

Primjena tehnologije efektivnih mikroorganizama u procesu gospodarenja organskim otpadom

Balen, Tena

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:739074>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-08**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Tena Balen

**Primjena tehnologije efektivnih mikroorganizama u procesu
gospodarenja organskim otpadom**

završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

Nastavni predmet
Opća mikrobiologija

Primjena tehnologije efektivnih mikroorganizama u procesu
gospodarenja organskim otpadom

Završni rad

Mentor: doc. dr. sc. Lidija Lenart

Studentica: Tena Balen

MB: 3569/12

Mentor: doc. dr. sc. Lidija Lenart

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena:

Potpis mentora:

Primjena tehnologije efektivnih mikroorganizama u procesu gospodarenja organskim otpadom

Sažetak

U ovom radu opisana je mogućnost primjene tehnologije efektivnih mikroorganizama u procesu gospodarenja organskim otpadom. EM tehnologiju razvio je prof. Teruo Higa, koristi se u posljednjih 50 godina i njena primjena je raznolika. Različitim istraživanjima ukazano je na mnogobrojne mogućnosti primjene ove tehnologije kako u ekološkoj poljoprivredi i stočarstvu, tako i u obradi otpadnih voda. Značajnu ulogu u smanjenju onečišćenja ima EM tehnologija bazirana na primjeni efektivnih mikroorganizama. Dugotrajnim unošenjem efektivnih (korisnih) mikroorganizama nastoji se preventivno gospodariti tlom i okolišem uzgajane biljke omogućujući usjevu optimalan rast i razvoj. EM su dobri kandidati za rješavanje teških problema koji se javljaju u prirodi bez stvaranja negativnih nuspojava. Oni razgrađuju organski otpad, ostatke pesticida, potiskuju biljne bolesti i patogene u tlu. Mogu proizvoditi bioaktivne spojeve kao što su vitamini i enzimi i mogu poboljšati kvalitetu tla. Osnovna karakteristika ovih mikroorganizama je simbiotski odnos.

Ključne riječi: efektivni mikroorganizmi, em tehnologija

Application of technology of effective microorganisms in the process of managing organic waste

Summary

This paper describes the possibility of applying the technology of effective microorganisms in the management of organic waste. The EM technology was developed by prof. Teruo Higa, used in the last 50 years and its application is varied. Different studies indicated the many possible applications of this technology in organic agriculture and animal husbandry, as well as in wastewater treatment. The EM technology has significant role in reducing pollution which is based on the application of effective microorganisms. Long-term introduction of effective (useful) microorganisms seeks preventively to soil management and environment of grown plants allowing the crop optimal growth and development. The EM are good candidates for solving difficult problems that occur in nature without creating negative side effects. They break down organic waste, residues of pesticides, suppress plant diseases and pathogens in the soil. They can produce bioactive compounds such as vitamins and enzymes, and they can improve the quality of the soil. The main characteristic of these microorganism is a symbiotic relationship.

Keywords: effective microorganisms, em technology

Sadržaj

1. UVOD	7
2. TEORIJSKI DIO	9
2.1. KOMPOSTIRANJE GNOJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA	10
2.2. KOMPOSTIRANJE KOMUNALNOG OTPADA	12
2.3. KOMPOSTIRANJE BIO OTPADA	13
2.4. KOMPOSTIRANJE ORGANSKOG OTPADA IZ VRTOVA	14
2.5. ODLAGALIŠTE OTPADA.....	16
2.6. KOMPOSTIRANJE STAJSKOG GNOJIVA.....	17
2.7. GOSPODARENJE ORGANSKIM GNOJIVIMA NA FARMAMA	18
3. ZAKLJUČAK.....	19
4. LITERATURA.....	21

1. UVOD

Tehnologiju efektivnih mikroorganizama je razvio prof. Teruo Higa početkom '70-tih godina 20.st. na Sveučilištu Ryukyus, Okinawa, Japan. Prof. dr. Teruo Higa koji je otkrio, proučio i razvio EM koji se sastoji od raznih učinkovitih, korisnih i nepatogenih mikroorganizama proizvedenih prirodnim putem. Dolaze u tekućem obliku, imaju široku primjenu, nema negativnih učinaka, korisni su za biljke, životinje i ljude. Efektivni mikroorganizmi žive od našeg otpada, dok mi živimo od „njihovog otpada“ koji se jednostavno pretvara u zdrav okoliš za nas u kojem EM postaje inaktivan, dakle može se ostaviti uzajamna suradnja. Mikroorganizmi postoje, naravno, u cijeloj okolini od pukotina u stijinama pa do naših unutarnjih organa. U našem okruženju danas prevladavaju mikroorganizmi odgovorni za truljenje organske tvari koji uzrokuju bolesti kod organizmima. EM ima potencijal da suzbija mikroorganizme uzročnike truljenja i da ovisno o uvjetima dominira u ovoj sferi te reanimira okolicu kroz proces fermentacije za razliku od procesa truljenja, a živi organizmi, kao i anorganski materijali su u tom slučaju sposobni da spriječe propadanje materijala. Pod propadanjem materijala ovdje se misli na djelovanje aktivnog kisika ili slobodnih radikala kroz koje organizam i anorganski materijali korodiraju (npr. korozija željeza). EM se na taj način može smatrati i kao antioksidans.

Tehnologija bazirana na efektivnim mikroorganizmima se primjenjuje u preko 130 zemalja svijeta, a u 12 zemalja primjenjuje se kao državni program u ekološkom uzgoju i proizvodnji zdrave hrane. EM Tehnologiju mnogi smatraju i imuno sistemom Planete Zemlje jer njenom primjenom osiguravamo čistu vodu, tlo i zrak te zdravi razvoj ljudskog, biljnog i životinjskog svijeta. Moguće je neutralizirati štetno djelovanje teških metala, radijacije, elektromagnetskog zračenja, štetnih isparavanja i plinova nastalih kemijskim reakcijama u otpadnim vodama, odlagalištima otpada, industriji itd. Efektivni mikroorganizmi svojim antioksidacijskim procesima utječu na zdravlje kod ljudi, jačaju imunitet i u suradnji sa prirodnim procesima osiguravaju zdravo stanje organizma, otpornost na bolesti te usporavaju proces starenja (<http://emteh.hr/>, 2016.).

EM tehnologija se bazira na primjeni efektivnih mikroorganizama, njih oko 80 različitih postojećih vrsta. Među najučinkovitijim čimbenicima te mikrobne multikulture su:

- bakterije mliječne kiseline (BMK) vrste: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacilus casei*, *Streptococcus lactis*;
- fotosintetske bakterije vrsta: *Rhodopseudomonas palastris*, *Rhodobacter spaeroides*;
- kvasci vrsta: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*;
- aktinomicete vrsta: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*;
- plijesni vrsta: *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis* (Higa, 1995.)

Osnova djelovanja efektivnih vrsta mikroorganizama njihova sposobnost stvaranja organskih kiselina, enzima, antioksidanasa i ostalih produkata metabolizma pomoću kojih složene organske tvari razlažu u jednostavne anorganske spojeve kao što su ugljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄), amonijak (NH₃) i sl. od kojih neki služe kao hrana biljkama. (Higa i Chinen, 1998.)

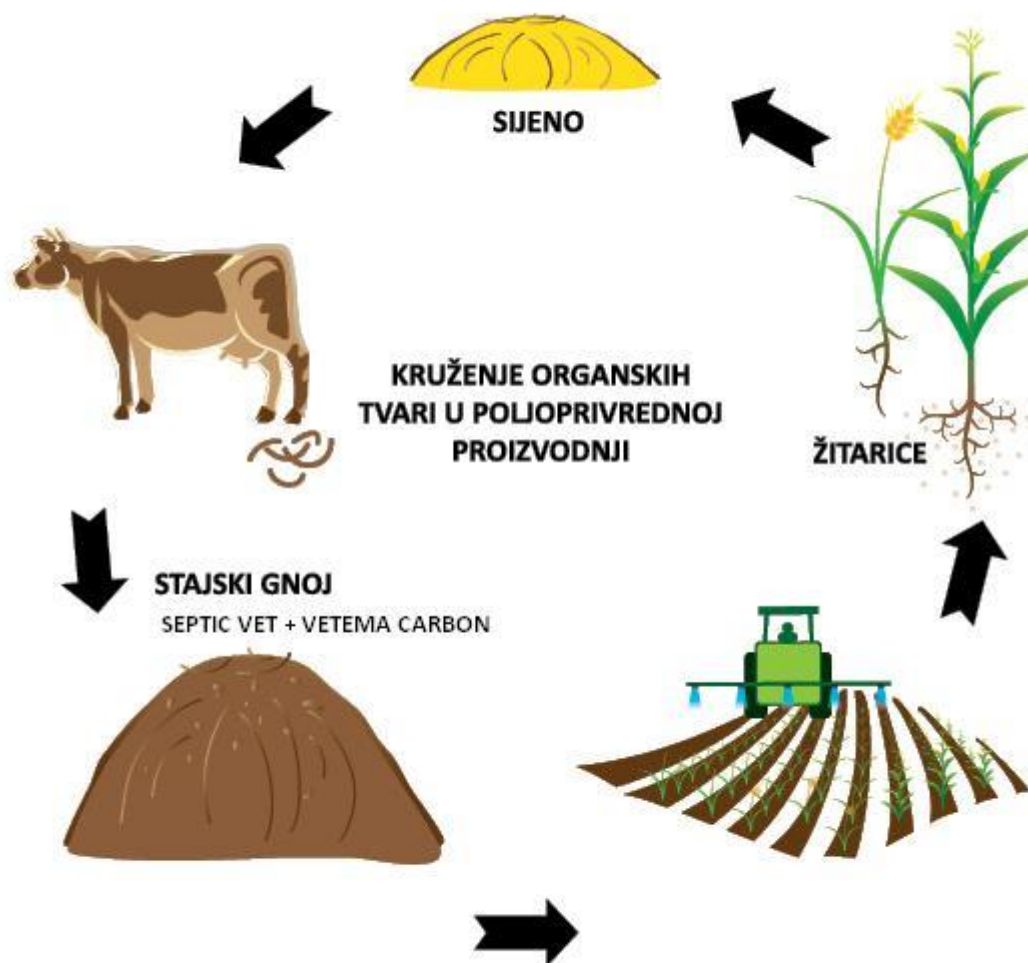
2. TEORIJSKI DIO

2.1. KOMPOSTIRANJE GNOJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA

Sav otpad organskog podrijetla može se kompostirati i na taj način značajno smanjiti količinu otpada i njegov odvoz, a osim toga kompostiranje omogućava vraćanje hranjivih tvari tlu te povećanje mikrobiološke aktivnosti tla. Kompostirati se može industrijski te kućanski otpad organskog podrijetla. Primjenom efektivnih mikroorganizama potiče se razgradnja organske tvari te ona ujedno teče i kontinuirano u cijeloj kompostnoj hrpi, čime se sprečavaju procesi truljenja i nastajanje neugodnih mirisa (Craford, 1983.).

Gnoj domaćih životinja je smjesa izmeta, mokraće i stelje, a uz vodik, kisik i ugljik najzastupljeniji elementi koje sadrži su dušik, fosfor, kalcij i kalij. Prosječno godišnje nastaje 5-8 m³ gnoja po grlu, s tim da odraslo govedo stvara i do 17 m³, a ovca ili koza do 1,5 m³ gnoja. Ova vrsta organskoga otpada odlaže se na velike hrpe i prepušta stajanju, kako bi mikrobiološkom aktivnošću tijekom najmanje godine dana prešla u stabilno stanje i mogla se iskoristiti kao organsko gnojivo. Međutim, ovakav gnoj je potencijalni nositelj uzročnika raznih oboljenja, a njegovom spontanom razgradnjom u biokemijskim reakcijama nastaju plinovi neugodnog mirisa (amonijak, sumporovodik, indol) koji mogu biti štetni i za okoliš. Stoga je puno prihvatljivija varijanta kompostiranje gnoja u kontroliranim uvjetima, kako bi se doveo u stabilno stanje i pretvorio u koristan proizvod koji će poslužiti kao poboljšivač tla.

Za pospješivanje ovoga procesa koristi se EM, koji značajno smanjuju vrijeme kompostiranja i djeluje na poboljšavanje kvalitete komposta. Kao supstrat za ovaj oblik kompostiranja, pored gnoja svih domaćih životinja (goveda, konji, ovce, koze, svinje, perad), mogu poslužiti i otpaci iz kućanstva, kukuruzovina, lišće, ostaci trave, sijeno i slama. Za tijek kompostiranja važan je odnos ugljika i dušika, aeracija, vlaga, kiselost i temperatura. Optimalni uvjeti za ovaj proces su: odnos ugljičnih i dušičnih tvari 30:1 u korist ugljika, vlaga od 55%, aeracija supstrata od 15 do 18% i pH vrijednost 6-8. U početku procesa kompostiranja prevladavaju mezofilne bakterije koje su aktivne na temperaturi od 20-45 °C, a zatim se temperatura kompostne mase penje na 50 °C, pri čemu se aktiviraju termofilne bakterije i gljivice koje razgrađuju i teže razgradljive tvari (pentozu, hemicelulozu). Pri kraju kompostiranja se masa hladi i kada temperatura padne ispod 40 °C mikrobiološka aktivnost gotovo prestaje. Rezultat ovoga procesa je kompost oplemenjen sojevima mikroorganizama, koji se može koristiti u gnojidbi tla.



Slika 1. Kompostiranje gnoja domaćih životinja

(<http://www.emteh.hr/kompostiranje-gnoja-domacih-zivotinja/>, 2016.)

2.2. KOMPOSTIRANJE KOMUNALNOG OTPADA

Komunalni otpad čine otpaci iz kućanstva, otpad nastao čišćenjem javnih površina, kao i otpad koji nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a po svojstvima i sastavu slični otpadu iz kućanstava. Selektivnim odvajanjem organskog otpada iz ukupnog komunalnog otpada, količine otpada koje se moraju zbrinuti na odlagalištima otpada smanjuju se za preko 30%. Obzirom da je organski otpad podložan nepoželjnim procesima, kao što je truljenje, pri čemu proizvodi stakleničke plinove i štetne procjedne vode, nužno ga je obraditi kompostiranjem. Kompostiranjem organskog otpada se u kontroliranim uvjetima odvija razgradnja organske tvari u stabilno stanje u kojemu dobivamo koristan proizvod koji može poslužiti kao poboljšivač tla. U procesu kompostiranja ključnu ulogu imaju mikroorganizmi koji uz odgovarajući stupanj vlažnosti i kisika prerađuju organsku tvar u kompost. Na brzinu procesa kompostiranja ograničavajući činitelj je udjel ugljika i dušika u sastavu organske tvari, jer su ta dva elementa neophodna za mikrobiološku aktivnost i rast. Naime, ugljik (C) je izvor energije, a dušik (N) je neophodan za rast mikroorganizama koji sudjeluju u procesu kompostiranja organske tvari. Stoga dodavanje kultura mikroorganizama u kompostnu masu može značajno utjecati na brzinu kompostiranja i kvalitetu kompostne mase.

Prednosti primjene:

- ubrzava se proces razgradnje,
- sprječava se proces truljenja i pojava neugodnih mirisa,
- nadzor nad patogenim mikroorganizmima,
- kraće vrijeme kompostiranja,
- manji troškovi kompostiranja,
- izbjegava se kontinuirano prevrtanje mase,
- finalni proizvod visoke kvalitete.

(<http://emteh.hr/kompostiranje-komunalnog-otpada/> , 2016.)

2.3. KOMPOSTIRANJE BIO OTPADA

Biootpad je kuhinjski otpad (ostaci od pripreme hrane) i vrtni ili zeleni otpad. Čini gotovo trećinu kućnog otpada i vrijedna je sirovina za proizvodnju kvalitetnog biokomposta. Najbolje je da se biootpad biološki prerađuje na mjestu njegovog nastanka kompostiranjem. Kompostiranjem biootpada se u kontroliranim uvjetima odvija razgradnja organske tvari u stabilno stanje u kojemu dobivamo koristan proizvod koji može poslužiti kao poboljšivač tla. U procesu kompostiranja ključnu ulogu imaju mikroorganizmi koji uz odgovarajući stupanj vlažnosti i kisika prerađuju organsku tvar u kompost. Na brzinu procesa kompostiranja ograničavajući činitelj je udjel ugljika i dušika u sastavu organske tvari, jer su ta dva elementa neophodna za mikrobiološku aktivnost i rast. Naime, ugljik (C) je izvor energije, a dušik (N) je neophodan za rast mikroorganizama koji sudjeluju u procesu kompostiranja organske tvari. Stoga dodavanje kultura mikroorganizama u kompostnu masu može značajno utjecati na brzinu kompostiranja i kvalitetu kompostne mase.



Slika 2. Kompostiranje bio otpada

(<http://www.emteh.hr/kompostiranje-bio-otpada/>, 2016.)

2.4. KOMPOSTIRANJE ORGANSKOG OTPADA IZ VRTOVA

Kompostiranje je najstariji način recikliranja otpada. Radi se o postupku biološke razgradnje organskih materijala, čime se biološki otpad smanjuje, a kao rezultat toga nastaje kompost koji sadrži humus i druge hranjive tvari. Dolaskom jeseni u vrtovima i na okućnicama pojavljuje se obilje biljnih ostataka povrtnica i lišća drvenastih biljaka. To je idealan materijal za kompostiranje i na taj način se dobiva izvrsno gnojivo za gnojidbu povrtnica. Pomoću efektivnih mikroorganizama procesi kompostiranja se ubrzavaju. Kompost se obogaćuje korisnim mikroorganizmima i dobiva se visoko vrijedno hranjivo za biljke.

Prije samog procesa kompostiranja potrebno je znati:

- strukturu kompostnog materijala,
- količinu kompostnog materijala (godišnja),
- lokalitet kompostiranja,
- namjenu kompostnog materijala,
- kako poboljšati kompostni materijala (C:N odnos).

Kompostiranjem iz organskog otpada nastaju vrijedne organske tvari koje poboljšavaju strukturu tla, pomažu zadržavanju vlage, tlo čine prozračnijim, povećavaju mikrobiološku aktivnost tla, obogaćuju ga hranjivim sastojcima te povećavaju otpornost biljaka na nametnike i bolesti. Kompostiranjem se biootpad aerobno razgrađuje pri čemu nastaje ugljikov dioksid, voda, toplina i kompost kao konačan produkt. Postupak kompostiranja traje relativno dugo, od 10 do 12 mjeseci, i ima tri glavne faze. Prva faza je faza razgradnje u kojoj glavnu ulogu imaju mikroorganizmi (bakterije i dr.). Oni prvi napadaju kompostnu masu i razgrađuju je i pritom se oslobađa velika količina topline (do 70°C na 1 m³ kompostne mase), koja uništava sjemenje korova i uzročnike bolesti. Druga faza je faza pretvorbe. U toj se fazi temperatura smanjuje, broj mikroorganizama se povećava, a kompostnu masu nastanjuju i prve gljivice, plijesni, kvasci dr. Treća faza je faza izgradnje. U toj se fazi pojavljuju prvi višestanični organizmi (npr. gliste) koje miješaju i usitnjavaju materijal te koji probavom stvaraju tzv. kompostne grudice. Za kompostiranje nije potreban veliki prostor. Reciklažni kutak može se napraviti bilo gdje u vrtu, a korištenjem prikladnog spremnika za kompostiranje čak i na balkonu ili u garaži. Najpogodnije mjesto za kompostiranje je sjenoviti kut vrta/dvorišta zaštićen od izravnih udara vjetra (izbjegavati mračna i hladna mjesta).

Kompostirati možemo u hrpi koja može biti slobodnostojeća, ograđena drvom, ciglom, žicom ili u specijalnim komposterima koji se mogu kupiti u trgovini.



Slika 3. Proces kompostiranja

(<http://www.civiggardencenter.org/green-learning-station/your-home/transform-trash-into-compost/>, 2016.)

2.5. ODLAGALIŠTE OTPADA

U razvijenim industrijskim zemljama godišnje nastaje 300-400 kg otpada po osobi. On se prikuplja i odlaže na odlagališta otpada. Odlagalište otpada predstavlja posebnu fazu u procesu gospodarenja otpadom. To je mjesto za trajno odlaganje otpadnog materijala, obično tako što se skuplja na jednu lokaciju i zatrpava. Otpad koji se odlaže biološki je vrlo aktivan. Kao produkt te aktivnosti stvaraju se različiti plinovi koji predstavljaju problem zbog mirisa i opasnosti od eksplozije. Kako bi se spriječila pojava neugodnih mirisa i ubrzao proces razgradnje primjenjuje se tehnologija efektivnih mikroorganizama.

Prednosti primjene:

- smanjenje neugodnih mirisa,
- ubrzava se proces razgradnje,
- nadzor nad patogenim mikroorganizmima.

2.6. KOMPOSTIRANJE STAJSKOG GNOJIVA

Korisni (efektivni) mikroorganizmi na kojima se zasniva EM tehnologija su mješavina različitih vrsta i sojeva mikroorganizama izdvojenih iz prirodnih staništa i uzgojenih tako da služe na korist čovjeku i životinjama koje uzgaja. Najvažniji od korisnih mikroorganizama su bakterije mliječne kiseline, kvasci i fotosintetičke bakterije. Gnojnicu u lagunama, odnosno stajski gnoj na hrpama možemo tretirati EM tehnologijom.

Primjena EM tehnologije u stočarstvu prvenstveno se bazira na:

- obradi organskog otpada (kompostiranju),
- eliminiranju neugodnih mirisa,
- obradi otpadnih voda,
- bioremedijacija okoliša.

Koliko će sam proces kompostiranja trajati ovisi prvenstveno o starosti odstajalog gnoja koji kompostiramo. Ukoliko je kompostni materijal već odstajao 2-3 mjeseca, tada se proces kompostiranja skraćuje i traje 2-3 mjeseca ovisno o sastavu materijala koji se kompostira.

Primjenom EM tehnologije u procesu kompostiranja postićemo slijedeće prednosti:

- ubrzava se proces razgradnje,
- uklanjanje neugodnih mirisa,
- nadzor nad patogenim mikroorganizmima,
- ekonomičnost,
- skraćuje se vrijeme kompostiranja,
- nema pritužbi pučanstva,
- smanjuje gubitak vlage,
- nije potrebno kontinuirano prevrtanje mase.

2.7. GOSPODARENJE ORGANSKIM GNOJIVIMA NA FARMAMA

Stočarska proizvodnja proizvodi velike količine organskog otpada bogatog hranjivim tvarima koji se može koristiti umjesto mineralnih gnojiva. Dakle organska gnojiva i drugi otpad sadrže vrijedna hranjiva za usjeve dušik (N) i fosfor (P). Premda su neophodni za rast usjeva, ujedno su i potencijalni izvor onečišćenja. Većina dušika (N), fosfora (P) i kalija (K) sadržanog u krmi za stoku izlučuje se kroz balegu i urin. Gnojovka i kruti gnoj sadrže korisne količine ovih biljnih hranjiva (iako ne toliko koliko mineralnih gnojiva), te drugih glavnih hranjiva poput sumpora (S), magnezija (Mg) i elemenata u tragovima (mikroelementi). Organska gnojiva treba aplicirati na poljoprivredna zemljišta u tijeku kalendarske godine kada u njima sadržana hranjiva mogu biti najbolje iskorištena od strane uzgajane kulture (usjeva). To je posebno važno za tekući gnoj poput gnojovke, koja ima visoki sadržaj amonijskog dušika (50-70 %), koji prelazi u nitritni oblik za samo nekoliko tjedana i stoga može biti izgubljen ispiranjem. Primjena gnojovke ili krutog stajskog gnoja treba se provesti što je ranije moguće u razdoblju rasta s ciljem najvećeg prihvata hranjiva od strane usjeva i smanjenja opasnosti od onečišćenja. Idealno je kruti stajski gnoj i gnojovku primjeniti i odmah unijeti u tlo (oranjem, tanjuranjem ili frezanjem), neposredno prije sjetve ili sadnje usjeva.

3. ZAKLJUČAK

Značajnu ulogu u smanjenju onečišćenja ima EM tehnologija bazirana na primjeni efektivnih mikroorganizama. Od davnina se zna da je uloga mikroorganizama u okolišu značajna. Dinamičke interakcije između pojedinih mikrobnih populacija pridonose održavanju cijelog našeg ekosustava u različitim prebivalištima: voda, zrak, tlo. Efektivni mikroorganizmi djeluju na posve prirodan način, nisu genetski modificirani, a u potpunosti su neškodljivi i prihvatljivi za okoliš. EM tehnologija kvalitetna je i jeftina nadopuna koja može poboljšati bilo koju od postojećih metoda zbrinjavanja otpada, prvenstveno neutralizacijom neugodnih mirisa, štetnih plinova i procesa koji se javljaju na odlagalištima. Stoga ova tehnologija spada u sveobuhvatne metode poljoprivrednog uzgoja, kakve bi trebale prevladati u budućnosti. Uzgoj kultura pomoću ove tehnologije superioran ju u odnosu na uobičajene poljoprivredne metode bilo u klasičnom, integriranom ili ekološkom (organskom) uzgoju, jer poboljšava proizvodnju u kvalitativnom i kvantitativnom smislu.

4. LITERATURA

Chiles in Stockholm

<http://chilesinstockholm.blogspot.hr/2012/09/effective-microorganisms.html>

Duraković S: Opća mikrobiologija. Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.

Duraković S: Primijenjena mikrobiologija. Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.

Duraković S, Duraković L: Mikrobiologija namirnica: osnove i dostignuća. Kugler, Zagreb, 2001.

EM tehnologija d.o.o. Valpovo:

<http://emteh.hr/>

EM tehnologija d.o.o. Rijeka:

<http://www.emtehri.com/view.asp?idp=7&c=3>

Higa T: What is EM Technology. Okinawa, Japan: University of Ryukus, College of Agriculture, 1995.

Higa T, Chinen N: EM treatment of odor, wastewater, and environmental problems. Okinawa, Japan: University of Ryukyus, College of Agriculture, 1998.

Sangakkara U R: The technology of effective microorganisms: Case studies of application. Cirencester, UK: Royal Agricultural College, 2002.