

# Uloga i značaj kompostiranja u održivoj poljoprivredi

---

Periša, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:644750>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Josip Periša,  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda  
smjer Hortikultura

## **Uloga i značaj kompostiranja u održivoj poljoprivredi**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Josip Periša,  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda  
smjer Hortikultura

## **Uloga i značaj kompostiranja u održivoj poljoprivredi**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Josip Periša,  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda  
smjer Hortikultura

**Uloga i značaj kompostiranja u održivoj poljoprivredi**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Irena Jug, mentor
2. prof. dr. sc. Danijel Jug, član
3. izv. prof. dr. sc. Boris Đurđević, član

Osijek, 2019.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Hortikultura

Završni rad

Josip Periša

### **Uloga i značaj kompostiranja u održivoj poljoprivredi**

**Sažetak:** Intenzivan uzgoj uz prekomjernu upotrebu agrokemikalija može dovesti do degradacije prirodnih resursa, imati štetne učinke na okoliš te može ugroziti zdravlje ljudi i životinja, kao i sigurnost i kvalitetu hrane. Održiva poljoprivreda nastoji njegovati zdrave ekosustave i poticati održivo gospodarenje tlom i vodom, osiguravajući istovremeno globalnu sigurnost hrane. Otpad predstavlja jedan od ključnih problema moderne civilizacije te je pravilno gospodarenje otpadom ključno u održivom razvoju društva. Recikliranjem organskog otpada procesom kompostiranja provodi se praksa koja je usklađena s održivom poljoprivredom te se stoga mora optimizirati i poticati. Finalni proizvod, kompost, ima dvojaku ulogu u tlu: s jedne strane je značajan izvor biljnih hraniva, a s druge izvrstan kondicioner tla. Održiva poljoprivreda i upotreba komposta u poljoprivredi mogu se smatrati ključnim aktivnostima održivog razvoja društva.

**Ključne riječi:** održiva poljoprivreda, kompostiranje, recikliranje otpada, organsko gnojivo, kondicioner tla

34 stranice, 1 tablica, 7 slika, 41 literaturna navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

BSc Thesis

Josip Periša

### **The role and importance of composting in sustainable agriculture**

**Summary:** Intensive farming with the overuse of agrochemicals can lead to degradation of natural resources, have adverse effects on the environment and can endanger human and animal health as well as food safety and quality. Sustainable agriculture seeks to nurture healthy ecosystems and promote sustainable soil and water management while ensuring global food security. Waste is one of the key problems of modern civilization and proper waste management is crucial in the sustainable development of society. The recycling of organic waste through the composting process leads to practices that are aligned with sustainable agriculture and therefore need to be optimized and encouraged. The final product, compost, has a dual role in the soil: on the one hand it is a significant source of plant nutrients and on the other is an excellent soil conditioner. Sustainable agriculture and the use of compost in agriculture can be considered as key activities for the sustainable development of society.

**Keywords:** sustainable agriculture, composting, waste recycling, organic fertilizer, soil conditioner

34 pages, 1 tables, 7 figures, 41 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. KONCEPT ODRŽIVE POLJOPRIVREDE.....	4
2.1. Ciljevi održive poljoprivrede .....	5
2.2. Obilježja održive poljoprivrede .....	6
3. ODRŽIVA POLJOPRIVREDA KAO NOVI SMIJER U EUROPI.....	8
4. PRIMJENA NAČELA DOBRE POLJOPRIVREDNE PRAKSE U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI .....	10
5. KOMPOST KAO ORGANSKA GNOJIVA I KONDICIONERI TLA.....	12
5.1. Povijest kompostiranja i primjene komposta.....	15
6. ULOGA KOMPOSTA U TLU .....	19
6.1. Organska tvar tla .....	19
6.2. Smanjenje volumne gustoće tla.....	20
6.3. Povećanje stabilnosti strukturnih agregata .....	20
6.4. Kapacitet tla za vodu i infiltracija .....	21
6.5. Povećanje razine biljnih hraniva u tlu .....	21
6.6. Povećanje KIK-a, pH vrijednosti i pufernog kapaciteta tla .....	23
6.7. Utjecaj komposta na učinkovito iskorištenje vode.....	23
6.8. Utjecaj komposta na biološka svojstva tla.....	24
7. PRIMJENA KOMPOSTA U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI .....	25
8. PREDNOSTI KOMPOSTIRANJA U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI.....	26
8.1. Prednosti komposta kao organskog gnojiva .....	26
8.2. Prednosti komposta kao kondicionera tla .....	27
9. NEDOSTACI KOMPOSTIRANJA U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI .....	28
10. ZAKLJUČAK:.....	30
11. POPIS LITERATURE: .....	31

## 1. UVOD

Širenje konvencionalne poljoprivredne proizvodnje (monoprodukcija, uporaba agrokemikalija, teška mehanizacija) dovelo je do snažne ekološke krize u cijelom svijetu, navodeći znanost i znanstvenike u suočavanje s novim izazovima kao što je potreba da se u ekološkom smislu procijeni učinkovitost proizvodnih sustava (poljoprivreda, stočarstvo, šumarstvo i ribarstvo) u kontekstu održivosti.

Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća, samoupravljanje ruralnim ekosustavima je ponovno vrednovano te je dovelo do razvoja svijesti o potrebi preusmjerenja sustava poljoprivredne proizvodnje i razvoja alternativnih modela korištenja zemljišta. To podrazumijeva ne samo razvoj nove društvene i političke svijesti, već i prijedlog novih konceptualnih pristupa koji omogućuju postizanje novih ciljeva.

Održivi razvoj poljoprivrede promiče se jačanjem ekološki osviještenog pristupa gospodarenja prirodnim resursima (tlo, voda i zrak), uspostavom sustava integrirane proizvodnje uz primjenu načela dobre poljoprivredne prakse, provođenjem razvojnih i primijenjenih istraživanja, suradnjom sa stručnim i znanstvenim ustanovama u poljoprivredi te uspostavom javnih i privatnih savjetodavnih službi (Jug, 2017.b).

Održiva poljoprivreda obuhvaća koncept zaštite tla, voda, biljnih i animalnih genetskih resursa, nedegradirajuća je za okoliš, tehnički primjerena, ekonomski opstojna i socijalno prihvatljiva (Jug, 2017.b). U ovakvoj proizvodnji neprihvatljiv je "šablonski" pristup, ali postoji nekoliko standardiziranih, kompleksnih postupaka kao što su: održivo gospodarenje tлом, integrirana zaštita bilja i integrirana ishrana bilja. Kako bi bila održiva, poljoprivreda mora zadovoljavati potrebe postojećih i budućih generacija osiguravajući istovremeno profitabilnost, zaštitu okoliša te socijalnu i ekonomsku jednakost.

Održiva poljoprivreda treba negovati zdrave ekosustave i poticati održivo upravljanje tлом, vodom i prirodnim resursima osiguravajući istovremeno globalnu sigurnost hrane što zahtjeva velike napretke u efikasnosti korištenja resursa i zaštiti okoliša. Održiva poljoprivreda zahtjeva sustav globalnog upravljanja koji promiče sigurnost hrane u smislu trgovinskih zahtjeva i

agronomskih politika kako bi se promicala lokalna i regionalna tržišta poljoprivrednih proizvoda.

Neodgovorno korištenje tla kao jednog od najznačajnijih prirodnih resursa, dovodi u pitanje njegovu osnovnu funkciju, a to je proizvodnja hrane. Konvencionalnim pristupom u poljoprivrednoj proizvodnji značajno je degradirano tlo kroz degradaciju fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla. Tematskom strategijom za zaštitu tla, Europska komisija identificirala je 8 najznačajnijih prijetnji prema tlu: erozija, smanjenje organske tvari, onečišćenje, zaslanjivanje, zbijanje, gubitak biološke raznolikosti, prenamjena, plavljenja i klizišta. Gubitak organske tvari posljedica je neodgovornog ponašanja prema tlu, ali i posljedica primjene tehnika konvencionalne poljoprivredne proizvodnje (npr. upotreba isključivo mineralnih gnojiva).

Jedan od načina „popravaka“ tla je primjena različitih kondicionera (npr. komposta). Kompost se može uspješno aplicirati u tlo kao samostalni poboljšivač ili uz dodatak mineralnih gnojiva, sa svrhom oporavka degradiranih tala ili radi održavanja/ povećanja razine plodnosti tla. Primjena komposta povećava sekvestraciju ugljika u tlu čime se smanjuje globalno zagrijavanje. Ujedno se smanjuju troškovi proizvodnje i negativan utjecaj poljoprivrednih djelatnosti ograničavanjem unosa agrokemikalija u tlo i smanjenom potrošnjom goriva (Favoino i Hogg, 2008., Martínez-Blanco i sur., 2009., Pane i sur., 2013., Pane i sur., 2016., Scotti i sur., 2016; Sánchez i sur., 2017; Vázquez i Soto, 2017.).

Prema USDA (2000.) kompostiranje je „kontrolirano aerobno biološko raspadanje organske tvari u stabilan, humusan proizvod nazvan kompost. To je u osnovi isti proces kao i prirodna razgradnja, osim što se pojačava i ubrzava miješanjem organskih otpadaka s drugim sastojcima za optimizaciju mikrobiološkog rasta“. Ovakav sustav gospodarenja otpadom pretvara otpad u resurs stvarajući reciklirani proizvod sastavljen od stabiliziranih organskih tvari, bogatih ugljikom i bez prisutnosti većine patogena i sjemena korova (Pergola i sur., 2018.).

Cilj ovog rada je objasniti ulogu i značaj kompostiranja u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji navodeći sve prednosti i nedostatke kompostiranja kao važnog segmenta održive poljoprivrede te ukazati na međusobnu povezanost održive poljoprivrede kao ekološki prihvatljivog načina



gospodarenja prirodnim resursima i kompostiranja kao načina savjesnog gospodarenja otpadom.

## 2. KONCEPT ODRŽIVE POLJOPRIVREDE

Suvremeni svijet, a posebno društva u razvoju, suočeni su s brojnim izazovima; među kojima je progresivno povećanje stanovništva, a time i povećanje potrošnje hrane i širenje industrijske proizvodnje. Ovi čimbenici zahtijevaju prelazak poljoprivrede s konvencionalnog na održivi koncept proizvodnje.

Održiva poljoprivreda se temelji na razradi i poštivanju mnogobrojnih načela, stavova i djelovanja koja su preduvjet ostvarenja tj. provedbe osmišljenog koncepta. Temelj održive poljoprivrede predstavljaju obiteljska gospodarstva, farme ili posjedi gdje je tlo osnovni resurs za provedbu održive poljoprivredne proizvodnje. Prema Hajduković i Radić-Lakoš (2010.) održiva poljoprivreda u značajnoj mjeri zavisi i o racionalnoj uporabi vode koja se može koristiti za navodnjavanje, uzgoj stoke te akvakulturu.

Održivost poljoprivrede može se postići kroz tri osnovna načela: prvo, osiguranje financijskog dohotka, drugim riječima profitabilnost, dok se sudjelovanje u poljoprivrednim aktivnostima smatra investicijom. Drugo, stvaranje novog društvenog poretka koji će imati koristi od poljoprivrednih aktivnosti, kao i pružanje usluga rada, razvoja i obuke ciljanim skupinama. Treće, očuvanje okoliša i osiguravanje njegove biološke raznolikosti. Ova načela se mogu ispuniti iskorištavanjem svakog raspoloživog resursa, uzimajući u obzir njihovu zaštitu i razvoj kako bi se dugoročno osigurala sigurnost hrane. Održiva proizvodnja predstavlja kompleksan i sofisticiran sustav upravljanja poljoprivrednim gospodarstvom i proizvodnjom ekološki prihvatljive hrane koji poštuje zadane standarde odnosno upotrebu prirodnih tvari, visoku razinu bioraznolikosti koja rezultira očuvanjem prirodnih resursa i proizvodne metode u skladu sa sklonostima određenih potrošača i poštuje načela zaštite dobrobiti životinja.

Prema Mirecki i sur. (2011.) u većini provedenih rasprava o održivoj poljoprivredi, ekološka proizvodnja, kao jedan oblik održive proizvodnje, je tretirana kao skup tehnika i praksa koji se izrazito razlikuju od konvencionalne poljoprivredne prakse. Benefiti ekološke poljoprivredne proizvodnje očituju se u zaštiti okoliša zbog smanjenja upotrebe agrokemikalija pri čemu je važno naglasiti da koncept ekološke poljoprivrede ne podrazumijeva jednake trgovačke puteve uobičajene za konvencionalno proizvedenu hranu Puđak i Bokan (2011.).

Koraci koje je potrebno poduzeti kako bi ostvarili primjenu održive poljoprivrede su slijedeći:

- razvijanje biološke raznolikosti i očuvanje neškodljivog okoliša,
- očuvanje kvalitete tla kao najvažnijeg, teško obnovljivog prirodnog resursa koje ima brojne uloge, a najznačajnija je proizvodnja hrane,
- savjestno upravljanje vodnim resursima i njihovom potrošnjom,
- povećavanje količine i kvalitete poljoprivredne proizvodnje,
- pametno korištenje zemljišta,
- adekvatno i racionalno trošenje energije,
- prilagodba i ublažavanje klimatskih promjena.

## **2.1. Ciljevi održive poljoprivrede**

Prema Curaću (2017.) poljoprivredna proizvodnja je održiva jedino ako je profitabilna, to jest korisna za zajednice, obitelji i društva kojima osigurava odgovarajući prihod, egzistenciju i kvalitetu života, uz očuvanje životne sredine. Sukladno tome, glavni ciljevi održive poljoprivrede su usmjereni na ekonomsku, socijalnu i ekološku održivost.

Ekonomska održivost podrazumijeva učinkovit ekonomski razvoj te racionalno upravljanje resursima. Ekonomska održivost se odnosi na održavanje zaliha kapitala, što u kontekstu poljoprivredne proizvodnje znači da svaka proizvodnja mora biti ekonomski opravdana neovisno o tome koliko je doprinjela očuvanju okoliša. Skupina stručnjaka smatra da ekonomski rast utječe dugoročno na bolju kvalitetu okoliša; u samom početku se osiromašuju prirodni resursi no, s većim razvojem zajednice raste i razvija se ekološka svijest i materijalne mogućnosti za očuvanje okoliša.

Socijalna održivost podrazumijeva visoku kvalitetu života ljudi koji rade i žive na gospodarstvu, kao i trajno isticanje i očuvanje identiteta lokalne zajednice kojoj isti ljudski potencijal pripada. Socijalna održivost se definira i kao sposobnost određene zajednice u prihvaćanju novih inputa na duže ili kraće razdoblje i normalnom daljnjem funkcioniranju. Ako dođe do određene disharmonije, potrebno je unaprijed ugraditi mehanizme kako bi se nepovoljni učinak sveo na najmanju moguću mjeru. Što je lokalna sredina otvorenija i

razvijenija time je i stupanj održivosti veći. Zatvorene lokalne zajednice s istaknutim visokim stupnjem tradicionalnosti teže prihvaćaju društvene promjene, koliko god one poboljšavale život zajednice i/ili pojedinca.

Koncept održivog razvoja često se poistovjećuje isključivo sa zaštitom okoliša te se time svodi samo na načelo ekološke održivosti. Usprkos iznimnoj važnosti koja leži u činjenici da je onečišćenje postala globalna prijetnja, kod promatranja koncepcije održivog razvoja vidljiva je njegova kompleksnost te je gotovo nemoguće ograničiti taj okvir samo unutar ekološke dimenzije. Ekološka održivost jamči kompatibilnost razvoja s očuvanjem i održavanjem osnovnih ekoloških procesa, biološke raznolikosti te očuvanja prirodnih resursa.

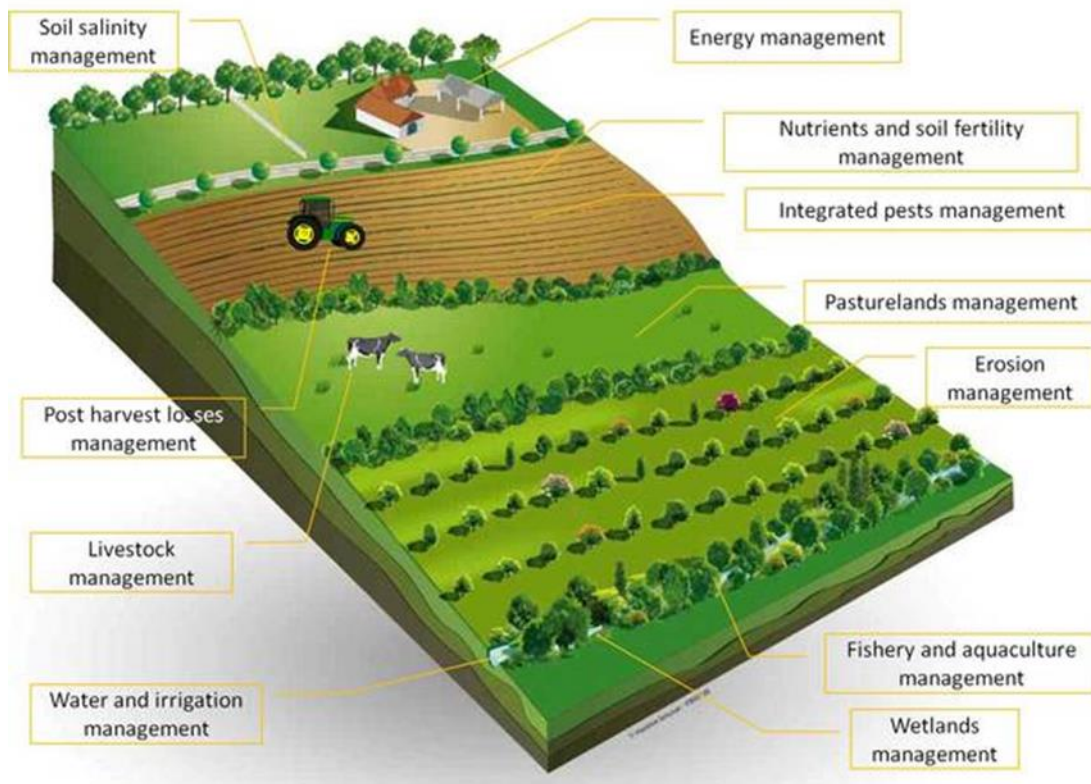
## **2.2. Obilježja održive poljoprivrede**

Glavni sustav ekološke proizvodnje je da se nastoje maksimalno iskoristiti potencijali određenog ekosustava, odnosno gospodarstva, stimulirajući, jačajući i harmonizirajući biološke procese pojedinih njegovih dijelova. Kada se govori o ekološkom načinu proizvodnje mnogi govore o povratku na staro, odnosno na uzgojene metode naših djedova, no to nije ispravno. Naime upravo je suprotno jer je ekološka poljoprivreda dio suvremene poljoprivredne proizvodnje, trgovine i agronomске znanosti, te se temelji na njenim najnovijim spoznajama i dostignućima.

Prema Srpak i Zeman (2018.) osnovna obilježja održive poljoprivrede su (slika 1.):

- poticanje bioloških procesa na gospodarstvu (pravilnim izborom plodoreda, gnojidbe, pasmina, sorti i kultura, obradom tla i jačanjem otpornosti prema štetnicima i bolestima)
- poboljšanje strukture tla i borba protiv erozije, proizvodnja bez uporabe agrokemikalija (mineralnih gnojiva, herbicidi, pesticidi, hormoni i sintetički regulatori rasta)
- očuvanje tla (povećanje njegove plodnosti, sadržaja organske tvari, biološke aktivnosti i hraniva)
- podizanje materijalnoga, intelektualnoga i moralnoga položaja poljoprivrednika

- očuvanje raznolikosti životinjskih i biljnih vrsta, te očuvanje raznolikosti krajobraza i očuvanje prirodnih bogatstava, proizvodnja kvalitetnijih, a uz to i zdravijih namirnica, utroška energije i uporabe neobnovljivih prirodnih resursa (plin, nafta i treset).



Slika 1. Obilježja održive poljoprivrede

(Izvor: [http://www.fao.org/tc/exact/sustainable-agriculture-platform-pilot-website/en/?fbclid=IwAR3saRTqhvQImuCRT8wl\\_i8cqX2AXU9yVIsYBxBppmO0UyKqKxC\\_YG2ThbYA](http://www.fao.org/tc/exact/sustainable-agriculture-platform-pilot-website/en/?fbclid=IwAR3saRTqhvQImuCRT8wl_i8cqX2AXU9yVIsYBxBppmO0UyKqKxC_YG2ThbYA))

Sama ideja održive poljoprivrede je ta da gospodarstvo mora predstavljati harmoničan i što je više moguće zatvoren sustav glede kruženja organskih i mineralnih tvari, energije, reproduktivnog materijala, te ekonomske samodostatnosti (Znaor, 1996.).

### **3. ODRŽIVA POLJOPRIVREDA KAO NOVI SMIJER U EUROPI**

Kako bi održiva poljoprivreda sadržavala obilježja novog smjera mora se temeljiti na određenoj koncepciji koja predstavlja razradu brojnih suvremenijih djelovanja i načela prema kojima se treba određen koncept realizirati. Posjed ili farma u održivoj proizvodnji predstavlja „tijelo“ a tlo mu je najvažniji „organ“. Tlo kao takvo predstavlja jedan od najugroženijih prirodnih resursa, a zbog nepravilnog gospodarenja njime dolazi do degradacije njegovih fizikalnih, bioloških i kemijskih svojstava, te je od iznimne važnosti pobuditi i potaknuti razvoj svijesti o potrebama zaštite tla koja daleko zaostaje od razvijene svijesti o zaštiti zraka i voda.

Kako bismo mogli prakticirati i provoditi održivu poljoprivredu glavni preduvjet mora biti očuvano i neoštećeno tlo. Pravilnim gospodarenjem možemo značajno povećati prinose, smanjiti štetu i u konačnici smanjiti troškove proizvodnje. Voda je nezaobilazan čimbenik te jedan od najbitnijih, najznačajnijih prirodnih resursa koje poznajemo. Upotrebom vode u poljoprivredi značajno utječemo na kvalitetu proizvoda, vodno-zračni režim tla, kemijska, biološka i fizikalna svojstva tla. Stoga korištenje vode mora biti savjesno i racionalno u svim područjima gospodarstva.

Prema Črnjar (2002.) poljoprivreda će u budućnosti ovisiti o genetskoj raznolikosti i sposobnosti genetičara i oplemenjivača da između brojnih vrsta i varijeteta pronađu i izdvoje one vste, sorte i kultivare koji će imati veću toleranciju na negativne abiotske utjecaje, biti prilagodljivi zahtjevima proizvođača i promjenama u proizvodnji. Korištenjem visokorodnih kultivara, hibrida i visokoproduktivnih pasmina stoke nužno je i povećanje inputa (najviše su to sredstva za zaštitu bilja, mineralna gnojiva, ali i električna energiju iz javnog sustava opskrbe te energija iz neobnovljivih izvora kao što su nafta, motorna ulja i benzin). Jedan od rezultata je visoka proizvodnja po jedinici površine ili grlu stoke. Na takav se način smanjuje pritisak za potrebom proširenja poljoprivrednih površina. Održiva poljoprivreda ne dovodi u pitanje primjenu tih materijala i sredstava kao takvih, ali se oslanja na njihovu krajnje izbalansiranu i racionalnu primjenu.

U razvijenim zemljama svijeta potrošači nisu skloni konzumiranju prehrambenih proizvoda koji se nude kao rezultat visoko kemizirane poljoprivrede. Prekomjerna uporaba agrokemikalija potiče potrošače da kupuju ekološke proizvode i proizvode iz integrirane proizvodnje kod kojih je zastupljenost agrokemikalija mala ili je nema. Pod integriranom poljoprivrednom proizvodnjom podrazumijeva se uravnotežena primjena agrotehničkih mjera uz uvažavanje ekonomskih, ekoloških i toksikoloških čimbenika gdje se kod jednakog ekonomskog učinka daje prednost ekološkim i toksikološki prihvatljivijim mjerama. Rezultat je proizvod visoke kvalitete sa ciljem očuvanja okoliša i zdravlja ljudi. U integriranom sustavu proizvodnje veliki dio se odnosi na integriranu zaštitu bilja koja podrazumijeva primjenu agrotehničkih, mehaničkih, fizikalnih, bioloških te ostalih raspoloživih mjera zaštite. Uporaba kemijskih sredstava za zaštitu bilja u sustavu integrirane zaštite, ograničena je na najnužniju mjeru potrebnu za održavanje štetnih organizama ispod razine gospodarske štete. Dakle, ne tretira se bilo koja pojava bolesti ili štetnika, nego samo ona koja će prouzročiti ekonomsku štetu.

Zbog promicanja održive poljoprivrede koja je ekološki prihvatljiva broj farmi koje proizvode hranu po principima organske poljoprivrede širom svijeta su u stalnom porastu, a potrošači navode tri glavna razloga zbog kojih kupuju organski proizvedene prehrambene proizvode:

1. prehrambeni proizvodi su uzgojeni bez primjene sredstava za zaštitu bilja
2. prehrambeni proizvodi nisu tretirani fungicidima
3. prehrambeni proizvodi su proizvedeni s manjim utroškom energije za razliku od proizvodnje na konvencionalan način.

„Organska poljoprivreda pozitivno utječe na stabilnost određenoga geografskoga prostora. Njome se otvaraju mogućnosti za smanjenje iseljavanja seoskoga stanovništva u gradove, bolja osvještenost stanovništva, pridonosi razvoju lokalne zajednice, jačanju i širenju tržišta, podizanju intelektualnog položaja poljoprivrednika, poznato porijeklo prehrambenih i drugih proizvoda kao sigurnost među stanovništvom“ (Črnjar, 2002.).

## 4. PRIMJENA NAČELA DOBRE POLJOPRIVREDNE PRAKSE U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI

Dobra poljoprivredna praksa predstavlja niz postupaka u poljoprivredi kojima se smanjuje ili izbjegava onečišćenje tla, vode i zraka. Ovaj koncept ne podrazumjeva samo primjenu mjera zaštite okoliša od posljedica sve intenzivnije proizvodnje, već i siguran put ka ekonomičnijoj i naprednijoj proizvodnji. Naime, dodatni trud i eventualna dodatna ulaganja koja prate prelazak na "dobru praksu" dugoročno su ekonomski isplativi što se ogleda kroz bolju organizaciju, precizniju primjenu sredstava, bolju upotrebu resursa ali i kroz doprinos općem dobru očuvanjem prirodne baštine za sve buduće tako i za sadašnje generacije.

Cilj održive poljoprivrede je proizvodnja zdrave i sigurne hrane te drugih poljoprivrednih odnosno prehrambenih proizvoda, uz istovremeno ostvarenje društvene stabilnosti, ekonomske vrijednosti i zaštite životne sredine (Zelenika, 2014.). Bitni faktori koji su vezani uz dobru poljoprivrednu praksu su: znanje, razumijevanje, planiranje, mjerenje, kontrola i upravljanje.

Glavna načela i smjernice u primjeni dobre poljoprivredne prakse su:

- a) Načela dobre poljoprivredne prakse vezanih uz očuvanje tla: tlo u poljoprivredi ima važnu funkciju i kao „neobnovljiva“ vrijednosti iziskuje posebnu pažnju i brigu tijekom njegovog koja se očituje brigom o održavanju plodnosti tla, smanjenju erozije, održavanju povoljne strukture, smanjenju onečišćenja, pravilnom gospodarenju tlom.
- b) Načela dobre poljoprivredne prakse vezanih uz zaštitu voda: direktiva traži od zemalja članica Europske unije da definiraju područja koja su osjetljiva na onečišćenje voda nitratima iz poljoprivrede te da osmisle i primjene operativne programe koji bi spriječili pojavu takvih onečišćenja.
- c) Načela dobre poljoprivredne prakse vazanih uz zaštitu zraka: poljoprivreda je jedan od izvora onečišćenja zraka. Neugodni mirisi, onečišćenje dimom, emisija amonijaka i staklenički plinovi najučestaliji su uzroci sukoba između poljoprivrednika i okoline. Dobrom poljoprivrednom praksom i tehnološkim rješenjima nesuglasice se mogu znatno smanjiti ili potpuno izbjeći.



d) Načela dobre poljoprivredne prakse vezanih uz zaštitu životinja: kako bi se osigurala kvalitetna proizvodnja bez nepotrebnih ulaganja i gubitaka, potrebno je osigurati uvijete za zdravu i zadovoljnu životinju čime se postiže i očuvanje javnoga zdravlja (zdravlja ljudi) kao prevencija, dobrobiti životinja, ekonomski interes i naposljetku zaštita okoliša.

Prema Jug (2017. b) načela dobre poljoprivredne prakse potrebno je provoditi zbog nekoliko razloga:

1. Zaštita zdravlja, prirode i okoliša: Kvaliteta hrane značajno zavisi od sustava proizvodnje što značajno utječe na zdravlje svakog potrošača. Način na koji se gospodari prirodom i okolišem utječe na kakvoću tla, vode i zraka i u konačnici također utječe na zdravlje svakog od nas. to se u konačnici reflektira na zdravlje ljudi.
2. Poštivanje zakonskih obveza: današnja poljoprivredna politika Europske unije posvećuje iznimnu pozornost očuvanju prirode i okoliša. Posljednja reforma zajedničke poljoprivredne politike radikalno je izmijenila modele izravnih plaćanja poljoprivrednim proizvođačima te ukinula vezu između visine poticaja i proizvodnje. Proizvođač umjesto plaćanja za određenu biljnu ili stočarsku proizvodnju dobiva jedinstveno plaćanje po gospodarstvu, bez obzira na to što proizvodi. Poljoprivrednicima je u potpunosti ostavljena sloboda da izaberu što će proizvoditi, pod uvjetom da poštuju mjere višestruke sukladnosti.
3. Ekonomično poslovanje: primjena optimalnih agrotehničkih mjera i racionalna uporaba inputa pridonose smanjenju troškova proizvodnje i povećanju prinosa.

## 5. KOMPOST KAO ORGANSKO GNOJIVO I KONDICIONER TLA

Komposti su organska gnojiva proizvedena uz prisustvo kisika (aerobni uvjeti proizvodnje) djelovanjem mikroorganizama koji razgrađuju biljnu ili životinjsku tvar koja se kompostira. Kompostiranjem se dobije proizvod vrlo sličan humusu koji je pogodan za primjenu u tlo kao gnojivo (izvor biljnih hraniva) ili kao poboljšivač (kondicioner tla) kemijskih, fizikalnih i bioloških svojstava (Jug, 2017. a).

Primjena komposta ima veliku ulogu u povećanju sadržaja organske tvari, povećanju poroznosti tla, smanjenju volumne gustoće tla koja je indikator zbijenosti nekog tla, poboljšavanju strukture tla, povećanju KIK-a, kapaciteta tla za vodu, zrak i toplinu.

Kompost je, kao i svako organsko gnojivo, bogato makro i mikro elementima te kao takvo služi biljkama kao izvor elemenata biljne ishrane koji, da bi biljci postali pristupačni, moraju proći proces mineralizacije. Kako bi se mineralizacija uspješno odvijala, nužna je prisutnost određenih mikroorganizama, čiji se broj povećava povećanjem količine organske tvari u tlu. Prema Funtak (2016.) veća količina biogenih elemenata se nalazi u tlima gdje je apliciran kompost u odnosu na tla koja su gnojena mineralnim gnojivima.

Funtak (2016.) navodi kako se primjena komposta može varirati, ali da se najčešće koristi u dozama od 5 – 6 t ha<sup>-1</sup>. Primjenom komposta povećava se sama kvaliteta tla i njegova mikrobiološka aktivnost. Kada je tlo dobre kvalitete i ako se njime pravilno gospodari velike su mogućnosti za dobrim i zdravim urodom te za kvalitetnim biljkama visoke produktivnosti. Biljna hraniva iz komposta se u prvoj godini oslobađaju u količini od 40-60 %, a ostatak će se osloboditi tijekom slijedeće dvije godine. Sukladno k tome, primjena komposta je od velikog značaja u podizanju kvalitete tla posebice siromašnih tipova tla (Funtak, 2016.).

Martínez-Blanco i sur. (2013.) navode kako se potreba za primjenom komposta u poljoprivredi povećava, te da postoji potreba za procjenu specifične ekološke prednosti i učinka u usporedbi s drugim vrstama gnojiva i kondicionerima tla. Dok su utjecaji na okoliš povezani s proizvodnjom komposta uspješno ocijenjeni u prethodnim studijama, procjena prednosti komposta za biljke i tlo je samo djelomično uključena u nekoliko objavljenih rezultata istraživanja.

Primjena komposta (slika 2.) je od velikog značaja za plodnost tla, a samim tim i za održavanje određenih funkcija tla. Njegovom primjenom tlu možemo osigurati odnosno povećati volumen i broj pora u tlu, koje direktno utječu na vodozračni režim preko kojeg se povećava i poljski kapacitet tla za vodu. Tla koja su bogata humusom, odnosno tla koja sadrže više organske tvari, bolje podnose prekomjerne stresove izazvane većom količinom oborina, navodnjavanja i drugih tipova vlaženja, kao i stresove izazvane sušom. Vrlo često se kao osnovni pokazatelj plodnosti nekog tla navodi brojnost gujavica (slika 3.), čija fiziološka skupina kao i brojnost uvelike ovise o kvaliteti tla koja se primjenom komposta povećava (Funtak, 2016.).



Slika 2. Primjena komposta

(<http://www.bmcroatia.hr/wp-content/uploads/2019/03/milanovic-kompostiranje.pdf>)



Slika 3. Gujovice u tlu

(<https://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/broj-glista-pokazuje-koliko-je-tlo-zdravo-privucite-ih/51408/>)

Komposti se upotrebljavaju u rataskoj proizvodnji kao i u hortikulturi (slika 4.), bilo kao gnojivo ili kao poboljšivač, odnosno kondicioner tla (slika 5.)



Slika 4. Primjena komposta u povrtlarskoj proizvodnji  
(<http://sal-lab.landfood.ubc.ca/projects/the-effects-of-high-throughput-in-vessel-compost-on-soil-properties-and-crop-productivity/>)



Slika 5. Primjena komposta kao gnojiva i poboljšivača tla  
(<http://www.youris.com/bioeconomy/agriculture/organic-by-product-derived-biochar-a-greener-option.kl>)

## 5.1. Povijest kompostiranja i primjene komposta

Postoji različite definicije kompostiranja, od onih jednostavnijih pa sve do vrlo složenih. Jedna od jednostavnijih definicija kaže da je kompostiranje mikrobiološka razgradnja u hrpe složenih organskih materijala (slika 6.) u djelomično razgrađene rezidue, koje se nazivaju kompost. Složenija i sveobuhvatnija definicija kompostiranja opisuje ga kao aerobni, biološki proces, gdje se uz pomoć mikroorganizama razgrađuje organska tvar u humusu sličan proizvod, koji je „zdrav“, stabilan, bez patogenih mikroorganizama i klijavog sjemena korova i pogodan za aplikaciju u tlo (Haug, 1993.).



Slika 6. Organski materijal odnosno biootpad

[https://zaljepsunasu.hr/kompostiranje/?fbclid=IwAR1\\_YgyuXm4llKN-rOM7vvuFwOyRkL8RN38BBMxqc6I5-ICfcbfVOGpK8M](https://zaljepsunasu.hr/kompostiranje/?fbclid=IwAR1_YgyuXm4llKN-rOM7vvuFwOyRkL8RN38BBMxqc6I5-ICfcbfVOGpK8M)

Povijest stvaranja gradskog otpada i njegova gospodarenja započinje ljudskom civilizacijom i urbanizacijom. Tijekom neolitika, ljudska bića prvi put su počela živjeti u gradskim naseljima, mijenjajući svoje navike od u osnovi lovaca i sakupljača do poljoprivrednika i uzgajivača. Od osnivanja ovih naselja, otpadne jame postale su uobičajena upotreba. Prve jame izrađene od

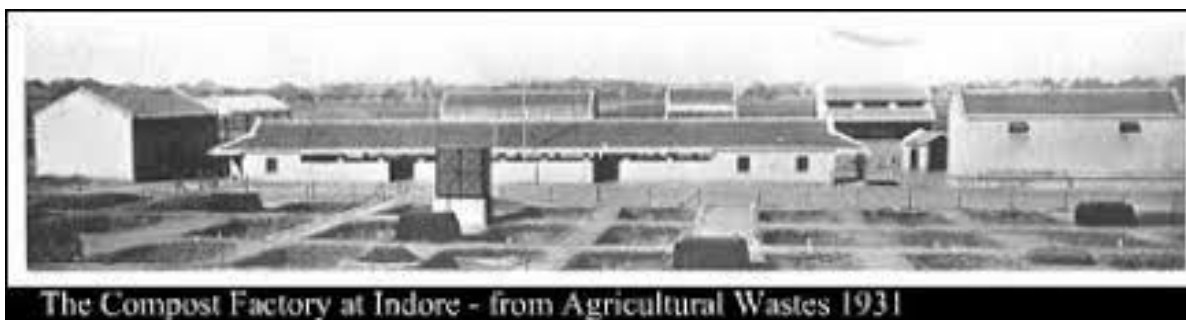
kamena i izgrađene izvan kuća pronađene su u sumerskim gradovima prije oko 6000 godina. U tim se jamama bio skladišten organski gradski otpad radi moguće primjene na poljoprivrednim površinama (Uhlig, 1976; Martin i sur., 1992.).

Rane civilizacije u Južnoj Americi, Indiji, Kini i Japanu prakticirale su intenzivnu poljoprivredu, a poznato je da su koristile poljoprivredne, životinjske i ljudske ostatke kao gnojiva (Howard, 1943; FAO, 1978.). Mnogi od tih ostataka su ili stavljeni u jame ili postavljeni u gomile i ostavljeni da trule duži vremenski period zbog poboljšanja tla. Carski Rim, grad koji je na vrhuncu svoje moći imao oko milion ljudi, razvio je napredni sustav za upravljanje gradovima, organizirao i podržavao državnu upravu. Da bi se očuvali higijenski uvjeti u gradu, gradski otpad je bio periodički skupljan, odnosio se izvan grada te na kraju primjenjivao na poljoprivredna tla. Slično je bilo i u predrenesansnoj Firenci, vagoni na farmama prevozili su hranu u grad ujutro, a navečer su odlazili iz grada s hrpom smeća koje je trebalo nanositi na farme (Altomonte, 1982.).

Međutim, jedan od najtočnijih i tehnički preciznih opisa „kompostiranja“ vodili su vitezovi Templari iz trinaestog stoljeća. Templari su bili vojni red za vrijeme križarskih ratova. Kad su muslimani zauzeli sveta mjesta u Palestini, templari su se naselili u Španjolskoj i na jugu Francuske, gdje su veći dio svog vremena posvetili poljoprivredi. Unajmili su farme, od kojih su neke opustošili muslimani tijekom povlačenja iz Španjolske, a nisu ih obrađivali dugi niz godina. Ugovori o zakupu zemljišta, donacijama i raznim klauzulama o obnavljanju osiromašenih tla bila su napisana u Codexu. Neki od tih dokumenata još uvijek postoje u arhivima poput Nacionalne knjižnice u Madridu, Povijesne Nacionalne arhive iz Madrida (serija B i R od Codexa); rukopisi u cistercitskim opatijama Fitero, Poblet, Sates Cruces, Huerta; i Arhiv Caceres Deputation, rukopisi najveće farme templara „Commanderie“ u Alcanedreu, Extremadura, Španjolska (de Bertoldi, 1999.). Ovi rukopisi, prepisani u trinaestom stoljeću, izvještavaju o tehnikama koje su Templari koristili za obnavljanje plodnosti na sušnim i osiromašenim tlima. Opis sustava kompostiranja započinje s pripremom različitih materijala kako bi se dobile različite vrste komposta koji će se koristiti na različitim usjevima. Odnosi između drvenog i životinjskog stajskog gnoja i vlage pažljivo se određuju. Nakon pripreme početne smjese za kompostiranje navode se točne naznake dimenzija otvorenih sustava kompostera, s trokutastim i trapezoidnim presjekom. Komposteru su bili

prekriveni granama ili tlom tijekom postupka kako bi se smanjio gubitak vlage isparavanjem. Izvješćuje se vrijeme obrade pojedinačnih materijala, a dokumenti sugeriraju uporabu komposta (količina i vrijeme primjene) za svako povrće ili voće.

Poljoprivrednici iz 19. stoljeća imali su puno praktičnog znanja o upotrebi stajskog gnojiva i stvaranju komposta koji su djelovali poput gnojiva, ali o stvarnom mikrobnom procesu kompostiranja sve do našeg stoljeća se znalo vrlo malo. Tijekom 20-og stoljeća pristup kompostiranju je postao puno znanstveniji s detaljnijim opisima samog procesa. Kako su postale dostupne informacije o ekologiji komposta, jedan sjajan pojedinac, sir Albert Howard, uključio je novu znanost o mikrobiologiji tla u svoje kompostiranje i strpljivim radom i provođenjem pokusa naučio je kako napraviti vrhunski kompost. Jedan od prvih dokumentiranih napora u primjeni kompostiranja kao načinu gospodarenja organskim ostacima započeo je u Indiji 1933. godine. Sir Howard, u suradnji s drugim znanstvenicima razvili su postupke kompostiranja u metodu poznatu kao "Indore-ov postupak" (Brunt, 1949.). Metoda je bila poznata po tom nazivu zbog lokaliteta (slika 7.) na kome je prvi put provedena u praksi (Indore, Indija). U početku je Indoreov postupak koristio samo životinjsko stajsko gnojivo, ali kasnije je uključivao slaganje alternativnih slojeva lako biorazgradivih materijala na otvorenom terenu. Neki od tih materijala su uključivali ljudski izmet, smeće i stajski gnoj uz neizostavni kućni otpad, lišće, smeće i dr.



Slika 7. Tvornica komposta u Indoreu, 1931.

(izvor: <https://permaculturenoosa.com.au/sir-albert-howards-indore-compost-method/>)

Howard je 1931. godine objavio detalje Indore metode u knjizi pod nazivom „The Waste Products of Agriculture“ koja mu je donijela pozivnicu za posjete plantažama diljem Britanskog carstva. To je potaknulo poljoprivrednike širom svijeta da prave kompost metodom

Indore. Putovanja, kontakti i nova svijest o problemima europske poljoprivrede bili su odgovorni za Howardovu odluku da stvori pokret za Ekološku poljoprivredu i vrtlarstvo.

U početku je postupak kompostiranja trajao 6 mjeseci ili duže, tijekom čega je materijal prozračivan samo dva puta. Postupak je tijekom godina bio izmjenjen od brojnih znanstvenika i stručnjaka da bi Indijsko vijeće za poljoprivredu iz Bangalorea poboljšalo recepturu i nazvao ga „Bangalore procesom“.

Jedna od prvih publikacija koja se bavila kompostiranjem u Sjedinjenim Državama bila je Bilten br. 61 u Centru za poljoprivredne eksperimente u Sjevernoj Karolini, objavljen 1888. pod nazivom: XI. Komposti - formule, analize i vrijednost. Znatna količina istraživanja također je provedena u poljoprivrednoj eksperimentalnoj stanici u Connecticutu, što je dovelo do objavljivanja 1949. godine posebnog biltena o tlima pod nazivom "Principi kompostiranja" (Maynard, 1994.).

Sve do otkrića Haber Boshovog postupka, primjena komposta je bila neizostavna mjera u gnojidbi biljaka. Završetkom II Svjetskog rata i prenamjenom vojne industrije u agrokemijsku poljoprivrednu industriju, primjena komposta se naglo reducirala. Krajem 20. stoljeća zbog negativnog utjecaja konvencionalne gnojidbe na okoliš i njegove sastavnice, agrokemikalija, a i zbog promjena odnosa ruralnog i urbanog stanovništva, primjena komposta u poljoprivredi sve je izraženija i o njoj se sve više afirmativno govori. U isto vrijeme količine biološkog otpada su sve veće čemu u prilog ide i povećan broj stanovništva.



## 6. ULOGA KOMPOSTA U TLU

Uloga komposta u tlu očituje se kroz njegov utjecaj na kemijska, biološka i fizikalna svojstva. Općenito, primjenom komposta, unose se veće količine organske tvari, a samim tim i veće količine ugljika. Na ovaj način značajno se doprinosi i sekvestraciju ugljika u tlu, kao i smanjenju svih negativnih posljedica intenzivne poljoprivredne proizvodnje kao što su: erozija, ispiranje čestica tla, smanjenje pH reakcije tla, povećano zbijanje tla, slaba infiltracija, smanjenje biološke raznolikosti u tlu, itd.

### 6.1. Organska tvar tla

Dodavanje organske tvari tlu od iznimne je važnosti za održavanje kvalitete tla kao i gospodarenju tlom, prvenstveno zbog uloge koju organska tvar ima u tlu a to je kao izvor biljnih hraniva za biljke, poboljšanje vodo-zračnih odnosa, povećanje kationskog izmjenjivačkog kapaciteta, povećanje temperature tla, lakša obradivost tala, poboljšanje strukture tla, smanjenje zbijenosti tla, smanjenje erozije, itd.

Jedan od načina da se poveća količina organske tvari tla je primjena komposta proizvedenog od ostataka biljne mase. Međutim, bitni čimbenici koji utječu na obogaćivanje tla organskom tvari su količina, vrsta i stupanj humifikacije komposta, svojstva tla (tip tla, sadržaj gline) i način gospodarenja tlom. Zreli kompost povećava sadržaj organske tvari u tlu puno bolje nego nezreli ili svježi kompost zbog veće razine stabilnog ugljika u tlu (Bouajila i Sanaa, 2011., Fischer i Glaser, 2012.). Osim navedenog, visoka količina organske tvari u kompostu povećava količinu organskog ugljika u tlu (Roghalian i sur., 2012.).

Bouajila i Sanaa (2011.) navode kako je primjena stajnjaka i komposta proizvedenog od kućnog otpada, značajno povećala količinu organskog ugljika u tlu, gdje se tretman s kompostom pokazao kao učinkovitiji od tretmana sa stajskim gnojivom. Prema njihovim rezultatima, primjenom 120 t ha<sup>-1</sup> stajnjaka i komposta povećan je sadržaj organskog ugljika za 1,09 %, odnosno kod primjene komposta za 1,74 %.

## **6.2. Smanjenje volumne gustoće tla**

Primjena komposta općenito pozitivno utječe na strukturu tla smanjujući volumnu gustoću koja je indikator zbijenosti tla, zbog dodavanja organske tvari niske gustoće u čvrstu fazu tla. Ovaj pozitivni učinak obično je povezan s porastom poroznosti zbog interakcija između organskih i mineralnih frakcija (Amlinger i sur., 2007.).

Niska volumna gustoća ukazuje na povećani prostor pora koji se javlja kao rezultat primjene odgovarajućeg sustava obrade tla. U tom pogledu, kompost povećava udio mezo i makro pora zbog poboljšane agregacije i stabilizacije tla koji su pod značajnim utjecajem organizma u tlu (Liu i sur., 2007.). Pored toga, organska frakcija je puno lakša od mineralne frakcije te porast organske frakcije smanjuje ukupnu težinu i gustoću tla (Brown i Cotton, 2011.).

## **6.3. Povećanje stabilnosti strukturnih agregata**

Općenito, struktura tla određena je veličinom i prostornom raspodjelom čestica, agregata i pora u tlu. Volumen krutih čestica tla i volumen pora utječu na zračnu ravnotežu i sposobnost prodiranja korijena. Kao opća činjenica, što je struktura tla zbijenija, nepovoljniji su i zemljišni uvjeti za rast biljaka. Primjenom komposta u tlo, najučinkovitije povećavanje stabilnosti agregata uočeno je na glinastim i pjeskovitim tlima.

Makroagregati su uglavnom stabilizirani djelovanjem hifa gljiva, sitnim korijenjem, korijenovim dlačicama i mikroorganizmima s visokim udjelom lako razgradivih polisaharida (Amlinger i sur., 2007.). Pored glinenih minerala i oksida, korjenčići, mreže hifa, kao i polisaharidi koji potječu iz korijenskih i mikrobnih eksudata, značajno doprinose stvaranju mikro-agregata.

Količina primjenjenog komposta, vrsta komposta (svježi ili zreli) te intervali primjene značajno utječu na njegovu učinkovitost. Svojstva strukturnih agregata i pora tla povezana su sa specifičnim "aktivnim" površinskim mjestima koja utječu na adsorpciju i supstituciju u tlu. Što je veća specifična površina, intenzivnije interakcije mogu se dogoditi između faune tla, mikroorganizama i korijenovih dlačica pod optimalnim uvjetima (npr. dovoljna vlaga).

#### **6.4. Kapacitet tla za vodu i infiltracija**

Količina vode koja je biljci dostupna ovisit će o dva čimbenika: količini vode koja se može infiltrirati u tlo i količini vode koju tlo može zadržati. Na poljski vodni kapacitet i kapacitet tla za zadržavanje vode općenito utječu veličina, struktura i sadržaj organske tvari u tlu. Međutim, glinena tla, zbog većeg matriks potencijala i manje veličine pora, zadržavat će znatno više vode po težini od pjeskovitih. U tom pogledu, Brown i Cotton, (2011.) su istakli da iako je sveukupno, tekstura glavni faktor koji utječe na kapacitet zadržavanja vode, povećanje organskog ugljika značajan je faktor za poboljšanje retencije vode u tlu. Ujedno su utvrdili kako primjena komposta značajno utječe na infiltraciju vode, koja je bila povećana u odnosu na kontrolu tj. tretman gdje kompost nije primjenjen.

#### **6.5. Povećanje razine biljnih hraniva u tlu**

Komposti sadržava značajne količine za biljku neophodnih hraniva kao što su: dušik, fosfor, sumpor, kalcij, kalij, magnezij, te mikroelemente (Fe, Zn, Cu, Mo, B, itd) (Agegnehu i sur., 2014.). Amlinger i sur. (2007.) ga definiraju kao organsko multielementarno gnojivo. Sadržaj hranjivih tvari kao i druga važna kemijska svojstva kao što su C/N omjer, pH i električna vodljivost (EC) ovise o organskim materijalima koje su upotrebljavane u kompostu kao i uvjetima njegove prerade. Odgovarajućom smjesom ovih organskih ulaznih materijala, humusa i kompostnih supstrata bogatih hranjivim tvarima mogu se zamjeniti komercijalna mineralna gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji (Amlinger i sur., 2007.).

Međutim, ukupna hraniva iz komposta ne mogu se odmah iskoristiti u potpunosti. To se može pripisati postojanju i različitom intenzitetu različitih oblika vezanja unutar organske matrice, što rezultira djelomičnom imobilizacijom hraniva (Tayebah i sur., 2010.). S druge strane, učinak gnojidbe će trajati duže zbog sporog i postupnog oslobađanja biljnih hraniva (Seran i sur., 2010.). Stoga je primjenom komposta smanjeno ispiranje hraniva u usporedbi s topivim mineralnim gnojivima. Naročito je učinak N gnojidbe kompostom ograničen zbog niske stope mineralizacije i mikrobne imobilizacije (Tayebah i sur., 2010.).

Tablica 1. Vrijednosti sadržaja dušika, odnosa C/N i sadržaja vlage za različite biorazgradive materijale

<b>Materijal</b>	<b>Sadržaj dušika (N), % ST</b>	<b>C/N</b>	<b>Sadržaj vlage, %</b>
Ostaci hrane	1,9-2,9	14-16	69
Papir iz kom. otpada	0,2-0,25	127-178	18-20
Kanalizacijski mulj	2,0-6,9	5-16	72-84
Otpresak od jabuke	1,2	13	60
Kukuruz, klip	0,4-0,8	56-123	9-18
Kukuruz, stabljika	0,6-0,8	60-73	12
Voćni otpad	0,9-2,6	20-49	62-88
Povrtni otpad	2,5-4	11-13	
Krv	13-14	3-3,5	10-78
Riblji ostaci	6,5-14,2	2,6-5,0	50-81
Školjke - ostaci	3,6	2,2	63
Perad, uginula	2,4	5	65
Škampi - ostaci	9,5	3,4	78
Kokošji izmet	1,6-3,9	12-15	22-46
Kravlji izmet	1,5-4,2	11-30	67-87
Konjski izmet	1,4-2,3	22-50	59-79
Ovčji izmet	1,3-3,9	13-20	60-75
Svinjski izmet	1,9-4,3	9-19	65-91
Kukuruzna silaža	1,2-1,4	38-43	65-68
Kora tvrdog drveta	0,1-0,41	116-436	
Kora mekog drveta	0,04-0,39	113-1285	
Karton, valoviti	0,1	563	8
Otpad iz pilana	0,13	170	
Novinski papir	0,06-0,14	400-852	3-8
Papirna pulpa	0,59	90	82
Piljevina	0,06-0,8	200-750	19-65
Drvo	0,04-0,23	212-1131	
Otkos trave	2,0-6,0	9-25	
Lišće	0,5-1,3	40-801.	

(Izvor: <http://biramdobro.blogspot.com/2018/03/kompostiranje-rjesenje-ili-opasnost.html>)

Prosječni kemijski sastav zrelog komposta ovisi od materijala iz kojeg je nastao. U prosjeku se navodi kako kompost može imati oko: 0,3 % dušika, 0,2 % fosfora, 2,25 % kalija, 2,00-3,00 % kalcija. Kompost sadrži i biljne hormone koji povoljno utječu na zakorjenjivanje, klijanje i busanje.

## **6.6. Povećanje KIK-a, pH vrijednosti i pufernog kapaciteta tla**

Kationski izmjenjivački kapacitet (KIK) je jedan od najvažnijih indikatora za procjenu plodnosti nekog tla, posebice za adsorpciju kationa i njihovog zadržavanja na adsorpcijskom kompleksu tla čime se sprječava onečišćenje podzemnih voda njihovim ispiranjem. KIK organske tvari varira od 300 do 1400 cmol kg<sup>-1</sup> tla što je daleko više u odnosu na KIK bilo kojeg mineralnog materijala.

Reakcija tla (pH) je indikator kiselosti ili alkalnosti tla i definira se kao negativni logaritam aktivnosti vodikovih iona u suspenziji tla. Ovaj parametar je iznimno važan za biljnu proizvodnju jer direktno utječe na mogućnost usvajanja hraniva od strane biljke odnosno na bioraspoloživost biljnih hraniva. Primjena komposta ima kalcizirajući učinak zbog bogate opskrbljenosti alkalnim kationima poput Ca, Mg i K, koji su oslobođeni tijekom mineralizacije iz organske tvari. Slično tome, redovito primijenjeni kompostni materijal, kao organska tvar, održava ili povećava pH tla (Roghianian i sur., 2012.). Tek u nekoliko slučajeva primijećeno je smanjenje pH nakon primjene komposta (Mohammad i sur., 2004.). Kluge (2006.) također potvrđuje značajno povećanje pH vrijednosti čak i kod umjerenih količina primijenjenog komposta.

Primjena komposta povećava pufernu sposobnost tla na način da sprječava nagle promjene u pH reakciji tla. Tla koja imaju veći sadržaj organske tvari imaju veći puferni kapacitet što sprječava štetno djelovanje kiselih kiša, toksičnih materijala i ostalih nepoželjnih štetnih tvari u tlu.

## **6.7. Utjecaj komposta na učinkovito iskorištenje vode**

Da bi se osigurala učinkovita proizvodnja trajno održivog razvoja poljoprivredne proizvodnje, nužno je smanjiti na najmanju moguću mjeru negativan utjecaj na okoliš, posebno na izvore vode i fonda tla. To između ostalog znači i sprječavanje propadanja tla što vodi gubicima hranjivih tvari i gubicima organske tvari povezane s brzim smanjenjem biološke produktivnosti i kvalitete tla. Jedan od uzroka takve degradacije je smanjena sposobnost tla da zadrži vodu. Sposobnost organske tvari tla da veže vodu postala je važna tema istraživanja u

proteklim godinama. Kompostiranje ima nekoliko benefita za tlo koje mineralna gnojiva nemaju. Prvo, aplikacijom komposta apliciramo i organsku tvar koja poboljšava način interakcije vode s tlom. U pjeskovitim tlima kompost djeluje kao spužva koja pomaže zadržati vodu u tlu koja bi zbog slabe vododrživosti vrlo brzo nestala iz područja rizosfere što bi značilo nedostatnu količinu vode za biljke posebice u sušnim uvjetima.

### **6.8. Utjecaj komposta na biološka svojstva tla**

Jedan od najvažnijih učinaka upotrebe komposta je promicanje biologije tla. Postoji velika raznolikost organizama u tlu, od velikih, vidljivih organizama do malih, nevidljivih organizama, koji se mogu promatrati samo pod mikroskopom. Ti organizmi obavljaju širok raspon funkcija, što je glavni doprinos onome što smatramo plodnim i zdravim tlom. Organizmi tla imaju bitnu ulogu u određivanju funkcioniranja sustava tla, ali to funkcioniranje ovisi o količini organske tvari u tlu. Jedna od najvažnijih uloga organske tvari tla je ta da je ona izvor energije za mikroorganizme te da bez organske tvari mikroorganizmi ne mogu preživjeti.

U tom kontekstu, kompost djeluje stimulirajuće i na mikrobnu zajednicu u kompostnom supstratu, kao i na mikro biotu tla. Kako navode Brown i Cotton (2011.), primjena komposta povećala je aktivnost mikroba u odnosu na kontrolna tla. Uočili su da je mikrobna aktivnost 2,22 puta veća u kompostiranim tlima u usporedbi s kontrolnim tlima jer organska tvar koja se nalazi u kompostu osigurava hranu za mikroorganizme.

## 7. PRIMJENA KOMPOSTA U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI

U praksi je poljoprivreda održiva djelatnost ako istovremeno ispunjava tri različita zahtjeva:

- mora jamčiti očuvanju okoliša za permanentnu produktivnost, odnosno iznimno je važno voditi računa o održivosti prirodnih resursa
- poljoprivredniku i svakom drugom subjektu mora osigurati potpunu sigurnost, pored higijenskih i sanitarno sigurnih uvjeta za potrošača (održivost zdravlja ljudi)
- poljoprivrednicima mora jamčiti ekonomski prikladnu proizvodnju, tj. dobit (ekonomsku održivost).

Primjenom navedenih načela prilikom kompostiranja nameće se zaključak kako je upotreba komposta u poljoprivredi potpuno održiva praksa i puno više od toga.

De facto, kompostiranjem se smanjuje korištenje neobnovljivih resursa na način na koji ih degradira poljoprivredna proizvodnja te se smanjuju energetske troškovi za obradu otpada, proizvodnju mineralnih gnojiva itd).

S obzirom na ljudsko zdravlje kao važno načelo održive proizvodnje, upotrebom komposta mogu se izbjeći zakonom nepropisane mjere zbrinjavanja organskih ostataka s direktnom koristi za ljudsko društvo u cjelini.

Načelo kojim se treba jamčiti ekonomski prikladna proizvodnja, potvrđuje se primjenom komposta jer su troškovi kompostiranja niski što predstavlja financijsku korist poljoprivrednim proizvođačima, a posebice jer se na ovaj način rješava problem otpada za koji se nude brojna skupa rješenja koja nisu u skladu s načelom ekonomske isplativosti.

## **8. PREDNOSTI KOMPOSTIRANJA U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI**

### **8.1. Prednosti komposta kao organskog gnojiva**

Prema brojnim autorima, komposti kao organska gnojiva imaju vrlo važnu ulogu u popravljaju strukture tla, odnosa vode i zraka u tlu, te toplinskih svojstava tla.

Komposti značajno povećavaju vrijednost pH tla kao i koncentraciju dušika, pristupačnog fosfora i izmjenjivo vezanog kalija, kalcija i magnezija. Primjenom komposta poboljšava se struktura tla što značajno utječe na povećanje kapaciteta tla za vodu i hraniva. Organska tvar, kao izvor energije za mikroorganizme, predstavljena kompostom omogućuju povećanje populacije mikroorganizama čime se povećava biogenost tla. Procesi sinteze humusa su ubrzani uz porast sadržaja humusa u tlu čime tlo postaje produktivnije.

Hraniva iz komposta se sporo oslobađaju što smanjuje mogućnost prekomjerne koncentracije pojedinih hraniva, odnosno nutritivni stres jer je za prelazak iz organskog u mineralni oblik nužna prisutnost mikroorganizama kako bi proveli proces mineralizacije. Djelovanje komposta je produženo odnosno oslobađanje hraniva je proces koji traje više godina pa nema opasnosti od njihovog ispiranja.

Kompostiranjem se potiče biološka raznolikost tla počevši od mikroorganizama (gljive i bakterije), preko mikrofaune do mezofaune (gujavice) koji se hrane organskom tvari i utječu na bolju aeriranost i dreniranost. U agroekoosustavu, biološka raznolikost tla je vrlo važan regulator dekompozicije, kruženja hraniva, dinamike organske tvari tla, putova kretanja i infiltracije vode u tlu, retencije vode u tlu, smanjenja opasnost od erozije, itd. U svojim istraživanjima utjecaja višegodišnje gnojidbe na aktivnost i sastav zajednice mikroba u tlu.

Kompostiranjem i upotrebom komposta podjednako smanjujemo količinu otpada te težimo očuvanju okoliša. Kompost ima sposobnost vezivanja teških metala te na taj način smanjuje njihovu prisutnost i mogućnost usvajanja od strane biljke.



## 8.2. Prednosti komposta kao kondicionera tla

Komposti, osim funkcije gnojiva, imaju i ulogu kondicionera s jakim djelovanjem na fizikalna svojstva tla (poboljšanje strukture, poboljšanje aeracije i retencije vode, povećanje temperature tla, smanjenje zbijenosti tla, smanjenje erozije, itd.), kemijska (povećanje pH vrijednosti, povećanje kationskog izmjenjivačkog kapaciteta, povećanje puferne sposobnosti tla) i biološka svojstva tla (smanjen C/N omjera, smanjeno disanje tla, povećana biološka raznolikost tla, itd.).

Primjenom komposta, poboljšavamo retenciju vode u tlu čime osiguravamo dovoljnu količinu vode koja je neophodna biljkama. Povećanjem organske tvari u tlu primjenom komposta, poboljšava se poroznost tla čime je omogućena bolja proliferacija korijena i dostatna količina zraka koji se nalazi u makroporama.

Tla koja se bogata organskom tvari tamnije su boje što znači da dulje vremena zadržavaju toplinu što pogoduje brojnim mikroorganizmima u tlu, a i samim biljkama.

Na glinastim, teškim tlima primjena komposta ima slijedeće prednosti:

- poboljšava drenažu uz održavanje sposobnosti zadržavanja vode tla
- oblikuje tlo u mrvičastu strukturu
- pomaže u održavanju poroznosti tla kako bi se zrak i voda mogli slobodno kretati kroz pore tla (povoljan omjer makro i mikro pora)
- olakšava obradu ljepljivog tla čineći ga krtijim
- smanjuje volumnu gustoću tla smanjujući time zbijanje
- pomaže lakšem prodiranju korijena u tlo

Na pjeskovitim tlima, kompostiranje ima slijedeće prednosti:

- pomaže u boljem zadržavanju vode koje se povećava od 10 do 100 puta
- zadržava hraniva u zoni korijena sprječavajući na taj način ispiranje hraniva u dublje slojeve tla ili u podzemne vode
- pomaže u sljepljivanju čestica tla stvarajući stabilnije strukturne agregate

## 9. NEDOSTACI KOMPOSTIRANJA U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI

Iako je proces kompostiranja poznat od početka same ljudske civilizacije i unatoč jednostavnosti samog procesa kompostiranja, nužno je određeno znanje kako bi se na adekvatan i pravilan način zbrinjavao otpad te u konačnici pretvorio u kompost.

U svakoj proizvodnji, preradi i prometu može doći do oscilacija proizvoda. Tako i u kompostiranju možemo dobiti kompost lošije kvalitete zbog npr. povećanog sadržaja teških metala, toksičnih organskih tvari te prisutnosti korova ili nekih biljnih ili životinjskih bolesti. Kod takvih slučajeva kompost gubi na vrijednosti što rezultira smanjenim plasmanom na tržištu. Ovakav kompost također može imati svoju primjenu, ali ne u proizvodnji namirnica koje su za ljudsku konzumaciju već u proizvodnji cvijeća odnosno ukrasnih grmova i drveća.

Tijekom kompostiranja moguća je pojava:

- emisije neugodnih mirisa (problem se javlja ukoliko se kompost skladišti u blizini sela, gradova i drugih lokalnih područja, a javlja se kao rezultat dekompozicije organskih komponenti koje ulaze kao sirovina u kompost)
- emisije otpadnih voda (otpadne vode su često bogate mikroorganizmima te ih je potrebno skupljati i vratiti u kompostne hrpe. Ukoliko je velik udio otpadnih voda one se pravilno zbrinjavaju u uređajima za pročišćavanje)
- izravne ugroza zdravlja poljoprivrednika ili osobe koja rukuje kompostom

U slučaju kompostiranja zelenog otpada, može se dogoditi da prisutnost nekih herbicida u biljnom materijalu za kompostiranje ostane prisutna i nakon procesa kompostiranja što može ozbiljno ugroziti zdravlje ljudi i/ili životinja.

Kompostiranje na otvorenom je pod značajnim utjecajem ambijentalne temperature i vremenskih uvjeta što značajno utječe na kvalitetu komposta kao i na brzinu kompostiranja.

Prema Vukadinović i Jug (2015.) nedostatak organskih gnojiva, a time i komposta, je nemogućnost opskrbljivanja biljaka dostatnom količinom hraniva u periodu vegetacije kada biljke imaju najveće potrebe za hranivima.

Proces mineralizacije, ovisan je o aktivnosti mikroorganizama te je stoga i usvajanje oslobođenih biogenih elemenata uvjetovano njihovom aktivnošću. U uvjetima niske biogenosti tla i/ili niske aktivnosti mikroorganizama (prisutnost visoke ili niska temperature, suvišak ili manjak vode u tlu, nepovoljan pH, itd.) raspoloživost hraniva je nedostatna za postizanje visokih prinosa.

## 10. ZAKLJUČAK

Intenzivan uzgoj uz prekomjernu upotrebu agrokemikalija može dovesti do gubitka organske tvari u tlu, imati štetne učinke na okoliš i može ugroziti zdravlje ljudi i životinja, kao i sigurnost i kvalitetu hrane.

Za postizanje visokih prinosa primjena gnojiva je neizostavna mjera, posebice kada se radi o tlima siromašnim hranivima. S povećanjem cijena gnojiva i ograničenim rezervama resursa, organski poboljšivači tla poput komposta i stajskog gnojiva kao izvora hranjivih i organskih tvari smatraju se ekonomskom i ekološki prihvatljivom alternativom.

Komposti oslobađaju hranjive tvari polako i imaju dugotrajniji učinak što predstavlja prednost, ali je ujedno i nedostatak jer ne osiguravaju biljkama dovoljnu količinu hraniva u trenutku kada je to potrebno. Kompostiranjem se povećava sadržaj organske tvari u tlu, koja ima ključnu ulogu u plodnosti tla, zadržavanjem hranjivih tvari, održavanjem strukture tla i zadržavanjem vode. Kompostiranje ima i druge prednosti poput odlaganja i recikliranja krutog komunalnog otpada, smanjujući količinu otpada na odlagalištima.

Također treba biti oprezan pri generaliziranju učinaka komposta na zdravlje tla, plodnost i ishranu biljaka zbog promjenjive prirode komposta i njihove interakcije s klimatskim i edafskim svojstvima kao i svojstvima usjeva. Dok su opći učinci primjene komposta na tla dobro dokumentirani, poput povećanja strukturne stabilnosti tla, poboljšanja kapaciteta tla za zadržavanje vode i pristupačnost vode biljkama, smanjenog ispiranja hranjivih tvari i smanjenja erozije i evaporacije, učinak komposta na tlo vjerojatno će snažno ovisiti o sastavu komposta, što ovisi o sirovinama, uvjetima kompostiranja i trajanju procesa.

Nadalje, organsko gnojivo poput komposta vrlo sporo oslobađa hraniva za biljke što predstavlja ozbiljan problem za usjeve u kritičnom razdoblju stvaranja prinosa. Dakle, integrirani pristup, kombiniranje primjene komposta s primjenom mineralnih gnojiva je dobra strategija za povećanje produktivnosti usjeva u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji. Takav pristup će smanjiti troškove proizvodnje mineralnih gnojiva i poboljšati plodnost tla uz održavanje visokih i stabilnih prinosa.

## 11. POPIS LITERATURE:

1. Agegnehu, G., van Beek, C., Bird, M.I. (2014.): Influence of integrated soil fertility management in wheat and tef productivity and soil chemical properties in the highland tropical environment. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14(3): 532-545.
2. Altomonte, A. (1982.): *Il Magnifico, vita di Lorenzo De Medici*. Pbl. Rusconi. Milano, Italy. 307.
3. Amlinger, F., Peyr, S., Geszti, J., Dreher, P., Karlheinz, W., Nortcliff, S. (2007.): Beneficial effects of compost application on fertility and productivity of soils. Literature Study, Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Environment and Water Management. *Entwicklung & Beratung*, Perchtoldsdorf, Austria.
4. Bouajila, K., Sanaa, M. (2011.): Effects of Organic Amendments on Soil Physico-Chemical and Biological Properties. *Journal of Materials and Environmental Science*, 2 (S1): 485 -490.
5. Brown, S., Cotton, M. (2011.): Changes in Soil Properties and Carbon Content Following Compost Application: Results of On-farm Sampling. *Compost Science and Utilization*, (2011.), 19(1): 88-97.
6. Brunt, L.P. (1949.): *Municipal composting*, Publication No. 2a, Albert Howard Foundation of Organic Husbandry, London.
7. Curać, M. Utjecaj primjene načela održive poljoprivrede na konkurentnost zemalja u razvoju. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Zagreb. 2017.
8. Črnjar, M. (2002.): *Ekonomika i politika zaštite okoliša*. Ekonmski fakultet sveučilišta u Rijeci, Rijeka. 42.
9. de Bertoldi, M. (1999.): The control of the process and compost quality. *Organic Recovery & Biological Treatment, ORBIT 99* (eds. Bidlingmaier, W., de Bertoldi, M., Diaz L.F., & Papadimitriou, E.K.), Rombos Verlag, Berlin, Germany. 167-198.
10. FAO (Food and Agriculture Organization) (1978.): *China: recycling of organic wastes in agriculture*. FAO Soils Bulletin 40, Rome, Italy.
11. Favoino, E., Hogg, D. (2008.): The potential role of compost in reducing greenhouse gases. *Waste Manag and Research*. 26: 61–69.

12. Fischer, D., Glaser, B. (2012.): Synergisms between Compost and Biochar for Sustainable Soil Amelioration, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Institute of Agricultural and Nutritional Sciences, Soil Biogeochemistry, Halle, Germany.
13. Funtak, A. (2016.): Kompostiranje i gospodarenje tлом. Stručni znanstveno popularni članak. <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/prilog-broja-kompostiranje-i-gospodarenje-tlom/> (datum pristupa: 14.8.2019.).
14. Hajduković, I., Radić-Lakoš, T. (2010.): Održiva poljoprivredna proizvodnja kao odgovor na degradaciju tala. U: Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku, Hajduković, I., Radić-Lakoš, T. (ur.) Šibenik. 113-123.
15. Haug, T.R. (1993.): The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers, United States of America. 752.
16. Howard, A. (1943.): An Agricultural Testament. Oxford University Press, London, UK.
17. Jug, I. (2017.a.): Kondicioniranje tla. Materijal za studente preddiplomskog studija. <http://ishranabilja.com.hr/literatura/Fertilizacija/Fertilizacija%20IV.pdf> Datum pristupanja: 20.6.2019.
18. Jug, I. (2017.b): Odlike održive, ekološke i konvencionalne poljoprivrede. Materijal za studente preddiplomskog studija za modul „Integralni projekti u biljnoj proizvodnji“. ([http://ishranabilja.com.hr/literatura/INTEGRALNI%20PROJEKTI%20U%20BILJNOJ%20PROIZVODNJI/INTEGRALNI%20PROJEKTI%20U%20BILJNOJ%20PROIZVODNJI\\_1.pdf](http://ishranabilja.com.hr/literatura/INTEGRALNI%20PROJEKTI%20U%20BILJNOJ%20PROIZVODNJI/INTEGRALNI%20PROJEKTI%20U%20BILJNOJ%20PROIZVODNJI_1.pdf)) Datum pristupa: 15.08.2019.
19. Kluge, R. (2006.): Key benefits of compost use for the soilplant system. In: Ecologically Sound Use of Biowaste in the EU; Brussels, 31 May – 1 June 2006.
20. Liu, B., Gumpertz, M. L., Hu, S., Ristaino, J. B. (2007.): Longterm effects of organic and synthetic soil fertility amendments on soil microbial communities and the development of southern blight. Soil Biology and Biochemistry 39, 2302-2316.
21. Martin, D.L., Gershuny, G., Minnich, J. (1992.): The Rodale Book of Composting. Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania, New York, USA.
22. Martínez-Blanco, J., Lazcano, C., Christensen, H.T., Muñoz, P., Rieradevall, J., Møller, J., Assumpció, A., Boldrin, A. (2013.): Agronomy for Sustainable development.

- Compost benefits for agriculture evaluated by life cycle assessment (INRA) and Springer-Verlag, France. 33: 721-732.
23. Martínez-Blanco, J., Muñoz, P., Anton, A., Rieradevall, J. (2009.): Life cycle assessment of the use of compost from municipal organic waste for fertilisation of tomato crops. *Resources Conservation Recycling*. Barcelona, Spain. 53(6): 340–351.
  24. Maynard, A.A. (1994.): Seventy years of research on waste composting and utilization at the Connecticut Agricultural Experiment Station. *Compost Science Utilization*. 2 (2): 13–21.
  25. Mirecki, N., Wehinger, T., Repič, T., (2011.): Priručnik za organsku proizvodnju, za osoblje savjetodavne službe. Biotehnički fakultet Podgorica, Podgorica. 193.
  26. Mohammad, H.G., Denney, M.J., Iyekar, C. (2004.): Use of Composted Organic Wastes as Alternative to Synthetic Fertilizers for Enhancing Crop Productivity and Agricultural Sustainability on the Tropical Island of Guam. 13th International Soil Conservation Organization Conference-Brisbane, July 2004.
  27. Pane, C., Palese, A.M., Spaccini, R., Piccolo, A., Celano, G., Zaccardelli, M. (2016.): *Scientia Horticulture*, Enhancing sustainability of a processing tomato cultivation system by using bioactive compost teas. Italy. 202: 117–124.
  28. Pane, C., Piccolo, A., Spaccini, R., Celano, G., Villecco, D., Zaccardelli, M. (2013.): *Applied Soil Ecology*, Agricultural waste-based composts exhibiting suppressivity to diseases caused by the phytopathogenic soil-borne fungi *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia minor*. Italy. 65: 43–51.
  29. Puđak, J., Bokan, N. (2011.): *Ekološka poljoprivreda – indikator društvenih vrednota, Sociologija i prostor*, 49(2): 137–163.
  30. Roghanian, S., Hosseini, H. M., Savaghebi, G., Halajian, L., Jamei, M., & Etesami, H. (2012.). Effects of composted municipal waste and its leachate on some soil chemical properties and corn plant responses. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 2(6): 801–814.
  31. Sánchez, Ó.J., Ospina, D.A., Montoya, S. (2017.): *Waste Management*, Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. 69: 136-153.

32. Scotti, R., Pane, C., Spaccini, R., Palese, A.M., Piccolo, A., Celano, G., Zaccardelli, M. (2016.): Applied Soil Ecology, On-farm compost: a useful tool to improve soil quality under intensive farming systems. 107: 13–23.
33. Seran, T. H., Srikrishnah, S., Ahamed, M. M. Z. (2010.): Effect of different levels of inorganic fertilizers and compost as basal application on the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). The Journal of Agricultural Sciences, 2010, vol. 5, no 2: 64-70.
34. Srpak, M., Zeman, S. (2018.). Održiva ekološka poljoprivreda, U: zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu. Varaždinska županija, Zavod za prostorno uređenje, Srpak, M., Zeman, S. (ur.), Međimursko veleučilište u Čakovcu, Čakovec, Hrvatska. 9(2): 68-75.
35. Tayebbeh, A., Abass A., Seyed, A.K. (2010.): Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat. Australian Journal of Crop Science, 4(6): 384-389.
36. Uhlig, H. (1976.): Die Sumerer. C. Bertelsmann Verlag GmbH, Berlin, Germany.
37. Vázquez, M.A., Soto, M., (2017.): Waste Management, The efficiency of home composting programmes and compost quality. Galiza, Spain. 64: 39–50.
38. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011.): Ishrana bilja. Sveučilišni udžbenik. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
39. Vukadinović, V., Jug, I. (2015.): Mineralna ili organska gnojiva? 28.07.2015. <http://www.ekopoduzetnik.com/tekstovi/mineralna-ili-organska-gnojiva-18727/>. Datum pristupa: 14.08.2019.
40. Zelenika, I. Uloga obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava u razvoju održive poljoprivrede. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku Osijek, Zavod za Agroekonomiku, Osijek. 2014.
41. Znaor, D. (1996.): Ekološka poljoprivreda: poljoprivreda sutrašnjice, Nakladni zavod Globus, Zagreb. 469.