

Current Global and Local Issues and Problems Related to Pedological Research

Zoltan RACZ

SUMMARY

In introduction, this review briefly describes rich heritage of pedology in Croatia and the late university professors and scientists who gave significant contribution to this scientific discipline. The second section gives an overview of the main sectors of fundamental and applied research (Fig. 1), their importance and hurdles encountered by the pedologists in the recent times.

The third and fourth sections discuss current issues of soil classification and standardization of pedochemical analyses, in connection with the new World Reference Base for Soil Resources (WRB). Table 1 shows reference soil groups as per WRB and their correlation with local Croatian types of soil. New insight in terra rossa genesis and its relict soils are given in more detail which, in author's opinion, need separate classification.

The standardization problems have been elaborated on examples of different procedures for determination of total capacity and base saturation of the adsorbent complex with cations, as used in WRB, ISO standards and the Croatian pedological practice. Before final selection, intercalibration should be carried out because there are still new laboratory procedures.

KEY WORDS

pedology or soil science, World Reference Base for Soil Resources (WRB), soil genesis, laboratory analysis standardization

Soil Science Department
Faculty of Agriculture University of Zagreb
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia
Received: July 20, 1999



Aktualna pitanja i problemi pedoloških istraživanja u svijetu i kod nas

Zoltan RACZ

SAŽETAK

Pregledni članak u kojem su uvodno spomenuti bogato nasljeđe pedologije u Hrvatskoj, te pokojni sveučilišni profesori i znanstvenici koji su tome najviše doprinijeli. U drugom poglavlju prikazana su glavna područja fundamentalnih i primijenjenih istraživanja (sl. br. 1), njihov značaj i poteškoće s kojima se susreću pedolozi u novije vrijeme.

U trećem i četvrtom poglavlju obrađena su aktualna pitanja klasifikacije tala i standardizacije pedokemijskih analiza, povezano s novom Svjetskom referentnom osnovicom za tla, ili skraćeno WRB (World reference base for soil resources). U tab. br. 1 navedene su referentne grupe tala prema WRB i njihova korelacija s domaćim tipovima tala u Hrvatskoj. Detaljnije su obrađena nova saznanja o genezi crvenica (terra rossa) i njihovim reliktnim tlima, koja bi prema mišljenju autora trebalo posebno klasificirati.

Problemi standardizacije objašnjeni su na primjerima različitih postupaka određivanja ukupnog kapaciteta i stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla kationima, koji se primjenjuju u WRB, ISO standardima i pedološkoj praksi Hrvatske. Prije konačnog izbora potrebno je provesti interkalibracije, jer postoje i novi laboratorijski postupci.

KLJUČNE RIJEČI

pedologija ili tloznanstvo, svjetska referentna osnovica za tla, geneza tala, standardizacija laboratorijskih analiza

Zavod za pedologiju
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Primljeno: 20. srpnja 1999.



UVOD

Glavni je cilj ovog članka pokrenuti raspravu o aktualnim pitanjima, pa i problemima s kojima se momentalno susrećemo, kako bi na pragu novog stoljeća i tisućljeća pokušali odrediti barem neke od glavnih potreba i smjernica za budući razvoj pedologije ili tloznanstva u Hrvatskoj. Pored ostalog na to nas obavezuje i naša bogata tradicija, premda je pedologija relativno mlađa znanstvena disciplina unutar prirodnih znanosti koja se osamostalila tek krajem 19-tog stoljeća.

Pedologija kao samostalna znanost datira od 1883. godine, kad je objavljen rad V.V. Dokučajeva pod naslovom "Ruski černoziem". O značaju tog događaja najbolje svjedoči prigodna publikacija, koju je povodom 150-te godišnjice rođenja Dokučajeva pripremio G.V. Dobrovoljskij (1994).

U Hrvatskoj i Srednjoj Europi pedologija se prije toga razvijala u okviru geoloških znanosti. Povezano s tim i naš prvi udžbenik "Zemljoznanstvo s obzirom na šumarstvo i gospodarstvo" napisao je poznati mineralog i petrograf akademik Mijo Kišpatić, početkom njegove profesorske karijere na Kraljevskom gospodarskom i šumarskom učilištu u Križevcima 1877. god. (Kolektiv autora, 1979).

Početkom 20-tog stoljeća pedološka istraživanja u Hrvatskoj uspješno nastavlja prof. Franjo Šandor, dok je u razdoblju između dva svjetska rata, kao i neposredno nakon toga, cjelokupnom razvoju tloznanstva najviše doprinio pokojni prof.dr. Mihovil Gračanin (Kolektiv autora, 1994). Od ostalih pedologa spomenimo još pokojne sveučilišne profesore Viktora Neugebauera, Gjuru Janekovića i Arsu Škorića, te pokojnog dr. Pavla Kovačevića, koji su doprinijeli boljem poznavanju geneze pojedinih tipova tala, zatim klasifikaciji tala općenito i kartografiji tala.

Zamisao o potrebi jednog takvog članka postoji već nekoliko godina, jer su se kod nas, nažalost, jako zapustile nekadašnje aktivnosti i stručne rasprave unutar Pedološkog društva Hrvatske. Neposredni povod za njegovu realizaciju bile su nove spoznaje autora tijekom priprema i nedavno održane stručne posjete postdiplomanada iz agroekologije-pedologije Agronomskog fakulteta i hidrotehnike Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu odgovarajućim nastavnim i znanstvenim institucijama u Sloveniji, Nizozemskoj i Austriji početkom proljeća ove godine (Racz i Tropan, 1999).

Ovom prilikom detaljnije će se razmotriti slijedeća pitanja:

- prikaz inozemnih i naših iskustava u pogledu glavnih područja pedoloških istraživanja, te
- aktualna pitanja klasifikacije tala i standardizacije pedokemijskih analiza, u svjetlu nove **Svjetske referentne osnove za tla.**

GLAVNA PODRUČJA FUNDAMENTALNIH I PRIMIJENJENIH PEDOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Slično Hrvatskoj i u mnogim drugim zemljama zavodi za pedologiju djeluju u sklopu poljoprivrednih i šumarskih fakulteta, na kojima se predaje pedologija u dodiplomskoj i poslijediplomskoj nastavi. Prema nekim autorima tu se kriju i stanovite opasnosti, zbog mogućeg protežiranja primijenjenih na račun fundamentalnih istraživanja. Naša su iskustva u tom pogledu pozitivnija, jer su se putem stručne suradnje s poljoprivrednim i vodoprivrednim organizacijama, kao i drugim korisnicima, osiguravala dodatna sredstva za znanstveni rad i unapređenje nastave. Situacija se u zadnje vrijeme pogoršala, zbog poznatih poteškoća u poljoprivredi i smanjenih sredstava za znanstvena istraživanja.

Međutim, poteškoće postoje i u drugim, znatno razvijenijim zemljama Zapada. Npr. prilikom nedavne posjete Poljoprivrednom sveučilištu u Wageningenu bilo je razgovora i o njihovoj reorganizaciji, zbog smanjenog interesa mladih ljudi za poljoprivredu. Postojale su čak ideje o privatizaciji Sveučilišta zbog smanjenih dotacija države, čemu su se suprostavili profesori i znanstvenici jer bi se s tim izgubila njegova tradicionalna samostalnost.

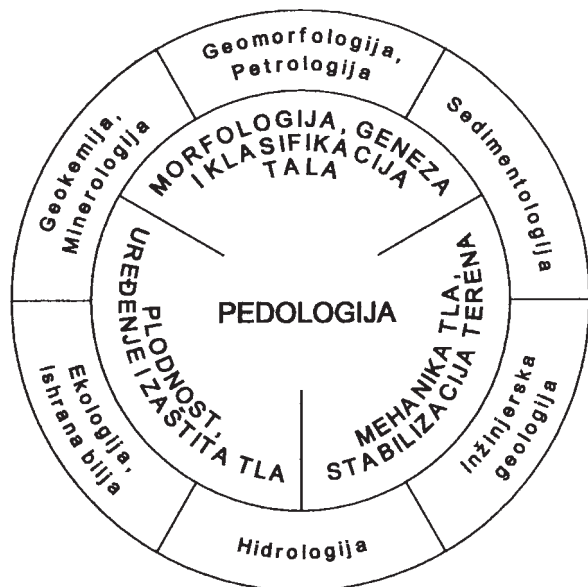
U SAD izdane su nedavno dvije interesantne publikacije o novim potrebama i mogućnostima bazičnih znanstvenih istraživanja u pedologiji (Sposito i Reginato, 1992), te o filozofiji i perspektivama edukacije u tloznanstvu (Baveye i sur., 1994). Radi se, zapravo, o sličnim događajima kao u Nizozemskoj. Naime, kako je "zlatno doba poljoprivrede" u Americi također prošlo, postoji bojazan da će se zajedno s agronomskim znanostima zapustiti i tloznanstvo. U spomenutim se publikacijama dokazuje upravo suprotno, jer velik dio čovječanstva još uvijek gladuje i jer tlo ima širi društveno-ekonomski i ekološki značaj. Pedolozi se moraju baviti svim tim problemima i pokušati ih riješiti zajedno sa susjednim znanstvenim područjima na koja se inače oslanjaju. Smatramo da se naši pedolozi tako već vladaju, što će se objasniti uz priloženu sliku br. 1 i pregled značajnijih znanstvenih skupova i objavljenih radova u zadnje vrijeme.

Na slici br. 1 prikazana su glavna područja znanosti o tlu prema jednom od najpoznatijih izraelskih pedologa D.H. Yaalon-u (1993), čije su nam koncepcije dosta bliske.

Unutarnji krug prikazuje tri osnovna područja znanosti o tlu, dok su u vanjskom krugu navedene ostale znanosti na koje se pedologija oslanja i s kojima najuže surađuje. Morfologija, geneza i klasifikacija tala predstavljaju temeljna znanstvena područja pedologije. Istraživanja plodnosti tla, zatim meliorativna pedologija za potrebe uređenja zemljišta primjenom hidro- i agromelioracija, kao i zaštita tla od erozije i potencijalnih polutanata, predstavljaju najčešća područja primijenjenih pedoloških istraživanja u poljoprivredi i šumarstvu, te zaštiti okoliša. Treće područje primijenjenih istraživanja odnosi se na fiziku i agrikulturnu mehaniku tla, povezano s obradom

i korištenjem mehanizacije u poljoprivrednoj proizvodnji.

U gornjem prikazu nedostaju još pedokartografska istraživanja, koja predstavljaju kombinaciju fundamentalnih i primijenjenih istraživanja. Zahvaljujući upravo takvim istraživanjima i prikupljenim podacima u okviru republičkog projekta izrade Osnovne pedološke karte Hrvatske mjerila 1:50.000, do sada su objavljene dvije monografije o tlama Slavonije i pedosferi Istre (Škorić i suradnici, 1977. i 1987), te u novije vrijeme Namjenska pedološka karta Hrvatske (Bogunović i sur., 1996).



Slika 1. Prikaz temeljnih i primijenjenih istraživanja u pedologiji, zajedno s ostalim znanostima na koje se pedologija oslanja (Prema Yaalon-u, 1993)

Fig 1. Fundamental and applied research in pedology, along with other pedology-related sciences (After Yaalon, 1993).

Od ostalih značajnijih skupova i publikacija, koji su održani ili su objavljene tijekom zadnjih desetak godina, spomenimo još:

- memorijalni simpozij posvećen akademiku M. Čirću, na kojem su osim pokojnikovih zasluga za razvoj pedologije, obrađena aktualna pitanja zemljišta kao prirodnih resursa i faktora razvoja (ANU BiH, 1991),
- sastanak eksperata radne grupe za zaštitu tla Radne zajednice Alpe-Jadran, na kojem su razmatrana pitanja erozije i promjene strukture tla (BSLU, 1993),
- međunarodni radni sastanak o poluciji i zaštiti voda u poljoprivrednoj praksi, na kojem je posebno naglašena njihova povezanost sa zaštitom tala (Kolektiv autora, 1995/96),
- knjigu pod naslovom "Tloznanstvo u zaštiti okoliša", koju je napisao Dr. J. Martinović (1997) i koja je kao priručnik namijenjena prvenstveno inženjerima

šumarstva ali i svima ostalima koji se bave zaštitom prirode, te na kraju i

- knjigu "Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja" autora prof. Ž. Vidačeka (1998).

Zajedno s navedenim objašnjenjima za sliku 1, to su, ujedno glavna područja temeljnih i primijenjenih istraživanja s kojima se bave naši pedolozi.

GLAVNE ZNAČAJKE NOVE SVJETSKE REFERENTNE OSNOVICE ZA TLA

Prve rasprave o potrebi stvaranja zajedničke terminologije i dokumentacije za svjetsku klasifikaciju tala započete su prije dvadesetak godina na kongresu Međunarodnog društva za znanosti o tlu, koji je održan 1978. godine u Edmonton-u u Kanadi. Nakon toga je uslijedilo nekoliko sastanaka u Sofiji, Bugarska, 1981. i 1982. godine na kojima je formirana **Međunarodna referentna osnovica za klasifikaciju tala**. Nakon višegodišnjeg zastoja spomenuta su nastojanja dobila novi poticaj 1992. godine na sastanku u Montpellier-u, Francuska, čiji je rezultat bila i prva skica (draft) **Svjetske referentne osnovice za tla** objavljene neposredno prije održavanja XV Međunarodnog pedološkog kongresa u Acapulco, Meksiko (ISSS/ISRIC/FAO, 1994).

Navedeni poticaj iz Francuske nije bio slučajan, jer su oni tada već imali treću verziju referentne osnovice za njihova tla. U popisu literature navedene su druga i treća verzija (Ruellan, 1988; Verheye i Baize, 1990), dok je spomenuti prof. Ruellan rukovodio i odgovarajućom radnom grupom unutar Međunarodnog pedološkog društva.

Poslije toga je uslijedilo nekoliko novih sastanaka i terenskih ekurzija širom svijeta, kako bi se uskladila različita mišljenja. Konačno, prije prošlogodišnjeg XVI Međunarodnog pedološkog kongresa koji je održan u Montpellier-u, izdane su slijedeće tri publikacije:

- **Svjetska referentna osnovica za tla: Uvod**, ili skraćeno WRB prema izvornom engleskom nazivu (ISSS Working Group RB, 1998 a),
- **WRB: Atlas** (Ibid, 1998 b) i
- **WRB, prošireni prikaz** (FAO/ISRIC/ISSS, 1998).

U tablici br. 1 navedene su **referentne grupe tala** prema pojednostavljenom ključu iz WRB atlasa, zajedno s objašnjenjem porijekla naziva prema Drissen-u i Dudal-u (1990), pripadajućim tipovima tala prema našoj klasifikaciji (Škorić i sur., 1985) i revidiranoj FAO klasifikaciji iz 1988. god.

Izostavljeni su detaljniji opisi dijagnostičkih horizonata, svojstava i materijala zbog ograničenog prostora, dok se niže navode samo najvažnije odrednice svjetske referentne osnovice za tla, ili skraćeno WRB kako smo već prije naveli.

(1) Prije svega, WRB nije klasifikacija tala u klasičnom smislu, već zajednički jezik i osnovica za bolje

Tablica 1. Pojednostavljeni ključ za referentne grupe tala prema wrb klasifikaciji, s objašnjenjem naziva i odgovarajućim tipovima naših tala**Table 1.** Simplified key to reference soil groups after WRB classification, with explanations and corresponding Croatian soil types

Referentne grupe tala	Dijagnostički horizonti ili svojstva	Porijeklo naziva	Odgovarajući tipovi naših tala	Napomena
HISTOSOLS	Organska tla, debljine >40 cm	histos (gr) tkivo ili staničje	Tresetna tla	Prevladavaju u najsjevernijim područjima Europe, Amerike i Azije
CRYOSOLS	Zaleđeni dijelovi profila do dubine 1 m	kraios (gr) led ili hladan	-	-
ANTHROSOLS	Promjene izazvane ljudskom aktivnošću	anthropos (gr) čovjek	Antropogena tla	-
LEPTOSOLS	Razna plića tla debljine < 25 cm	leptosols (gr) tanak	Vapnenačko-dolomitne crnice, rendzine i rankeri	Obje grupe tala najviše su zastupljene u brdsko-planinskim područjima
REGOSOLS	Nerazvijena i plića tla na rastresitim supstratima	rhegos (gr) pokrivač	Sirozemi i Koluvijalna tla	-
ANDOSOLS	Tla razvijena na vulkanskim materijalima	an i do (jap) tamno tlo	-	AC i ABC tla, koja kod nas nisu utvrđena
ARENOSOLS	Slabije razvijena tla A(E)C građe i pjeskovite teksture	arena (lat) pijesak	Eolski "živi" pijesci	-
VERTISOLS	Vertični horizont s >35% gline	vertere (lat) okretati	Vertisoli ili smolnice	S pojačanim bubrenjem u vlažnom i stezanjem u suhom stanju
KASTANOZEMS	Molični horizont kestenja-ste boje, s koncentracijama CaCO ₃	castanea (lat) kesten	-	Prevladavaju u sušim stepskim područjima
CHERNOZEMS	Dublji molični A horizont, tamnije crne boje	chern i zemlja (rus)	Tipični černozezi AC građe profila	Jače humozna tla zaravnjenih stepskih područja
PHAEZEMS	Molični horizont zagasito sive boje, A(B)C i ABC tla	phaeos (gr) sumračan i zemlja	Degradirani i posmeđeni černozezi	Prema WRB ovdje su svrstana i siva šumsko-stepska tla
UMBRISOLS	Umbrični horizont, tamnije boje obogaćen humusom, ali slabije zasićen bazama	ubra (lat)-sjena	Prema ranijoj FAO klasifikaciji ovdje su svrstani humozni kambisoli i umbrični regosoli, koji prevladavaju u brdsko-planinskim područjima	-
CAMBISOLS	Kambični (B) horizont	cambiare (lat) promijeniti	Razna smeđa tla i crvenice	-
LUVISOLS	Argični Bt horizont, CEC _c >24, BS >50%	luere (lat)-isprati	Lesivirana tla A-E-Bt-C građe	Za CEC _c i BS vidi objašnjenje u tekstu
ALBELUVISOLS	Bijele pruge i mazotine, koje se okomito pružaju iz E u Bt horizont	albic i luere (lat) bijel i isprati	Pseudoglejena i pod-zolirana lesivirana tla	Prije su nazivana Glossisolima i Podzolusolima
PLANOSOLS	Tla zaravnjenih položaja s naglim prelazom iz E u teksturno teži i slabije pro-pusni B horizont	planus (lat)-ravan	Kod nas nema odgovarajućeg tipa tla, djelomično odgo-varaju pseudoglejenim i epiglejnim tlima, te možda i solodima	-
PODZOLS	Spodični B horizont	pod i zola (rus) ispod pepeljastog horizonta	Podzoli	-
PLINTHOSOLS	Skrucene naslage željez-nih koncentracija unutar 50 cm dubine tla	plinthos (gr) opeka	-	Bivša lateritna tla tropskih područja
FERRALSOLS	Ferralic B horizont	ferrum (lat) željezo	Eventualno kao fosilna paleo tla u kraškim područjima	Jače rastrošena, duboka lateritna tla s niskim vrijednostima CEC _c
NITISOLS	Orašaste strukture sa sjaj-nim površinama u argič-nom B horizontu	nitidus (lat) sjajan, blistav	-	Razvojno mlađa tropska i suptropska tla na eruptivnim stijenama
ACRISOLS	Argični B horizont CEC _c <24, BS <50%	acer (lat) vrlo kiseo	Akrična lesivirana tla	-
ALISOLS	Argični B horizont CEC _c >24, Al sat. >60%	alumen (lat) aluminij	Eventualno boksitne crvenice	Poligenetska tla pretežno tropskih i suptropskih područja.
LIXISOLS	Argični B horizont CEC _c <24, BS >50%	lixivia (lat) isprane tvari	Reliktne tla u zoni crvenice i lesiviranih tala na vapnencima	Detaljnija objašnjenja navode se u idućem poglavlju.
FLUVISOLS	Slabije razvijena tla na riječnim sedimentima	fluvius (lat)-rijeka	Aluvijalna tla	-
GLEYSOLS	Morfološka i ostala svojstva močvarnih tala	glej (rus) blatnjava masa tla	Močvarno-glejna ili euglejna tla	U novoj verziji WRB ponovno su spojena glejna i stagno-glejna tla.
SOLOCHAKS	Salični horizont	sol (rus) i čak (tatar) jako zaslanjeno tlo	Solončak	U našoj klasifikaciji ova su tla svrstana u odjel halomorfni tala, za razliku od prethodnih autotrofnih i hidromorfni tala.
SOLONEC	Natrički horizont zasićen natrijem	nastavak -ec , u smislu slabije zaslanjenosti	Solonec	-
GYPISOLS	Gipsični ili petrificirani gipsični horizont	gypsum (lat)-gips (kalcijski sulfat)	-	-
CALCISOLS	Povećana akumulacija i petrificirane tvorevine CaCO ₃	calcis (lat)-vapno	-	Zajedno s halomorfni tlima, ova su tla najviše zastupljena u aridnim i semiaridnim područjima.
DURISOLS	Durični horizonti, koji su slabije ili jače cementirani sa SiO ₂	durum (lat)-tvrd	-	-

međusobno sporazumijevanje pedologa i ostalih stručnjaka koji se bave uređenjem, gospodarenjem i zaštitom tala. S njom se ne žele zamijeniti nacionalne klasifikacije, već pomoći u njihovom usklađivanju i objedinjavanju za regionalne i globalne potrebe.

(2) WRB klasifikacija tala temelji se na dijagnostičkim horizontima i ostalim svojstvima, koji su većinom vidljivi i mjerljivi na terenu.

Pojam dijagnostičkih horizonata i svojstava preuzet je iz Američke klasifikacije tala (Soil Survey Staff, 1975). Njihovi kriteriji su stroži od ranijih morfoloških obilježavanja horizonata, koji su bili često subjektivni. Stoga se za pojedine genetske horizonte zahtijevaju i određena laboratorijska mjerenja i parametri. Npr. za referentne grupe tala pod red. br. 14, 21, 22 i 23 i njihove argične, odnosno argiluvične Bt horizonte kako ih mi najčešće nazivamo, potrebno je laboratorijski utvrditi ukupni kapacitet tla za baze preračunat na sadržaj glinastih čestica (CEC_c), stupanj zasićenosti bazama (BS), ili stupanj saturacije aluminijem (Al_{sat}). Povezano s tim javljaju se određene poteškoće, koje ćemo objasniti u idućem poglavlju.

(3) Prilikom izbora dijagnostičkih horizonata i svojstava uzeta je u obzir njihova povezanost s pedogenetskim procesima, dok dijagnostička svojstva tla mogu poslužiti i za ocjenu pogodnosti njihovog korištenja u gospodarstvu. Premda klimatski parametri nisu uzeti direktno za klasifikaciju tala, oni se mogu koristiti zajedno s dijagnostičkim svojstvima prilikom njihove interpretacije.

(4) Prema tome, referentne grupe tala, kao najviše kategorije WRB klasifikacijskog sustava, međusobno se razlikuju prema primarnom ili dominantnom pedogenetskom procesu koji uvjetuje karakterističnu građu profila, dijagnostičke horizonte i svojstva tla. Izuzetak čine mlađa, slabije razvijena i plića tla, koja su pod dominantnim utjecajem matičnog supstrata. Ostale niže kategorije WRB sustava razlikuju se prema sekundarnim procesima, koji dovode do promjena prvotnih svojstava i odražavaju se na profilu tla.

Premda slični principi postoje i u našoj klasifikaciji tala, u kojoj se npr. **klase i tipovi tala** kod većine automorfni, pa djelomično i hidromorfni i halomorfni tala, međusobno razlikuju prema dominantnim pedogenetskim procesima i građi profila, potrebna su određena usklađivanja s WRB. Najviše se to odnosi na crvenice, lesivirana i pseudooglejena tla, što ćemo detaljnije razmotriti u idućem poglavlju.

AKTUALNA PITANJA USKLAĐIVANJA S WRB I STANDARDIZACIJE KEMIJSKIH ANALIZA

Prilikom izrade engleske verzije spomenute namjenske pedološke karte Hrvatske provedene su usporedbe između naših sistematskih jedinica tala i revidirane FAO-Unesco legende Svjetske pedološke karte iz 1988. godine. Tom prilikom uočene su određene poteškoće s usklađivanjem naziva za pojedine tipove tala. Kako ćemo se s njima ponovno susretati i prilikom primjene nove

Svjetske referentne osnove za tla, moramo ih pokušati riješiti.

Ovdje će se razmotriti odnosi crvenice prema ostalim supropskim i tropskim tlima, povezano sa specifičnim uvjetima njena postanka (geneze), te lesiviranih i pseudooglejenih tala prema planosolima i podzoliranim tlima. Po našem mišljenju to su momentalno najaktualnija pitanja, jer zahtijevaju uvođenje novih pedokemijskih parametara i analiza.

Pitanja geneze i klasifikacije crvenice

U našoj je klasifikaciji crvenica ili terra rossa prema tradicionalnom nazivu za ova tla u mediteranskim područjima, svrstana u klasu kambičnih tala zajedno s eutričnim i distričnim smeđim tlima, te smeđim tlima na vapnencima i dolomitima. Sličnog su razvojnog stupnja i građe profila s A-(B)-C ili A-(B)rz-R horizontima, dok im se boja i ostala fizikalna i kemijska svojstva razlikuju ovisno o matičnom supstratu, klimatskim i ostalim uvjetima postanka. Dodatne "rz" oznake uz kambične horizonte crvenice i smeđih tala na vapnencima povezane su s rezidualnom teorijom njihove geneze, tj. da njihova mineralna komponenta potječe od netopivog ostatka trošenja vapnenca. Pri čemu u crvenici prevladavaju dehidrirani hematitni oblici željeznog oksida i uži odnos $SiO_2:R_2O_3$, zbog povećane desilikacije u postojećim mediteranskim klimatskim prilikama.

Postoje, međutim, i drugačija tumačenja u kojima se ističe reliktno porijeklo i poligenetski karakter crvenice, zbog mogućih primjesa eolskog i drugih materijala. Povezano s tim, a na temelju opsežnih istraživanja koja je proveo samostalno i u suradnji s drugim istraživačima, Škorić u monografiji iz 1987. godine navodi slijedeće pedološke jedinice istarskih crvenica:

- **tipičnu (fersialitnu) crvenicu** i lesivirano tlo koje se iz nje izvodi, s prije spomenutom A-(B)rz-R građom profila ili s inicijalnim eluvijalnim horizontima A/E i Ap/E,
- **feralitnu (boksitnu) crvenicu** i odgovarajuća lesivirana tla, koja su najčešće dublja od tipičnih crvenica (70 cm), s tamnijom ljubičasto crvenom bojom, užim odnosima $SiO_2:Al_2O_3$ i $SiO_2:R_2O_3$ u glinastoj frakciji, te mogućim ulomcima lateritnog skeleta,
- **dvoslojna tla** s distrično smeđim ili akričnim lesiviranim tlom u gornjoj i tipičnom ili boksitnom crvenicom u donjoj etaži profila.

Slične zaključke navode Benac i Durn (1997), te Durn i sur. (1998), na temelju geoloških istraživanja provedenih u Istri i Kvarneru. Ovisno o geomorfološkim karakteristikama terena, kao i geološkim zbivanjima u bližoj i daljnjoj prošlosti, crvenice mogu imati obilježja tla, paleotla i pedosedimentnog kompleksa. Međutim, njihov bitno novi doprinos sastoji se u tome što su za razliku od ranijih tumačenja rezidualnog porijekla crvenice utvrdili veće teksturne i mineraloške razlike

između crvenice i netopivog ostatka vapnenca. Npr. prisutnost kaolinita, plagioklasa i vermikulita u crvenici, za razliku od ilita u netopivom ostatku vapnenca. Pretpostavlja se da je to zbog mogućih primjesa lesolikih i drugih materijala u crvenici, koji potječu iz starijih geoloških razdoblja prije Gornjeg Pleistocena, ali se ne može pouzdano utvrditi koliko su oni stvarno utjecali na razvoj crvenice.

Na temelju svega izloženog skloni smo prihvatiti tumačenje Boera i Schwertmanna (1989), prema kojima su za proces rubifikacije najvažniji mediteranska klima, s izmjenom vlažnih i suhih razdoblja, zatim povećana propusnost za vodu karstificiranih vapnenaca, neutralna reakcija i brza razgradnja organske tvari koji pogoduju stvaranju hematita, dok je samo porijeklo autohtonog ili nanijetog materijala od manje važnosti. Zbog velikog značaja vapnenaca predlažemo ujedno da se slično njemačkoj klasifikaciji tala (DBG, 1998) i kod nas razmotri mogućnost:

- izdvajanja crvenica i smeđih tala na vapnencima u posebnu klasu **terrae calcis**, te da se uvede
- posebna klasa **fersialitnih i feralitnih paleotala**.

Smatramo da bi takvo razdvajanje crvenica od smeđih tala na ostalim supstratima, kao i od paleogenih tala kojih ima i na kraškim područjima kontinentalnog dijela Hrvatske, bilo korisno. Odgovarajuće rasprave radi primjene WRB klasifikacije inicirali smo i na regionalnoj razini za područje Srednje Europe, pa će se spomenuti prijedlozi i tamo iznijeti.

Lesivirana i pseudooglejena tla u našoj i WRB klasifikaciji

Lesivirana i pseudooglejena tla izdvojena su iz šire grupe podzoliranih tala tek krajem 60-tih i početkom 70-tih godina. Tome su doprinijeli i naši pedolozi, jer su prvi susreti i rasprave između europskih, ruskih i američkih pedologa održani u Zagrebu i na profilu pseudogleja u šumi Maksimir 1958. godine. Nakon toga su uslijedile naše posjete i suradnja s inozemnim znanstvenim institucijama. No, možda su ipak najznačajnije bile razmjene iskustva prilikom III kongresa tadašnjeg Jugoslavenskog pedološkog društva koji je održan 1967. godine u Hrvatskoj i na kojem su učestvovali brojni inozemni stručnjaci (Kolektiv autora, knjiga referata i vodič za ekskurzije, 1967).

Početkom 1968. godine objavljene su prve definicije novih jedinica tala za legendu svjetske pedološke karte FAO-Unesco, koje su detaljnije obrazložene u radovima Dudala (1968. i 1970). Bivša podzolirana tla su tom prilikom podijeljena u pet grupa tala: podzole, luvisole, akrisole, podzoluvisole i planosole.

U našim klasifikacijama tala iz 1973. i 1985. godine **lesivirana tla**, ili **luvisoli**, razvrstana su kao posebni tip u zajedničku klasu s podzolima i podzoliranim smeđim tlima (Škorić i sur., Ibid). Podijeljena su nadalje u nekoliko podtipova prema matičnim supstratima (na silikatnim i silikatno-karbonatnim, te čistim vapnencima i dolomitima), dok se na razini varijeteta razlikuju:

- tipična, pseudooglejena, oglejena i podzolirana, odnosno
- tipična i akrična, u slučaju daljnjeg razvoja crvenica i smeđih tala na vapnencima, kao i dvoslojnih profila u zoni crvenice, koji su prije spomenuti.

U revidiranoj legendi svjetske pedološke karte (FAO, 1988), naknadno su uvrštene još dvije velike grupe tala s glinastim (argičnim) iluvijalnim horizontima, koja su kasnije prenijeta i u WRB sustav (vidi tab. 1). To su:

- **likisoli**, koji su također dobro opskrbljeni bazama (BS > 50%), ali za razliku od luvisola imaju niži ukupni kapacitet zamjenjivih kationa obračunat na temelju sadržaja glinastih čestica (< 24 cmol⁺/kg gline) i
- **alisoli**, koji za razliku od akrisola imaju veći kapacitet za baze, ali istovremeno i povećanu saturaciju aluminijem (> 24 cmol⁺/kg gline i Al sat. >60%).

Napominjemo da su luvisoli pretežno zastupljeni u umjerenim klimatskim područjima sjeverne zemljine polutke, dok su likisoli, akrisoli i alisoli najviše zastupljeni u tropskim i subtropskim područjima. Stoga i kod nas prevladavaju lesivirana tla, dok su ostale tri grupe tala pretežno paleotala in situ, ili pretaloženi zemljišni materijali sličnih svojstava.

Izdvajanje **pseudogleja** kao posebne grupe tala nije prihvaćeno ni u FAO niti u WRB klasifikaciji, premda je za to bilo dovoljno razloga. Kako je poznato, naziv pseudoglej potječe od Kubišene, koji je nastao pod dominantnim utjecajem stagnirajućih oborinskih voda (Mückenhausen i Zakosek, 1961; Mückenhausen, 1963). U prvoj skici WRB prijedlog su obnovili Blume kao predstavnik Njemačke i Zajdelman kao predstavnik Rusije. Posebno je obrazložen i na simpoziju posvećenom WRB, koji je održan u okviru XV kongresa Međunarodnog pedološkog društva u Meksiku (Blume, 1994). Međutim, u konačnoj verziji WRB iz 1998. godine ostavljena je jedino mogućnost da se na nižoj razini izdvoje sistematske jedinice s morfološkim svojstvima izazvanim stagnirajućim oborinskim vodama unutar gornjih 50 cm profila.

U našoj klasifikaciji iz 1973. godine klasa i tip pseudogleja su prebačeni iz automorfni (terestričkih) u hidromorfna (semiterestrička) tla. To je zadržano i u zadnjoj verziji klasifikacije iz 1985. godine, slijedeći opći trend svrstavanja pseudogleja u hidromorfna tla. Pseudoglej karakterizira A-Eg-Bg-C građa profila, dok se njegovi podtipovi diferenciraju prema položaju na reljefu (ravničarski, ili zaravnjenih povišenih položaja i obronačni). Varijeteti se dalje dijele prema dubini slabije propusnog Bg horizonta (plitki <25, srednje duboki od 25-50 i duboki od 50-70 cm) i forme prema kiselosti i zasićenosti bazama (na eutrične i distrične).

Slični morfogenetski kriteriji klasifikacije tala i svrstavanja pseudogleja u hidromorfna tla primjenjuju se u Slovačkoj i Češkoj (Hraško i sur., 1991; UHUL, 1993), Austriji (Nestroy, 1998) i Švicarskoj (Fritze i sur., 1995).

Naprotiv, u Njemačkoj su pseudogleji zadržani u odjelu terestričkih tala i klasi tala sa zastojskim vodama (Stauwasserböden ili Stagnosole, DBG, 1998). Zajedno s pseudoglejem u istoj se klasi nalaze još dva tipa tla. Prvi, s plićim zastojskim vodama, ali bez teksturne diferenciranosti profila (Haftnässepseudoglej), te stagnoglej s dužim trajanjem mokre faze u površinskom dijelu profila.

Gornje razmatranje završit ćemo konstatacijom da su pseudogleji također dosta raznolika i složena tla. Naime, uzroci njihovog prekomjernog vlaženja mogu biti različiti, bilo zbog položaja na reljefu i pritjecanja bočnih voda, zatim teksturne i strukturne diferenciranosti profila, ili reliktnih tvorevina i višeslojne građe profila. Zbog toga se u praksi susreću različiti efekti provedenih hidro- i agromelioracija, o čemu je već dosta pisano u svijetu i kod nas (npr., Schulte-Karring, 1970; Mihalić i sur., 1973; Racz, 1986; Zajdelman, 1990).

Njihova istraživanja su i nadalje potrebna, ne samo zbog znanstvenih pobuda, već zbog prostornog uređenja zemljišta, zaštite tla i voda, kao i unapređenja voćarsko-vinogradarske proizvodnje na brežuljkastim i niže brdovitim terenima.

Standardizacija kemijskih analiza

Kako smo vidjeli iz dosadašnjih izlaganja kemijski parametri i njihova laboratorijska određivanja imaju sve veći značaj, premda se WRB i ranije FAO klasifikacije temelje na terenskim morfološkim istraživanjima profila, dijagnostičkih horizonata i svojstava tla. To se prvenstveno odnosi na određivanje kapaciteta i zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (kationima), koje smo u tab. br. 1 označili kraticama CEC i BS prema izvornim engleskim nazivima. U našim pedološkim praktikumima za njih se primjenjuju slijedeće oznake:

T = ukupni kapacitet tla

S = suma za zamjenu sposobnih baza,

V = stupanj zasićenosti izražen u % $(S/T) \times 100$ / i

T-S = nezasićenost adsorpcijskog kompleksa.

S i T su prije iskazivani u miliekvivalentima na 100 grama tla (me/100 g), dok se sada izražavaju u centimolima na kilogram tla (cmol⁺/kg). Radi se o ekvivalentnim vrijednostima, ali se one mogu odnositi bilo na ukupno sitno tlo (čestice <2 mm \dot{C}) ili samo na glinastu frakciju (<2 μm \dot{C}). Osim toga postoji potencijalni i efektivni ukupni kapacitet T, koje ćemo ukratko objasniti zajedno s postupcima njihova određivanja.

U pripremi ovog pregleda koristili smo ISO standarde br. 11260 (1994) i br. 13530 (1995), te udžbenike i praktikume slijedećih autora: Gračanin (1950), Škorić (1986), Schachtschabel i sur. (1989), Baize (1993), Pleijsier (1986), Reeuwijk (1995), FAO/ISRIC (1998).

Adsorpcijski kompleks tla ima velik značaj za plodnost i razne procese u tlu. Izgrađen je od koloidnih čestica organskog i mineralnog porijekla, na čijim se površinama vežu kationi na takav način da se mogu razmjenjivati u

ekvivalentnim količinama s ostalim kationima i vodikom iz otopine tla. Stupanj zasićenosti i vrsta kationa u adsorpcijskom kompleksu tla ovisi o njegovoj tipskoj pripadnosti i stupnju razvoja. To je povezano s procesima ispiranja kalcija, acidifikacijom, ispiranjem i destrukcijom glinastih minerala s akumulacijom željeza i aluminija u ostatku tla, koji se zbivaju u lesiviranim, podzoliranim i lateritnim tlima. Ili, obratno, akumulacijom lako topivih soli i zasićenjem adsorpcijskog kompleksa natrijem u alkalnim tlima. Osim toga, spomenuto skladištenje štetnih tvari u tlu i njihova biološka razgradnja imaju veliki ekološki značaj, premda ti kapaciteti nisu neograničeni. Smatramo da je to dovoljno za opće razumijevanje uloge i značaja adsorpcijskog kompleksa tla, pa prelazimo na problematiku standardizacije postupaka njegovog određivanja.

Niže se navode tri postupka koji se najčešće primjenjuju u laboratorijskim određivanjima ukupnog kapaciteta, zasićenosti i/ili nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla kationima.

(1) **Kappenov** postupak, koji se najčešće koristi u našim laboratorijima za rutinske analize. **S** se određuje skupno pomoću 0.1 M HCl, a (**T-S**) pomoću hidrolitičke kiseline, koja se određuje primjenom Ca- ili Na- acetata, te množenjem s određenim faktorom, kako bi se postigla potpuna neutralizacija do pH 8.5.

(2) **Mehlich-ov** postupak, u kojem se **T** vrijednosti i **pojedinačni kationi** određuju pomoću ekstraktivne otopine BaCl₂-TEA (trietanolamin) kod pH 8.2. Taj je postupak svojevremeno najviše korišten u Njemačkoj. Namijenjen je prvenstveno relativno mlađim postpleistocenskim tlima umjerenih klimatskih područja Europe i Amerike, dok je manje pogodan za starija, jače rastošena i kiselija tla tropskih i suptropskih područja. Zbog toga se u ISO standardima koristi izmijenjeni postupak Mehlicha, u kojem se posebno određuju **potencijalni** kapacitet zamjene kod pH 8.1 i **efektivni** kod postojeće reakcije tla i s nižom koncentracijom BaCl₂-TEA.

(3) **Metsonov** postupak u kojem se T i pojedini kationi određuju pomoću 1 M NH₄OAC, te višekratnim propiranjem uzorka tla u staklenim cijevima. Postupak je preuzet iz američke pedološke prakse i standardno se primjenjuje u revidiranoj FAO i novoj WRB klasifikaciji. U WRB također se u kiselim tlima posebno određuje efektivni kapacitet, ali pomoću 1 M KCl i zbrajanjem sume zamjenjivih kationa (Na⁺ + K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺) i zamjenjive kiseline (H⁺ i Al³⁺). Osim toga, kako je već prije rečeno, T vrijednosti se u oba slučaja preračunavaju na sadržaj gline.

Radi cjelovitosti gornjeg prikaza, spomenimo još da je u FAO-ISRIC praktikumu (Reeuwijk, Ibid) opisan i jedan novi, perspektivni postupak određivanja ukupnog kapaciteta i zamjenjivih kationa pomoću 0.01 M AgTU (srebrne tioureje). Postupak je pogodan zbog toga što se jednokratnim centrifugiranjem postiže potpuna ekstrakcija zamjenjivih kationa, dok se ukupni T određuje prema smanjenoj koncentraciji Ag u ekstraktivnoj otopini.

Najpotpuniji podaci o zasićenosti adsorpcijskog kompleksa za naša tla objavljeni su u radovima Škorića i suradnika za istarske crvenice (1987), te Martinovića za razne tipove tala pod prirodnom šumskom i travnom vegetacijom (1997). U prvom je slučaju korišten Kappenov postupak, a u drugom najvjerojatnije stariji Mehlichov jer nije označeno.

Povezano s ranijom raspravom u toč. 4.1. interesirali su nas samo podaci za dublje horizonte crvenice, čije smo ukupne T vrijednosti za tlo preračunali u odgovarajuće vrijednosti za glinu. One se kreću u rasponu od 56.4-10.4 cmol⁺/kg gline, što također potvrđuje njihov poligenetski karakter i prisutnost različitih sekundarnih minerala gline. Jasno, uz sva ograničenja zbog korištenja različitih ekstraktivnih otopina i kod viših pH vrijednosti.

S navedenim pregledom analitičkih postupaka željeli smo ukazati na važnost i složenost pitanja standardizacije. Problem zasićenosti adsorpcijskog kompleksa i potrebu međunarodne suradnje radi pronalazanja najpogodnije metode za njegovo određivanje pokrenuo je još D.J. Hissink 1936. godine, kao tadašnji počasni generalni tajnik Međunarodnog pedološkog društva. Rezultat toga je bila i prva predložena varijanta Mehlichovog postupka iz 1938. godine, primjenom puferne otopine barijevog acetat-TEA. Spomenuti ISO standard određivanja efektivnog kapaciteta zamjene pomoću barijeva klorida također je prošao određenu provjeru, putem provedenih međulaboratorijskih pokusa koje je organiziralo Poljoprivredno sveučilište u Wageningenu.

No, kako smo vidjeli na tome se nije stalo. Dalje se unapređuju postupci ekstrakcije, oprema, statistička provjera podataka i način njihove interpretacije. U Wageningenu su nedavno organizirani posebni programi za ocjenu analitičkih laboratorija (WEPAL), koji se bave analizama tla, biljnog materijala, organskih kontaminatora, te stajskog gnoja i otpadnih tvari. U popisu korištene literature spomenut je i FAO/ISRIC priručnik iz 1998. godine, koji je namijenjen uvođenju kvalitetnije laboratorijske prakse. Kao razlozi se navode velika odstupanja i netočnost podataka, te činjenicu da je ISO preuzeo standardizaciju dok je pitanja njihove aplikacije prepustio institutima.

Uspjeh poboljšanja laboratorijskog rada ovisi o slijedeća tri preduvjeta:

- da li se to stvarno želi i da li za to postoji podrška nadležnih upravnih organa,
- da li ima dovoljno raspoloživih sredstava i vremena, te
- da li je osigurano sudjelovanje cjelokupnog osoblja?

Nažalost, kod nas se to ne rješava na takav način, zbog objektivnih, ali i posve subjektivnih razloga. Osim toga, usprkos brojnih nastojanja, još uvijek su nam zatvorena vrata za uključanje u kvalitetnije međunarodne projekte. Kao primjer navodimo novi projekt "Procjena i kartiranje

ranjivosti tala i terena u Srednjoj i Istočnoj Europi" (SOVEUR) u koji nije uključena Hrvatska, premda smo sudjelovali u njegovoj pripremi i na prvom simpoziju koji se bavio tom problematikom u Europi.

Nadamo se da će se to stanje uskoro ipak poboljšati i da će se mlađim kolegicama i kolegama, koji su sada na poslijediplomskim studijima, pružiti bolje prilike za njihov budući rad u raznim područjima tloznanstva.

ZAVRŠNE NAPOMENE I PRIJEDLOZI

Na temelju iznijetih podataka i objašnjenja u ranijim poglavljima niže se navodi nekoliko napomena i prijedloga, jer se konačni zaključci za sada ne mogu donositi.

(1) Pedologija, ili tloznanstvo, ima u Hrvatskoj bogatu tradiciju, pa odatle i obaveza današnjih generacija da razmotre stanje i odrede smjernice njenog daljnjeg razvoja. Na sl. br. 1 prikazana su temeljna i primijenjena područja pedoloških istraživanja, koja ukazuju na širi značaj tloznanstva i koja su dopunjena našim iskustvima. Postoje i određene poteškoće, zbog pogoršanog stanja u poljoprivrednoj proizvodnji i smanjenih dotacija za znanstveni rad. Nadamo se da će se Hrvatskoj uskoro omogućiti sudjelovanje u međunarodnim projektima, što bi olakšalo i rješavanje spomenutih domaćih poteškoća.

(2) Povezano s budućom međunarodnom suradnjom u tab. br. 1 objašnjene su glavne značajke nove Svjetske referentne osnovice za tla (WRB), te potrebe usklađivanja naše klasifikacije s njenim zahtjevima.

Prema ranijim pedološkim, kao i najnovijim geološkim istraživanjima u Istri i na Kvarneru, posebno je ukazano na poligenetski karakter crvenica i velik značaj karstificiranih vapnenaca u njenom razvoju. Mišljenje je autora da njena klasifikacija nije najbolje riješena, ni u domaćem niti u WRB sustavu. Stoga je predloženo njeno izdvajanje u klasu **tala na vapnencu**, dok bi se ostale reliktno crvenice, koje postoje i u kopnenim kraškim područjima, svrstale u novu klasu **paleotala**. Slična rješenja već postoje u njemačkoj klasifikaciji tala, ali se moraju ponovno razmotriti kako ne bi došlo do zabune s postojećim calcisolima u WRB.

(3) Unutar lesiviranih tala također ima onih koja potječu od fersialitnih i feralitnih crvenica, pa bi i njih trebalo razvrstati. Osim toga, kod nas nije do kraja riješeno pitanje podzoliranih tala, koja su u WRB svrstana u albeluvisole.

Pitanje pseudogleja je u našoj klasifikaciji uglavnom riješeno, na taj način što su raspoređeni u posebnu klasu i tip hidromorfni tala. Međutim, u WRB su ostavljeni na nižim razinama sistematskih jedinica, jer nije prihvaćeno njihovo izdvajanje u stagnosole. Preporučena su njihova daljnja istraživanja, kako se zbog različitih uzroka pseudooglejavanja ne bi donosila pogrešna hidrotehnička rješenja u praksi.

(4) Poseban problem predstavlja standardizacija kemijskih pa i ostalih analiza, koja je obrazložena na primjerima različitih određivanja kapaciteta i zasićenosti

adsorpcijskog kompleksa tla kationima. Prema mišljenju mnogih glavni je nedostatak u tome što je ISO preuzeo samo donošenje standarda, dok je njihovu primjenu i kontrolu prepustio laboratorijima i korisnicima njihovih usluga.

Kod nas će biti poteškoća i s modernizacijom laboratorijskog rada općenito, jer su naši zavodski laboratoriji najčešće jako usitnjeni, bez odgovarajuće opreme i nedovoljno iskustva u međunarodnoj razmjeni i kontroli podataka.

O svim tim pitanjima morat će se u buduće više razgovarati ponajprije na stručnim sastancima Pedološkog društva Hrvatske, ali i na odgovarajućim znanstveno-nastavnim tijelima fakulteta.

LITERATURA

- Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine (ANU BiH), 1991. Zemljište kao prirodni resurs i faktor razvoja. U spomen na akademika Milivoja Čirića. Posebna izdanja, knjiga XCVIII, Sarajevo.
- Baero, U., Schwertmann, U., 1989. Iron Oxide Mineralogy of Terra Rossa and its Genetic Implications. *Geoderma*, 44:319-327. Elsevier Science Publishers, Amsterdam
- Baize, D., 1993. *Soil Science Analyses - A Guide to Current Use*. John Wiley and Sons, Chichester, England
- Baveye, P., Farmer, W.J., Logan, T.J. (Ed.), 1994. *Soil Science Education: Philosophy and Perspectives*. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA
- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (BSLU), 1993. *Bodenerosion und Strukturveränderungen*. Arge Alpen-Adria, Expertentagung der gemeinsamen Arbeitsgruppe Bodenschutz in Zagreb
- Benac, Č., Durn, G., 1997. Terra rossa in the Kvarner area - Geomorphological conditions of formation. *Acta Geographica Croatica*, Vol. 32: 7-19, Zagreb
- Blume, H.P., 1994. Soils with gleyic and stagnic properties. ISSS and Mexican Society of Soil Science. Symposium ID-22: World Reference Base for Soil Resources: 839-847
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Sraka, M., 1996. Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske, mjerila 1:300.000. Zavod za pedologiju, Agronomski fakultet, Zagreb
- Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG), 1998. *Systematik der Böden und der Bodenbildenden Substrate Deutschlands*. Mitteilungen, Band 86: 1-180
- Dobrovoljskij, G.V., 1994. V.V. Dokučaev - Dorože zolota ruskij černozem. Izdateljstvo Moskovskoga univerziteta
- Driessen, P.M., Dudal, R., (Eds.), 1990. *Lecture notes on the major soils of the world*. Agricultural University Wageningen and Katholieke Universiteit Leuven, Belgium
- Dudal, R., 1968. Definitions of soil units for the soil map of the world. *World Soil Resources Reports* 33, FAO, Rome
- Dudal, R., 1970. 90 years of "podzolic" soils. *Geological Institute, Technical and Economic Bull.*, No. 18: 573-593. Bucharest
- Durn, G., Ottner, F., Slovenec, D., 1998. Mineralogical and geochemical indicators of the polygenetic nature of terra rossa in Istria, Croatia. *Geoderma*, in press
- FAO, 1988. *FAO/Unesco Soil Map of the World, Revised Legend*. *World Resources Report* 60. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen, 1989.
- FAO and ISRIC, 1998. *Guidelines for quality management in soil and plant laboratories*. *Soil Bulletin* 74, Rome and Wageningen
- FAO, ISRIC and ISSS, 1998. *World Reference Base for Soil Resources*. *World Soil Resources Reports* 84. FAO, Rome
- Fitze, P., Alther, E., Bonnard, L.F., Frei E., Gatier, M., Juckler, St., Lüscher, P., Müller, M., Peyer, K., Presler, J., Sticker, H., 1995. *Bodenschlüssel zur Klassifikation der Böden der Schweiz*. *Bodenkundliche Gessellschaft der Schweiz*
- Gračanin, M., 1950. *Metodika ekoloških istraživanja tla*. Priručnik za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije. Poljoprivredno-šumarski fakultet, Zagreb
- Hraško, L., Linkeš, V., Nemeček, J., Novák, P., Šály, R., Šurina, B., 1991. *Morfogeneticky klasifikačný systém pôd ČSFR*, Bratislava
- International standard (ISO), 1994. *Soil Quality - Determination of effective cation exchange capacity and base saturation level using barium chloride solution*. ISO 11260, Geneva
- ISO, 1995. *Soil quality - Determination of the potential cation exchange capacity and exchangeable cations using barium chloride solution buffered at pH 8.1*. ISO 13536, Geneva
- ISSS, ISRIC and FAO, 1994. *World Reference Base for Soil Resource*. Draft. Wageningen and Rome
- ISSS Working Group RB, 1998/a. *World Reference Base for Soil Resources: Introduction*. (J.A. Deckers, F.O. Nachtergaele and O.C. Spaargaren, Eds.). First Edition. Published by Acco, Leuven Belgium
- ISSS Working Group RB, 1998/b. *WRB: Atlas*. (E.M. Bridges, N.H. Batjes and F.O. Nachtergaele, Eds). *Ibid*, Acco, Leuven
- Kolektiv autora, 1967. III kongres JDPZ - Knjiga referata i Vodič za ekskurzije, Zadar
- Kolektiv autora, 1979. Naučni skup posvećen stogodišnjici prvog pedološkog udžbenika, koji je objavio Mijo Kišpatić pod naslovom "Zemljoznanstvo". Skup je održan 1978 u Križevcima, dok su referati objavljeni u časopisu *Zemljište i biljka*, Vol. 28, br. 1-2, Beograd
- Kolektiv autora, 1994. *Spomenica uz 90. obljetnicu rođenja i 10. obljetnicu smrti Mihovila Gračanina (1901-1981)*. Izdvojeni otisak *Agronomskog glasnika* br. 1-2/94, Zagreb
- Kolektiv domaćih i inozemnih autora, 1995/96. *International workshop on water pollution and protection in agricultural practice*. "Hrvatske vode" br. 12, str. 197-328 i br. 15, str. 69-172, Zagreb
- Martinović, J., 1997. *Tloznanstvo u zaštiti okoliša*. Priručnik za inženjere. Državna uprava za zaštitu okoliša RH, Zagreb
- Mihalić, V., Škorić, A., Racz, Z., 1973. *Einige Erfahrungen bei Meliorationen von pseudovergleyten Böden in Jugoslawien*. *Pseudogley and Gley, Genesis and Use of Hydromorphic Soils*. Edited by E. Schlichting and U. Schwertmann, Verlag Chemie GmbH, Weinheim

- Mückenhausen, E., Zakosek, H., 1961. Das Bodenwasser. Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden, Band: 400-414
- Mückenhausen, E., 1963. Le Pseudogley. Science du Sol, No. 1: 1-9
- Nestroy, O., 1998. Stand der Beratungen über die Neufassung der Österreichischen Bodensystematik. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, H.56:79-85, Wien
- Pleijssier, L.K., (Ed.), 1986. Proceedings of an International Workshop on the Laboratory Methods and Data Exchange Programme. ISRIC, Technical Paper, No. 13, Wageningen
- Racz, Z., 1986. Agropedološka problematika podizanja novih vinogradarskih nasada u Vetovu (PPK Kutjevo). Poljoprivredna znanstvena smotra, br. 72:5-20, Zagreb
- Racz, Z., Tropan, Lj., 1999. Stručno putovanje postdiplomana i nastavnika u Sloveniju, Nizozemsku i Austriju. Hrvatske vode, br. 27:159-165, Zagreb
- Reeuwijk, van L.P. (Ed.), 1995. Procedure for Soil Analysis. Fifth edition. ISRIC and FAO, Technical Paper No. 9, Wageningen
- Ruellan, A., 1988. The New French System of Soil Classification. Référentiel Pédologique Français, 2^{ème} proposition, INRA
- Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G., Hartge, K.H., Schwertmann, U., 1989. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- Schulte-Karring, A., 1970. Die Meliorative Bodenwirtschaftung. Ahrweiler
- Soil Survey Staf, 1975. Soil Taxonomy. Agric. Hb., Washington, D.C.
- Sposito, G., Reginato, R.J. (Eds.), 1992. Opportunities in Basic Soil Science Research. Soil Science Society of America, Inc., Madison Wisconsin, USA.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., 1973. Klasifikacija tala Jugoslavije. Zavod za pedologiju, Poljoprivredni i šumarski fakultet, Zagreb
- Škorić, A. i suradnici, 1977. Tla Slavonije i Baranje. Projektni savjet za izradu Pedološke karte Republike Hrvatske, Zagreb
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., 1985. Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. ANU BiH, Posebna izdanja, knjiga LXXVIII, Sarajevo
- Škorić, A., 1986. Priručnik za pedološka istraživanja. Poljoprivredni fakultet, Zagreb
- Škorić, A. i suradnici, 1987. Pedosfera Istre. Projektni savjet za izradu pedološke karte Republike Hrvatske, Zagreb
- Ústav pre hospodársku úpravu lesov (ÚHÚL), 1993. Klasifikační systém lesnich pôd. Zvolen
- Verheye, W.H. Baize, D., 1990. Why a Pedological Reference Base? Référentiel Pédologique Français, 3^{ème} proposition, INRA
- Vidaček, Ž., 1998. Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja. Agronomski fakultet i Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje, Zagreb
- Zajdelman, F.R., 1990. Tipi zastojnih akumulaciji vlage v počvah gumidnih landšaftov, ih meliorativnoja i selskohozjajstvenaja ocenka. Počvovedenije, No. 2:68-77. Moskva
- Yaalon, H., 1993. Soil Science in the eyes of the beholder: Better understanding of soil processes and of pedology urged. ISSS, Bul. No. 84:13/14.