

VPLIV INTENZIVNOSTI GOVEDOREJE NA VSEBNOST IN DINAMIKO HUMUSA IN HRANIL

Andrej TOPLAK^{a)}, Jože OSTERC^{b)} in Mirko LESKOŠEK^{c)}

^{a)} Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Prof. – Durrwaechter – Platz 2, D-85586 Poing – Grub, Deutschland in Univ. v Ljubljani, Biotehniška Fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija.

^{b)} Univ. v Ljubljani, Biotehniška Fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija, prof., dr.

^{c)} Univ. v Ljubljani, Biotehniška Fak., Odd. za agronomijo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, prof., dr.

Delo je prispelo 15. novembra 2005, sprejeto 30. novembra 2005.

Received November 15, 2005, accepted November 30, 2005.

IZVLEČEK

Različna intenzivnost govedoreje na kmetijah lahko vpliva na dinamiko in oskrbljenost tal s humusom in hranili. Za pregled splošne oskrbljenosti njivskih tal s humusom, fosforjem in kalijem smo obdelali rezultate 175 analiz vzorcev, ki so bili odvzeti v različnih območjih Slovenije. Za primerjavo in ugotavljanje vpliva intenzivnega kmetovanja na vsebnost in dinamiko humusa in hranil smo pregledali oskrbljenost tal s humusom, fosforjem in kalijem na sedmih parcelah treh posebej izbranih intenzivnih govedorejskih kmetij. Kemične analize tal, katerih rezultate smo obdelali za oceno splošne oskrbljenosti slovenskih njivskih tal s humusom, fosforjem in kalijem, so bile narejene v obdobju od leta 1989 do 2002. Vzorci tal na izbranih kmetijah so bili odvzeti in analizirani v obdobju od leta 1977 do leta 2002. Gnojilni načrti, s pomočjo katerih smo izračunali bilanco humusa, so bili narejeni za obdobje štirih ali petih let. Ugotovili smo, da so tla v Sloveniji dobro oskrbljena s humusom, fosforjem in kalijem. Poprečna vsebnost humusa v analiziranih vzorcih njivskih tal je 3,75 %, fosforja 26,38 mg P₂O₅/100 g tal in kalija 32,32 mg K₂O/100 g tal. Bilanca humusa je v večini primerov (72,8 %) pozitivna. Na preučeni parcelah se je vsebnost humusa, z izjemo parcele Cb, zmanjšala. V zadnjem obdobju, to je obdobje 1998–2002, oz. 1994–1998, parcela Ba, je bila bilanca humusa na vseh sedmih parcelah pozitivna, zato se vsebnost humusa verjetno ponovno povečuje. Tla na izbranih parcelah so dobro oskrbljena s fosforjem in slabše s kalijem. Oskrbljenost s fosforjem se povečuje, oskrbljenost s kalijem pa večinoma zmanjšuje.

Ključne besede: govedo / intenzivnost reje / gnojenje / tla / hranila / fosfor / kalij / humus / bilanca / Slovenija

THE INFLUENCE OF CATTLE REARING INTENSITY ON HUMUS AND MINERAL CONTENT AND DYNAMICS

ABSTRACT

Different cattle rearing intensities on farms can affect humus and nutrient content and dynamics. To determine general humus, phosphorus and potassium content in field soils we examined the results of 175 analyses of field soil samples. Analysed field soil samples were collected in different areas of Slovenia. To investigate the influence of cattle rearing intensity on humus and nutrient content and dynamics we selected seven plots on three farms on which intensive cattle breeding is practised. Impact of intensive cattle breeding was assessed with a help of analysis of soil samples from this plots. The chemical analysis which were used to evaluate general humus, phosphorus and potassium content were made in the period 1989–2002. Analysed field soil samples on selected farms were collected in the period 1977–2002. Fertilising schemes,

which were used to calculate the soil humus balance, were made for the period of four or five years. The analyses of field soils on humus, phosphorus and potassium content show that fields in Slovenia are well provided with humus, phosphorus and potassium. The average soil humus content is 3.75%, soil phosphorus content 26.38 mg P₂O₅/100 g soil and soil potassium content 32.32 mg K₂O/100 g soil. Soil humus balance is mostly (72.8%) positive. The soil humus content on selected plots declined with the exception of plot Cb. However, the soil humus balance on these farms in the last period, the period 1998–2002, 1994–1998 for plot Ba, has been positive. For that reason is the soil humus content lately probably increasing. Soils on selected plots showed good values for phosphorus but less for potassium. The supply with phosphorus is increasing, while the supply with potassium is mostly in decrease.

Key words: cattle / rearing intensity / fertilizing / soil / minerals / phosphorus / potassium / humus balance / Slovenia

UVOD

V sedanjem obdobju, obdobju ekološke osveščenosti, se tudi v kmetijstvu zavedno in strokovno obravnavajo ekološki problemi, ki zahtevajo kompleksen, interdisciplinaren pristop. Pogosta sta negativen odnos in nezaupanje sedanji kmetijski praksi. Konvencionalnemu kmetovanju se pripisuje številne negativne vplive na okolje, tudi preveliko intenzivnost, ki bi naj pogojevala zmanjševanje vsebnosti in kakovosti humusa in obremenjevanje okolja z velikimi količinami hranil iz živinskih in mineralnih gnojil. Takšna mnenja in trditve so pogosto brez trdnih osnov.

V Sloveniji je govedoreja poglavitna kmetijska panoga, ki jo narekujejo že naravne danosti z velikim deležem travinja (SKOP, 2001). Z živinorejo se ukvarjajo na skoraj 69 000 kmetijskih gospodarstvih, oz. na 90 % vseh, ki se ukvarjajo s kmetijstvom (Statistični urad RS, 2004). Govedoreja ima tudi največji delež v strukturi končne kmetijske pridelave. Kljub klimatski in topografski pestrosti je govedoreja povsod v Sloveniji dobro razvita. Govedoreja je razširjena predvsem na zasebnih kmetijah (kmetijska podjetja so v letu 2000 redila le 3 % vseh goved), predvsem v območjih z omejenimi dejavniki, kjer redijo dve tretjini populacije goved in pridelajo več kot polovico mleka in mesa. Koncentracija reje na kmetijah je splošno majhna (SKOP, 2001). Različna intenzivnost govedoreje vpliva na proces kroženja hranil na kmetijskih gospodarstvih in tako na dinamiko in oskrbljenost tal s humusom in hranili. Poglavitni vir krme so travniki in pašniki, ki obsegajo večji del kmetijskih površin. Na njivah se je kot poglavitna poljščina, namenjena pridelavi krme, uveljavila predvsem koruza (*Zea mays*), ki pogosto predstavlja monokulturo. Monokulture koruze so lahko, ob nezadostni skrbi za ustrezno gnojenje z organskimi gnojili, problematične tudi glede bilance humusa v tleh.

Organska snov tal (predvsem humus) je zelo pomembna v razvoju in delovanju ekosistemov. Možna produktivnost je v naravnih ekosistemih in agroekosistemih neposredno odvisna od vsebnosti in dinamike razgradnje oz. izgradnje (sinteze) organske snovi (Smith in sod., 1993). Vsebnost humusa v tleh se spreminja k ravnovesni vsebnosti, ki je odvisna od številnih medsebojno povezanih dejavnikov. Ravnovesna vsebnost humusa je odvisna od kmetovanja, teksture tal in podnebja. V ravnovesju težja tla vsebujejo več humusa kot lahka pri enakem kmetovanju in podnebju (Johnson, 1991; Butorac, 1999; Znaor, 1996). Minimalna ustrežna vsebnost organske snovi (humusa) v tleh je odvisna od teksture tal in znaša od 1,5–2,5 % (Leskošek in Mihelič, 1998). Splošno optimalno vsebnost humusa je težko ali celo nemogoče določiti. Optimalna vsebnost organske snovi na njivah je 2–4 % (Sušin, 2002). Čim težja so tla, več humusa morajo vsebovati (Leskošek in Mihelič, 1998). Razmerje med trenutno in ravnovesno vsebnostjo organske snovi (humusa) pomembno vpliva na mineralizacijo le-tega (Tinker, 2001). Izravnana bilanca humusa pomeni, da z organskimi gnojili nadomestimo organsko maso, ki se je v tleh razgradila, mineralizirala. Dolgoročno je zaželeno, da bi bila bilanca humusa pozitivna (Leskošek in Mihelič, 1998).

Več kot 90 % organske snovi tal ponavadi sestoji iz humusa (Breemen in Buurman, 1998). Schnitzer (1978, navedeno v Schnitzer, 1986) navaja, da humusne substance predstavljajo 70–80 % organske snovi v mineralnih tleh. Znaor (1996) navaja, da je organska snov tal sestavljena iz 85 % humusa. Alexander (1977; navedeno v Smith in sod., 1993) ugotavlja, da sestavljajo 15 % organske snovi tal polisaharidi, polipeptidi in fenoli. Preostanek organske snovi tal, 85 %, je humus, temna amorfnost, nastala z razkrojem in preoblikovanjem organskih ostankov. Velja splošen dogovor, da je organska snov tal sestavljena najmanj iz 50 % humusa (Hayes in sod., 1989).

Glede na vsebnost humusa razdelimo tla v:

- mineralna tla (do 1 %),
- slabo humozna tla (1–2 %),
- srednje humozna tla (2–4 %),
- humozna tla (4–10 %),
- zelo humozna tla (10–15 %),
- tla bogata na humusu (15–30 %),
- organska tla (več kot 30 %) (Stritar, 1973; Sušin, 2002).

Preglednica 1. Razvrstitev tal po teksturi in minimalni vsebnosti organske snovi (humusa) na njivah (Leskošek in Mihelič, 1998)

Table 1. Field soils classification in regard to texture and minimal organic matter content (humus)

Tekstura tal	Vsebnost glin, %	Minimalna vsebnost humusa, %
lahka	pod 15	1,5
srednja	15–25	2,0
težka	nad 25	2,5

Slovenski kmetovalci v nižinskih območjih Slovenije se pogosto, zaradi majhnosti svojih obdelovalnih površin, ukvarjajo z intenzivno govedorejo. Na mnogih kmetijah veliko travinja preorjejo za pridelavo koruze, ki v območjih, kjer je pridelovanje koruze mogoče, pogosto predstavlja tudi večino osnovnega obroka (voluminozne krme). Preoranje travinja spremeni vsebnost in dinamiko humusa in hranil. Na večini kmetij pridelajo le voluminozna krmila in nič ali le malo žit, ki so sestavine močnih krmil. Z nakupom močnih krmil kmetje dokupijo tudi veliko fosforja. Ker s prirejenim mlekom in/ali mesom prodajo (iz kmetijskih tal odvzamejo) manj fosforja kot ga v tla vnesejo z organskimi gnojili in z nakupom mineralnih gnojil in močnih krmil, oskrbljenost tal s fosforjem narašča. Prekomerna oskrbljenost tal s fosforjem lahko, posredno preko rastlin namenjenih za krmo živali, vpliva na fiziološke procese živali, npr. na plodnost (Schiller, 1971; navedeno v Haiger in sod., 1988).

Tudi prekomerna oskrbljenost tal s kalijem je lahko pomemben vzrok nastanka presnovnih in deficitarnih obolenj. Rastline potrebujejo veliko kalija. Če ga je v tleh zelo veliko, ga vsrkajo celo več, kot je potrebno. Sprejem kalija v rastline lahko ovirajo druga hranila (kationi), npr. Ca, Mg, Na, NH_4^+ . Nasprotno prevelike količine kalija v tleh ovirajo sprejem prej navedenih in drugih hranil - kationov (Leskošek, 1993). Vsebnost kalija v rastlinah je splošno zelo velika, vsebnost v travi je ponavadi večja kot 25 g kg^{-1} . Deficit ali pomanjkanje kalija je zato pri domačih živalih v normalnih pogojih redek. (McDonald in sod., 1995).

Pri živalih na paši po izdatnem gnojenju s K se zmanjša vsebnost Mg v krvnem serumu, podobno bi naj veljalo za obilno gnojenje z nitrati in fosfati (Gregorović, 1982). Presežek kalija v krvi je normalno izločen iz telesa, predvsem v urinu. Nekateri raziskovalci menijo, da lahko

velika količina zaužitega kalija vpliva na absorpcijo in presnovo magnezija, kar je lahko pomemben etiološki dejavnik hipomagneziemične tetanije (McDonald in sod., 1995).

V raziskavi opravljeni v Novi Zelandiji (Bolan in sod., 2004), kjer so preučevali vpliv gnojenja na rast in kemično sestavo rastlin (paše), so ugotovili velik vpliv količine dušika (N) in kalija (K) na pridelek suhe snovi, vsebnost oz. koncentracijo hranil, vrstno sestavo fitocenzov, DCAD (dietary cation anion difference, razmerje med kationi in anioni v prehrani) in GSI (grass stager index, razmerje med kalijem (K) in kalcijem (Ca) ter magnezijem (Mg) v krmi. S povečanjem intenzivnosti gnojenja se je povečal pridelek suhe snovi in vsebnost N in K v pridelku. Dodatno gnojenje s Ca in Mg ni imelo vpliva na pridelek suhe snovi in vsebnost N in K (majhno zmanjšanje vsebnosti K) v pridelku. Če z Ca in Mg niso dodatno gnojili, se je vsebnost obeh z naraščujočo intenzivnostjo gnojenja v pridelku zmanjšala. Dodatno gnojenje s Ca in Mg je povečalo vsebnost Ca in Mg v pridelku in zmanjšalo DCAD in GSI. Zaradi intenzivnega gnojenja se je zmanjšal delež metuljnic (*Fabaceae*) in posledično biološka fiksacija zračnega dušika, za 30 do 70 %, odvisno od časa vnosa, količine N in sistema paše.

Iz omenjenega je razviden posreden pliv intenzivnosti govedoreje in s tem povezanega gnojenja na ravnovesje hranil v tleh in vpliv le-tega na vrstno sestavo fitocenzov ter kemično sestavo rastlin, ki kot hrana v procesih prebave in presnove vplivajo na presnovni status in na zdravstveno stanje živali.

Želeli smo ugotoviti vpliv intenzivne govedoreje na vsebnost in dinamiko humusa in hranil. Ugotoviti smo želeli tudi spremembo vsebnosti humusa in hranil, kot posledico načina kmetovanja, v dolgem časovnem obdobju.

MATERIAL IN METODE

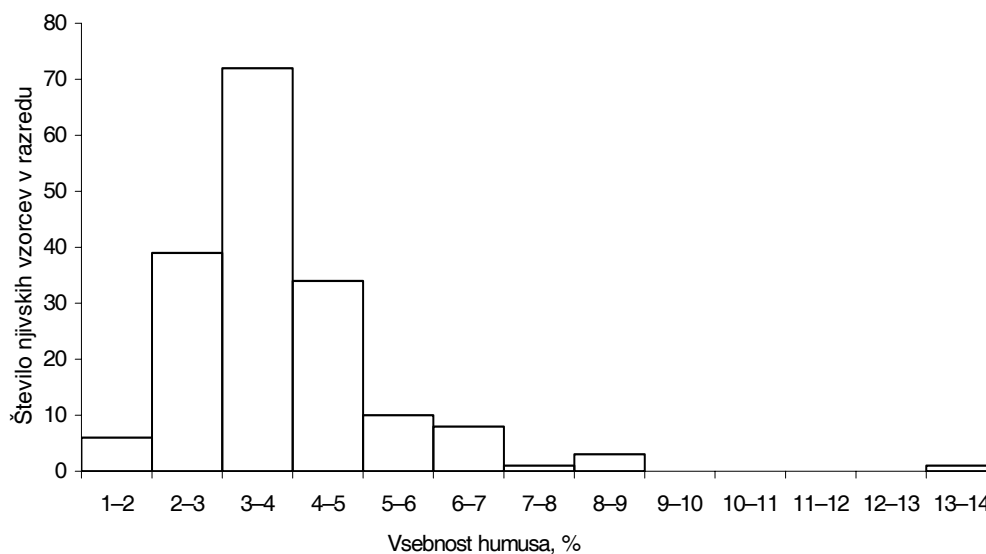
Na primerih večjega števila vzorcev njivskih tal (175 vzorcev) iz različnih predelov Slovenije smo želeli ugotoviti oskrbljenost njiv s humusom, rastlinam dostopnim fosforjem in kalijem ter vpliv intenzivne govedoreje na oskrbljenost tal. Stanje in spreminjanje vsebnosti humusa in hranil v dolgem časovnem obdobju smo ugotavljali na treh posebej izbranih kmetijah. Obdelali smo rezultate analiz, ki so bile narejene v Tovarni gnojil Kutina in ustreznih laboratorijih v Sloveniji. Analizirani so bili vzorci iz različnih območij Slovenije (slika 2). Ugotavljali smo splošno oskrbljenost njiv s humusom, fosforjem in kalijem v Sloveniji in posebej na nekaterih parcelah treh izbranih kmetij. Vzorce smo glede na vsebnost humusa razdelili v 13 razredov. Glede na vsebnost rastlinam dostopnega fosforja in kalija smo vzorce razdelili v 5 razredov (A, B, C, D, E). Izračunali smo vsebnost humusa, rastlinam dostopnega fosforja in kalija v slovenskih njivskih tleh. Na posebej izbranih kmetijah so analizirali zemljo pred več leti (pred 14.–28. leti). Za ugotavljanje sprememb smo leta 2002 sami ponovno odvzeli vzorce (razen na parceli Ba). Prikazali smo oskrbljenost tal s humusom, rastlinam dostopnim fosforjem in kalijem v daljšem časovnem obdobju (11–25 let) in ugotavljali posledice načina kmetovanja. Dve izmed omenjenih kmetij se nahajata v občini Radlje ob Dravi, ena pa v občini Destrnik (Levanjci). S pomočjo gnojilnih načrtov smo izračunali bilanco humusa za njivska tla v Sloveniji in posebej za preučene parcele na izbranih kmetijah. Zbrane podatke smo statistično obdelali s programom Microsoft Excel.

REZULTATI IN RAZPRAVA

Vsebnost humusa v slovenskih kmečkih njivskih tleh

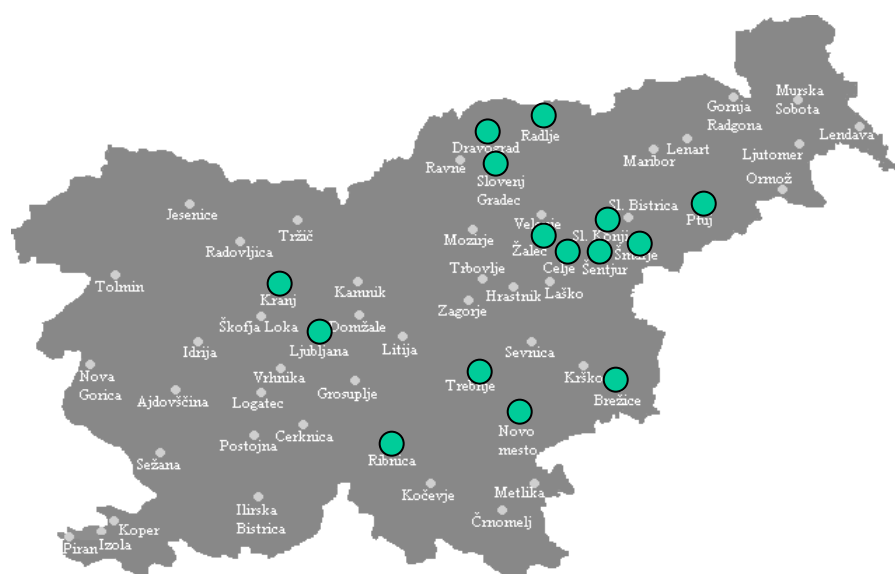
Oskrbjenost njivskih tal s humusom smo ugotavljali pri 174. vzorcih. Izračunana poprečna vsebnost humusa v analiziranih vzorcih njivskih tal je 3,75 %. Največ vzorcev je vsebovalo 3–

4 % humusa. Takšnih je bilo 41,38 % vzorcev. 96,55 % vzorcev je vsebovalo 2 % ali več humusa (humozna tla). 32,76 % vzorcev je vsebovalo 4 % ali več humusa (zelo humozna tla).



Slika 1. Porazdelitev njivskih vzorcev glede na vsebnost humusa (Toplak, 2003).

Figure 1. Field soil samples distribution in regard to humus content (Toplak, 2003).



Slika 2. Območja kjer so bili odvzeti vzorci (zeleni krogi) (Toplak in sod., 2003).

Figure 2. Areas in which field soil samples were collected (Toplak *et al.*, 2003).

Podobne vsebnosti humusa v njivskih tleh so ugotovili že Leskošek in sodelavci leta 1998. V njihovi raziskavi je prav tako največ, 33 %, vzorcev vsebovalo 3–4 % humusa. Več kot 90 % vzorcev je vsebovalo več kot 2 % humusa. 30 % vzorcev je vsebovalo več kot 4 % humusa.

Zadravec (1997) navaja na Posvetu o kompostiranju, da je oskrbljenost njivskih tal s humusom, glede na rezultate analiz, zadovoljiva in znaša 3,61 % (analize opravljene na

Kmetijskem zavodu Maribor) oziroma 3,42 % (analize opravljene na Kmetijskem zavodu Maribor za območje Ptujkega zavoda in analize opravljene na Veterinarsko-živinorejskem zavodu Ptuj). Ugotavlja tudi, da bi bilo potrebno pri tretjini analiziranih vzorcev odstotek organske snovi (humusa) povečati.

Bilanca humusa

Za splošen pregled gnojenja smo pregledali gnojilne načrte, s pomočjo katerih smo izračunali bilanco humusa. Pri večini narejenih gnojilnih načrtov je bila bilanca humusa pozitivna. Takšnih je bilo 72,8 % gnojilnih načrtov. Negativna bilanca humusa je bila praviloma majhna in je predvsem posledica pretežno okopavinskega kolobarja in/ali majhne količine organskih gnojil. Leskošek in Mihelič (1998) ugotavljata, da je v slovenskih razmerah bilanca humusa na njivah večinoma negativna, ker je delež potrošnikov organske snovi tal (zlasti okopavine) v kolobarju velik. Ker pa kmetje praviloma močno gnojijo z živinskimi gnojili, postane bilanca humusa pozitivna.

V Evropi praviloma vzpostavljajo uravnovešeno bilanco humusa v njivskih tleh tako, da v kolobar sejejo pretežno strna žita (60 do 80 % in več), ki so skromni porabniki humusa in le malo okopavin, ki ponavadi zahtevajo uporabo organskih, predvsem živinskih, gnojil. V Sloveniji imamo v kolobarju praviloma velik delež okopavin (približno 70 %). Okopavine gnojimo z živinskimi gnojili. V Sloveniji imamo glede na površino njiv veliko absolutnega travinja. Kmetovalci skoraj vsa živinska gnojila, ki jih pridobijo prek krme s travnikov porabijo na njivskih površinah. Zaradi takšnih razmer na kmečkih njivah ponavadi ne primanjkuje humusa (Leskošek in Mihelič, 1998). Dobra oskrbljenost kmečkih njiv s humusom je torej posledica velikega deleža živinorejskih in mešanih kmetij, na katerih živinska gnojila, pridelana s krmo s travinja, porabijo na lastnih njivskih površinah. Za ohranjanje zadostne količine in kakovosti humusa na travinju živinska gnojila (ali druga organska gnojila) niso nujno potrebna (Leskošek in Mihelič, 1998; Leskošek, 2003). Zaradi pridelanih živinskih gnojil in možnosti ustreznega kolobarja (npr. vključevanje krmnih koševin), s katerim vzdržujemo ustaljeno ravnovesje med tvorbo in razkrojem humusa v obdelovanih tleh, k ohranjanju optimalne vsebnosti humusa v tleh pomembno prispeva zlasti reja prežvekovalcev (Osterc, 1998; Toplak in sod., 2003). Na količino živinskih gnojil pa seveda pomembno vpliva intenzivnost govedoreje.

Vsebnost in dinamika humusa na treh posebej preučeni kmetijah

Vsebnost in dinamiko humusa v daljšem časovnem obdobju (11 do 25 let) smo preučevali na nekaterih parcelah treh posebej obravnavanih kmetij. To so parcela A (kmetija A) in parcele Ba, Bb, Bc, Bd (kmetija B), Ca ter Cb (kmetija C). Kmetije smo označili z oznakami A, B in C. Vse tri kmetije so intenzivne govedorejske kmetije.

Na šestih parcelah se je vsebnost humusa v ornici zmanjšala, na eni pa povečala. Vsebnost humusa se je zmanjšala na parceli A (kmetija A) (za 23 %) in na parcelah Ba (za 59,7 %), Bb (za 27,5 %), Bc (za 52,9 %), Bd (za 50,5 %) (kmetija B) in Ca (za 50,9 %) (kmetija C). Vsebnost humusa se je povečala le na parceli Cb (za 6,57 %) (kmetija C).

Zmanjšanje vsebnosti humusa v ornici (tla do globine \approx 20 cm) v obdobju od prve analize, ki nam je bila dostopna, do analize v letu 2002 (oziroma 1998, parcela Ba) je na večini parcel verjetno posledica več medsebojno povezanih dejavnikov, predvsem različnih agrotehničnih ukrepov. Glavni vzrok zmanjšanja vsebnosti humusa v ornici parcele A, kljub gnojenju z živinskimi gnojili, je preoranje le-te, oz. sprememba travinja v njivo (zmanjšan vnos organske snovi, intenzivnejša mineralizacija). Sprememba globine obdelave (prerazporeditev humusa iz površinskih horizontov (večja vsebnost organske snovi oz. humusa) v globlje horizonte, zaradi oranja do globine \approx 40 cm) in sprememba intenzivnosti gnojenja z živinskimi gnojili (zmanjšan

vnos org. snovi) sta verjetno glavna vzroka zmanjšane vsebnosti humusa v ornici izbranih parcel kmetije B (zlasti obdobje od leta 1985 do 1998). Povečanje vsebnosti humusa od leta 1989 oz. 1998 do leta 2002 na parcelah Bc in Bd je verjetno posledica povečevanja vsebnosti le-tega v novi ornici (oranje do globine ≈ 40 cm) zaradi intenzivnega gnojenja z živinskimi gnojili. Zmanjšan vnos organske snovi zaradičasne opustitve živinoreje in gnojenja le z mineralnimi gnojili (obdobje od leta 1990 do 1995) in verjetno nekoliko globlja obdelava sta verjetno glavna vzroka zmanjšane vsebnosti humusa v ornici parcele Ca. Ob zmanjšanem vnosu organske snovi se vzpostavi nova, agrotehničnim ukrepom ustrezna, ravnovesna vsebnost humusa. Povečanje vsebnosti humusa do leta 2002 na parceli Cb je verjetno posledica intenzivnega gnojenja z živinskimi gnojili. Drugi dejavniki, ki bi lahko povzročili zmanjšanje vsebnosti humusa v preučevanem obdobju bi lahko bili intenzivna obdelava in kolobar z velikim deležem okopavin (intenzivnejša mineralizacija humusa) ter namen pridelave (različna količina žetvenih ostankov). Različna dinamika humusa (organske snovi) na posameznih parcelah iste kmetije, bi lahko bila tudi posledica različne teksture in različne "izhodiščne" vsebnosti humusa. Bilanca humusa je bila za vseh sedem parcel treh izbranih kmetij, v obdobju od leta 1998 do 2002 (oziroma v obdobju od leta 1994 do 1998, parcela Ba), pozitivna. Stanje je posledica intenzivnega gnojenja z živinskimi gnojili. Po vmesnem obdobju zmanjševanja vsebnosti humusa v ornici se je ali se bo začela vsebnost humusa zato verjetno povečevati.

Preglednica 2. Spremembe vsebnosti humusa v tleh preučevanih parcel
Table 2. Soil humus content changes on selected plots

Kmetija	Parcela	Vsebnost humusa, %						
		1977	1985	1989	1991	1995	1998	2002
Kmetija A	A	4,73						3,64
	Ba	3,62	6,03	2,60			1,46	
Kmetija B	Bb				3,49			2,53
	Bc		6,03	3,25		2,47	1,88	2,84
	Bd		4,69	1,30			1,79	2,32
Kmetija C	Ca		6,70					3,29
	Cb		3,35					3,57

Tinker (2001) navaja, da preoranje travinja (npr. pašnikov) povzroči izgubo 0,5 % talnega organskega ogljika v 10 letih ali 1 t C org. ha⁻¹ v 1 letu. Vnos organske snovi v talni sistem prav tako vpliva na vsebnost in dinamiko humusa. Ob zmanjšanem vnosu organske snovi se vzpostavi nova, agrotehničnim ukrepom ustrezna, ravnovesna vsebnost humusa (Johnson, 1991). Zmanjšanje vsebnosti organske snovi v tleh, po spremembi količine vnosa organske snovi, ugotavljajo tudi drugod. V statistični raziskavi gnojenja Bad Lauchstädt je bilo po letu 1978 opaziti razliko v vsebnosti C in N v tleh po spremembi intenzivnosti gnojenja. Zmanjšanje, po veliki izhodiščni vsebnosti organske snovi, je znašalo letno 0,013 % C org., oz. 5,2 dt C ha⁻¹ in 0,0011 % N, to je 44 kg N ha⁻¹ (Körschens in Schulz, 1999). Vpliv različnega načina kmetovanja na vsebnost in dinamiko humusa v tleh kažejo tudi različni dolgoletni poskusi. V enem izmed takšnih poskusov so strokovnjaki primerjali različna petletna kolobarja. V prvi kolobar so v petletnem obdobju vključili tri leta TDM, v drugem kolobarju so bila tla vsako leto preorana. Po 48 letih se je % C org. v tleh, v kolobarju s TDM, povečal s 0,98 % na 1,09 % (za 11,22 %). Pri drugem kolobarju, v katerega ni bila vključena TDM, se je % C org. zmanjšal s 0,98 % na 0,86 % (za 12,24 %) (Johnson, 2001).

Kljub zmanjšanju vsebnosti humusa v ornici na preiskovanih parcelah, tla vseh parcel (razen parcele Ba, za katero nimamo podatkov za leto 2002) spadajo, glede na vsebnost humusa, med humozna tla (več kot 2 % humusa). Ob različnih dejavnikih, ki so povzročili zmanjšanje vsebnosti humusa v ornici, je to prav gotovo zasluga organskih gnojil, ki prihajajo iz živinoreje. Zaradi tega je sčasoma mogoče pričakovati še povečevanje vsebnosti humusa v tleh.

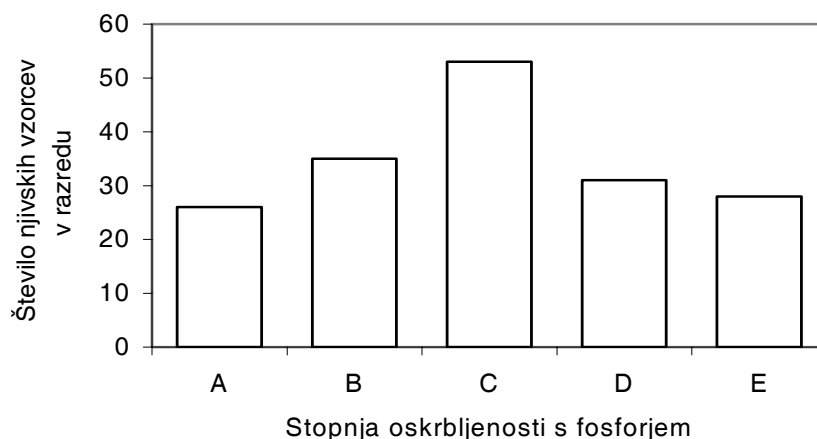
Preglednica 3. Bilanca humusa na izbranih parcelah (obdobje 1998–2002, 1994–1998 za parcelo Ba)

Table 3. Humus balance on selected plots (the period 1998–2002, 1994–1998 for plot Ba)

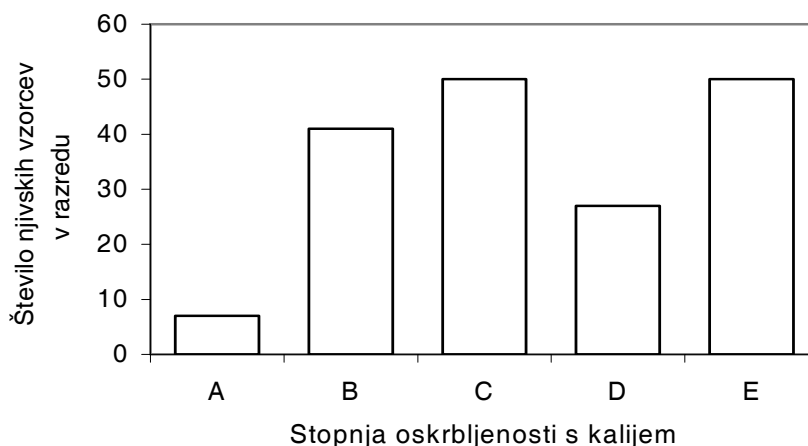
Kmetija	Parcela	Bilanca humusa (dt humusa/ha)
Kmetija A	A	+16,7
	Ba	+22,5
Kmetija B	Bb	+22,5
	Bc	+22,5
	Bd	+22,5
	Ca	+117,5
Kmetija C	Ca	+117,5
	Cb	+137,5

Oskrbljenost slovenskih kmečkih njivskih tal s hranili

Eden temeljnih izzivov s katerimi se sooča živinoreja je vzpostavljanje in/ali zagotavljanje kroženja hranil, predvsem dušika in fosforja (Phosphorus nutrition ... , 2004). Kmetovanje, ki le-tega ne zagotavlja ni v skladu z dobro kmetijsko prakso in ni trajnostno. Za doseg ustreznega kroženja hranil in minimalnega ogrožanja okolja moramo v kmetijska tla vnesti približno toliko hranil kot jih iz tal izgubimo s prodajo prirejenih proizvodov in z drugimi izgubami (spiranje, denitrifikacija idr.). Izrednega pomena je strokovno sestavljanje krmnih obrokov, ki ustrezajo fiziološkim potrebam živali, ker s kemično sestavo obroka vplivamo tudi na kemično sestavo iztrebkov in urina, torej tudi na vsebnost rastlinskih hranil. Zelo pomemben je izračun bilance hranil na kmetiji. Potrebno bo določiti čimbolj natančne prehranske standarde in dobro poznavanje oskrbljenosti tal s hranili, ker le-ta lahko posredno vpliva na zdravstveno stanje živali, zlasti plodnost, ki je zelo pomemben gospodarski parameter.



Slika 3. Porazdelitev njivskih vzorcev glede na oskrbljenost s fosforjem.
Figure 3. Field soil samples distribution in regard to phosphorus content.



Slika 4. Porazdelitev njivskih vzorcev glede na oskrbljenost s kalijem.
Figure 4. Field soil samples distribution in regard to potassium content.

Oskrbljenost kmečkih njivskih tal s fosforjem in kalijem smo ugotavljali pri 173 oz. 175 vzorcih. S fosforjem je bilo največ vzorcev dobro oskrbljenih (C stopnja). Takšnih je bilo 30,63 % vzorcev. Pretirano ali ekstremno oskrbljenih je bilo 34,08 % vzorcev. Poprečna vsebnost fosforja v analiziranih vzorcih njivskih tal je bila 26,38 mg $P_2O_5/100$ g tal (D stopnja).

S kalijem je bilo največ vzorcev dobro ali ekstremno oskrbljenih (C in E stopnja). Dobro in ekstremno oskrbljenih je bilo po 28,57 % vzorcev, skupaj 57,14 %. Pretirano ali ekstremno oskrbljenih je bilo 44 % vzorcev. Poprečna vsebnost kalija v analiziranih vzorcih je bila 32,32 mg $K_2O/100$ g tal (D stopnja za lažja do srednje težka tla ali C stopnja za težka tla).

Leskošek (1993) navaja, da so naša tla po naravi zelo različno oskrbljena s kalijem. Približno 1/3 tal naj bi bila po naravi dobro oskrbljena, 1/3 srednje in 1/3 slabo. Preden smo začeli gnojiti z mineralnimi gnojili, so bila vsa tla v Sloveniji slabo oskrbljena s fosforjem (Leskošek in sod., 1998). Leskošek in sod. (1998) tudi ugotavljajo, da je po dobrih štirih desetletjih, odkar smo v Sloveniji začeli z uporabo mineralnih gnojil, stanje oskrbljenosti kmetijskih tal s P in K zelo raznoliko. Raznoliko stanje je ugotovljeno tudi v tem pregledu. Pozornost bo v prihodnosti potrebno nameniti tako slabi, kot pretirani in ekstremni oskrbljenosti tal s hranili, ki je lahko pomemben posreden dejavnik nutriijske etiopatogeneze.

Oskrbljenost tal s hranili in dinamika hranil na treh posebej preučeni kmetijah

Oskrbljenost tal s hranili in dinamiko hranil v dolgem časovnem obdobju (11 do 25 let) smo preučevali na že omenjenih parcelah treh izbranih kmetij.

Oskrbljenost s fosforjem se je na vseh parcelah povečala, oskrbljenost s kalijem se je na treh parcelah zmanjšala, na štirih (parcela A, Ba, Bc in Bd, kmetija A in B) pa povečala. Tudi na parcelah Bc in Bd se je oskrbljenost s kalijem od leta 1985 do leta 2002 zmanjšala. Vse parcele (z izjemo parcele A, kmetija A) so ekstremno oskrbljene s fosforjem. Glavni vzrok povečevanja oskrbljenosti tal s fosforjem in zmanjševanja oskrbljenosti s kalijem je verjetno sestava mineralnih in nekaterih živinskih gnojil. Mineralna (npr. NPK) gnojila ponavadi vsebujejo enako količino P_2O_5 in K_2O ali pa je vsebnost K_2O največ 1,5 do 2 krat večja kot vsebnost P_2O_5 , medtem, ko je odzvem K_2O v poljedelskem kolobarju (posebno, če odvezamemo tudi slamo in druge postranske pridelke) približno 2 do 3 krat večji kot odzvem P_2O_5 . S fosforjem gnojimo več kot ga rastline porabijo, s kalijem gnojimo le toliko kot ga rastline porabijo ali celo manj (Leskošek, 2003). Veliko povečanje oskrbljenosti tal s fosforjem je verjetno tudi posledica zelo intenzivnega gnojenja z živinskimi gnojili (gnojevka govejih pitancev in goveji hlevski gnoj) in

sestave le-teh. Za goveje pitance (osnova je silažna koruza in močna krmila) računamo 70/30/60 (kg N/P₂O₅/K₂O) na GVŽ leto⁻¹. Gnojevka govejih pitalcev torej vsebuje približno 2 krat več K₂O kot P₂O₅, medtem ko je odvzem K₂O, če pridelujemo koruzo za silažo, približno 3 krat večji kot odvzem P₂O₅ (0,16 kg P₂O₅ dt⁻¹ pridelka in 0,45 kg K₂O dt⁻¹ pridelka) (Leskošek, 1993; Leskošek in Mihelič, 1998). Povečevanje oskrbljenosti tal s kalijem je verjetno posledica gnojenja z gnojili z ustrežnejšo vsebnostjo hranil. Povečanje oskrbljenosti tal s kalijem na parcelah Bc in Bd, v obdobju od leta 1977 do 1985, je lahko posledica predvsem zelo velike količine živinskih gnojil v tem obdobju.

Pri razlagi rezultatov moramo upoštevati še številne naključne dejavnike, ki bi lahko pomembno vplivali na rezultate. Morebitne napake in/ali nenatančnost se lahko pojavijo že ob odvzemu vzorca tal. Eden izmed dejavnikov, ki bi lahko pomembno vplivali na vsebnost humusa v vzorcu je globina jemanja vzorcev. Upoštevati moramo tudi možne nenatančnosti izvedbe analitskega postopka.

Preglednica 4. Spremembe oskrbljenosti tal s fosforjem na izbranih parcelah
Table 4. Soil phosphorus content changes on selected plots

Kmetija	Parcela	Oskrbljenost tal s fosforjem (mg P ₂ O ₅ /100 g tal)							
		Leto							
		1977	1985	1987	1989	1991	1995	1998	2002
Kmetija A	A	2,43							22,52
	Ba	11	20	33	50			50,35	
Kmetija B	Bb					9,7			50,4
	Bc	3,5	16,5		34,5		42,48	33,12	41,5
	Bd	8	21		23,5			34,35	44,85
Kmetija C	Ca		21						74,1
	Cb		32,5						96,6

Preglednica 5. Spremembe oskrbljenosti tal s kalijem na izbranih parcelah
Table 5. Soil potassium content changes on selected plots

Kmetija	Parcela	Oskrbljenost tal s kalijem (mg K ₂ O/100 g tal)							
		Leto							
		1977	1985	1987	1989	1991	1995	1998	2002
Kmetija A	A	7,84							16,67
	Ba	10	20	21,5	27,5			20,88	
Kmetija B	Bb					33			22
	Bc	8,3	19,5		11		20,7	12	11,2
	Bd	15,5	30,5		15			13,68	16,55
Kmetija C	Ca		30						28
	Cb		30						28,5

Vse kmetije praviloma kupujejo tudi mineralna gnojila in močno krmo (žita) in tako več fosforja kot ga prodajo s pridelki (mleko in meso). Za sonaravno kmetijstvo je pomembna čim večja zaprtost krogotokov. Velik pomen le-te postane dokončno jasen šele ob poznavanju deleža z blatom in urinom izločenih hranil (Osterc, 1998).

Neustrezno gnojenje (predvsem prekomerno gnojenje z dušikom in fosforjem) predstavlja nepotrebne stroške za kmetovalca in obenem pa obremenjuje okolje (eutrofizacija idr.). Ena izmed možnosti zagotavljanja ravnovesja med odvzemom in vnosom kalija je tudi dodatno

gnojenje z enostavnimi kalijevimi gnojili. V podobnem položaju so številne, v intenzivno govedorejo usmerjene slovenske kmetije. Na teh kmetijah bodo morali razmisliti o načinu kmetovanja v prihodnosti in ga uskladiti z načeli sonaravnega kmetovanja oz. dobre kmetijske prakse.

Preglednica 6. Delež rastlinskih hranil, ki se izločijo v blatu in seču (v % od zaužitih s krmo) (Osterc, 1998)

Table 6. Ratio of plant nutrients in feces and urine (% from amount in feed) (Osterc, 1998)

Proizvodnja	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
Prيرهja mleka	80	80	95	80	95
Zreja telet	83	80	95	80	95
Pitanje govedi	94	98	98	98	98
Pitanje prašičev	74	80	95	71	67

SKLEPI

Poprečna vsebnost humusa v analiziranih vzorcih njivskih tal iz različnih območij Slovenije je 3,75 %. To pomeni, da so tla dobro oskrbljena s humusom. Bilanca humusa je v večini primerov (72,8 % gnojilnih načrtov) pozitivna. Rezultati 175 analiz potrjujejo, da so analizirana tla splošno gledano dobro oskrbljena s fosforjem in kalijem, v posameznih primerih so razlike v oskrbljenosti zelo velike. Na šestih parcelah treh izbranih kmetij, na katerih se že leta ukvarjajo z intenzivno govedorejo, se je vsebnost humusa zmanjšala, na eni pa povečala. Glavni vzroki zmanjšane vsebnosti humusa na nekaterih parcelah, posebej obravnavanih kmetij, so verjetno preoranje travnate površine, globlje oranje in zmanjšan vnos organske snovi. Velik vpliv ima intenzivna govedoreja na vsebnost oz. na dinamiko hranil fosforja in kalija. Tla na izbranih kmetijah so dobro oskrbljena s fosforjem in slabše oskrbljena s kalijem. Oskrbljenost s fosforjem se je na vseh preučevanih parcelah, na izbranih kmetijah, povečala. Prekomerna oskrbljenost s fosforjem, zlasti na nekaterih parcelah, bi lahko predstavljala pomemben posreden etiološki dejavnik razvoja presnovnih in deficitarnih bolezni in ekološki problem. Oskrbljenost s kalijem se je na izbranih kmetijah na treh parcelah zmanjšala, na štirih pa povečala. Pomemben vpliv na vsebnost in kroženje hranil ima nakup mineralnih gnojil in močne krme ter neuravnovešena bilanca hranil na kmetijah. V obdobju 1998–2002 (oz. 1994–1998, parcela Ba) je bila bilanca humusa na vseh izbranih parcelah pozitivna, kar je rezultat obilnega gojenja z živinskimi gnojili, gnojevko in gnojem.

SUMMARY

Average humus content in analysed field soil samples collected in different areas in Slovenia is 3.75%. The result prove that field soils are well provided with humus. The humus balance is mostly (72.8% of fertilising schemes) positive. The analyses of 175 field soils on plant-available phosphorus and potassium content show that fields in Slovenia are generally well provided with phosphorus and potassium. Deviations are considerable in some cases. The soil humus content decreased on six selected plots and increased on one. The main reasons for decrease in soil humus content are probably conversion of grassland into arable land, deeper ploughing and smaller input of organic matter. Great influence on soil phosphorus and potassium content and dynamics has the intensity of cattle breeding. Soils on selected plots are well provided with

phosphorus but less with potassium. The supply with phosphorus is increasing, while the supply with potassium is mostly in decrease. The phosphorus content has increased on all selected plots. Increased soil phosphorus levels, especially on some plots, could represent an important indirect factor in etiology of metabolic and deficit diseases and an ecological problem. The soil potassium content decreased on three selected plots and increased on four. An important influence on nutrient content and nutrient flows has the purchase of mineral fertilisers and feed concentrates and unbalanced nutrient cycling. The soil humus balance in the period 1998–2002 (1994–1998, plot Ba) has been positive on all selected plots. The positive soil humus balance is the result of intensive use of animal slurry and manure.

VIRI

- Bolan, N. S./ Horne, D. J./ Currie, L. D. Growth and chemical composition of legume-based pasture irrigated with dairy farm effluent. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 47(2004), 85–93.
- Breemen, N. van/ Buurman P. Biological processes in soils. V: *Soil Formation*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1998, 81–116.
- Butorac, A. Gnojdba tla. V: *Opća agronomija*. Zagreb, Školska knjiga, 1999, 319–462.
- Gregorovič, V. Presnovne bolezni. V: *Bolezni in zdravstveno varstvo prežvekovalcev*. Organske, presnovne in deficitarne bolezni. 3. Izdaja. Ljubljana, VTOZD za veterinarstvo Biotehniške fakultete, 1982, 414–623.
- Haiger, A./ Storhas, R./ Bartussek, H. *Naturgemässe Viehwirtschaft. Zucht, Fütterung, Haltung von Rind und Schwein*. Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co., 1988, 264 str.
- Hayes, M.H.B./ MacCarthy, P./ Malcolm R.L./ Swift R.S. Humic substances II. In *Search of Structure*. Baffins Lane, John Wiley&Sons, 1989, 746 str.
- Johnson, A.E. Potential Changes in Soil Fertility from Arable Farming including Organic Systems. Rothamsted, AFRC Institute of Arable Crops Research, 1991, 38 str.
- Johnson, A.E. *Principles of Crop Nutrition for Sustainable Food Production*. Rothamsted, AFRC Institute of Arable Crops Research, 2001, 38 str.
- Körschens, M./ Schulz, E. Die organische Bodensubstanz. Dynamik – Reproduktion-ökonomisch und ökologisch gegründete Richtwerte. Leipzig-Halle, UFZ- Umweltforschungszentrum, 13(1999), 7–8.
- Leskošek, M. Gnojenje. Ljubljana, ČZP Kmečki glas, 1993, 197 str.
- Leskošek, M. Vpliv gnojenja na oskrbljenost tal s humusom, fosforjem in kalijem. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, osebni vir, januar 2003.
- Leskošek, M./ Mihelič, R. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije – Uprava RS za pospeševanje kmetijstva, 1998, 51 str.
- Leskošek, M./ Mihelič, R./ Grčman, H./ Pavlič, E. Oskrbljenost kmetijskih tal s fosforjem in kalijem v Sloveniji. V: *Novi izzivi v poljedelstvu*, Zbornik simpozija, Dobrna, 1998-09-03/04, (ur.: Tajnšek, A./ Šantavec, I.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 1998, 37–41.
- Mazgan, M. Kmetovanje na posebej izbranih kmetijah, vpliv gnojenja na oskrbljenost tal s humusom, fosforjem in kalijem. *OZVŽ Ptuj*, Enota za kmetijsko svetovanje, Radlje ob Dravi, osebni vir, januar 2003.
- McDonald, P./ Edwards, R.A./ Greenhalgh, J.F.D./ Morgan C.A. *Animal nutrition*. Fifth edition. Essex, Longman Scientific&Technical, 1995, 607 str.
- Osterc, J. Sonaravno kmetijstvo. Domžale, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, 1998, 84 str.
- Phosphorus nutrition of dairy cattle – What's new? 2004. University of Wisconsin Madison <http://www.ansci.cornell.edu/tmplobs/doc> (14. jan. 2004)
- Posvet o kompostiranju. Ptuj, Čisto mesto, eko les&komunala Ptuj, 1997, 48 str.
- Schnitzer, M. Binding of Humic Substances by Soil Mineral Colloids. V: *Interactions of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes*. Special Publication Number 17 (Eds.: Huang, P.M./ Schnitzer, M.). Madison, Soil Science Society of America, 1986, 77–101.
- Slovenski kmetijsko okoljski program. 2001–2006. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2001, 71 str.
- Smith, J. L./ Bezdicek, D. F./ Lynch, J. M. Soil Organic Matter Dynamics and Crop Residue Management. V: *Soil Microbial Ecology. Applications in Agricultural and Environmental Management* (ur.: Metting, F. B., Jr.). New York, Marcel Dekker, 1993, 65–94.
- Statistični urad Republike Slovenije. *Struktura kmetijskih gospodarstev*, 1. junij 2003. 2004.
- Stritar, A. Skrb za humus, skrb za trajno rodovitnost. V: *Kako gnojimo*. Ljubljana, Založba Kmečka knjiga, 1958, 31–34.
- Sušin, J. Gnojenje na vodovarstvenih območjih. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenij, 2002, 53 str.

-
- Tinker, P. B. Organic Farming – Nutrient Management and Productivity. Oxford, Plant Sciences Department, Oxford University, 2001, 24 str.
- Toplak, A./ Leskošek, M./ Osterc, J./ Govedoreja kot dejavnik oskrbljenosti slovenskih njiv s humusom. Sodobno kmetijstvo, 36(2003)9, 33–36.
- Toplak, A. Oskrbljenost njiv s humusom, fosforjem in kalijem v povezavi s sonaravnostjo kmetovanja v Sloveniji. Diplomsko delo, 2003, 57 str.
- Znaor, D. Ekološka poljoprivreda. Poljoprivreda sutrašnjice. Zagreb, Nakladni zavod globus, 1996, 79–93.