colucci, R.,** (1986). Effeti di diverse modalita di preparazione del terreno e di dosi crescenti di azoto su una monoculture di frumento duro. Estr. dalla Rivista di Agron., 20(2-3):226-232.
- Rizzo, V., De Giorgio, D.,** (1988). Soil tillage and nitrogen fertilizing on durum wheat in southern Italy. Proc. 11th Inter. Conf. ISTRO, Edinburgh, 2:839-844.
- Rozsypal, R., Suškevič, M.,** (1987). Vliv rŕznĕ intensity zpravovĕny pŕdy v osevnych postupech na chemickĕ vlasnosti ĉernozemĕ. Roslina vyroba, 33:1105-1114.
- Titulaer, H.H.H., Ouwerkerk, C., Boone, F. R., Lumkes, L. M.,** (1980). Availability of nitrogen in the soil profile. In: Experience with three tillage systems on marine loam soil. I: 1972-1975, Agric. Res. Rep. 899, Wageningen, 42-49.
- Webster, C. P., Dowdell, R. J., Cannell, R. Q.,** (1985). Uptake of labelled nitrate by roots of winter barley on a direct drilled or ploughed silt loam soil. Soil Till. Res., 5:381-389.
- xxxxx.** Rothamstad report for 1973, 1974, 1975, 1976, 1977.

Adresa autora - Authors' addresses: Primitljeno - Received: 30.09.2006
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

A. Butorac i sur.: Utjecaj sustava konzervacijske obrade tla na kemijska svojstva,
primjenu dušika, biološka svojstva i biljne bolesti
