

# Postrojenje za pripremu komposta

Domagoj Zimmer<sup>1</sup>, Luka Šumanovac<sup>1</sup>, Mladen Jurišić<sup>1</sup>, Ivan Vidaković<sup>1</sup>, Ranko Gantner<sup>1</sup>,  
Zvonimir Steiner<sup>1</sup>, Pavo Lucić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1,  
Osijek, Hrvatska, email: [dzimmer@pfos.hr](mailto:dzimmer@pfos.hr)

## Sažetak

Povećanjem poljoprivredne proizvodnje proporcionalno se povećava i količina biološkog otpada. Učinkovito zbrinjavanje otpada i njegovo ponovno iskorištenje moguće je korištenjem primjerene mehanizacije i upotrebe postrojenja za kompost. Kako bi krajni proizvod-humus bio što kvalitetniji potrebno je obaviti kompostiranje u kontroliranim uvjetima odnosno postrojenjima za kompost. Postoje dva modela postrojenja, u zatvorenom i otvorenom načinu kompostiranja. U radu je prikazano suvremeno postrojenje za proizvodnju komposta na otvorenom koristeći modernu mehanizaciju.

**Ključne riječi:** kompostiranje, kompost, mehanizacija, humus, biološki otpad

## Uvod

Intezivna poljoprivredna proizvodnja pripada jednoj od djelatnosti koja negativno utječe na okoliš kao i loše zbrinjavanje otpada koje dovode do nagomilavanja otpada na smetlištima i onečišćenja okoliša (Kalambura, 2014., Voća, 2014., Gadanec, 2015. i Damjanić, 2016. i Tokić, 2016. i Nikolić, 2017.). Biološki otpad koji proizlazi iz poljoprivrede, prerade hrane i kućanstava trebalo bi kompostirati umjesto da završi na deponijima (Ilakovac, 2017.). Kompost nastaje razgradnjom bioloških tvari te je kao takav izuzetno koristan u poljoprivredi, odnosno poboljšanju strukture i plodnosti tla i očuvanju prirodne bioraznolikosti. Kompost se redovito koristi za obogaćenje tla (Vrankić, 2016.). Ima jedinstvenu sposobnost poboljšanja fizičkog, kemijskog i biološkog napretka kulture koja je na obogaćenom tlu, osigurava održivost korisnih organizama tla, pozitivno utječe na zdravlje biljaka i njihovu kvalitetu (Vukobratović, 2008.). Kompost ima vrlo pozitivan utjecaj u poljoprivredi u primjeni kod zemljišta kroz porast održavanja kapaciteta vlažnosti, reducira eroziju, poboljšava strukturu zemljišta te pomaže u biološkoj aktivnosti (Zoranović, 2014.). Kompostiranje je prirodan proces u kojem mikro- i makroorganizmi razgrađuju organske materijale u humus i druge hranjive tvari (Haug, 1993., Mihaljević i Spajić, 2016., Pokos Nemec, 2011. i Treska, 2017.). Kompostiranje je proces razgradnje organskog materijala bez štetnih utjecaja na okoliš (Shammas, 2009. i Dodlek, 2016.).

## Materijal i metode

Kompostiranje je prirodni proces koji se odvija u okolini. Korištenjem suvremenih tehnologija industrijske prerade kompostiranje se odvija u kontroliranim uvjetima u postrojenjima s očekivanom kvalitetom komposta. Tehnologija prerade zahtjeva određenu mehanizaciju i opremu. Postoje dva modela postrojenja, u zatvorenom i otvorenom načinu kompostiranja. Zatvoreni model kompostiranja koristi se u manjoj mjeri radi skupe opreme tj. skuplje prerade komposta, dok je učinak manji od otvorenog načina. Promatrano postrojenje nalazi se na južnom dijelu grada Zagreba- naselje Jakuševac. Tijek procesa kompostiranja podijeljen je u tri faze. Prva faza je usitnjavanje i mljevljenje, druga faza je mješanje i homogenizacija, a posljednja faza je prosijavanje. Prilikom dovoza biološko razgradivog otpada u prvoj fazi se započinje sa usitnjavanjem i mljevenjem gdje se koristi stroj „Wilibald MZA 4800“ (Slika 1.) snage motora 353 kW i teorijskim učinkom do 230

m<sup>3</sup>/h, odnosno za drveni otpad do 120 m<sup>3</sup>/h, za zeleni otpad do 180 m<sup>3</sup>/h te za koru do 230 m<sup>3</sup>/h.



Slika 1. Wilibald MZA 4800

Korištenjem utovarivača-grajfera ubacuje se otpad na pokretnu transportnu traku rebrastog oblika (Slika 2.). Brzina trake je podesiva i ovisi o vrsti materijala koji se usitnjava i granulaciji. Otpad se transportira do rotirajućeg bubnja promjera rotora 1000 mm koji ima 48 noževa te svojim pritiskom i rotacijom od 1.900 min<sup>-1</sup> vrši usitnjavanje. Usitnjena otpad-masa koja je prošla valjak silom gravitacije pada kroz izlazni otvor stroja na podlogu gdje će se oblikovati kompostne hrpe u trapezne trake približnih dimenzija 3-5 m širine, 2-3 m visine i duljine 100 m (Slika 3.).



Slika 2. Ubacivanje otpada na transportnu traku korištenjem grajfera



Slika 3. Kompostne hrpe-trake duljine 100 m

U drugoj fazi se usitnjena masa mješa i ostvaruje optimalni odnos sastavnih dijelova komposta kao što je odnos ugljik dušik, sadržaj vlage i zraka te temperatura. U početku se mješa svakih 3-5 dana, dok u fazi dozrijevanja komposta svakih 15 dana. Povoljnim uvjetima dolazi do boljeg zrenja komposta. Odnos ugljika i dušika na početku kompostiranja je 30-35:1. Višim odnosom dolazi do dužeg trajanja kompostnog procesa, odnosno nižim odnosom dolazi do gubitka dušika i pojave neugodnog mirisa. Kada je kompost gotov odnos ugljika i dušika se treba kretati od 12-18:1. Kako bi se kompostne trake održale prozirne u njih se stavlja usitnjeno drvo, dok sitniji i mekaniji dio komposta osigurava hranu za razvoj mikroorganizama. Mikroorganizmi imaju važnu ulogu u procesu razgradnje. U procesu razgradnje oslobađa se velika količina topline koja djeluje dezinfekcijski na kompostni materijal tako što uništava uzročnike biljnih i životinjskih bolesti. Također dolazi do postupnog sabijanja komposne mase i slabijeg ulaska kisika te je potrebno obaviti prevrtanje komposne hrpe. Prije prevrtanja komposne hrpe obavlja se mjerenje temperature sondom pomoću mjerača „Draminski“ (Slika 4.). Optimalna temperatura treba biti od 40-65 °C, a količina vlage od 55-65 °C. Za prevrtanje komposne mase koristi se samohodni prevrtač „Backhus 16.50“ snage motora od 35kW pri brzini okretanja od 3.000 min<sup>-1</sup> i teorijskim učinkom do 2.300 m<sup>3</sup>/h (Slika 5.).



Slika 4. Mjerenje temperature kompostne hrpe



Slika 5. Prevrtač Backhus

Prilikom prevrtanja hrpe obavlja se i ovlaživanje, jer pojavom manje količine vlage dolazi do zaustavljanja procesa kompostiranja. Samohodni prevrtač ima bubanj sa spiralno postavljenim lopaticama, a iznad bubnja se nalaze mlaznice. Prevrtač je posebno spojen sa crijevom na pumpu i elektromotor jačine 8 kW koji osigurava stalni pritisak u crijevu koje dovodi vodu na mlaznice (količina protoke 5 lit/s. Pri kraju druge faze postiže se zrenje komposta. U toj fazi se temperatura smanjuje uslijed smanjenja broja mikroorganizama. Nakon 6 do 10 mjeseci nastaje gotov proizvod tj. kompost. Međutim, dobiveni kompost u sebi može sadržavati dijelove koji se nisu uspjeli razgraditi, pa je potrebno obaviti prosijavanje. U trećoj fazi vrši se prosijavanje. Za kvalitetno prosijavanje koristi se separator „Doppstadt SM-518“ (Slika 6.) snage motora od 55 kW pri brzini okretanja bubnja  $2.200 \text{ min}^{-1}$  i teorijskim učinkom od 20 do  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ .



Slika 6. Doppstadt SM-518 u radu

Gotovi kompost s nerazgrađenim dijelovima se ubacuje pomoću utovarivača u usipni koš gdje masa ide u bubanj nosivosti 3.500 kg. Prvi dio separacije se vrši na krupnom situ s perforacijama, a drugi dio na manjem situ. Krupniji ostaci se nakon postupka prosijavanja izdvajaju transportnom trakom koja na sebi ima lopatice te se separiraju na drugu hrpu gdje se započinje novi proces kompostiranja. Na donjoj strani stroja postavljeno je korito te trakasti transporter koji na drugu hrpu odvaja gotovi kompost.

### Rasprava

Kompost u poljoprivrednoj proizvodnji je iznimno bitan zbog povoljnog utjecaja na tlo, strukturu tla, kemijski sastav, očuvanje tla i biološku raznolikost. Kompost iz postrojenja za kompostiranje možemo klasificirati prema stupnju zrelosti: sirovi kompost u kojem se može identificirati izvorni materijal, polugotovi kompost koji je nešto zreliji od sirovog ali nije gotovi proizvod, gotovi kompost koje je huminificiran i kod kojeg se izvorni materijal ne može identificirati i fini kompost kod kojeg je huminifikacija napredovala do djelomične mineralizacije. Fini kompost se zove također i kompostno tlo. Konačni proizvod zdrave fermentacije humusa je gotovo uvijek alkalni s pH vrijednošću od 7.0 do 8.0. Dobiveni kompost je koristan materijal bez neprijatnog mirisa, koji se može koristiti za kondicioniranje zemljišta ili kao gnojivo. Krajnji proizvod kompostiranja je kompost

različite kvalitete koji zavisi od vrste obrađenog otpada (Pajić, 2011. i Dražić, 2014.). Kompostiranje koje prvotno ima ulogu poboljšanja karakteristike tla sada postaje potreban element ne samo u poljoprivrednoj proizvodnji nego kao element zaštite okoliša i mjera za upravljanje otpadom. Naglim razvojem poljoprivredne proizvodnje dolazi do narušavanja stabilnosti ekosustava i degradacije tla. Upravo postrojenja za kompostiranje postižu zaštitu okoliša i obavljaju učinkovito zbrinjavanje otpada. Kompostiranje je prirodan proces razgradnje koji se događa oko nas. Kod kompostiranja većih količina otpada, neophodna je mehanizacija odnosno postrojenja i tehnologija koja omogućuje bolje uvjete za procese biorazgradnje i kvalitetniji kompost (Thompson, 2001.). Kompostiranje je aerobna biološka razgradnja biootpada pri čemu nastaju ugljikov dioksid, voda, toplina kao i konačni proizvod kompost (Pichtel, 2005., Jovičić, 2006. i Dodlek, 2016.). Razgradnja organske tvari u kompostu može biti aerobna ili anaerobna (Benčević, 1993., Zoranović, 2014. i Bikić 2015.). Kompostiranje je ekološki prihvatljiva metoda koja se može upotrebljavati od kućanstva do industrijskih pogona (Craford, 1983. i Šarić, 2016.).

### **Zaključak**

Čovjek je jedini i glavni izvor onečišćenja okoliša. U poljoprivrednoj proizvodnji primjenjuju se štetne kemikalije i gnojiva koja narušavaju ciklus kruženja tvari i energije u prirodi. Kako bi se od nekorisnog prirodnog materijala stvorili korisni materijali za poboljšavanje tla potrebna su postrojenja za kompost i odgovarajuća mehanizacija. Mehanizacija u kompostiranju ostvaruje kvalitetan i brz tijek obavljanja radnji tijekom procesa kompostiranja. Korištenjem postrojenja za kompost, odnosno finalnog proizvoda čuvaju se fizikalno, biološka i kemijska svojstva tla. Kompost se može koristiti kao gnojivo za svu biljnu proizvodnju i popravak strukture tla. Postrojenje za kompost je zahtjevan proces u kojem su povezani organizacija i moderne tehnologije primjene strojeva i uređaja pomoću kojih se dobiva koristan proizvod.

### **Literatura**

1. Bajkin, A., Ponjičan, O., Sedlar, A., Zoranović, M., Turan, J. (2014): Ekološki i energetske parametri primene poljoprivredne mehanizacije, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet
2. Benčević, K. (1993.): Biokont-osnove biološkog poljodjelstva, vlastito izdanje, Zagreb.
3. Bikić, F., Avdić, N. (2015): Ekološki prihvatljivi načini zbrinjavanja muljeva zaostalih na komunalnim uređajima za prečišćavanje otpadnih voda, 9. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem, "QUALITY 2015", 10. - 13 juni 2015., Neum, BIH.
4. Crawford, J. H. (1983): Composting of agricultural wastes--a review, Process Biochemistry
5. Damjanić, Z. (2016): Praksa i ponašanje gospodarskih subjekata u razdvajanju otpada na otoku Krku, Media, Culture and Public Relations, 2, 150-160.
6. Dodlek, M. (2016): Kompostane u Hrvatskoj, Završni rad, Međimursko veleučilište u Čakovcu, Čakovec.
7. Dražić, G. (2014): Primenjena ekologija, Izrada publikacije podržana od strane Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne sredine, Beograd.,
8. Gadanec, R. (2015): Logistika zbrinjavanja otpada u gradu Koprivnici (Doctoral dissertation, University North. University centre Varaždin. Department of Technical and Economic Logistics.).
9. Haug, R. (1993): The practical handbook of compost engineering, CRC Press.
10. Ilakovac, B., Gudelj, I., & Voća, N. (2017): Hijerarhija gospodarenja otpadom od hrane s naglaskom na zbrinjavanje kroz bioplinska postrojenja, 52. Hrvatski i 12. Međunarodni simpozij agronoma, 646, Dubrovnik.

11. Jovičić N., (2006): Upravljanje čvrstim otpadom, Skripta, Mašinski fakultet u Kragujevcu.
12. Kalambura, S., Černi, S., Jovičić, N. (2014): Važnost i obaveze Republike Hrvatske u uspostavi mjera sprečavanja i smanjenja nastanka otpada od hrane, *Krmiva* 56, 3:137-145, Zagreb.
13. Mihaljević, I. (2016): Kompostiranje kao mjera ublažavanja klimatskih promjena, Završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
14. Pokos Nemeč, V. (2011): Kompostiranje i biljna gnojiva, *Glasnik Zaštite Bilja*, 34(5), 22-30.
15. Nikolic, O. (2017): Đubrenje u organskoj poljoprivredi, Tempus projekt: Izgradnja kapaciteta srpskog obrazovanja u oblasti poljoprivrede radi povezivanja sa društvom (CaSA) 544072-TEMPUS-1-2013-1-RS-TEMPUS-SMHES (2013 – 4604 / 001 - 001), Sremska Kamenica.
16. Pajić, M., Dražić, M., Radojičić, D., Pajić, V., Ranković-Vasić, Z., & Gligorević, K. i Zlatanović, I.(2011): Mehanizovani postupci pripreme i obrade komposta od rezidbenih ostataka voćarsko-vinogradarske proizvodnje. *Poljoprivredna tehnika*, 36(4), 39-45.
17. Shammass, N., Wang, L. (2009): Biological treatment processes, 669-714, Handbook of Environmental Engineering.
18. Pichtel J. (2005): Waste Management Practices: Municipal, Hazardous and Industrial, CRC Press.
19. Spajić, D. (2016): Analiza ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2014. godine, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek.
20. Šarić, V. (2016): Gospodarenje biootpadom iz poljoprivredne i prehrambene industrije, Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb.
21. Thompson, W.H. (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.
22. Tokić, S. (2016): Analiza sustava gospodarenja otpadom u gradu Omišu (Doctoral dissertation, College of Occupational Safety and Health. Chair of Environmental Protection.), Visoka škola za sigurnost, Zagreb.
23. Treska, L. (2017): Zbrinjavanje mulja (Doctoral dissertation, Polytechnic of Međimurje in Čakovec.).
24. Voća, S., Žlabur, J. Š., Dobričević, N., Jakobek, L., Šeruga, M., Galić, A., & Plietić, S. (2014): Variation in the bioactive compound content at three ripening stages of strawberry fruit. *Molecules*, 19(7), 10370-10385.
25. Vrankić, I. (2016): Sanitarni aspekti kompostiranja otpada, Zdravstveno veleučilište, Zagreb.
26. Vukobratović, M., Lončarić, Z., Vukobratović, Ž., & Dadaček, N. (2008): Promjene kemijskih svojstava stajskih gnojiva pri kompostiranju, *Poljoprivreda*, 14 (2), 29-37.

## **Facility for the preparation of compost**

### **Abstract**

Increasing agricultural production increases proportionally and biological waste. Effective waste management and the re-utilization is possible using appropriate equipment and the use of facility for compost. To final product-humus as comfortable as possible must be done in a controlled composting conditions or facilities for compost. There are two models of facility, indoors and outdoors mode composting. The paper presents a modern facility for the production of compost outdoors using modern machinery.

**Keywords:** composting, compost, machinery, mold, biological waste