

## OCJENA KVALITETE VERMIKOMPOSTIRANOG GOVEĐEG STAJSKOG GNOJA

*Z. Lončarić, Meri Engler, K. Karalić, Gordana Bukvić, Ružica Lončarić, D. Kralik*

Izvorni znanstveni rad  
Original scientific paper

### SAŽETAK

*Vermikompost (lumbripost, biohumus) je kao organsko gnojivo ili supstrat za proizvodnju presadnica proizvedeno mikrobiološkom razgradnjom goveđeg stajnjaka kroz probavni sustav kalifornijske gliste (*Eisenia foetida*). Analizom fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava utvrđeno je da je vermikompost stabilan, dobro opskrbljen biljnim hranivima te da je koncentracija analiziranih teških kovina niža od dopuštenih vrijednosti. Analizama je u vermikompostu utvrđeno 17,85% pepela, neutralna pH reakcija, EC 1,07 dS m<sup>-1</sup>, 24,6% ukupnog C, 2,32% ukupnog N i CN odnos 10,6, što indicira zrelost vermikomposta. Utvrđene su značajne koncentracije (u g kg<sup>-1</sup>) ukupnog P (11,25), K (6,13), Ca (10) i Mg (8,55) te mikroelemenata (u mg kg<sup>-1</sup>) Fe (9464), Mn (354), Zn (272) i Cu (46). Također, ukupna koncentracija Zn, Cu, Pb (16 mg kg<sup>-1</sup>) i Cr (42 mg kg<sup>-1</sup>) niža je od dopuštenih granica, što dopušta uporabu vermikomposta kao gnojiva i kao supstrata za proizvodnju presadnica. Biološkim testovima utvrđeno je da je vermikompost vrlo stabilan, jer je izmjeren intenzitet disanja 1,2 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> kompost-C dan<sup>-1</sup>, te da vermikompost nije fitotoksičan, jer je uzgojem salate u kontejnerima tijekom 14 dana utvrđena veća produkcija nadzemne tvari korištenjem vermikomposta nego korištenjem komercijalnog supstrata, iako razlike nisu statistički značajne.*

*Ključne riječi: goveđi stajski gnoj, kvaliteta, lumbripost, organsko gnojivo, stabilnost, vermikompost, zrelost*

### UVOD

Povećano zanimanje javnosti i ekološki problemi vezani za uporabu stajnjaka usmjeravaju farmere prema alternativnim rješenjima, a kompostiranje omogućuje značajno smanjivanje ekoloških problema vezanih za uporabu različitih stajskih gnojiva (Carr i sur., 1995.). Također, nepovoljna svojstva stajskog gnoja, kao što su npr. visoki pH i konduktivitet te visoka biološka potreba za kisikom, mogu se popraviti procesom vermistabilizacije, tj. mikrobiološkom dekompozicijom organske tvari kroz probavni sustav kalifornijske gliste (*Eisenia foetida*) (Mitchell, 1997.). Uporaba kalifornijske gliste za razlaganje organske tvari rezultira usitnjavanjem organskog supstrata, ubrzavanjem razgradnje, promjenom fizikalnih i kemijskih svojstava supstrata te konačnim učinkom vrlo sličnom kompostiranju, u kojem nestabilna organska tvar oksidira i aerobno stabilizira (Hartenstein i Hartenstein, 1981.). Konačan produkt, koji se najčešće naziva vermikompost, vrlo je različit od početne organske tvari, uglavnom zbog pojačane dekompozicije i humifikacije (Atiyeh i sur., 2002.). Isti se proizvod vermikompostiranja često naziva i biohumus (Manukovsky i sur., 2001.) ili lumbripost (Milaković i sur., 2003.). Na žalost, trošak kompostiranja može biti značajno veći u usporedbi s uporabom svježeg stajskog gnoja (Rynk, 1992.) te je, stoga, potrebna kontinuirana proizvodnja kvalitetnog komposta, da bi se nadoknadili troškovi proizvodnje (Wang i sur., 2004.). Značajni pokazatelji kvalitete komposta su njegova stabilnost i zrelost. Stabilnost se odnosi na stupanj stabilizacije organske tvari tijekom kompostiranja i može se utvrditi respirometrijski (Iannotti i sur., 1993.), a zrelost, koja podrazumijeva neograničavanje rasta biljaka u kompostnim supstratima (Zucconi i sur., 1981.), najbolje je utvrditi vegetacijskim (biološkim) pokusima. Ipak, različiti autori predlažu brojne kemijske i biološke testove za ocjenu kvalitete komposta, a mnogi su istraživali različita fizikalna i kemijska svojstva vermikomposta. Edwards and Burrows (1988.) navode da je

---

*Doc. dr. sc. Zdenko Lončarić, Meri Engler, dipl. inž., Krunoslav Karalić, dipl. inž., prof. dr. sc. Gordana Bukvić, mr. sc. Ružica Lončarić, doc. dr. sc. Davor Kralik – Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, HR-31000 Osijek*

vermikompost nalik tresetu, velike poroznosti i vododržućeg kapaciteta. U usporedbi s polaznim materijalom, vermikomposti sadrže manje topivih soli, veći kationski izmjenjivački kapacitet i povećani ukupni sadržaj huminskih kiselina (Albanell i sur., 1988.) te sadrže hraniva u oblicima koje biljke lako usvajaju, kao što su nitrati, izmjenjivi fosfor, topivi kalij, kalcij i magnezij (Edwards and Burrows, 1988.). Temeljeno na tim fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima, vermikomposti imaju značajan komercijalni potencijal u hortikulturnoj proizvodnji kao kontejnerski medij za uzgoj presadnica povrća i lončanica (Atiyeh i sur., 2002.).

Cilj je ovoga rada utvrditi kvalitetu vermikompostiranog goveđeg stajskog gnojiva analizom kemijskih svojstava, usporedbom s graničnim vrijednostima stabilnog i zrelog vermikomposta te ocjenom prema pravilnicima i standardima kvalitete komposta različitih zemalja (Epstein, 1997., Thompson, 2001.).

## **MATERIJAL I METODE**

### **Početni materijal i proces vermikompostiranja**

Početna sirovina za proizvodnju vermikomposta je goveđi stajski gnoj s obiteljskog gospodarstva uz uporabu pšenične slame kao stelje. Svježi je stajski gnoj deponiran na suho i ocjedito tlo, formirajući hrpu visine 70 cm, širine 5 m, dužine 10 m, prekriven slojem slame debljine 20 cm i ograđen balama slame radi smanjivanja isušivanja. Stajski gnoj je u hrpama sazrijeva 6 mjeseci bez prozračivanja te je nakon toga korišten kao supstrat za kompostiranje uz uporabu kalifornijskih glista (*Eisenia foetida*). Kompostišta je priređeno na suhom i ocjeditom tlu u vidu ograđenih prostora, na dnu i bočno obloženih bijelim vodopropusnim platnom, širine 2 m, visine 50 cm i dužine 20 m. Inokulacija kompostišta kalifornijskim glistama provedena je postavljanjem prethodno proizvedenog zrelog vermikomposta s kalifornijskim glistama na dno kompostišta u sloju debljine 5 cm, a zatim je raspodijeljen stajski gnoj koji je sazrijeva 6 mjeseci do ukupne debljine 40 cm. Vermikompost je uzorkovan i analiziran nakon 6 mjeseci.

Radi smanjivanja varijabilnosti uzoraka, svaki je uzorak sastavljen od 10 poduzoraka uzetih randomizirano po kompostištu i ravnomjerno po čitavoj dubini. Nakon toga uzorak je temeljito promiješan radi postizanja maksimalne homogenosti. Čitav postupak proveden je četiri puta te su prikupljena četiri prosječna uzorka pojedinačnog volumena oko 5 litara.

Sve su analize (fizikalne, kemijske i biološke) također provedene i na uzorku komercijalnog supstrata za uzgoj presadnica povrća, radi usporedbe stabilnosti, zrelosti i razine biljnih hraniva u vermikompostu i komercijalnom supstratu.

### **Fizikalna svojstva**

Sadržaj suhe tvari, tj. ukupne krute tvari u vermikompostu određen je sušenjem 100 g svježe tvari gnojiva u sušioniku na 75°C do konstantne mase (Thompson, 2001.). Ukupne krute tvari i postotak vlage računaju se iz podataka odvlage svježe tvari i suhe tvari nakon sušenja.

Ukupni sadržaj pepela i organske tvari određeni su žarenjem na 550°C tijekom 2 sata (Thompson, 2001.) u peći za žarenje, a korišteni su uzorci suhe tvari nakon sušenja na 75°C.

### **Kemijska svojstva**

Elektrometrijsko mjerenje pH reakcije komposta provedeno je u filtratu 10 g svježeg vermikomposta mućkanog na rotacijskoj mućkalici 1 sat u 100 mL deionizirane vode (1:10 w/v uzorak : voda, Tiquia i Tam, 2000.). Električni konduktivitet izmjeren je u ekstraktu pripremljenom na isti način, ali s 20 g svježeg uzorka (1:5 w/v uzorak:voda, Tiquia and Tam, 2000.).

Ukupni ugljik određen je razaranjem 50 mg suhog uzorka vermikomposta mokrim postupkom (ISO, 1998.).

Ukupni dušik određen je destilacijom otopine 10 g usitnjenog svježeg gnojiva (Thompson, 2001.).

CN odnos izračunat je pomoću podataka ukupnog ugljika u suhoj tvari i ukupnog dušika u svježoj tvari.

Osnovna otopina uzorka komposta za određivanje koncentracije P, K, Ca i Mg pripremljena je razaranjem suhog uzorka digestijom pepela dušičnom i klorovodičnom kiselinom (Thompson, 2001.).

Koncentracija ukupnog P u osnovnoj otopini određena je spektrofotometrijskom fosfor-molibdenskom metodom, a K, Ca i Mg atomskom apsorpcijskom spektrometrijom (Thompson, 2001.).

Osnovna otopina uzorka komposta za određivanje koncentracije mikroelemenata Fe, Mn, Zn i Cu te toksičnih teških metala Pb i Cr pripremljena je razaranjem suhog uzorka digestijom zlatotopkom. Koncentracija navedenih teških metala u osnovnoj otopini određena je atomskom apsorpcijskom spektrometrijom (Thompson, 2001.).

### **Biološka svojstva**

Intenzitet disanja komposta, tj. rata izdvajanja CO<sub>2</sub> izmjerena je hvatanjem izdvojenog ugljičnog dioksida u predložak s NaOH. Korišteni su svježi uzorci gnojiva mase 50 g nakon dvodnevne inkubacije (Thompson, 2001.).

Biološki test pogodnosti vermikomposta za uzgoj presadnica proveden je sjetvom salate (*Lactuca sativa* L.) u stiroporne kontejnere s 40 mjesta i volumenom supstrata 50 ml. Usporedno su testirani vermikompost, komercijalni supstrat za uzgoj presadnica i njihova smjesa u volumnom omjeru 1:1, sve u četiri ponavljanja. Test je proveden sjetvom dvije sjemenke salate na svako sjetveno mjesto, a 14 dana nakon nicanja odvagana je svježa nadzemna masa za svaki pojedini tretman i ponavljanje.

### **Statistička obrada podataka**

Statistička obrada podataka izvršena je pomoću PC aplikacija Microsoft Excel i StatSoft Statistica te programa za analizu varijance u pokusima u poljoprivredi (Ivezić i Vukadinović, 1985.).

## **REZULTATI I RASPRAVA**

### **Fizikalna svojstva**

Značajno veći udio pepela u vermikompostu u odnosu na komercijalni supstrat (Tablica 1.) povezan je i s većim udjelom suhe tvari, iako je vlažnost uzorka, a time i udio suhe tvari, prvenstveno podložna uvjetima u kojima se gnojivo ili supstrat čuvaju.

**Tablica 1. Fizikalna svojstva vermikomposta i komercijalnog supstrata**

*Table 1. Physical parameters of the vermicompost and the commercial potting mix*

Gnojivo ili supstrat <i>Medium</i>	Suha tvar (%) <i>Dry matter</i>	Pepeo (%) <i>Ash</i>	Organska tvar (%) <i>Organic matter</i>
Vermikompost <i>Vermicompost</i>	40,12 b	17,85 b	82,15 a
Komercijalni supstrat <i>Commercial potting mix</i>	34,69 a	3,50 a	96,50 b

Razlike između vrijednosti označenih istim slovom nisu statistički značajne - *Values marked with the same letter do not show statistically significant differences*

Razlike u većem udjelu pepela i manjem udjelu organske tvari u vermikompostu u odnosu na komercijalni supstrat sukladne su razlikama koje navode Sanchez-Monedero i sur. (1996.), jer oni iznose da je u 5 različitih uzoraka tresetnih supstrata utvrđeno 69-97,55% organske tvari, u uzorcima komposta 30,13-74,75%, a u uzorcima stajskog gnoja 69,30-85,91%.

### **Kemijska svojstva**

pH utječe na različita svojstva komposta, uključujući raspoloživost hraniva i toksičnih tvari te aktivnost mikrobiološke populacije. Optimalni pH komposta za većinu bakterija je 6-7,5, a za gljive i aktinomicete između 5,5 i 8,0 (Thompson, 2001.). Elektrokemijska analiza pH reakcije vermikomposta u suspenziji vode pokazala je da je njegova reakcija neutralna. Literaturni podaci obuhvaćaju širok raspon pH vrijednosti komposta. Sanchez-Monedero i sur. (1996.) navode raspon pH komposta 7,3-7,9, dok su Ball i sur. (2000.) utvrdili pH 6,1 za kompost na osnovi smjese novinskog

papira i konjskog stajnjaka te pH 5,3 za kompost na bazi treseta. Vermikompost proizveden iz svinjskog stajskog gnoja imao je pH 5,3 (Atiyeh i sur., 2002.), a vermikompostirani goveđi stajski gnoj 8,3-9,1, ovisno o načinu proizvodnje (Mitchell, 1997.). Prema pH reakciji vermikomposta testiranog u ovoj studiji (7,02, Tablica 2.), može se zaključiti da je kao medij optimalan za razvoj neutrofilnih mikroorganizama (Epstein, 1997.), gotovo optimalan za pristupačnost dušika, fosfora, kalija i bora (Thompson, 2001.). Također, pH vrijednost komposta iznad 7 smanjuje transfer kadmija i ostalih teških kovina u prehrambeni lanac te potencijalnu fitotoksičnost kovina (Thompson, 2001.).

Električni konduktivitet je pokazatelj sadržaja topivih soli (iona) u kompostu. Konduktivitet se mijenja ovisno i o količini i vrsti iona u otopini i može ukazati na potencijalnu fitotoksičnost komposta. Visoka koncentracija soli može značiti i veću koncentraciju biljnih hraniva, ali može i štetno utjecati na biljke, posebice na korijen klijanaca ili, pak, zaustavljanjem i usporavanjem klijanja (Thompson, 2001.). Pretjerano visok EC smanjuje pristupačnost vode i usvajanje hraniva, a nizak EC može značiti nisku plodnost gnojiva ili supstrata, posebno zbog niskog sadržaja kalija, kalcija i magnezija. Allison (1973.) navodi da fitotoksičnost komposta može biti izazvana visokim EC iznad 4 dS m<sup>-1</sup>, a u vermikompostu analiziranom u ovoj studiji utvrđen je značajno niži EC (1,07 dS m<sup>-1</sup>), što navodi na zaključak da testirani vermikompost nema EC koji bi prouzročio fitotoksični učinak. Tiquia and Tam (1998.) navode da kompost s EC 3,5-4,7 dS m<sup>-1</sup> u njihovim istraživanjima nije smanjio klijavost sjemena i izduživanje korijena kupusa i špinata. Mitchell (1997.) iznosi da je električni konduktivitet vermikomposta od goveđeg stajskog gnoja u njegovim istraživanjima 2,5-3,1 dS m<sup>-1</sup>.

Dušik je kao makroelement neophodan za rast biljke, a u tlu i organskim gnojivima je biljci raspoloživ kao amonijačni ili nitratni ion. Niska koncentracija nitrata i visoka koncentracija amonijaka upućuju na nestabilnost komposta i visoku mikrobiološku aktivnost, što može izazvati nedostatak dušika kada se kompost aplicira u tlo siromašno dušikom. Iako je odnos amonijskog i nitratnog dušika značajan indikator stabilnosti komposta (Thompson, 2001.), za analizirani vermikompost taj podatak nije prikazan u ovom radu. Međutim, prikazan je CN odnos (Tablica 2.) koji se, također, koristi kao indikator stabilnosti komposta (Thompson, 2001., Epstein, 1997.). Koncentracija ukupnog dušika u vermikompostu 2,32% usporediva je s vrijednostima koncentracije dušika 2,33-3,16% u vermikompostu koje iznosi Mitchell (1977.), a trostruko je veća od ukupnog dušika u komercijalnom supstratu, što upućuje na potencijalno veću plodnost mješavine supstrata i vermikomposta ili samog vermikomposta.

**Tablica 2. Kemijska svojstva vermikomposta i komercijalnog supstrata (koncentracije u suhoj tvari)**

*Table 2. Chemical parameters of the vermikompost and the commercial potting mix (dry matter basis)*

Svojstvo <i>Properties</i>	Vermikompost <i>Vermikompost</i>	Komercijalni supstrat <i>Commercial potting mix</i>	Vermikompost (Mitchell, 1997.) <i>Vermikompost data from literature</i>
pH (H <sub>2</sub> O; 1:10)	7,02 b	6,12 a	8,3-9,1
EC (1:5, dS m <sup>-1</sup> )	1,07 b	0,47 a	2,5-3,1
Ukupni C (%) <i>Total C (%)</i>	24,60 a	36,71 b	21,7-28,1
Ukupni N (%) <i>Total N (%)</i>	2,32 b	0,78 a	2,33-3,16
C : N	10,6 a	47,06 b	8,9-9,3
P (g kg <sup>-1</sup> )	11,25 b	0,63 a	16,0-17,3
K (g kg <sup>-1</sup> )	6,13 b	1,05 a	15,7-16,0
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	10,00 a	21,85 b	26,2-29,4
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	8,55 b	1,50 a	9,3-10,0
			Granične vrijednosti (NN, 1992.) <i>Threshold values</i>
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	9464 b	686 a	
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	354 b	42 a	
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	272 b	12 a	200-300
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	46 b	10 a	60-100

Pb (mg kg <sup>-1</sup> )	16 b	8 a	100-150
Cr (mg kg <sup>-1</sup> )	42 b	16 a	60-100

Razlike između vrijednosti označenih istim slovom nisu statistički značajne - *Values marked with the same letter do not show statistically significant differences*

CN odnos je značajan pokazatelj stabilnosti komposta, ali informaciju o stabilnosti upotpunjuju i drugi pokazatelji kao intenzitet disanja, pH, volumna gustoća, redukcija organske tvari i samozagrijavanje (Thompson, 2001.). Također, vrlo je značajan početni CN odnos, jer očekivana optimalna promjena CN odnosa tijekom kompostiranja završava stabilnim CN odnosom, čija apsolutna vrijednost ovisi i o CN odnosu početne sirovine za kompostiranje. Thompson (2001.) navodi da početni CN odnos 30:1 kompostiranjem pada ispod 21:1. Epstein (1997.) iznosi da se kao pokazatelj stabilnosti smatrao CN odnos 20, ali da postoji velika varijabilnost (5-20) i da neki autori smatraju da bi zreli kompost trebao imati CN odnos 10 kao humus (Mathur, cit. po Epstein, 1997.). Na sličan zaključak navode i podaci naših istraživanja (neobjavljeni) prilikom kompostiranja krutog separata svinjske gnojovke uz početni CN blizu 20, a nakon 6 mjeseci kompostiranja utvrđen je CN odnos 10. Iako u ovom radu nisu raspoloživi podaci o početnom CN odnosu, može se zaključiti da je konačni CN odnos vrlo nizak i da ne upućuje na potencijalnu visoku mikrobiološku aktivnost.

Koncentracije ostalih istraživanih makroelemenata (P, K i Mg) u vermikompostu značajno su veće nego u komercijalnom supstratu, a jedino je manji udio Ca. U usporedbi s vermikompostiranim govedim stajskim gnojem koje je analizirao Mitchell (1997.), koncentracija Mg je gotovo ista, koncentracija P nešto niža, a koncentracija K i Ca značajno niža (Tablica 2.).

Koncentracije teških metala mikroelemenata (Fe, Mn, Zn i Cu) te ostalih analiziranih teških metala (Pb i Cr), prikazane u Tablici 2., treba usporediti s dopuštenim vrijednostima prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima (NN, 1992.). Prema navedenom pravilniku, dopuštene koncentracije željeza i mangana nisu navedene, tj. navedeni elementi nisu svrstani u potencijalno toksične elemente te njihovu relativno visoku koncentraciju (posebice Fe) možemo tumačiti kao pozitivno svojstvo vermikomposta, budući da su to neophodni mikroelementi. Neophodni mikroelementi su, također, i Zn i Cu te je i njihova prisutnost u organskom gnojivu pozitivna s fertilizacijskog aspekta, ali ti elementi mogu biti toksični te je zabranjena upotreba kondicionera, organskih gnojiva i supstrata u kojima koncentracija Zn i Cu prelazi dopuštenu vrijednost, a ona ovisi o načinu uporabe. U Tablici 2. prikazane su dopuštene granične vrijednosti zagađenosti za laka (niža vrijednost) i teška (viša vrijednost) tla. Iste se vrijednosti odnose i na vermikompost, ako se koristi bez miješanja s tlom kao supstrat za uzgoj presadnica. Možemo zaključiti da vermikompost zadovoljava kriterij za uporabu kao supstrat s aspekta koncentracije Zn i Cu. Još je bolja situacija ako se vermikompost miješa s tlom ili nekim drugim supstratom jer je tada granična vrijednost prema Pravilniku (NN, 1992.) pet puta veća. Također, prema istom Pravilniku (NN, 1992.), vermikompost ima koncentraciju Pb i Cr koja dopušta da se vermikompost koristi kao samostalan supstrat bez miješanja s tlom, kao komponenta u pripremi supstrata, kao kondicioner tla i kao organsko gnojivo (Tablica 2.).

## **Biološka svojstva**

Količina CO<sub>2</sub>, koji je izdvojen aktivnošću heterotrofnih mikroorganizama u kompostu, je pokazatelj biološke aktivnosti kompostiranog materijala (Thompson, 2001.). Mikroorganizmi intenzivnije dišu u biološki nestabilnom kompostu, troše više kisika i izdvajaju više CO<sub>2</sub> nego u stabilnom kompostu. Zbog toga je intenzitet respiracije povezan sa stabilnošću komposta. Kompost se smatra relativno stabilnim kada je intenzitet disanja manji od 5 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> kompost-C dan<sup>-1</sup> (Epstein, 1997.). Intenzitet disanja iznad te vrijednosti indicira različite stupnjeve nestabilnosti. U analiziranom kompostu utvrđen je intenzitet disanja 1,2 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> kompost-C dan<sup>-1</sup>, što taj vermikompost svrstava u klasu vrlo stabilnog komposta (<2 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> kompost-C dan<sup>-1</sup>). Vrlo stabilnim, s malom mikrobiološkom aktivnošću, pokazao se i komercijalni supstrat, čiji je intenzitet disanja bio svega 0,4 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> supstrat-C dan<sup>-1</sup>, za razliku od svježeg separata svinjske gnojovke (10,9 – neobjavljeni podaci), koja po tome spada u kategoriju vrlo nezrelog organskog gnojiva, uz potencijalno visoku fitotoksičnost (Epstein, 1997.).

Fitotoksičnost nije utvrđena niti u vermikompostu niti u smjesi komercijalnog supstrata i vermikomposta. Iako je najveća masa svježe tvari utvrđena u vermikompostu, nije bilo statistički značajne razlike u odnosu na komercijalni supstrat (Tablica 3).

**Tablica 3. Nadzemna masa (mg) svježe tvari salate 14 dana nakon nicanja u različitim medijima**  
*Table 3. Aboveground fresh matter (mg) of lettuce 14 days after germination in different media*

Broj No	Supstrat Media	Svježa tvar (mg po posudi) Fresh matter (mg pot <sup>-1</sup> )	Statistička značajnost Statistical significancy
1.	Komercijalni supstrat Commercial potting mix	129,5	c
2.	Vermikompost Vermicompost	144,6	c
3.	1:1 smjesa 1. i 2. 1:1 mixture of 1. and 2. above	127,8	c
4.	Svježi separat svinjske gnojovke Freshly separated pig slurry	0	a
5.	Kompostirani separat svinjske gnojovke Composted pig slurry	66,0	b

U Tablici 3. je, također, prikazana usporedba rezultata biološkog testa s dva supstrata koji nisu osnovni predmet istraživanja u ovom radu: svježi separat svinjske gnojovke i kompostirani separat svinjske gnojovke nakon 6 mjeseci. Između tih medija utvrđena je vrlo značajna razlika ( $F = 5,5^{**}$ ), svježi separat je toliko fitotoksičan za salatu da nijedna sjemenka nije proklijala, a uzgoj salate u kompostiranom separatu rezultirao je dvostruko manjom produkcijom svježe nadzemne mase nego u vermikompostu ili komercijalnom supstratu. Iz tih podataka možemo zaključiti da bi se vermikompost mogao koristiti kao supstrat za proizvodnju presadnica salate, samostalno ili u smjesi s komercijalnim supstratom, iako ta mogućnost nije eksperimentalno dokazana u istraživanjima provedenim za ovu studiju.

## ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata analiziranih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava vermikomposta od govedeg stajskog gnoja, može se zaključiti da je vermikompost zreo, stabilan, dobro opskrbljen biljkama neophodnim makro i mikro elementima te pogodan za uporabu kao organsko gnojivo, kondicioner ili supstrat za proizvodnju presadnica.

Neutralni pH vermikomposta čini ga optimalnim medijem za razvoj neutrofilnih mikroorganizama, gotovo optimalnim za pristupačnost dušika, fosfora, kalija i bora te posebno pogodnim jer smanjuje transfer teških metala u prehrambeni lanac i njihovu fitotoksičnost. Električni konduktivitet nije previsok da bi mogao prouzročiti fitotoksičnost, ali nije ni prenizak da bi ukazao na malu pristupačnost hraniva. Količina ukupnog dušika trostruko je veća nego u komercijalnom supstratu, a vrlo niska vrijednost CN odnosa ukazuje da je analizirani vermikompost vrlo stabilan.

Koncentracije ukupnog P, K i Mg značajno su veće nego u komercijalnom supstratu, što znači da vermikompost ima veći fertilizacijski potencijal od supstrata. Jedino je utvrđena niža koncentracija Ca u vermikompostu. Koncentracije biljkama neophodnih teških metala Fe, Mn, Zn i Cu značajno su veće nego u komercijalnom supstratu i povećavaju fertilizacijsku vrijednost vermikomposta. Istovremeno, koncentracije potencijalno toksičnih teških metala Zn, Cu, Pb i Cr niže su od Pravilnikom dopuštenih vrijednosti te je vermikompost dopušteno koristiti kao gnojivo, kao kondicioner kao supstrat ili komponenta za supstrat za kontejnerski uzgoj presadnica.

Intenzitet disanja vermikomposta vrlo je nizak te se može zaključiti da je vermikompost vrlo stabilan. Biološki testovi provedeni sa salatom rezultirali su statistički jednakom produkcijom nadzemne mase u komercijalnom supstratu, vermikompostu i njihovoj smjesi, što jasno ukazuje da vermikompost nije fitotoksičan. Također, nešto veća nadzemna masa salate na vermikompostu nego na supstratu, iako bez statističke značajnosti, vjerojatno je posljedica veće fertilizacijske vrijednosti vermikomposta.

## ZAHVALA

Iskrenu zahvalu upućujemo obiteljskom gospodarstvu Ivaniš iz Divoševaca pokraj Donjih Andrijevacu u Brodsko-posavskoj županiji, na čijem je gospodarstvu proizveden vermikompost i koji su ustupili neograničenu količinu vermikomposta za analize.

## LITERATURA

1. Albanell, E., Plaixats, J., Cabrero, T. (1988.): Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. *Biology and Fertility of Soils* 6: 266-269.
2. Allison, F.E. (1973.): *Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production*. Elsevier, Amsterdam.
3. Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Metzger, J.D. (2002.): The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology* 81: 103-108.
4. Ball, A.S., Shah, D., Wheatley, C.F. (2000.): Assessment of the potential of a novel newspaper/horse manure-based compost. *Bioresource Technology* 73: 163-167.
5. Carr, L., Grover, R., Smith, B., Richard, T., Halbach, T. (1995.): Commercial and on-farm production and marketing of animal waste compost products. *Animal waste and the land-water interface*. Lewis Publishers, Boca Raton, 485-492 p
6. Edwards, C.A., Burrows, I. (1988.): The potential of earthworm composts as plant growth media. In: Edwards, C.A., Neuhauser, E. (eds.): *Earthworms in Waste and Environmental Management*. SPB Academic Press, The Hague, The Netherlands: 21-32 pp
7. Epstein, E. (1997.): *The science of composting*. Technomic Publishing Company. Lancaster, Pennsylvania, USA. 487 p
8. Hartenstein, R., Hartenstein, F. (1981.): Physicochemical changes in activated sludge by the earthworm *Eisenia foetida*. *Journal of Environmental Quality* 10, 377-382.
9. Iannotti, D.A., Pang, T., Toth, B.L., Elwell, D.L., Keener, H.M., Hoitink, H.A.J. (1993.): A quantitative respirometric method for monitoring compost stability. *Compost Science and Utilization* 1: 52-65.
10. ISO (1998.): Soil quality. Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. International standard. ISO 14235:1998(E). International Organization for Standardization. Geneva. Switzerland.
11. Ivezić, M., Vukadinović, V. (1985.): Primjena mikrorračunara u analizi varijance jednodimenzionalne i dvodimenzionalne klasifikacije. *Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji* 15: 36-51.
12. Manukovsky, N.S., Kovalev, V.S., Gribovskaya, I.V. (2001.): Two-stage biohumus production from inedible potato biomass. *Bioresource Technology* 78: 273-275.
13. Milaković, Z., Bukvić, Ž., Paradžiković, N., Šepu, M., Krstanović, V. (2003.): Influence of Lumbricast and mineral fertilizers on biogenesis of soil at sugar beet growing. *Listy Cukrovarnicke a Reparske* 119: 271-274.
14. Mitchell, A. (1997.): Production of *Eisenia fetida* and vermicompost from feed-lot cattle manure. *Soil Biology & Biochemistry* 29: 763-766.
15. NN (1992.): Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima. Narodne novine 15/92. <http://www.nn.hr/sluzbeni-list/sluzbeni/index.asp>
16. Rynk, R.M. (1992.): *On-Farm Composting Handbook*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service 54. Cornell University, Ithaca, USA.
17. Sanchez-Monedero, M.A., Roig, A., Martinez-Pardo, C., Cegarra, J., Paredes, C. (1996.): A microanalysis method for determining total organic carbon in extracts of humic substances. Relationships between total organic carbon and oxidable carbon. *Bioresource Technology* 57: 291-295.
18. Thompson, W.H. (ed.) (2001.): *Test Methods for the Examination of Composting and Compost*. The United States Composting Council Research and Education Foundation. The United States Department of Agriculture.
19. Tiquia, S.M., Tam, N.F.Y. (1998.): Elimination of phytotoxicity during co-composting of spent pig-manure sawdust litter and pig sludge. *Bioresource Technology* 65: 43-49.

20. Tiquia, S.M., Tam, N.F.Y. (2000.): Co-composting of spent pig litter and sludge with forced-aeration. *Bioresource Technology* 72: 1-7.
21. Wang, P., Changa, C.M., Watson, M.E., Dick, W.A., Chen, Y., Hoitink, H.A.J. (2004.): Maturity indices for composted dairy and pig manures. *Soil Biology & Biochemistry* 36: 767-776.
22. Zucchini, F., Pera, A., Forte, M., de Bertoldi, M. (1981.): Evaluating toxicity of immature compost. *BioCycle* 22: 54-57.

## EVALUATION OF VERMICOMPOSTED CATTLE MANURE

### SUMMARY

*Vermicompost (lumbripost, biohumus) is organic fertilizer or potting medium produced by microbial decomposition of cattle manure using Californian earthworm (Eisenia foetida). Analysing physical, chemical and biological properties confirmed that the vermicompost was stable with significant level of plant nutrients and the concentration of analysed heavy metals below threshold values. The results of vermicompost analyses were 17.85% ash, neutral pH reaction, EC 1.07 dS m<sup>-1</sup>, 24.6% total C, 2.32% total N and C:N ratio 10.6 indicating vermicompost maturity. Analyses showed significant concentrations (in g kg<sup>-1</sup>) of total P (11.25), K (6.13), Ca (10) and Mg (8.55) and microelements (in mg kg<sup>-1</sup>) Fe (9464), Mn (354), Zn (272) and Cu (46). Also, the total concentration of Zn, Cu, Pb (16 mg kg<sup>-1</sup>) and Cr (42 mg kg<sup>-1</sup>) was below permitted threshold values indicating that the use of vermicompost as fertilizer or as potting medium would be unrestricted. Biological tests show that (i) the vermicompost was stable because measured respiration rate was 1.2 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> compost-C day<sup>-1</sup>, and (ii) the vermicompost did not show any phytotoxic effects because the 14-day growth of lettuce in containers resulted in higher aboveground fresh matter production using vermicompost as a potting medium compared with commercial medium, although the differences were not statistically significant.*

**Key- words:** *cattle manure, lumbripost, maturity, organic fertilizer, quality, stability, vermicompost*

(Primljeno 23. svibnja 2005.; prihvaćeno 24. lipnja 2005. - Received on 23 May 2005; accepted on 24 June 2005)