

I predavanje – ULOGE TLA

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU – AGRONOMSKI FAKULTET

Zavod za opću proizvodnju bilja

Nastavni modul:

TEMELJI UZGOJA BILJA

F. Bašić

VIŠENAMJENSKO OBILJEŽJE POLJOPRIVREDE I TLA KAO TEMELJ ODRŽIVOG GOSPODARENJA TLOM NA PRAGU NOVOG MILENIJA

(Pisano predavanje)

Kad Veliki poglavica iz Washingtona šalje glas da želi kupiti naše tlo, traži previše od nas... I ako vam ga prodamo, naše tlo morate čuvati kao svetinju... Morat ćete učiti svoju djecu, kao što smo mi učili našu, da je tlo pod njihovim stopama pepeo njihovih djedova, da nam je tlo majka... Što god snađe tlo, snaći će i djecu toga tla. Pljuje li čovjek na tlo pljuje na sebe. Tlo ne pripada čovjeku - čovjek pripada tlu... Sve su stvari povezane kao krv koja objedinjuje obitelj...

(Odabrani citati iz poznatog pisma poglavice Sealtha, – Washington, 1854. god.)

Proslov

1. Uvod

2. Posebnosti tla kao prirodnog izvora

2.1. Tlo kao uvjetno obnovljivi prirodni izvor

3. Uloge tla

3.1. Tlo u tvorbi organske tvari - poljoprivredi i šumarstvu

3.2. Ekološko - regulacijska uloga tla

3.2.1. Tlo kao prijemnik - sakupljač (akumulator) i izmjenjivač (transformator) i medij prijenosa (transfera) tvari

3.2.2. Tlo kao pročistač (filter) vode

3.2.3. Tlo kao univerzalni pufer

3.2.4. Klimatsko regulacijska uloga tla

3.3. Tlo kao izvor genskog bogatstva i zaštite biološkog raznovrsja

3.4. Prostorna uloga tla

3.4.1. Tlo kao "nositelj" infrastrukture

3.4.2. Tlo kao odlagalište

3.4.3. Tlo u oblikovanju krajobraza

3.4.4. Tlo kao izvor sirovina

3.5. Kulturna uloga tla - tlo kao povjesni medij

4. Gospodarenje tлом – gospodarenje životom !

Zaključak

Literatura

Zagreb, ožujak 2006.

I predavanje – ULOGE TLA

PROSLOV

Dodajmo gornjim riječima indijanskog poglavice još i mišljenje W.C. Lowdermilka iz Službe za zaštitu tla (Soil Conservation Service - USA), izrečeno u zaključku dugogodišnjih istraživanja tala na izvorištima poznatih civilizacija na Zemlji. On doslovce kaže; *da je Mojsije znao što će se dogoditi s tlom Obećane zemlje, u koju je doveo narod Izraela, danas bi imali jednu zapovijed više, a ta, jedanaesta bi Čovjeka obvezivala na čuvanje tla za svoju djecu, i djecu svoje djece.*

Jer; tlo je po mnogo čemu jedinstvena tvorevina. Ono je «alfa i omega», u sebi na poseban način sadrži i Početak i Kraj – i rođenje i smrt. Ili Smrt i Uskrsnuće. Tlo je dakle i «kolijevka» i «grobnica», ili, kako reče poglavica «pepeo naših djedova», i stvaranje Života i brisanje njegovih tragova. Jer, u tlu počinje Život, buđenjem klice stotina milijardi sjemenki u svako novo proljeće, kao što će isto tlo u jesen u svoja njedra primiti sve ostatke toga života, dio tih ostataka razgraditi do vode i CO₂ ... osloboditi vezane biogene elemente, da bi, njima zahvaljujući, i naredno proljeće ponovo započeti isti, beskrajno složen i mističan, savršen, a naoko tako jednostavan ciklus. Kao svojevrsni Perpetum mobile!

Jeste li sijući neku sjemenčicu.... svoju oranicu pšenicom, utiskujući u tlo svojega vrta sjemenčicu mrkve ili graška, lukovicu luka, gomolj krumpira, presadnicu rajčice ili paprike, sadeći sadnicu jabuke, masline, bora ili cijep graševine, blatine,... razmišljali o čudnoj «običnosti» tla da Vam Vaš trud uzvratí prekrasnim darovima – kruhom, povrćem, voćem, sokom, vinom... Koliko «običnosti», a koliko čarobne «neobičnosti»!!! Baš kao što P. Neruda piše kruhu; O kruše, kako si običan, a kako profinjen? Jeste li pomislili, da, koliko ste god puta obavili sjetvu – sadnju, koliko je god sve tom prilikom «bilo slično», nikada to nije bilo «isto» – ni tlo, ni vremenske prilike u vrijeme kada ste s nadom u Dobro obavljali sjetvu ili sadnju, a pogotovo poslije toga...

Citirane riječi poglavice da su «sve stvari povezane» suvremena znanost čita kao već široko prihvaćen, suvremen, cjelovit ili tzv. holistički pristup u proučavanju beskrajno složenih ekoloških odnosa i sustava. Znanstvenici Svijeta koji se bave proučavanjem tla, okupljeni u Međunarodnu uniju tloznanstva – IUSS (International Union of Soil Sciences, osnovana 1924. god.) na 16. kongresu održanom u Montpellieru 1998. god. predložili su, a brojne nacionalne udruge i NGO-i prihvatili prijedlog da se utvrdi kao Svjetski dan tla. Hrvatsko tloznanstveno društvo (utemeljeno 1932. god) dalo je također punu i svesrdnu potporu tom prijedlogu. Tražeći termin za taj dan izbor je pao na 20. ožujka – vrijeme prije obilježavanja Dana drveta i Dana voda, odnosno vrijeme ravnodnevnice, kada Priroda kroči u proljeće - razdoblje Svjetla, Topline, Buđenja i življeg kolanja životnih sokova.

Što je tlo – koje su mu uloge i značaj, treba li mu, i zbog čega, odrediti poseban dan?

Najprije, tlo ili pedosfera predstavlja tanki omotač Zemlje, smješten između Zemljine kore ili litosfere i atmosfere. U usporedbi sa živim organizmom, koja naravno nije bez temelja, imajući napose na umu mišljenje da je «sve povezano», jer se pod pojmom «sve» ne podrazumijeva samo «sve zemaljsko» već «univerzum» tlo predstavlja svojevrsnu kožu – epidermu Zemlje. Kao i koža, tlo je i nastalo, a i izloženo djelovanjima «iz vana» – atmosfere, «sa strane» - iz biosfere i hidrosfere, odnosno «iznutra» - iz stijene iz koje je i nastalo - iz litosfere. Nije mu lako, pa i reagira baš kao koža – ponegdje je i katkada osjetljivije, a drugdje i u drugim prilikama nam se čini manje osjetljivim. Naravno, tloznanstvenici, baš kao svojevrsni «dermatolozi Zemlje» uglavnom dobro poznaju razloge veće ili manje osjetljivosti na te utjecaje. A nije lako ući u trag tim razlozima – oni su jako brojni, i sve teže predvidljivi!

Tlo nastaje dugim procesima – nikada kraćim od nekoliko desetaka tisuća godina, kao što su primjerice černozemi - naša najplodnija tla oko Iloka u Srijemu, a katkada i dužim od milijun godina, kao primjerice crvenice oko Umaga, za čije je stvaranje potrebno milijun godina. A za izgubiti ga dovoljno je samo jedan dan neopreza!

I predavanje – ULOGE TLA

1. UVOD

Suvremena civilizacija izložena je neskladu i brojnim suprotnostima: između razvijenog Sjevera i nerazvijenog Juga, između bogatih i siromašnih unutar iste države, ali i između Čovjeka i njegova okoliša. U središtu tih suprotnosti nalazi se tlo kao izvor života i izuzetno značajan, a jedan od najugroženijih prirodnih izvora. Zbog njegova višestrukog značaja ugrožavanje tla vodi gubitku opće ravnoteže ekosustava, s teško predvidivim posljedicama. Stoga je ključno pitanje opstanka i napretka postalo pitanje djelotvorne zaštite tla i održivog gospodarenja tlom. To pitanje našlo je svoje mjesto u *Agendi 21 Svjetske konferencije o okolišu, održane u Rio de Janeiru*. Slijedi zatim operacionalizacija različitih aspekata djelotvorne zaštite tla, odnosno serija inicijativa; prvo u okviru *CABI (Commonwealth Agricultural Bureaux International)*, zatim *IBSRAM (International Board of Soil Research and Management)*, a FAO predlaže smjernice za vrednovanje održivog gospodarenja tlom - *FESLM (Framework for Evaluating Sustainable Land Management)*. Program ujedinjenih nacija za okoliš i razvitak - UNEP (United Nations Environment Programme) pokreće poseban projekt pod nazivom: *Globalna prognoza degradacije tla - GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation)*, u okviru kojega su prikupljeni podaci o globalnom stanju i tendencijama oštećenja tala. Podaci koji su dobiveni bili su porazni, pa se, u cilju zaštite tla pokreću aktivnosti na sustavnom motrenju - monitoringu tala, najprije na razini država, zatim različitih regija (Hrvatska sudjeluje u okviru asocijacije Alpe-Jadran i Podunavlje), zatim zajednica država – EU, pa će slijediti kontinentalni, i na kraju globalni sustavi trajnog motrenja tala. Za brigu o tlu Europska unija je formirala vlastiti Ured za tlo, sa sjedištem u Ispri – Italija.

Problem ugroženosti tla i njegove zaštite prihvaća dakako Međunarodna unija tloznanstvenih društava (čiji je član i Hrvatsko tloznanstveno društvo), kao i nacionalna tloznanstvena društva. Pokreću se brojna znanstvena savjetovanja posvećena problemima oštećenja tla, pitanjima njihove djelotvorne zaštite i održivog gospodarenja tlom. Aktivnostima se priključuju različite nevladine organizacije – NGO i fondacije, pri čemu se posebno brine i o tome da se iz toga procesa ne isključe i države u tranziciji, koje nažalost imaju druge probleme, koji zasjenjuju težinu ovoga. U programu fondacije «Charles Leopold Mayer» pod naslovom «Platforma za svijet jedinstva i odgovornosti» navodi se između ostaloga; «Program treba promovirati obradu i gospodarenje tlom koji uzrokuju minimalna oštećenja bioloških, hranidbenih, vodnih i regulacijskih značajki tla. Ocjenjeno je nadalje, da ogromna oštećenja tla na nekim dijelovima

I predavanje – ULOGE TLA

globusa imaju za posljedicu pad plodnosti, koji na nekim područjima ima dramatične razmjere, koje dovode do opustinjavanja - dezertifikacije. Temeljem toga, *cilj programa postaje globalna revizija sustava poljoprivredne proizvodnje i mobilizacija humanih resursa u smjeru smanjenja neizvjesnosti opskrbe hranom i selektivni pristup tim pitanjima, prilagođen stanju u ekosustavu*».

Prijelomni događaj, koji će, prema svemu sudeći obilježiti prvo desetljeće narednoga milenija, je konferencija u Maastrichtu održana 1999. god., na kojoj je promoviran novi koncept razvitka poljoprivrede pod naslovom **Multifunctional Character of Agriculture and Land – MFCAL**. **Mi smo ga preveli kao: “Višenamjensko obilježje poljoprivrede i tla“. Konkretno, gospodarski i ekološki prihvatljive mjere i zahvate u uzgoju bilja i stoke, kao preduvjet provedbe toga koncepta u različitim agroekološkim uvjetima tek treba osmisliti.**

Naše znanstvene i stručne djelatnike s toga područja tek čeka ta složena zadaća.

2. POSEBNOSTI TLA KAO PRIRODNOG IZVORA

2.1. Tlo kao uvjetno obnovljivi prirodni izvor

Zbog dugotrajnog postanka neki autori svrstavaju tlo u neobnovljive prirodne resurse. Tlo nije apsolutno neobnovljivo, ali je postanak (geneza) tla tako spor proces da tlo ne može biti obnovljeno u istom naraštaju u kojemu je uništeno, pa se stoga može smatrati uvjetno obnovljivim. Budući da neprimjerenim gospodarenjem svako tlo može biti uništeno, onečišćeno ili premješteno u vrlo kratkom vremenu, velika je odgovornost ovovremenih korisnika tla.

3. ULOGE TLA

Tlo je jako složen polidisperzni sustav, koji se sastoji od krute, tekuće i plinovite komponente, odnosno organskih i anorganskih, živih i neživih tvari. Uloga tla u prirodnim ekosustavima i agroekosustavu nije jednostavna. Ona je višeznačna - višestruka i višenamjenska. Neke su uloge teško odvojive ili neodvojive jedna od druge, a tome nasuprot, druge se međusobno potpuno isključuju.

3.1. Tlo u tvorbi organske tvari - poljoprivredi i šumarstvu

Najznačajnija, nezamjenjiva i primarna uloga tla, koja se najčešće navodi kao najvažnija, ali je svakako najviše poznata, je opskrba biljke vodom, zrakom i hranjivima, što omogućuje proizvodnju biomase - organske tvari fotosintezom. U toj ulozi tlo je nezamjenjiv čimbenik održanja života na Zemlji, odnosno biljne proizvodnje u primarnim gospodarskim granama -

I predavanje – ULOGE TLA

poljoprivredi i šumarstvu. Proizvodnjom organske tvari u poljoprivredi i šumarstvu čovjek podmiruje “prehrambene” i “neprehrambene” potrebe. Naime, u ovoj ulozi tlo nam, korištenjem u poljoprivredi i šumarstvu, omogućuje opskrbu hranom - Food security (kruh, meso, mlijeko, jaja, povrće, voće, gljive), pićem (vino, pivo), napitcima (voćni i groždani sokovi, sokovi rajčice), energijom (ogrjev, biodiesel, alkohol), vlaknom (predivo bilje – pamuk, lan, konoplja), lijekom i začinima (ljekovito i začinsko bilje), ukrašava nam život (dekorativno bilje), osigurava sirovine za drveno prerađivačku i prehrambenu industriju (brašno, ulje, šećer, vlakna), odijeva nas i obuva (krzno, koža), opskrbljuje nas užitnim tvarima (alkohol, droge – duhan, hašiš, opijum).

Tlo je dakle temelj poljoprivrede i šumarstva, kao važnih gospodarskih grana, koje su izvor tzv. prehrambene sigurnosti (Food security) svakoga naroda i središnje gospodarske grane tzv. održivog razvitka, kao koncepta u koji čovječanstvo na početku novoga milenija polaže ogromne nade. Dakako, te grane i same na poseban način utječu na okoliš – prirodne i antropogenizirane, terestričke i akvatične ekosustave pa stoga imaju i značajnu ekološku ulogu.

Koliko se hrane troši u jednom danu na Zemlji?

SVAKI DAN se na Svijetu pojede:

Iz životinjskog svijeta:

- 604.000 tona mesa – odgovara težini milijun krava!
- 104 milijuna pilića,
- 3 milijuna svinja,
- 1,4 milijun ovaca,
- 738.000 goveda....

Ali, kada bi svaki žitelj na Zemlji dobio “svoj dio” ukupne količine koja se svaki dan potroši bilo bi to:

Malo manje od dva zalogaja!!! ???

Iz biljnog svijeta:

- 1 600 000 tona pšeničnog brašna,
- 1 700 000 tona kukuruza,
- 1 500 000 tona riže,
- 675 000 tona krumpira,
- 246 000 tona rajčice,
- 132 000 tona kupusa,
- 156 000 tona graha i leće,
- 110 000 tona luka,
- 180 000 tona naranči,
- 160 000 tona banana,
- 157 000 tona grožđa,
- 153 000 tona jabuka,
- 130 000 tona lubenica,
- 131 000 tona kokosa,

Kokoši snesu preko 2 mld.jaja dnevno-omlet za masu veličine otoka Cipra !!!

I predavanje – ULOGE TLA

Pčele svaki dan pridonese 3000 tona meda – dovoljno za namazati krišku kruha površine šireg područja Londona!!!

Svemu tomu ishodište je tlo! Razumljivo je da se najveći značaj pridaje činjenici da oštećenja tla mogu dovesti u pitanje opskrbu hranom, dakle prehrambenu sigurnost. Suvremeni pristup problemu prehrambene sigurnosti definiran na Svjetskom sastanku na vrhu o hrani u Rimu 1997. god., oslanja se na *načelo tzv. samodostatnosti, što znači da svaka država treba sama proizvesti osnovne prehrambene potrepštine*. Međunarodna solidarnost državama i regijama koje u tome imaju teškoća orijentira se na pomoć izradi programa razvitka poljoprivrede i formiranju odgovarajućih službi za pomoć poljoprivrednicima – znanstvene ustanove, savjetodavna služba, veterinarska služba, sjemenarstvo, i dr. Samo prirodne i humane katastrofe smatraju se «opravdanim» razlozima za intervenciju izravnom dostavom pomoći u hrani.

Kolika je površina zemljišta potrebna za prehrambenu sigurnost?

U povijesti, i različitim područjima antroposfere, ta je površina jako različita. *Kimpe (1998)* navodi da je svjetski fond poljoprivrednih tala 1992. god. bio «raspoređen» tako da je u industrijski razvijenim zemljama na svakog žitelja otpadalo prosječno 0,76 ha poljoprivrednog zemljišta, a u zemljama u razvoju 0,17 ha, što je premalo za podmirenje svih potreba. Minimalnom se smatra 0,10 ha obradive površine po glavi žitelja.

A u nas?

Poljoprivredne površine Hrvatske

Tablica 1.

Površina Hrvatske:			56 538 km ²
Broj stanovnika			4 784 265
Poljoprivredno zemljište - 1995. god. – u hektarima površine			
Način korištenja (ha)		Ukupno	Po stanovniku
Oranice i vrtovi		1 465 000	0,310
Voćnjaci		70 000	0,014
Vinogradi		72 000	0,015
Livade		413 000	0,086
Ukupno obradivo zemljište		2 020 000	0,420
Pašnjaci		1 155 000	0,240
Ukupno poljoprivredno zemljište		3 208 000	0,670
Šume		1 978 000	0,410

Nije stoga čudo da se ponovo prizivaju postavke Maltusove teorije, tako da *Greenland et al (1998)* na ovuu temu objavljuju knjigu pod naslovom «Zemljišni resursi – na rubu Maltusove

I predavanje – ULOGE TLA

provalije? Hrvatska bi dakle trebala optimalno pokrivati svoje potrebe hrane, a mogla bi podmirivati minimalne potrebe 20-ak milijuna žitelja! Naglašavamo: *minimalne potrebe!* Općenito gledajući, pokriće potreba, odnosno postizanje visokog stupnja samodostatnosti važno je za samostalnost - integritet, gospodarsku, socijalnu, kulturnu i političku stabilnost svake države.

Zbog toga se problemi zaštite tla na poseban način prelamaju u suvremenim geopolitičkim kretanjima. U državama srednje i istočne Europe, među kojima i u Hrvatskoj, u proteklom desetljeću došlo je do promjena posjedovnih odnosa u poljoprivredi - privatizacije i pripreme za uključivanje u europske integracije. Privatizacija poljoprivrednog zemljišta otvorila je mogućnost da u posjed zemljišta dođu nestručne osobe, sa samo jednim ciljem – eksploatacija tla na način da se iz njega poluči što veći profit. To je zlo, ali barem naoko manje od pojave da primjerice se zemljište oko Zagreba, kao najvećeg potrošačkog središta, u koje su projektom Črnc polja svojedobno uložena ogromna sredstva za odvodnju i kompleksno uređenje, najblaže rečeno koristi na način koji ga čini “mrtvim kapitalom”. Trebali uopće reći da društvo mora tražiti, i naći, mehanizme djelotvorne zaštite tla, kao vrijednog i nezamjenjivog nacionalnog blaga. Nije upitno da se društvo koje to ne umije lišava svoje sigurne sutrašnjice.

U državama s površinom obradivog zemljišta *per capita* ispod 0,10 ha problem oštećenja tala npr. erozijom, ima dramatične posljedice. Podaci koje iznosi Lal (1997) govore da je u deset država Afrike i Azije površina obradivog zemljišta 1990 g. iznosila manje od kritičnih 0,10 ha po žitelju, a procjenjuje se da će se taj broj, uz aktualna demografska kretanja 2025 god. povećati na čak 29 država.

Dodajmo k tome lako predvidivu pojavu, da će socijalno raslojavanje u društvu općenito, a u poljoprivredi posebno, imati za posljedicu trend da bogata gospodarstva ulažu u proizvodnju još više agrokemikalija, koriste još teže strojeve, i uzrokuju još veća oštećenja tla, a njima nasuprot, siromašna i mala gospodarstva, koja imaju siromašna tla, i još veće potrebe, neće imati sredstava ni za najnužnija, gospodarski opravdana, a ekološki prihvatljiva ulaganja. Posljedice toga trenda moguće je, i dakako potrebno, selektivnim gospodarskim mjerama ublažavati. Poljoprivrednici će djelotvorno utjecati na tlo ako za to budu stimulirani gospodarskim mjerama, ali i dobro obaviješteni o učincima svojega (ne)djelovanja. Mala obiteljska gospodarstva u nas prolaze teško razdoblje, u kojemu je za većinu njih glavna briga goli opstanak.

I predavanje – ULOGE TLA

Nemamo dvojbi o tomu da izlaz iz gospodarske krize i stabilan razvitak Hrvatska može polučiti samo kao stalan i prepoznatljiv po ponudi izvoznik poljoprivrednih proizvoda na svjetsko tržište. Globalizacija i liberalizacija u kretanju roba i kapitala koje otvara ulazak u WTO otvara potrebu da se naznače neki putokazi glede aktualnog stanja na ovom području. Kao partner našem gospodarstvu, bogate zemlje razvijenoga Sjevera, koje imaju hiperprodukciju hrane i veliku kupovnu moć pučanstva, ne postavljaju više zahtjeve glede u kojima bi bitnija odrednica bila količina proizvoda. Sve se naglašenije i istančanije postavlja pitanje kakvoće određenog proizvoda. U tomu se ide tako daleko, da se traži podatak o tome tko je, gdje, i na koji način, proizveo neki proizvod, na kakvim tlima, da li su ta tla čista, postoji li o njima informacijski sustav, ima li u blizini izvora onečišćenja, i dr. Partneri koji za proizvode iz svoje ponude ne mogu pružiti pouzdan odgovor na ta pitanja ne mogu pretendirati na značajnije mjesto na tržištu tih država. Treba reći, da su i u turizmu, kao našoj, poslije poljoprivrede najvažnijoj gospodarskoj grani, šanse država koje svojoj turističkoj klijenteli ne mogu jamčiti isto takove proizvode minimalne, barem kada je u pitanju platno sposobnija i stoga turističkom tržištu zanimljiva klijentela. Valja reći da su ti zahtjevi izvor suprotnosti i kolizije sa samim načelom “slobodne trgovine”, kao temeljem tržišnog gospodarstva, jer se javlja i posebna “kvalitativna” uloga poljoprivrede. Zbog toga će se neki zahtjevi za kvalitetom proizvoda ostvariti samo u posebnim (poznatim) agroekološkim uvjetima, uz nadzor procesa proizvodnje, katkad i na farmama u neposrednoj blizini potrošača. To je opet u suprotnosti s konceptom velikih i prerađivačkih sustava, i njihovom gospodarskom djelotvornosti. Prednosti Hrvatske poljoprivrede upravo se tiču raskoši koju na tako malenom prostoru nude posebni agroekološki uvjeti, primjerice sredozemno podneblje, nekontaminirana tla i dovoljno kvalitetne vode za natapanje.

3.2. Ekološko - regulacijska uloga tla

3.2.1. Tlo kao prijemnik - sakupljač (akumulator) i izmjenjivač (transformator) i medij prijenosa (transfera) različitih tvari

Tlo ima značajno mjesto u biološkom kruženju tvari i energije. S obzirom na smještaj “između” litosfere i atmosfere, neposredni kontakt s hidrosferom i antroposferom, odnosno biosferom, tlo ima ulogu prijemnika (akceptora) tvari koje se hotimično ili nehotice, kontrolirano, kao posljedica incidenta ili prirodne katastrofe, emitiraju iz tih sfera u okoliš, a ekološki su relevantne za sve članove biosfere, bilo da imaju pozitivan ili negativan utjecaj. Te tvari se u tlu mogu nakupljati pa tlo ima ulogu njihova sakupljača (akumulatora), zahvaljujući mehaničkoj, fizikalnoj

I predavanje – ULOGE TLA

i fizikalno-kemijskoj sorpciji tih tvari. Tako sakupljene tvari, napose organske, pomoću mikrobiološkog kompleksa tlo može izmjeniti i tako odigrati ulogu izmjenjivača (transformatora) tih tvari. Primjerice, ekološki jako relevantne i agresivne tvari, kao što su pesticidi ili nafta i njezini derivati, tlo postupno razgrađuje u ekološki bezopasne oblike. Tlo obavlja prijenos (transfer) nekih tvari – primjerice vode iz jednih sfera u druge – iz atmosfere u hidrosferu i biosferu. Dakako, pri tome se pasivno ili otopljene u vodi prenose i redistribuiraju u tlu i različite štetne tvari – onečišćenja u tlu.

3.2.2. Tlo kao pročištač (filter) vode

Za terestričke i akvatične ekosustave, napose za zaštitu podzemne vode od različitih onečišćenja, ova odlika tla od ključnog je značaja. Putem koloidnog kompleksa tlo veže različite tvari, koje u procesu prirodnog kruženja tvari, odnosno u hranidbenom lancu, pristižu u njegovu masu u obliku "suhih" aerodepozicija, kao prašina, ili putem oborinske vode, kao "mokra depozicija" ili kisele kiše. U ulozi univerzalnog pročištača tlo čisti - filtrira oborinsku vodu, i na taj način štiti podzemnu vodu, a preko nje i akvatične ekosustave (vodotoke, jezera i more) od onečišćenja. Značaj filtracijske i puferizacijske sposobnosti tla ilustrira podatak da se 65 % ukupnog pučanstva Europe opskrbljuje pitkom vodom iz podzemne vode. Jedan od najozbiljnijih onečišćivača podzemne vode emitiranih iz tla su nitrati, od kojih značajan dio potječe iz dušičnih mineralnih gnojiva, koja su inače ključ visokih prinosa svih kulturnih biljaka. O tomu riječito govore rezultati naših istraživanja na dreniranim tlima u Potoku, nedaleko Popovače. U plodoredu koji se na tom području uobičajeno prakticira, primjenjivali smo jednake doze fosfora i kalija, a različite doze dušika, od 0 do 300 kg/ha, a lizimetrijskim istraživanjem utvrđena je, osim ostaloga, količina NO_3/N u vodi ispranoj iz tla – lizimetrijskoj vodi. Rezultati tih istraživanja su prikazani u tablici 2. Očito je da visoke doze dušika imaju za posljedicu i ispiranje nitrarnog dušika u respektabilnim količinama. Računa li se na to da visokih prinosa svih poljoprivrednih kultura bez gnojidbe visokim dozama dušika ne može biti, jasan je procjep u kojemu se nalazi donositelj odluke o dozi dušika koju valja primijeniti. Dakako, jako visoke doze, kao što su one od 300 i više kg N/ha nisu racionalne, i teško ih je pravdati, ali je očito da i manje doze imaju za posljedicu značajno ispiranje nitrata. Taj je problem u svjetskoj poljoprivredi otvoren. Kako veći dio nitrata biva iz tla ispran poslije vegetacijskog razdoblja, dakle poslije skidanja prethodnog usjeva u nekim se područjima, kao primjerice u USA, pokušava riješiti korištenjem tzv. pokrovnih usjeva – «cover crops», kojima je jedina zadaća

I predavanje – ULOGE TLA

vezati nitrata koji preostaju poslije skidanja prethodnog usjeva. Drugdje se pribjegava ograničenjima u pogledu doze, vremena ili oblika primjene dušika u gnojidbi važnijih oraničnih kultura.

Filtracijsko djelovanje tla određuje njegova sorptivna sposobnost, koju pak određuju poznati mehanizmi sorpcije:

Mehanička sorpcija predstavlja mehaničko zadržavanje čestica suspendiranih u vodi koja se kreće kroz masu tla. Tlo djeluje poput sita različitih dimenzija otvora - od velikih, kao što su hodnici različitih glodavaca, hodnici glista i pukotine, do kapilarnih dimenzija. Čestice suspendirane u vodi zadržat će se u porama, čiji je promjer manji od promjera tih čestica pa će descedentno, u dublje slojeve i podzemnu vodu otjecati očišćena voda.

Fizikalna sorpcija se odvija utjecajem fizikalnih sila, kao što su sile površinske napetosti, kojima se vezuje higroskopna, opnena i kapilarna voda. Prve dvije su nepokretne pa onečišćenja u njima ostaju stanovito vrijeme nepokretna, dok se kapilarna voda kreće u tlu u svim smjerovima, i na taj način omogućava distribuciju onečišćenja u masi tla.

Kemijska sorpcija odvija se putem kemijskih reakcija, kojima onečišćenja prelaze u netopivi-ekološki bezopasan oblik. Unošenjem u tlo aktivnih tvari, koje će vezati onečišćenja, i oslobađati ih postupno, sporo i u tako malim količinama da neće ugroziti vodu i biljku koja prima te tvari, niti biosferu tla.

Fizikalno-kemijska sorpcija-adsorpcija najpoznatiji je i najvažniji način zaštite podzemne vode, napose od ionskih - kationskih onečišćenja. Naime, koloidni kompleks tla, u kojemu su najvažnije komponente humus i glina, ima sposobnost vezati ione suprotnog naboja silama dovoljno snažnim da ih zaštiti od ispiranja, a da ostanu biljci pristupačni. Najvažniji pokazatelj ove sposobnosti je kapacitet adsorpcije tla, koji govori koliko onečišćivača se može vezati u masi tla. Ta vrijednost zavisi najviše o količini humusa, koji ima najveći kapacitet adsorpcije, zatim o količini i vrsti minerala gline. Najveći kapacitet ima montmorilonitna glina - bentonit, slijedi ilitna, a najmanji je kapacitet adsorpcije kaolinitne gline. Prema tome, utjecajem na sadržaj humusa i gline, zemljoradnik može utjecati na povećanje ili smanjenje kapaciteta adsorpcije. Poznavanje mehanizma adsorpcije, a napose strukture montmorilonitnih minerala gline koristi se praktično za zaštitu podzemne vode. Poznati su preparati na bazi zeolitnog tufa, u kojima zeolitna komponenta ima ulogu sličnu montmorilonitu - vezanje onečišćenja fizikalno-kemijskom sorpcijom. Na taj se način onečišćenja zadržavaju u gornjim slojevima tla pa se jedan dio

I predavanje – ULOGE TLA

onečišćenja, napose organska, inaktiviraju mikrobiološkim putem, dio se kemijski veže u netopive ili manje topive oblike, jedan dio bude primljen od strane korijena viših biljaka, a preostali se postupno otpušta u otopinu tla, odnosno u podzemnu vodu.

Biološka sorpcija odnosi se na vezanje ekološki rizičnih tvari – onečišćivača, u žive organizme, poglavito biljnu masu. Na taj način priječi se ispiranje tih tvari u podzemnu vodu, a tlo se čisti od njih, napose ako se biljna masa odstranjuje s tla. Na taj će se način, izborom biljaka koje imaju selektivnu sposobnost primanja nekih komponenata, primjerice teških kovina, tlo čistiti od tih, ekološki štetnih tvari. Naravno, uvijek ostaje delikatno pitanje: kamo s organskom masom onečišćenom primjerice teškim kovinama? Najopasnije je ako se ona kompostira pa ponovo vraća u tlo, kao što je slučaj s kompostima koji do nas nalaze put iz inozemstva, gdje je njihovo korištenje, upravo zbog onečišćenja zabranjeno. Dodajmo da je kapacitet vezanja različitih tvari u tlu ograničen, pa se tlo u ulozi filtera i samo može onečistiti, a ta onečišćenja putem bilja uključiti u biosferu, odnosno u lanac animalne i humane ishrane. Ima naznaka da bi se ovaj problem mogao djelotvorno riješiti pomoću transgenih biljaka, koje će imati sposobnost selektivnog primanja različitih onečišćenja.

3.2.3. Tlo kao univerzalni pufer

Tlo je univerzalni pufer, koji inaktivira tvari koje suhom ili mokrom depozicijom ulaze u njegovu masu ili se pak oslobađaju mineralizacijom organske tvari. Kisele komponente tlo puferira pomoću kationa, kao što su natrij, kalcij, kalij, magnezij i dr., i tako se odupire većim promjenama reakcije tla. Puferizacija se vrši i drugim mehanizmima, kao što je vezanje stranih tvari na adsorpcijski kompleks. Računa se primjerice, da se preko 99 % pesticida koji ulaze u tlo inaktivira na ovaj način, prelazeći u netoksične - ekološki irelevantne tvari. Ostatak, premda malen, može ugroziti podzemnu vodu u područjima s primjenom većih doza pesticida. Nazočnost nekih tvari u tlu, kao što je primjerice bakar, može neizravno, utječući na smanjenu biološku aktivnost, usporiti ili smanjiti razgradnju ostataka pesticida. Taj se problem javlja u vinogradarskim područjima.

Kapacitet puferizacije tla, dakle njegove sposobnosti vezanja i inaktivacije tvari je ograničena i promjenjiva vrijednost. Od trenutka kada adsorpcijski kompleks tla bude zasićen, tlo postaje izvor emisije onečišćenja u podzemnu vodu. Metafora poznata pod imenom "kemijska tempirana bomba" odnosi se upravo na trenutak kada mehanizam puferizacije tla zbog vanjskih utjecaja,

I predavanje – ULOGE TLA

kao što je primjerice pretjerana emisija štetnih tvari u tlo naglo popusti, i tlo postaje nagli - eksplozivni izvor emisije onečišćenja u podzemnu vodu.

3.2.4. Klimatsko regulacijska uloga tla

Tlo je središnja karika u lancu biotransformacije organskog ugljika. Ono utječe na sadržaj i ukupnu količinu CO₂ i drugih plinova koji uzrokuju tzv. “efekt staklenika”. Globalno gledajući, ukupna količina organskog ugljika u tlu - humosferi, trostruko je veća nego u nadzemnoj biološkoj masi: u ekvatorijalnom području je podjednaka, a u aridnom – stepskom području deseterostruko je veća količina u tlu nego u nadzemnoj masi. Nema više nikakve dvojbe da je krčenje šuma i preoravanje prerija i stepa te ekspanzija poljoprivrede u 19. i 20. st., uzrok emisije ugljičnog dioksida u atmosferu, u količini koja je očito utjecala na klimatske promjene na Zemlji. IPPC (Intergovernment Panel on Climate Change), na svom zasjedanju 1995, iznosi tvrdnju da 25 % CO₂, koji uzrokuje tzv. «efekt staklenika» otpada na poljoprivredu. Zbog toga se svjetski znanstvenici nalaze pred novom zadaćom; kreirati zahvate u proizvodnji hrane bez povećanja emisije CO₂! Najveće promjene zbog toga predviđamo u pristupu obradi tla. Obrada sutrašnjice bit će koncipirana tako da zadržava ugljik iz biljnih ostataka u tlu, i/ili na tlu, i tako smanji aerobne procese mineralizacije organske tvari tla, emisiju CO₂ i efekt staklenika. O kojim se relacijama globalno radi riječito oslikava procjena da se godišnje na poljoprivrednim površinama na Zemlji proizvodi oko 3,4 milijarde tona biljnih ostataka. Prosječno se oko 15 % ugljika iz tih ostataka veže u pasivni organski ugljik tla - SOC (Soil organic carbon), što se procijenjuje na 200 milijuna tona C godišnje. Procjenjuje se da godišnje povećanje sadržaja CO₂ u atmosferi iznosi 3,2 milijarde tona. Jedan od važnih i djelotvornih puteva smanjenja te količine, je vezanje ugljika u organskom obliku u tlu, odnosno pravilno «upravljanje» organskim ugljikom tla. Na raspolaganju su nam dvije mogućnosti. Prva je, vezati ga u biljnim ostacima usjeva i zadržati na ili u tlu, u obliku malča, ili stimulirati humifikaciju, i “usmjeravati” ga u trajni humus. Druga je mogućnost, koristiti fertilizacijsku vrijednost organske tvari biljnih ostataka i humusa u tlu i stimulirati njihovu mineralizaciju – oslobađanje. Podatke o našoj procjeni ukupne emisije CO₂ iz hrvatske poljoprivrede – stočarstva, organskih i mineralnih gnojiva, spaljivanja biljnih ostataka i emisijom iz tla – disanjem biosfere tla i korijena bilja (*Mesić et al, 2000*), prikazujemo u tablici 3.

I predavanje – ULOGE TLA

Tablica 3. Procjena emisije CO₂ iz hrvatske poljoprivrede, u tisućama tona (1990-1995)

Izvor	Godina procjene - emisija CO ₂ u 000 tona					
	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.
Emisija iz polj. tala	723	723	723	723	723	723
Ostali izvori*	4321	4346,7	4059	3277,8	3109	2897
Ukupno	5044	5070	4782	4001	3832	3620

* Obuhvaćeni su svi izvori emisije CO₂, CH₄ i N₂O iz poljoprivrede; stoka, gospodarenje gnojivima (stajskim i mineralnim), i spaljivanje ostataka, i preračunati u ekvivalentnu količinu CO₂.

Ogromna je količina CO₂ koju emitira hrvatska poljoprivreda. Dodaju li se k tomu i drugi izvori, kao primjerice šumarstvo kao inače malen i «bezazlen» izvor, naš «doprinos» ukupnom, globalnom efektu staklenika i nije tako mali, kao što smo mi po površini i proizvodnim kapacitetima malena država. U razdoblju raščlambe ona postupno pada, sukladno padu broja stoke, proizvodnje i potrošnje organskih i mineralnih gnojiva, a emisija iz poljoprivrednih tala procjenjuje se na 723 000 tona CO₂/god. Naša je procjena (*Bašić et al, 1998*), da se u Hrvatskoj u pasivni oblik ugljika – trajni humus u tlu, godišnje veže oko 225 000 tona ugljika!

Procjenjuje se da će prijelaz s konvencionalne na konzervacijsku obradu, promoviran na 14. ISTRO konferenciji (Pulawy 1997) imati za globalnu posljedicu povećano vezanje ugljika u tlo u količini od 1,5 - 4,9 milijardi tona. Usput rečeno, očito je da zamisli laika, koji inzistiraju na prehrani čovječanstva korištenjem isključivo organskih gnojiva također vode u svojevršno bespuće. Pretpostavimo li da se po nekom možebitnom scenariju ta mogućnost i ostvari, «doprinos» poljoprivrede efektu staklenika bi se povećao, ubrzalo bi se globalno zatopljenje, sa svim posljedicama koje ta pojava sobom donosi.

3.3. Tlo kao izvor genskog bogatstva i zaštite biološkog raznovrsja

Tlo je stanište i genski rezervat brojnih mikro i makro organizama, odnosno pedoflore i pedofaune tla. Dobro, plodno tlo mora imati primjerenu biološku aktivnost i pokazivati veliko biološko raznovrsje. Biološka degradacija tla nerazdvojno je povezana s degradacijom fizikalnih i kemijskih značajki. Težina ugljika u tlu procjenjuje se na 1550 milijardi tona, dvostruko je veća nego u atmosferi, gdje iznosi oko 750 milijardi tona, a trostruko veća nego u svim živim organizmima (biosferi) na Zemlji, koja se procjenjuje na 550 milijardi tona. To dakako predstavlja ogromno genetsko bogatstvo, iz kojega će se crpsti genetski materijal za različite potrebe poljoprivrede budućnosti. Biotehnologija traži put za upravljanje korisnih procesa u tlu u željenom smjeru. Mogućnosti su u tom pogledu nepredvidive i gotovo neiscrpne.

I predavanje – ULOGE TLA

3.4. Prostorna uloga tla

Značajke tla imaju ključnu ulogu u korištenju prostora, danas i u prošlosti. Pedosfera pruža prostor za širenje urbanih sredina, prometnica, rekreacijskih površina, deponija za odlagalište otpada i dr. Danas se primjerice oko 2 % ukupne površine tala Europe nalazi pod zgradama, a raspon se kreće od samo 0,5 % u Irskoj, 12 % u Mađarskoj, 13 % u Italiji, do čak 14 % površine u Nizozemskoj. Suvišno je napominjati da se te površine s pravom smatraju trajno izgubljenim za proizvodnju hrane i tretiraju kao trajni – nepovratni gubitak tla. Apsurdno je zahtijevati da se taj proces potpuno zaustavi, ali ga bez sumnje, svakako treba staviti pod nadzor

3.4.1. Tlo kao “nositelj” infrastrukture

Sva infrastruktura – gradske sredine, naselja, ceste, zračne luke, vodne akumulacije izgrađene su na tlu. Nikako nije svejedno dali su trase cesta i lokacija raznih objekata smještene na jednom ili drugom tlu. Prilikom donošenja odluka o tom pitanju valja težiti rješenjima koja će što je moguće kraćom trasom presjecati primjerice riječne doline s plodnim tlima. Na tom dijelu trase preporučamo zatvoreni sustav odvodnje ceste, kako bi se onečišćenja prikupila, a zatim odložila na prihvatljivo mjesto. Nestručne odluke o lokaciji mogu prouzročiti trajne i nesagledive posljedice za korištenje tih objekata.

3.4.2. Tlo kao odlagalište

Tlo se koristi i kao odlagalište različitih tvari, uključivo industrijskog otpada i otpada iz domaćinstava. Djelotvornost odlagališta uvelike zavisi o tlu na kojemu je ono locirano.

3.4.3. Tlo u oblikovanju krajobraza

Ključnu ulogu u oblikovanju krajobraznih vrijednosti ima upravo tlo, jer ono određuje moguće načine korištenja prostora. Od početaka civilizacije do danas čovjek je u prirodne krajobrazne «utisnuo» svoje «poruke», mjenjajući prirodnu vegetaciju, unoseći u prostor poljoprivredu i različite infrastrukturne objekte koji služe isključivo njemu. Zaštita krajobrazne raznolikosti nerazdvojna je od zaštite tla u prostoru. Poljoprivreda i gospodarenje tлом izravno utječu i na izgled krajobraza, mogućnost razvitka ruralnog turizma, korištenje prirodnih resursa u svrhu rekreacije i dr. Svaki kutak Hrvatske ima posebnosti poljoprivrede već danas zanimljive i kao dio turističke ponude. Kako se čini, taj će značaj sutra biti još veći.

3.4.4. Tlo kao izvor sirovina

Tlo je značajan izvor sirovina, napose za građevnu industriju, kao što je proizvodnja cigle, zatim iskop gline za keramičarski obrt i industriju, korištenje pijeska i šljunka kao građevinskog

I predavanje – ULOGE TLA

materijala ili korištenje treseta. Treset se koristi i kao sirovina za proizvodnju supstrata za zatvorene prostore (staklenici, plastenici, lončanice). Eksploataciju navedenih sirovina nerazdvojno prati oštećenje tla otvorenim kopovima, odnosno prekrivanjem plodnih tala tim materijalima. Računa se da je približno 0,05 do 0,1 % površine tala Europe uništeno otvorenim kopovima za potrebe rudarstva, a to nisu male površine. U nas se primjerice, što na poljoprivrednom, što na šumskom zemljištu nalazi više od 3000 tzv. isplačnih jama, u kojima je deponiran otpad, koji prati naftne i plinske bušotine.

3.5. Kulturna uloga tla - tlo kao povjesni medij

Tlo je značajan povjesni medij, jer se u njemu nalaze konzervirani različiti arheološki artefakti i paleontološki materijal, koji služe kao izvori informacija za rekonstrukciju geoloških predpovijesnih i povjesnih događaja na određenom prostoru. Za datiranje i argumentaciju povjesnih događaja i promjena, arheologija se oslanja upravo na te ostatke.

4. GOSPODARENJE TLOM – GOSPODARENJE ŽIVOTOM !

Iz opisa kompleksnih uloga tla nedvojbeno je jasan značaj ovog prirodnog izvora za prirodne ekosustave i život suvremene uljudbe. Soga je i gospodarenje ovim resursom izuzetno odgovorna zadaća. Jer; gospodareći tlom naš zemljoradnik svjesno ili nesvjesno upravlja čitavim nizom procesa koji mogu poremetiti ravnotežu u prirodnim ekosustavima, prouzročiti onečišćenje vode i zraka, klimatske poremećaje. Za ilustraciju značaja gospodarenja tlom možda najbolje može poslužiti naslov rada kojega je za 125. obljetnicu BOKU, u knjizi simbolična naslova «Quo vadis agricultura» objavio ministar poljoprivrede Austrije *J.Molterer (1998)*, a koji glasi: Landwirt – Lebenswirt !, što bi se moglo prevesti: Gospodar zemljišta – Gospodar Života ! Dali pretjerano?? Nije čudo što se u sustavnu zaštitu tla, kao jednog od najugroženijih resursa u nekim državama polazi pod geslom:

S(ave) O(ur) S(oils) – Spasimo naša tla !

XIX stoljeće u razvitku poljoprivrede obilježili su veliki znanstvenici: *Liebig* otvara put sintezi gnojiva, i enormnom rastu prinosa i proizvodnje, *Mendel* otvara neslućene puteve popravka genetske osnove kulturnog bilja, *Darwin* udara temelje evolucije, a *John Lawes* (utemeljitelj stanice u Rothamstedu) uvodi provjeru nekih postavki poljskim pokusima.

A sadašnji trenutak ?

I predavanje – ULOGE TLA

Svjetska poljoprivreda ulazi u novi milenij s konceptom *Održive poljoprivrede*, koncipirane tako da štiti tlo, vodu, biljne i animalne genetske resurse, ekonomski je opstojna, a socijalno prihvatljiva. Ona bi trebala biti održiva unutar istog naraštaja i između različitih naraštaja.

Na pragu novoga milenija, koji počinje globalizacijom i općom liberalizacijom, poljoprivredu ne treba dakle promatrati kao hrane, a naročito ne profita. Sve su uloge poljoprivrede i tla od podjednakog značaja. Sukladno “višeznačnoj ulozi poljoprivrede i tla” u različitim agroekološkim i gospodarskim uvjetima, odnosno poljoprivrednim regijama valja kreirati socijalno, gospodarski i ekološki prihvatljive i održive zahvate gospodarenja tlom.

ZAKLJUČAK

Na pragu novoga milenija naša poljoprivredna znanost nalazi se pred zadaćom raščlambe svih aspekata “višeznačne uloge poljoprivrede i tla” u različitim agroekološkim i gospodarskim uvjetima.

Sukladno s tim uvjetima, potrebno je kreirati socijalno, gospodarski i ekološki prihvatljive i održive zahvate u poljoprivredi i gospodarenju tlom.

Orijentacija na održivu poljoprivredu, a unutar nje održivo gospodarenje tlom za hrvatsku agronomsku znanost predstavlja značajan izazov.

Odgovore na brojna pitanja valja očekivati iz sveobuhvatnih, multi i inerdisciplinarnih istraživanja i znanstvene provjere svih aspekata gospodarenja tlom. Tek poslije toga treba očekivati osmišljavanje praktičnih rješenja, primjenjivih na gospodarstvu.

DODATNA LITERATURA

- Bašić,F., Some aspects of sustainable agriculture in Croatia, Poljoprivredna znanstvena smotra, Vol. 60, No 2, p. 237-247, Zagreb, 1995.,
- Bašić,F., Bičanić,V., Bertić,B., Igrc-Barčić,J., Sustainable management in arable farming of Croatia, International workshop on water pollution and protection in agricultural practice, Hrvatske vode br.12, 237-253, Zagreb, 1995.
- Bašić,F., Mihalić,V., Bertić,B., Trajno održiva poljoprivreda u novom okruženju, Zbornik radova znanstvenog skupa HAZU "Poljoprivreda i proizvodnja hrane u novom okruženju", str. 47-61, Zagreb, 1995.
- Bašić,F., Butorac,A., Održivo gospodarenje tlom - preduvjet zaštite vodnih resursa, Knjiga sažetaka Međunarodne konferencije "Šumsko i vodno bogatstvo i raznolikost flore i faune u Europi i Hrvatskoj" u organizaciji Hrvatske Paneuropske unije, Pokreta prijatelja prirode "Lijepa Naša" i dr., Zagreb, 1995.
- Bašić,F., Održiva poljoprivreda – Nova "Zelena revolucija", knjiga: Hrvatska i održivi razvitak, Gospodarstvo–stanje i mogućnosti, Ministarstvo obnove i razvitka, str. 83-103, Zagreb, 1998.
- Beaufoy,G., et.al., The nature of farming, Low intensity farming systems in nine European countries, Institute for European environmental policy, p 65, London, 1995.
- Blum,W.E.H, A concept of sustainability, based on soil functions, 1994.
- Butorac, A., Bašić, F., Kisić, I., Alternativni sustavi gospodarenja i njihov utjecaj na kvalitetu vode, Zbornik znanstvenog skupa "Poljoprivreda i gospodarenje vodama", 53-77, Bizovačke toplice, 1994.

I predavanje – ULOGE TLA

- Greenland,D.J., Gregory,P.J., Nye,P.H., Land Resources: On the Edge of the Malthusian Precipice?, CAB international and Royal Society, London, 1998.
- Iserman,K., The extent to which agriculture is involved in environmental problems in modern industrial society, IFA Report A 83/60, 1960.
- Kimpe, C., Soil management and agriculture, European Agricultural Research in the 21. century, 84-91, Berlin, 1996.
- Kisić, I.; Bašić, F.; Mesić, M.; Mesić Sanja; Veronek, B., Zgorelec, Ž. Promjene u tlu i ostvarenom prinosu uzgajanih usjeva uzrokovanih naftnim incidentima. *Gospodarstvo i okoliš*, 78, 2006, str. 41-46.
- Kisić, I.; Bašić, F.; Butorac, A., Mesić, M.; Nestroy, O.; Sabolić, M. Erozija tla vodom pri različitim načinima obrade. Zagreb, Agronomski fakultet, 2005.
- Kisić, I.; Bašić F.; Nestroy, O.; Mesić, M. Tillage erosion under different tillage systems. Proc. of the 4th International Congress of the European Society for Soil Conservation. Editor: Adam Kertesz, Budapest, 2004. p. 128-132.
- Kisić, I.; Bašić F.; Mesić M. The soil redistribution by different tillage systems. Proceedings of the III. Alps-Adria Scientific workshop. Editor: Szilvia Hidvegi, Dubrovnik, p. 269-275.
- Kišpatić,M., Zemljopoznavstvo, obzirom na šumarstvo i gospodarstvo, Troškom Kraljevske Hrvatske zemaljske vlade, 337, Zagreb, 1877.
- Lal,R., Soil Erosion and Land Degradation: The Global Risks, Advances in Soil Science, Vol. 11, Soil Degradation, 130-171, Washington, 1990.
- Mesić,M., Bašić,F., Kisić,I., Grgić,Z., Posavi,M., Prvo nacionalno izvješće o klimatskim promjenama, poglavlje Poljoprivrede, Ministarstvo zaštite okoliša, Zagreb, 2000.
- Njos, A., Ploughing vs. non-ploughing. *Soil and Tillage Research*, 21: 155-157., 1991.
- Njos, A., Future land utilization and management for sustainable crop production. *Soil and Tillage research*, 30; 345-357., 1994.
- Pevetz,W., Die Multifunktionalität der Österreichischen Land- und Forstwirtschaft, Bundesminist. für Land- und Forstwirtschaft, BA-awi - Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Wien, 1998.
- Racz,Z., Tlo i ekološki problemi današnjice, *Polj.zn.smot.* 55, 183-194, Zagreb, 1990.
- Racz,Z., Značaj tla u prirodnim i agroekosustavima, *Soc. ekol.* Vol.11, No 1, Zagreb, 1991.
- Racz,Z., Svjetski i domaći trendovi zaštite tala i poljoprivredne proizvodnje od Stockholma do Rio de Janeira. *Soc. Ekol.* Vol. 1, No. 3: 399-405, 1992.
- Smith,A.,J., Dumanski,J., FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management, FAO, Land and Water division, p. 76, Rome, 1993.
- Šalinović,I., Bašić,F., Bašić,I., Matun,M., Pokazatelji erozije tala grada Iloka, Zbornik znanstvenog skupa u povodu 100. obljetnice Poljoprivredne škole – Ilok, str. 91-118, Ilok, 1999.
- Tanić, S., Economic and Structural Impacts of Changing Intensity in Agriculture in Pursuance of Sustainable Agriculture - Country Report of Croatia, Gödöllő, 1997.
- Žugec,I., Butorac,A., Bićanić,V., Bašić,F., Anwendungsmöglichkeiten alternativer Bodenbearbeitung für landw. Kulturen in Kroatien, "Alternative Landwirtschaft", Ried, 1993.
- xxx, European campaign for the countryside, Council of Europe, p 129, Strassbourg, 1989.
- xxx, Code of good agricultural practice, for the protection of air, water and soil, Ministry of agriculture, fisheries and food, Branch A, London, 1991.
- xxx, Code of good agricultural practices for the protection of waters from nitrates, Ministry of agric. food and forestry, p 127, Rome, 1993.
- xxx, Pravilnik o zaštiti poljoprivrednih tala od onečišćenja štetnim tvarima, NN br. 15 1992.
- xxx, New directions for agriculture, forestry and fisheries, SARD - Sustainable agriculture and rural development, FAO, p. 65, Rome 1994, reprinted 1995.
- xxx, Quo vadis agricultura, BOKU, Wien, 1997.
- xxx, Cultivating our future, Background papers, FAO/Netherlands Conference on the MFCAL, Maastricht, 1999.