

POSTUPAK KOMPOSTIRANJA U DOMAĆINSTVU

Franjković, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:146217>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

POSTUPAK KOMPOSTIRANJA U DOMAĆINSTVU

Rijeka, srpanj 2022.

Ana Franjković
0069084109

SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

POSTUPAK KOMPOSTIRANJA U DOMAĆINSTVU

Mentor: Doc. dr. sc. Dunja Legović

Rijeka, srpanj 2022.

Ana Franjković
0069084109

Rijeka, 9. ožujka 2022.

Zavod: **Zavod za brodogradnju i inženjerstvo morske tehnologije**
Predmet: **Zaštita okoliša**
Grana: **2.03.01 elektroenergetika**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: **Ana Franjković (0069084109)**
Studij: **Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike**

Zadatak: **Postupak kompostiranja u domaćinstvu / The composting process in a household**

Opis zadatka:

Opisati postupak kompostiranja, te objasniti razlike između industrijskog kompostiranja i kompostiranja u domaćinstvu. Navesti i opisati metode i alate monitoring parametara procesa. Na primjeru vlastitog kompostera dimenzija 1,5 x 1,5 m kroz 30 dana pratiti odabrane parametre i analizirati proces. Obrazložiti zaključna razmatranja.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

Zadatak uručen pristupniku: 21. ožujka 2022.

Mentor:

Doc. dr. sc. Dunja Legović

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:


Prof. dr. sc. Viktor Sučić

SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

IZJAVA

Sukladno članku 10. *Pravilnika o završnom radu i završnom ispitu na preddiplomskim sveučilišnim studijima i stručnim studijima* Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci od veljače 2020., izjavljujem da sam samostalno izradila završni rad pod naslovom „Postupak kompostiranja u domaćinstvu“, uz konzultiranje s mentoricom rada.

Student



Matični broj

0069084109

U Rijeci, 13.srpnja 2022.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. SVOJSTVA KOMPOSTA.....	3
2.1. AEROBNA RAZGRADNJA	4
2.2. SIROVINA: KOLIČINA I SASTAV.....	6
2.2.1. Kanalizacijski mulj.....	6
2.2.2. Industrijski otpad	6
2.2.3. Otpad u domaćinstvu	6
3. FAZE KOMPOSTIRANJA.....	7
3.1. HUMIFIKACIJA	8
3.2. PODJELA KOMPOSTA PREMA ZRELOSTI	8
3.3. GDJE KOMPOSTIRATI ?	9
3.3.1. Postavljanje materijala za kompostiranje.....	10
3.3.2. Jama kao komposter	11
3.4. ORGANIZMI U KOMPOSTIRANJU	12
3.5. KAKO KOMPOSTIRATI ?.....	13
3.5.1. Usitnjavanje	14
3.5.2. Miješanje ili odmjeravanje materijala	15
3.5.3. Prozračivanje	16
3.5.4. Suzbijanje muha	17
3.6. Što kompostirati?	18
3.7. Što ne kompostirati?	18
4. UVJETI ZA KOMPOSTIRANJE	19
4.1. ENZIMSKI SASTAV KOMPOSTA.....	20
4.1.1. Sadržaj vlage.....	20
4.1.2. Temperatura	21
4.1.3. Klimatski uvjeti	22
4.2. POLOŽAJ I PLANIRANJE INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA.....	23
4.3. KOMPOSTANE REPUBLIKE HRVATSKE	24
5. VLASTITA ZAPAŽANJA KOMPOSTIRANJA	25
6. ZAKLJUČAK.....	31
LITERATURA	32
SAŽETAK.....	33
SUMMARY.....	33
POPIS SLIKA.....	34
POPIS TABLICA.....	34

1. UVOD

Prvi tragovi kompostiranja potiču još iz razdoblja neolitika, oko 12 000 godina unatrag. Zapisi o kompostiranju upućuju kako je pedesetih godina prije Krista, u Egiptu, nakon spoznaje o važnosti crva i njihovog doprinosa kompostiranju Kleopatra donijela zakon kojim se uklanjanje glista iz Egipta smatra zločinom, te kažnjava smrću.

Riječ kompostiranje dolazi od latinske riječi *compositum*, što znači mješavina. Mješavinom se smatraju razni elementi koji pomoću mikroorganizama u aerobnim uvjetima, uz oslobađanje ugljikovog dioksida i amonijaka, vode i topline, postaju jedinstven produkt. Takav produkt još se naziva kompost.

Kompostiranje se definira kao prirodan proces koji se odvija u okolišu. U jednom takvom procesu kompostiranja sudjeluje makrofauna, odnosno organizmi veličine od 2 milimetra do 20 milimetara, a njihov zadatak je usitnjavanje supstance, što pogoduje rahlosti i obujmu tla. Zatim, sljedeći sudionik je mezofauna, u tu skupinu spadaju organizmi veličine od 0,2 milimetra do 2 milimetra, te je njihov zadatak razgradnja biootpada. Zadnja skupina su mikroorganizmi koji isto kao i mezofauna sudjeluju u razgradnji biootpada.

Kompostiranje se vrši u kontroliranim uvjetima, može se primjenjivati u vlastitom vrtu ili dvorištu, zahvaljujući novim prijenosnim komposterima moguće je kompostirati i na balkonu, ali i u velikim kompostanama. U Hrvatskoj postoji osam velikih kompostana, koje su većinom otvorenog tipa, a godišnje proizvode oko 95 500 tona komposta [1]. Postrojenja u kojima se obavlja proces mogu biti zatvorenog i otvorenog tipa. Zatvoreni tip je skuplja opcija zbog skupe opreme koja je potrebna za uspješno kompostiranje, te se zbog toga manje koristi. Otvoreni model kompostiranja iako jeftiniji, ima uspješnije rezultate od zatvorenog tipa. Proces kompostiranja je dugotrajan proces koji ovisi u puno faktora, gledajući širu sliku za kvalitetan kompost potrebno je proći od 6 do 12 mjeseci. Proces se provodi kroz tri faze, faza razgradnje, faza pretvorbe i faza izgradnje.

Postoje određeni materijali koji su prigodni za kompostiranje, to su teško raspadljive tvari, zatim tvari koje imaju mogućnost upijanja vode i hranjiva, te tvari koje potiču raspadanje. Kompost se osim za vlastitu upotrebu, proizvodi i u komercijalne svrhe. Postoje određeni materijali koji se nikako ne smiju kompostirati, koji ometaju rad mikroorganizama. Neke od tih tvari su : staklo, guma, metalni predmeti i slično.

Kompost je izrazito bitan u poljoprivrednom svijetu, jer je po svome kemijskom sastavu kvalitetno gnojivo. U gnojidbi se kompost koristi u puno većim količinama nego stajski gnoj jer se sastavom siromašniji.

Kako je otpad velika problematika 21. stoljeća, kao i rješavanje samog, kompostiranje se prilaže kao jedno od najjeftinijih, te jedno od najunosnijih rješenja. Kako prema statistici, trećina od ukupnog otpada pripada biootpadu, veliki dio je moguće preraditi na ovaj način. Kompostiranje ne samo da pomaže okolišu, nego pomoću svih brojnih beneficija povoljno utječe na ljude i njihov život. Danas je potrebno pronaći što više ekološki prihvatljivih rješenja za zbrinjavanje otpada, a neupitno kompostiranje je prvo na toj listi.

2. SVOJSTVA KOMPOSTA

Šteta koja narušava okoliš je svakim danom sve veća i nemoguće ju je ignorirati. Napretkom industrije te razvijanjem novih tehnologija postotak zagađenosti je sve veći. Sve to rezultira glavnim pitanjem, kako smanjiti načinjenu štetu?

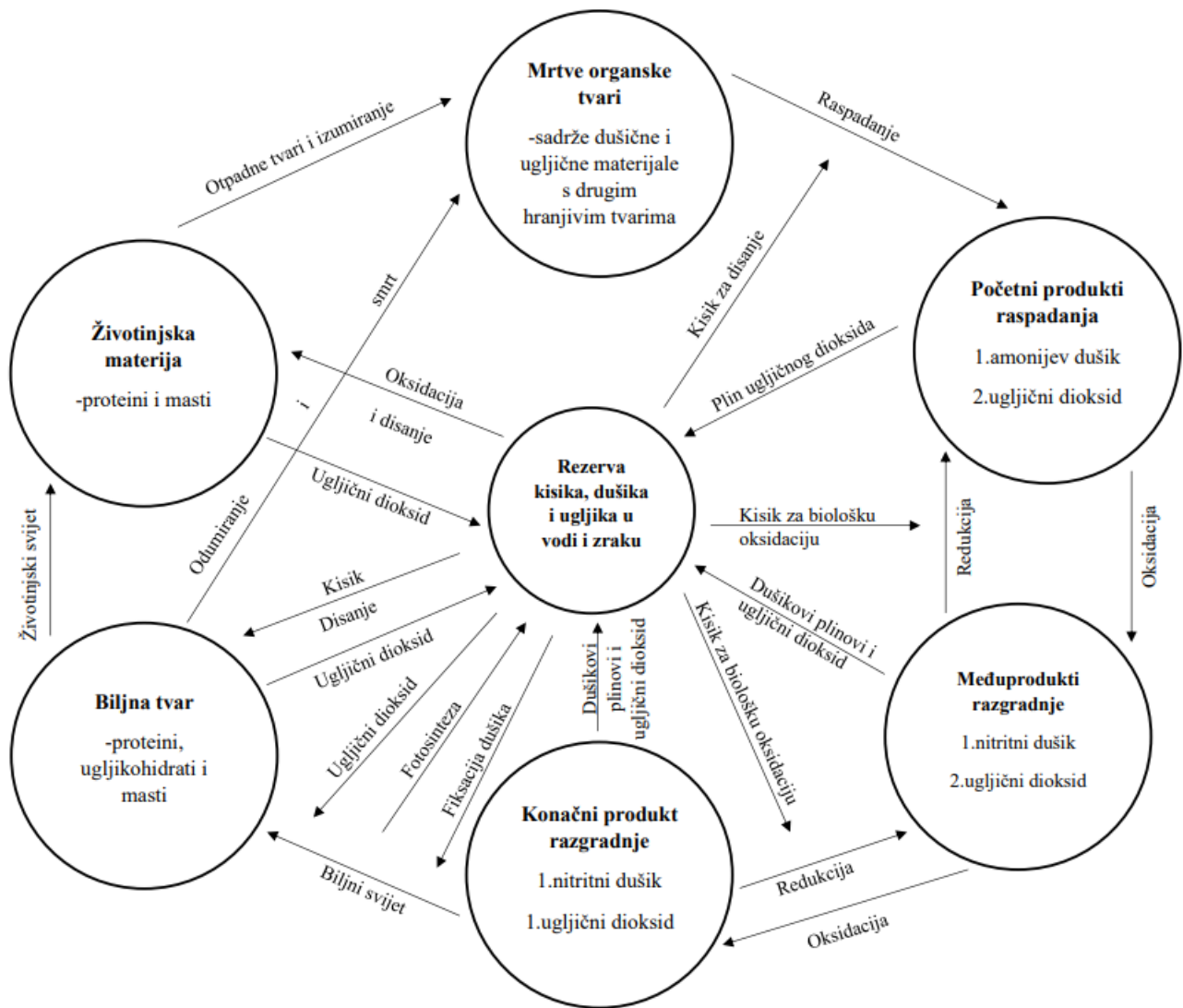
Kompost je rezultat procesa koji je ekološki prihvatljiv te iznad svega ekonomičan. Kompostiranje se svakodnevno odvija u prirodi i bez ljudskog djelovanja, ali u slučaju gdje je proces razgradnje biootpada potpomognut ljudskim djelovanjem, smanjuje se ukupna količina otpada za odlaganje.

Kompost je opisan brojnim definicijama, no sve ono u svojoj srži govore o mikrobiološkoj razgradnji biorazgradivog otpada koji rezultira organskom tvari nastalom u aerobnim uvjetima. Kompost se koristi u svim kulturama, počevši od vrtlarstva, povrtlarstva pa sve do cvjećarstva. [2]. Uz ove mnogobrojne primjene, kompost je također koristan kod kontrole erozije, za konstrukcije močvara, te kao prekrivač deponija, odnosno mjesta za prikupljanje otpada. Zatim, služi kao sredstvo za poticanje rasta, kao apsorpcijski materijal, koji zadržava vlagu te na takav način štiti hranidbene tvari koje su itekako potrebne za razvoj biljaka. Nerijetko, u želji za bržim rastom biljaka potrebno je kompost sjediniti sa zemljom, kako bi se umanjila dominacija komposta, odnosno kako bi se snizila razina saliniteta. Koriste se neutralizatori u svrhu približavanja željenoj pH vrijednosti, ili tvari koje poboljšavaju razvoj kao što su gnojivo i vlažni agensi, te materijali kao što su strugotina, šljunak, pijesak, granule od gline, a koji poboljšavaju drenažu i aerizaciju.

2.1. AEROBNA RAZGRADNJA

Kada se organski materijal razgradi u prisutnosti kisika, proces se naziva "aerobnim". U aerobnoj razgradnji, živi organizmi, koji koriste kisik, hrane se organskom tvari i razvijaju staničnu protoplazmu iz dušika, fosfora i dijela ugljika. Velik dio ugljika služi kao izvor energije za organizme. Budući da ugljik služi i kao izvor energije i kao element u protoplazmi stanice, potrebno je mnogo više ugljika nego dušika. Općenito se dvije trećine ugljika udiše, dok se druga trećina spaja s dušikom u živim stanicama [3]. Ako je višak ugljika nad dušikom, u organskim materijalima se razgrađuje prevelika količina, a samim time se biološka aktivnost smanjuje što dovodi do toga da je potrebno nekoliko turnusa organizama da izgori većinu ugljika. Kada neki od organizama umru, njihov pohranjeni dušik i ugljik postanu dostupni drugim organizmima. Korištenje dušika iz mrtvih stanica od strane drugih živih organizama, potrebno je kako bi se stvorio novi stanični materijal. Drugim riječima, količina ugljika se smanjuje, a ograničena količina dušika ponovno se reciklira.

Kada je omjer raspoloživog ugljika i raspoloživog dušika dovoljno nizak, oslobađa se amonijak koji također ima bitnu ulogu u procesu kompostiranja. Aerobna razgradnja organskih tvari ne proizvodi neugodan miris. Ako su prisutni neugodni mirisi, to znači da proces nije u potpunosti aeroban. Aerobna razgradnja postiže se u silosnim rezervoarima, jamama, kantama, stogovima ili hrpama, naravno ako je osiguran protok kisika. U vremenskim razmacima potrebno je okretati materijal koji se kompostira, za održavanje aerobnih uvjeta kako bi kisik ostao prisutan.



Slika 2.1. Ciklus kisika i dušika u aerobnoj razgradnji [3]

2.2. SIROVINA: KOLIČINA I SASTAV

Količina, karakteristike i sastav otpada za kompostiranje uvelike varira ovisno o sezoni i različitim lokalitetima. Na farmama i u selima kompostni materijal ovisit će o klimi, broj ljudi, veličini farmi, vrsti poljoprivrede, životinjama koje obitavaju u staji ili na otvorenom, objektima za prikupljanje otpada, društvenim i prehrambenim običajima, korištenju organskog otpad za gorivo itd. U općinama i gradovima, također vrijede gore navedeni faktori, a na količinu i kvalitetu kompostiranog materijala utječu još i: otpadni proizvodi iz industrije, obrezivanje travnjaka i vrtova, učestalost prikupljanja otpada itd.

2.2.1. Kanalizacijski mulj

Znatnu količinu i sastav čvrstih tvari, iz otpadnih voda, čini mulj koji nastaje različitim metodama obrade. Kanalizacijski mulj, svjež ili probavljen, može biti zadovoljavajući za kompostiranje sa ostalim kompostnim materijalom i drugim otpadom. Važno je napomenuti, ako je mulj djelomično voden, potrebne su velike količine suhog otpada koji bi upio vlagu, tako će se masa aerobno kompostirati.

2.2.2. Industrijski otpad

Količine i sastav industrijskog otpada, koji se može kompostirati, su vrlo varijabilne. Otpad iz prehrambene industrije - na primjer, otpad od povrća, perja i klaonički otpad - može pružiti znatne količine krutog ili polukrutog kompostiranog materijala. Piljevina i sječka, koji obično imaju vlagu sadržajem od 40% - 65%, zadovoljavajući su za uključivanje u kompost, posebno kada su pomiješani materijalima s visokim sadržajem dušika, kao npr. kanalizacijski mulj ili otpad iz klaonica. U industrijskom otpadu, često će se pojaviti tekući otpad, poput onih iz mljekara, pivovara i slično.

2.2.3. Otpad u domaćinstvu

Količine kompostiranog kućnog otpada i otpada iz prehrambenih objekata, koji čine smeće, ovise o klimi, očuvanju hrane, vrste hrane koja se koristi, korištenju smeća za zalihe hrane te ekonomskom status zajednice. Količina kućnog i komercijalnog smeća, tj. uglavnom od otpadne hrane i povrća, varira od 90g do 400g po glavi stanovnika dnevno; taj otpad uglavnom sadrži 60% - 85% vlage i 65% - 85% organske tvari na suhoj bazi. Iako novija istraživanja su zabilježila čak i 600g po stanovniku dnevno.

3. FAZE KOMPOSTIRANJA

Kako je kompostiranje dugotrajan proces, ovisan o puno faktora, stručnjaci su odlučili podijeliti ga u nekoliko faza. Svaka faza je smisleno ostvarena, s određenim ciljem, kako bi se na kraju kao rezultat dobio što bolji i kvalitetniji kompost.

Kompostiranje je podijeljeno u tri faze[4]:

1. Prva faza je faza razgradnje, unutar nje se izdvojena skupina otpada, koju se naziva mješavinom, uz prisutnost važnih faktora, vlage i kisika, razvija mikroorganizme potrebne za nastavak procesa kompostiranja. Bakterije razgrađuju organske tvari pomoću metabolizma te se takvim procesom oslobađa toplina. Toplinu kao i vlagu potrebno je redovito mjeriti i bilježiti, kako bi se znalo napreduje li kompost prema predviđenim uputama. Porastom temperature sjemenke unutar mješavine ne mogu opstati, isto tako razni mikroorganizmi umiru pod povišenim temperaturama.
2. U drugu fazu spada prerada. Kao posljedica prve faze ostaje povišena temperatura, koja rezultira nastankom gljivica. U drugoj fazi pojavljuje se, odnosno nastaje, velik broj mikroorganizama te se taj broj nastavlja povećavati kako faza prerade odmiče. Upravo je u ovoj fazi jako bitno voditi računa o vlazi. Za razvoj mikroorganizama izrazito su potrebni voda i kisik. Stoga, hrpu mješavine je potrebno prebacivati i miješati. Temperatura pri kraju faze polako kreće opadati, te se približava temperaturi okoline.
3. Treća faza se naziva faza izgradnje. Faza izgradnje je zadnja faza procesa kompostiranja, te je okarakterizirana pojavom protozoa, odnosno eukaritskim organizmom koji spada u carstvo Protista. Protozoa uništava gljivice i bakterije, a nakon nje dolazi do pojave i ostalih višestaničnih organizama poput glista, stonoga, žičnjaka...Ti višestanični organizmi usitnjavaju i miješaju kompostnu hrpu. Na početku je oblikovan svježi kompost koji su gliste formirale u kompostne grudice. Takve kompostne grudice su temelj za nastanak zdravog komposta. Rezultat treće faze je zdravi kompost spreman za korištenje

3.1. HUMIFIKACIJA

Humifikacija je mikrobiološki i biokemijski proces truljenja i stvaranja humusa u okolišu, najviše iz organskih ostataka u tlu. Ostatci u tlu potječu od mikroorganizama, biljaka i životinja, a iznose nekoliko tona po hektaru godišnje. Mikrobiološka masa obnavlja se oko deset puta godišnje te čini glavni udio humusa. Krajnji proizvod humifikacije je siva humusna kiselina koja gornje slojeve tla čini plodnima. Linearni molekularni lanci humusne kiseline u vezi s mineralnim česticama u tlu zajedno čine kompleks zemlje i humusa, čija je zadaća sposobnost za zadržavanje vode te plodnost tla.

3.2. PODJELA KOMPOSTA PREMA ZRELOSTI

Komposti se razlikuju prema različitim stupnjevima zrelosti. U prvu skupinu pripada sirovi kompost unutar kojeg se može raspoznati prvotni materijal. Zatim, u drugu skupinu spada polugotovi kompost koji je malo zreliji od sirovog ali i dalje nije spreman biti gotovi proizvod. U treću skupinu spada gotovi kompost, on je huminificiran te njegov prvotni materijal nije raspoznatljiv. U četvrtu i posljednju skupinu spada fini kompost. U njegovu slučaju huminifikacija je došla do stupnja djelomične mineralizacije, a uz naziv fini kompost ponekad se upotrebljava i naziv kompostno tlo.

3.3. GDJE KOMPOSTIRATI ?

Proces kompostiranja je prepoznat kao jedan od najekonomičnijih i najefikasnijih procesa za borbu protiv otpada. Upravo zbog tog razloga proizašao je velik broj ideja i rješenja, koji proces kompostiranja na sve moguće načine približavaju u svakodnevni život.

Kompostiranje je već u podmakloj fazi. Danas gotovo svaka obitelj koja posjeduje kuću s vrtom, ima ograđen prostor namijenjen kompostiranju. Oni koji nemaju ovakve uvjete, te žive u stanovima, a posjeduju balkon, velika je vjerojatnost da posjeduju jedan od prijenosnih kompostera, osmišljenog upravo za ovakvu namjenu. Danas se može pronaći širok spektar kompostera, od drvenih, žičanih, plastičnih, pletenih, ali i onih u obliku kompostne hrpe. Kompostirati se može i u većim skupinama, zajednički, primjerice u naseljima. A moguće je i kompostiranje u velikim kompostanama, koje se naziva centralno kompostiranje.

Mjesto gdje se vrši proces kompostiranja, mora zadovoljavati određene uvjete, oni mogu biti i umjetno stvoreni kao u prijenosnim komposterima. Smještaj kompostišta je bitna stavka u cjelokupnom procesu. Treba se pronaći lokacija smještena djelomično u sjeni, ali ipak da do nje dopire sunce, primjerice u blizini nekog drveta. Krošnja će ovdje voditi glavnu ulogu, štiti će kompost od sunca odnosno od prevelike topline a time i isušivanja u vrijeme ljeta i velikih vrućina, ali i primjerice u jesen od prevelike vlage zbog padalina. U slučaju ne pronalaska takvog smještaja, kompostnu hrpu moguće je prekriti nekim 'pokrivačem' koje je dovoljno rijetkog materijala da propušta zrak, a da je pritom nepropusno za vodu.

3.3.1. Postavljanje materijala za kompostiranje

Za kompostiranje organske tvari koriste se komposterii kao što su kante, ćelije, jame i rezervoari koji moraju imati osigurano strujanje kisika. Najčešće metode za aerobnu razgradnju i sazrijevanje organskog otpada su otvorene hrpe ili hrpe smještene u plitkim jamama, kada govorimo o manjim naseljima i mjestima. U većim gradovima, gdje ima više zgrada i ljudi žive pretežito u stanovima, kompostirati mogu na balkonima ili okućnici, ako ju imaju. Međutim, ako ništa od navedenog nije moguće postoje i velike industrijske kompostane, u koje je moguće dostaviti kompostni materijal za kompostiranje. U procesu kompostiranja, čestim okretanjem radi prozračivanja, čini se da su gomile na površini zemlje učinkovitije od jama.

Materijal u aerobnim kompostnim hrpama, ne smije biti zbijen, već složen tako da ima što više protoka za zrak u međuprostorima. Ako je nagomilan previsoko, materijal će se stisnuti vlastitom težinom, čime se smanjuje prostor pora i rezultira, povećanim troškovima okretanja u većim industrijskim pogonima, ili produljenim razdobljem kompostiranja ako se razviju anaerobni uvjeti. Velike hrpe na toplom vremenu mogu doseći temperaturu pretjerano visoke za život bakterija. Preniske hrpe brzo gube toplinu i optimalne temperature za uništavanje patogenih organizama, a i ne može se postići razgradnja termofila. Također, ako su hrpe premale, gubitak vlage može biti prekomjeran, osobito uz rubove, a razgradnja će biti usporena. Iskustvo će brzo pokazati najprikladniju visinu hrpe za bilo koji određeni otpad. U većini slučajeva 1,5 - 1,8 m je otprilike maksimalna visina za bilo koji otpad, a 1 - 1,2 m je minimum za većinu usitnjenog svježeg komunalnog otpada[3]. Visina može biti veća za hladno vrijeme nego za toplo vrijeme. Volumen otpada za kompostiranje smanjit će se na između 20% i 60% izvornog volumena, ovisno o karakteru materijala i količini zbijanja. Težina zrelog komposta obično iznosi 50% -80% izvorne težine otpada, a stvarna brojka ovisi o karakteru materijala i gubitku vlage. Ako sirovina sadrži velike količine organske tvari, gubitak težine bit će mnogo veći nego kada je udio minerala ili pepela u početnom materijalu visok.

3.3.2. Jama kao komposter

Odlaganje materijala za kompostiranje može se postići zbrinjavanjem otpada u plitke jame, umjesto na površinu tla. U tom slučaju se zidovi i dno jame oblažu ciglom ili se nabije prirodna zemlja. Materijal se slaže na visinu od 30 cm ili više iznad tla, čineći ukupnu dubinu od 0,9-1,4 m. Materijal se može okretati u jami onoliko često koliko je potrebno kako bi se osigurale potrebne visoke temperature i aerobni uvjeti. Kada se koriste jame, manja površina hrpe je izložena zraku, a zidovi i dno jame osiguravaju određenu izolaciju od gubitka topline i vlage. Ako jame nisu obložene, zidovi se mogu rušiti i oblik jame postaje nepravilan. Predlaže se kompostiranje u jamama od približno 0,9 m s dubinski sustavom osiguravanja aerobnih uvjeta i visokih temperatura prvih nekoliko dana. U početnom sloju ima dovoljno kisika da aerobni organizmi proizvedu visoku temperaturu tijekom prvih nekoliko dana. Kako se hrpa slegne, ponekad se postavlja još jedan sloj otpada za održavanje željene dubine. Zasiurno je manje jamstva, kod jama kao kompostera, da su razvijene dovoljno ujednačene i visoke temperature za uništavanje patogena. Osim toga, problem suzbijanja muha i mirisa truljenja ozbiljan je kada prevladavaju anaerobni uvjeti.



Slika 3.1. Vrtni komposter



Slika 3.2. Jama kao komposter

3.4. ORGANIZMI U KOMPOSTIRANJU

Kompostni otpad (smeće, otpad, stajski gnoj, kanalizacijski mulj i razne biljne tvari) obično sadrže veliki broj različitih vrsta bakterija, gljivica, plijesni i drugih živih organizama. Tijekom raspadanja dolazi do značajnih promjena u prirodi i brojnosti biološke populacije. Neke od mnogih vrsta u početku će se brzo razmnožavati, ali će nestajati kako se okoliš mijenja i drugi organizmi budu sposobni napredovati. Temperatura i promjene u dostupnoj zalihi hrane vjerojatno imaju najveći utjecaj na određivanje vrste organizama koji čine populaciju u bilo kojem trenutku.

Aerobno kompostiranje je dinamičan proces u kojem se rad obavlja kombiniranim aktivnostima širokog niza mješovitih bakterijskih, aktinomicetskih, gljivičnih i drugih bioloških populacija, od kojih je svaka prilagođena određenom okruženju relativno ograničenog trajanja i svaka je najaktivnija u razgradnji neke posebne vrste organske tvari. Aktivnosti jedne skupine nadopunjuju one druge. U aerobnom kompostiranju najaktivniji su fakultativni i obvezni aerobni predstavnici bakterija, aktinomiceta i gljivica. Mezofilne bakterije su karakteristično prevladavajuće na početku procesa, ubrzo ustupajući mjesto termofilnim bakterijama koje naseljavaju sve dijelove snopa gdje je temperatura zadovoljavajuća. Termofilne gljivice obično se pojavljuju nakon 5-10 dana, a aktinomiceti postaju uočljivi u završnim fazama. Utvrđeno je da termofilni aktinomiceti i gljive rastu u temperaturnom rasponu između oko 45°C i 60°C. Često okretanje - koje je ponekad potrebno za kontrolu muha - inhibira njihov rast. Različita istraživanja su pokazala da mnoge različite vrste termofilnih bakterija očito igraju glavnu ulogu u razgradnji proteina i drugih lako razgradljivih organskih tvari. Čini se da su isključivo oni odgovorni za intenzivnu aktivnost karakterističnu za prvih nekoliko dana, kada temperatura dosegne 60°-70°C i kada se događaju velike promjene u hrpi komposta, tj. kada se hrpa drastično smanjuje a izgled materijala brzo se mijenja. Oni nastavljaju prevladavati tijekom cijelog procesa u unutrašnjosti hrpe, gdje temperature inhibiraju aktinomicete i gljive. Treba napomenuti, budući da su potrebni organizmi za kompostiranje obično prisutni, opsežno poznavanje karakteristika različitih organizama nije potrebno za proces kompostiranja. Detaljnije poznavanje organizama, međutim, može dovesti do daljnjih poboljšanja i uštede u procesu.

3.5. KAKO KOMPOSTIRATI ?

Za početak potrebno je usitniti organski otpad kako bi se on što lakše razgradio u kraćem vremenskom razdoblju bez neželjenih efekata kao što su truljenje, neugodni mirisi, napadi insekata itd. Kako se u kompost dodaju meki materijali koji sadrže puno vlage potrebno ih je promiješati sa tvrdim materijalima. Važno je da se tvrđi i mekši, odnosno laganiji i teži materijali, dodaju u omjeru 1:1. Miješanjem se osigurava prozračnost te se ubrzava proces razgradnje. Otpad, koji kompostiramo, treba staviti na hrpu i sačuvati ga od jakog sunca, kiše i snijega. To možemo učiniti slojem zemlje ili suhe trave, lišćem, sijenom ili kartonom, ali nikako nije poželjno pokrivati hrpu npr: vrećama od plastike ili bilo kakvim drugim materijalom koji ne propušta zrak. Smjesu komposta trebalo bi povremeno jednom do dva puta mjesečno promiješati kako bi osigurali prozračnost. Bitno je naglasiti da hrpu nikada ne smijemo zbijati. Kada bismo provjeravali vlažnost komposta, iz najdublje hrpe uzeli bismo dio komposta i lagano ga stisnuli. Kad bi iz stisnute ruke curila tekućina, to bi značilo da kompost sadrži višak vode i potrebno ga je prosušiti i prozračiti. Kada se u stisnutoj šaci materijal komposta raspada i nije kompaktan, tada nedostaje vode. Međutim kad u šaci, kompostni materijal, ostaje stisnut tj. zbijen u grudi, vlažnost komposta tada je zadovoljavajuća. U vrijeme ljetnih mjeseci kompost najčešće treba vlažiti, dok ga je u zimi potrebno zaštititi od veće vlage. U prosjeku nakon 8-11 mjeseci, kompost bi trebao biti lagan, tamne boje i poprimio bi specifičan miris „šumske zemlje“, što znači da je spreman za upotrebu i da ga možemo umiješati u zemlju svog vrtnog ili kućnog bilja, ovisno o tome koje kulture uzgajamo.

3.5.1. Usitnjavanje

Usitnjavanje ili mljevenje sirovina za kompostiranje može proizvesti nekoliko korisnih rezultata, osobito kada se gradski otpad koristi za kompost. Materijal postaje osjetljiviji na invaziju bakterija izlaganjem veće površine. Komad drveta, časopis ili knjiga, veliki komad mesa ili slični materijali ne mogu se razgraditi u relativno kratkom vremenu u kompostnoj hrpi. Između ostalog, postavlja se pitanje 'Mogu li se kompostirati ostaci mesa?'. Meso se može kompostirati, ali treba biti na oprezu zbog razvijanja nametnika i parazita, a i samim tim meso bi svojim mirisom privlačilo ostale životinje poput štakora, pasa, glodavaca i ostalih. Najgori mogući ishod pri kompostiranju mesa je razvoj i širenje bolesti, a da ne bi došlo do toga preventivna mjera je često okretanje i prozračivanje kompostne hrpe. Bilo bi poželjno da se meso nalazi u unutrašnjosti hrpe jer je temperatura unutra veća što pogoduje bržem raspadu.

Nadalje, dovoljno kisika nije dostupno u središtu takvih objekata, da bi se omogućila aerobna i brža razgradnja. Usitnjavanje materijala čini ga homogenijim. Usitnjeni otpad zagrijava se ravnomjernije, podnosi prekomjerno isušivanje na površini hrpe, izoliran je od gubitka topline i bolje se odupire prodiranju vlage od kiše od neusitnjenog otpada. Najpoželjnija veličina čestica za kompostiranje je manja od 5 cm, ali i veće čestice se mogu kompostirati na zadovoljavajući način. Ako se gotovi kompostni materijal koristi na travnjacima ili cvjetnim vrtovima, nakon kompostiranja ga treba prosijati kroz sito kako bi mu dao što bolji izgled i olakšati nanošenje i rad u tlu.

3.5.2. Miješanje ili odmjeravanje materijala

Omjer ugljika-dušika i sadržaj vlage dva su čimbenika koja treba uzeti u obzir pri miješanju. Ako se materijali koji sadrže mnogo slame, piljevine ili drugih tvari bogatih ugljikom te drugih materijala kao što su krv, klaonički otpad, riblji ostaci ili kanalizacijski mulj isporučuju u postrojenje u odvojenim količinama, materijali visokog i niskog omjera ugljika-dušika trebaju biti proporcionalni kako bi se osigurao skoro optimalan omjer. Slično tome, materijale koji su previše suhi za dobro kompostiranje i materijali koji su previše vlažni da bi se kompostirali bez smetnji treba pomiješati u odgovarajućim omjerima. Zemlja se može dodati kompostu s visokim sadržajem organskih tvari i djelovati kao razrjeđivač za usporavanje fermentacije. Može se dodati kako bi se poboljšao izgled gotovog komposta. Konačno, proizvođači komposta mogu dodati zemlju kako bi povećali težinu za prodaju. Iako tlo zasigurno ne šteti kompostu i može biti korisno u nekim slučajevima, na primjer, za kontrolu vlage, nijedan poljoprivrednik ne bi poželio kupiti i transportirati običnu zemlju umjesto humusa i hranjivih tvari kada ima dovoljno zemlje na svojim poljima.

3.5.3. Prozračivanje

Kao što je prethodno navedeno, prozračivanje je potrebno za aerobno kompostiranje kako bi se postigla brza razgradnja. Prozračivanje je također korisno za smanjenje visokog početnog sadržaja vlage u kompostnim materijalima za kompostiranje. Okretanje materijala najčešća je metoda prozračivanja kada se kompostiranje vrši u hrpama. Najčešće se koristi ručno okretanje komposta u hrpama ili jamama za mala sela ili farme. Najvažnija stvar kod okretanja komposta, osim prozračivanja, je osigurati da se materijal s vanjske strane hrpe okrene u središte, gdje će biti izložen visokim temperaturama. U ručnom okretanju s vilama to se može lako postići, npr. hrpe ili grane na vrhu tla jednostavno se rekonstruiraju s materijalom iz vanjskih slojeva koji se postavlja na unutarnju stranu nove hrpe. U slučaju kompostiranja u jamama ili rovovima, materijal se može premještati iz jedne jame u drugu radi prozračivanja ili, ako se pri početnom punjenju ostavi malo prostora na kraju jame, materijal se može okretati unutar jame. Gubitak volumena materijala tijekom razdoblja stabilizacije olakšat će okretanje unutar jame. Prozračivanje u nekim silosnim rezervoarima postiže se tjeranjem zraka u masu kroz cijevi ili kroz otvore u šupljim rotirajućim krakovima koji se kreću kroz otpad. Učestalost prozračivanja ili okretanja te količina prozračivanja ili ukupan broj okretaja ovisi prvenstveno o sadržaju vlage i vrsti materijala, pri čemu je sadržaj vlage najvažniji. Hrpu treba svakodnevno okretati sve dok septički mirisi ne nestanu. Dnevno okretanje također je ponekad potrebno za kontrolu muha. Ukratko, održavanje visokih temperatura te suzbijanje muha bitni su kriteriji za stupanj prozračivosti.

3.5.4. Suzbijanje muha

Jedan od najvažnijih problema u kompostiranju je kontrola muhe. Smeće, fekalije, životinjski gnoj, otpad iz klaonica i drugi otpadi od prerade hrane, izvrsni su čimbenici za razvoj velike populacije muha. Ako se ne provode odgovarajuće mjere suzbijanja, osobito pri kompostiranju stajskog gnoja i fekalija, kompostni depo biti će zaražen iznimno velikim brojem muha, a stvorit će se opasnost po zdravlje. Razvoj muha, međutim, može se na zadovoljavajući način kontrolirati u procesu kompostiranja tijekom sezone muha, uz malo više napora nego što je inače potrebno za dobro sanitarno kompostiranje. Kada se koristi zatvorena oprema za kompostiranje, uzgoj muha kontrolira oprema.

Ličinke muha u materijalu za kompostiranje mogu potjecati od jaja položenih u materijal ili od jaja položenih tijekom rukovanja materijalom na mjestu komposta. Međutim, velik dio materijala zaražen je jajima i ličinkama u različitim fazama razvoja, ponekad čak i u stadiju kukuljice, kada stigne u biljku komposta. Stoga je očito da se materijal mora odmah pripremiti za kompostiranje i staviti u hrpe ili jame gdje su visoke temperature i uvjeti okoline nezadovoljavajući za nastavak nicanja muha. Neki od postupaka, osobito mljevenje i okretanje koji su korisni u osiguravanju komposta dobre kvalitete i uništavanju parazita i patogena, također su najučinkovitiji za suzbijanje muha. Početno usitnjavanje ili mljevenje, također uništava veliki broj ličinki i kukuljica u sirovom materijalu. Tekstura materijala usitnjenog na maksimalnu veličinu od 5 cm nije tako prikladna za uzgoj muha. Uništavanje ličinki mljevenjem, miješanjem i promjenom strukture materijala učinkoviti su u zaustavljanju muha. Treba imati na umu da je prisutnost ličinki u kompostnoj hrpi upozorenje na mogući problem s muhama, ali ne znači nužno da će muhe izroniti. Kompost može sadržavati nešto jaja i ličinki tijekom prva dva tjedna razdoblja kompostiranja bez značajnih problema s muhama, ako se okretanje provodi dovoljno često i temeljito kako bi se uništile ličinke ili kukuljice prije nego što muha može izaći.

Za učinkovito suzbijanje muha u kompostima, mogu se koristiti i drugi insekticidi. Međutim, treba obratiti pažnju na mogućnost da će neke od ovih otrovnih kemikalija negativno utjecati na organizme u procesu kompostiranja. Kompostiranje konjskog i kravljeg gnoja predstavlja najteži problem suzbijanja muha jer nude najatraktivniji materijal za taloženje jaja i razvoj ličinki. Pilići ili druga živina oko kompostnog mjesta smanjit će razmnožavanje muha branjem ličinki iz kompostnih hrpa ili jama kada migriraju na vanjske rubove kako bi pobjegle od visokih temperatura. Okretanje je najučinkovitija metoda za kontrolu muha i, kada se radi pravilno, daje vrlo zadovoljavajuće rezultate.

3.6. Što kompostirati?

Kompost koji nije dovoljno dobro pripremljen u zemlji može povećati sadržaj biljnih patogena ili otrovnih onečišćenja u tlu. Međutim, dobar kompost može povećati organske tvari u zemlji te potaknuti porast tretiranih biljaka. U materijale koje možemo kompostirati, spadaju: ostaci voća i povrća, ljuske jaja, talog kave i vrećice čajeva, kruh i peciva, itd. Navedene materijale možemo svrstati u kuhinjski otpad. Materijal kao što su trava, granje, cvijeće, lišće i kora svrstavamo u skupinu zelenog otpada, a ostali otpad čine kosa, mulj, pepeo od izgaranja drva, dlaka i perje, piljevina itd.

3.7. Što ne kompostirati?

Materijali i stvari koje ne bismo smjeli kompostirati su baterije, lijekovi, metali i kabeli, plastične vrećice i plastika općenito, lož ulja, boje i lakovi, kozmetički proizvodi, deterdženti, otrovi, kosti, ljepila i slično. U kompost se također ne smiju odlagati mesni proizvodi, no u nekim slučajevima mogu kao i riblji ostaci, što je ranije navedeno pri čemu treba biti oprezan, nadalje mliječni proizvodi i kuhani ostaci hrane. Navedeni materijal bi vrlo vjerojatno privukao životinje koje bi njušile i čeprkale po kompostu te time oslobađale neugodne mirise. Također, u materijal koji se kompostira ne smiju se odlagati kancerogene i toksične tvari jer one ugrožavaju mikro i makroorganizme i time zagađuju kompost.

Tablica 3.1. Što kompostirati, a što ne?

ŠTO KOMPOSTIRATI?	ŠTO NE KOMPOSTIRATI?
<ul style="list-style-type: none">- Ostatke kora voća i povrća- Ljuske od jaja- Talog kave i čaja- Pokošenu travu, korov i ostatke biljaka- Lišće, uvenulo cvijeće- Usitnjeno suho granje- Slamu, sijeno i piljevinu	<ul style="list-style-type: none">- Kosti i masnoće- Pepeo od ugljena- Novinski papir i časopise u boji- Plastiku, metal i staklo- Lijekove- Lišće oraha- Biootpad koji je bio u dodiru s naftom, benzinom, uljnim i zaštitnim bojama i pesticidima

4. UVJETI ZA KOMPOSTIRANJE

Svaki kompost ima različit stupanj zrelosti koji može pokazati starost komposta i vrijednost komposta. Prepoznavamo sljedeću podjelu zrelosti komposta:

- Sirovi kompost – kompost kod kojeg se prvobitni materijali mogu prepoznati
- Polugotovi kompost – kompost koji je zreliji nego sirovi kompost, ali nikako još nije spreman za upotrebu
- Gotovi kompost – kompost kod kojeg se prvobitni materijal više ne može prepoznati
- Fini kompost – kompost kod kojeg je humifikacija evoluirala, a taj kompost naziva se još i kompostno tlo.

Zaključno, u procesu kompostiranja ima podosta čimbenika i popratnih efekata koji ubrzavaju ili usporavaju sam proces, ali može se reći da je vrijeme ključni čimbenik koje definira zrelost komposta.



Slika 4.1. Sirovi kompost



Slika 4.2. Polugotovi kompost



Slika 4.3. Gotovi kompost



Slika 4.4. Fini kompost

4.1. ENZIMSKI SASTAV KOMPOSTA

Kompost je vrlo kvalitetno gnojivo, naspram umjetnog gnojiva. Prvenstveno zbog svojih kemijskih svojstva. Kalcij u kompostu pospješuje fizikalna svojstva, ali i njegovu strukturu. Prosječni enzimski sastav komopsta je idući[5]:

- 70 – 80 % organske tvari
- oko 0.3% dušika
- oko 0.2% fosfora
- oko 2.25% kalija
- 2 – 3 % kalcija

Kompost još uz ostale organizme sadrži i fitohormone koji pozitivno utječu na razmnožavanje i nicanje trava. Kompost se biljkama, odnosno voću i povrću najčešće, dodaje netom prije sadnje.

4.1.1. Sadržaj vlage

U procesu kompostiranja, međutim, mora se izbjegavati visok sadržaj vlage jer voda istiskuje zrak iz međuprostora između čestica. S druge strane, prenizak sadržaj vlage uskraćuje organizmima vodu potrebnu za njihov metabolizam, a samim time inhibira njihovu aktivnost. Maksimalni sadržaj vlage za zadovoljavajuće aerobno kompostiranje ovisit će o korištenim materijalima koji se kompostiraju. Ako materijal sadrži znatne količine slame i jakog vlaknastog materijala, maksimalan sadržaj vlage može biti puno veći bez da materijal postane moker, kompaktan i nesposoban sadržavati dovoljno zraka u međuprostorima. Ali ako materijal sadrži znatne količine papira i smeća, koji imaju malu strukturnu čvrstoću kada su mokri, ili ako je zrnast, poput pepela i tla, nastat će poteškoće u održavanju aerobnih uvjeta pri udjelu vlage od oko 70%. Slama i vlaknasti materijali, ako su dostupni, najučinkovitiji su, suha piljevina i zemlja su zadovoljavajući. Kada je sadržaj vlage prenizak, to se može ispraviti jednostavnim dodavanjem vode. Sadržaj vlage u kompostu može se lako odrediti sušenjem i vaganjem u laboratoriju. Međutim, to je rijetko potrebno, osim za eksperimentalne testove i za uspostavljanje rutine, jer će malo iskustva omogućiti svakom korisniku kompostera da na oko ocijeni kada je sadržaj vlage u odgovarajućem rasponu.

4.1.2. Temperatura

Odgovarajuća temperatura je vrlo važan čimbenik, posebno u postupak aerobnog kompostiranja. Ranije je pokazano da se aerobnom fermentacijom oslobađa znatna količina topline. Budući da kompostni materijal ima relativno dobra izolacijska svojstva, dovoljno velika masa za kompostiranje će zadržati toplinu egzotermne biološke reakcije i razviti će se visoke temperature. Visoke temperature neophodne su za uništavanje patogenih organizama i nepoželjnog sjemena korova. Budući da samo nekoliko termofilnih organizama aktivno provodi razgradnju iznad 70°C, nepoželjno je imati temperature iznad ove tijekom duljeg razdoblja. U nekim slučajevima kompostiranja izbjegavaju se dugotrajne visoke temperature jer je gubitak dušika veći pri visokim temperaturama zbog isparavanja amonijaka koje se događa kada je omjer ugljika i dušika nizak. Obično se temperatura od 45°-50°C postiže u prvih 24 sata kompostiranja, a temperatura od 60°-70°C se postiže nakon 2-5 dana. Osiguravanje aerobnih uvjeta najvažniji je čimbenik u održavanju visokih temperatura tijekom razgradnje.

Veličina kompostne hrpe može se povećati kako bi se osigurale više temperature po hladnom vremenu ili smanjiti kako temperatura ne bi postala previsoka po toplom vremenu. Kada se materijal aktivno raspada, temperatura, koja lagano pada tijekom okretanja, vratit će se na prethodnu razinu za dva ili tri sata. Ako su hrpe dovoljno velike da zadrže toplinu, temperatura okolnog zraka ne utječe u velikoj mjeri na temperaturu na maloj udaljenosti od površine. Međutim, jaki vjetrovi i isparavanje snizit će temperature blizu površine na vjetrovitoj strani kompostne hrpe. Usitnjavanje materijala za postizanje veće homogenosti također pomaže u boljoj raspodjeli temperature i manjem gubitku topline. Materijali koji sadrže velike količine pepela ili mineralnih tvari sporije će postići visoke temperature u kompostnoj hrpi. Prozračivanje za održavanje aerobnih uvjeta u kompostnoj hrpi ključno je za postizanje visokih temperatura. Kada hrpa postane anaerobna, temperatura naglo pada.

4.1.3. Klimatski uvjeti

Klimatski uvjeti, posebice temperatura, vjetar i oborine, utječu na proces kompostiranja. Organski otpad ima izvrsna izolacijska svojstva. Postoji strmi temperaturni gradijent na vanjskoj površini kompostnih hrpa. Jak vjetar osjetno snižava temperature na vjetrovitoj strani hrpe komposta. Dva čimbenika igraju važnu ulogu u snižavanju temperature vjetrom: grubost materijala, koja utječe na viskoznost i isparavanje kompostne hrpe, i sadržaj vlage. Neusitnjeni ili grubo usitnjeni materijal ima veću viskoznost i omogućuje veći prodor vjetra u hrpu; posljedično, dolazi do većeg isparavanja, a kada materijal postane previše suh, aktivnost bakterija je inhibirana. Usitnjavanje ili mljevenje kako bi se dobila maksimalna veličina čestica od oko 2-5 cm osigurava homogeniju masu, u koju vjetrovi ne prodiru tako lako. Temeljito vlaženje vanjskog dijela hrpe, osobito na vjetrovitoj strani, smanjit će prodor vjetra i dopustiti da se unutarnja zona visoke temperature proteže bliže površini hrpe. U području jakih prevladavajućih vjetrova, mogao bi se izgraditi vjetrobran za zaštitu kompostnih hrpa. Hlađenje vjetrom i isušivanje kompostnih hrpa je od malog značaja kada se koriste jame ili kante, jer je materijal zaštićen sa svih strana osim gornje strane, što će zaštititi vlaženje.

Kiša obično ne utječe ozbiljno na kompostiranje ako su hrpe izgrađene sa zaobljenim vrhom kako bi voda mogla otjecati i ako je kompostno mjesto ili depo adekvatno napravljeno da se voda ne zadržava oko hrpa i ne prodire u dno. Okretanje se ne smije raditi po kiši, jer materijal može postati natopljen vodom. U kišnim područjima jame treba obložiti betonom ili ciglom kako bi ih zaštitili od kiše. Tijekom kišnog vremena usitnjavanje ili mljevenje treba raditi pod pokrovom. Isto tako, u velikim industrijskim kompostanama, objekti za pakiranje ili utovar trebaju biti zaštićeni. Kompostiranje se može obaviti na zadovoljavajući način u relativno hladnim klimatskim uvjetima ili u područjima sa značajnim padalinama s minimalnim natkrivenim zgradama. Obilne snježne oborine uvelike će ometati kontinuirani proces kompostiranja i obično će biti potrebno uklanjanje snijega s područja za kompostiranje. Materijal neće postati anaeroban ili stvarati neugodan miris tijekom stvarno hladnog vremena, stoga, ako je dostupno dovoljno prostora za kompostiranje, materijal se može ostaviti da stoji dulje vrijeme bez okretanja dok vrijeme ne bude povoljno.

4.2. POLOŽAJ I PLANIRANJE INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA

Postrojenje za kompostiranje može se postaviti u industrijskom ili relativno nenaseljenom području grada, ako ima dovoljno zemljišta i ako se koriste dobre tehnike kompostiranja, pa čak i izvan samog grada. Velika tvornica treba biti smještena tamo gdje je lako dostupan željeznički i prometni transport, bez ozbiljnih prometnih problema u dovozu sirovine u pogon ili odvozu gotovog proizvoda[7]. Ako se tvornica nalazi na maloj udaljenosti izvan grada, trošak transporta otpada do tvornice je veći, ali postrojenje bi moglo biti pristupačnije poljoprivrednicima i vozačima kamiona koji žele izvući gotov proizvod iz pogona. S druge strane, ako se pogon nalazi u gradu, trošak transporta sirovine je manji, ali trošak distribucije proizvoda može biti veći. Ako se kanalizacijski mulj treba kompostirati s otpadom, a kompostno postrojenje ne može biti prikladno smješteno u postrojenju za pročišćavanje otpadnih voda, kanalizacijski mulj se može transportirati cisternom ili cjevovodom do postrojenja za kompostiranje.

Proces odvajanja i mljevenja materijala, zahtijevaju najveći napor. Nekoliko sati skladištenja prije odvajanja i mljevenja obično je potrebno, ako većina kamiona za prikupljanje stigne otprilike u isto vrijeme, jer se istovar kamiona ne smije odgađati. Ako industrijski pogon želi prakticirati danonoćni rad, bolje je sirovi otpad skladištiti na većem i udaljenijem kompostištu nego u malom postrojenju u gradu. Smatra se da je općenito najisplativiji plan za obavljanje svih jediničnih operacija kompostiranja na jednom mjestu, osim eventualno u slučajevima kada je dovoz do nekog udaljenog mjesta za kompostiranje vrlo dug, recimo 25 km ili više kroz promet. Normalno, ravna površina je najzadovoljavajuća za mjesto komposta. Radovi istovara i pripreme komposta sortiranja i mljevenja mogu se izvesti na padini, pod uvjetom da je za proces kompostiranja dostupno određeno tlo. Objekti za prihvat i istovar trebaju biti smješteni na najvišoj nadmorskoj visini kako bi protok materijala kroz procese bio prvenstveno usmjeren prema dolje, a razlika u visini se stoga može iskoristiti za smanjenje troškova rukovanja materijalom. Opskrba vodom i strujom mora biti dostupna na mjestu postrojenja.

4.3. KOMPOSTANE REPUBLIKE HRVATSKE

Kompostana je svaka za sebe specifična na svoj način od vlastitog procesa kompostiranja i samog zbrinjavanja sakupljenog otpada do distribucije gotovog komposta. Kompostane u pravilu razgrađuju materijale koji su navedeni da se mogu kompostirati i primaju sav biorazgradivi otpad. U kompostane Republike Hrvatske ubrajamo kompostanu Prelog, kompostanu Imbriovec, kompostana Herešin – Koprivnica, kompostana Jankomir, Markuševac, Prudinec, kompostana Kloštar – Ivanić, kompostana Ponikve – otok Krk, kompostana Perušić[6]. Kompostane danas, zapravo ne proizvode onoliko komposta koliko bi ga se moglo iskoristiti i upotrijebiti. Ljude bi trebalo motivirati i potaknuti na kompostiranje za dobro sviju nas i našeg planeta. Povećanjem distribucije komposta, povećala bi se sigurno i konzumacija komposta. Primjena umjetnih gnojiva bi se znatno smanjila, što bi u jednu ruku bilo i dobro jer umjetna gnojiva podosta umanjuju kvalitetu zemlje, ali i ugrožavaju zdravlje okoliša.

5. VLASTITA ZAPAŽANJA KOMPOSTIRANJA

Kao što je ranije navedeno, na proces kompostiranja, utječu brojni parametri: od vremena, smještaja kompostera, vlage, temperature, vrste otpada koje se kompostira do padalina itd. Unutar 30 dana kompostiranja, u nastavku će se vidjeti promjene koje su se desile. Naravno, proces kompostiranja bio bi idealan kada bi trajao minimalno šest mjeseci. Moram naglasiti kako se u kompost skoro pa svakodnevno bacao otpadni materijal, jer kako u našem domaćinstvu boravi pet osoba, prikupi se i dosta otpada. Vremensko razdoblje za praćenje procesa kompostiranja se odvijalo u mjesecu svibnju, u Ogulinu. Mjesec svibanj je bio pretežito sunčan i topao, osim u zadnjem tjednu kada je prevladavao kišni period gdje je došlo i do pada temperature. Prosječna temperatura za cijeli mjesec bila je oko 22,5°C. Komposter je napravljen od drvenih dasaka dimenzija 1,5 x 1,5 x 1,5 m i upotrebi je sigurno oko petnaest godina. Prije samog započetog promatranja procesa kompostiranja, komposter je ispražnjen radi gnojidbe vrta prije početka proljetne sadnje.



Slika 5.1. Kompostni materijal u prvom tjednu mjeseca svibnja

U prvom tjednu, bačene su slama, stare maćuhice sa dodatkom zemlje, ostaci jabuka, klice od starog krumpira, grančice voćki, trava i ostale zelene biljke. Kako je bilo dosta suho i toplo razdoblje, povremeno je dodano malo vode kako kompostna hrpa ne bi izgubila vlagu.



Slika 5.2. Kompostni materijal u drugom tjednu mjeseca svibnja

Slika 16.2., snimljena je krajem drugog tjedna u petom mjesecu. Dodani su ostaci mrkve, lupine krumpira, kore banane, zelenog bilja, kore tikvica i krastavaca. Iz priloženog se može vidjeti, kako se je otpadni materijal od prošloga tjedna smanjio i poprimio tamniju zemljanu boju. Padalina nije bilo, međutim kako je vlaga ostala u sredini kompostne hrpe, trebalo ju je prozračiti i okrenuti par puta.



Slika 5.3. Kompostni materijal u trećem tjednu mjeseca svibnja

Krajem trećeg tjedna, kompostna hrpa se ponovno smanjila i slegla. Kako se hrpa sve više smanjivala i postajala zbijenija, tako se je i vlažnost povećavala bez obzira na suho i toplo vrijeme bez padalina, pa je bilo potrebno češće prozračivanje i okretanje kompostnog otpada kako bi se osiguralo što više kisika, a osim toga spriječio razvoj neugodnih mirisa. Ponovno su odloženi ostaci suhe trave, slame, kupusa, lupine krumpira i slično. Neki materijali su usitnjeni, dok su neki ostali u većim komadima.



Slika 5.4. Kompostni materijal u četvrtom tjednu mjeseca svibnja

U zadnjem tjednu promatranja, do izražaja najviše dolazi zemljana boja komposta. U hrpu su se i dalje odlagali kompostni materijali kao što su lupine krumpira, mrkve, krastavaca, kore jabuke i banane, suha trava itd. Neugodnih mirisa nije bilo jer se hrpa dosta često okretala i prozračivala, naročito u zadnjem tjednu zbog pojačanih oborina.

Tablica 5.1. Podaci visine kompostne hrpe i dolijevanja vode u mjesecu svibnju

Svibanj	Srednja vrijednost visine kompostne hrpe	Voda
01.05.-08.05.	23,56 cm	7l
09.05.-15.05.	18,61 cm	4,5l
16.05.-22.05.	24,8 cm	10l
23.05.-31.05.	17,26 cm	2l



Slika 5.5. Grafički prikaz ovisnosti vremena o visini kompostne hrpe i dodavanjem vode

Na temelju vođenja podataka o visini kompostne hrpe i dodatku vode u mjesecu svibnju, iz grafičkog prikaza vidljivo je sljedeće: početak mjeseca bio je dosta topao i bez oborina pa je time i dodana veća količina vode. Kompostna hrpa otprilike je bila visoka oko 23,5 cm. Tokom idućeg tjedna, visina hrpa se smanjila za nešto manje od 5 cm, vlažnost je bila bolja u odnosu na 1. tjedan pa je bilo potrebno dodavati i manje količine vode. Otprilike je dodano oko 5l vode. U trećem tjednu, visina kompostne hrpe se je dosta povećala iz razloga jer se skupilo i više kompostnog otpada. Oborina nije bilo, samim time bila je veća potreba za vlažnošću dodatkom vode. Na samom kraju tj. zadnjem tjednu mjeseca svibnja, kompostna hrpa se smanjila. Na sreću, bilo je i nešto kiše pa brige za vlažnošću kompostne hrpe nije bilo u tolikoj mjeri. Kompostna hrpa se prozračivala ručnim okretanjem 1-2 puta tjedno.

Drugim riječima, što je više kompostnog materijala potrebna je veća briga i požrtvovnost za dobivanje zadovoljavajućeg komposta. Što znači, potrebno je voditi računa o njegovoj vlažnosti i prozračivanju da hrpa ima dovoljno kisika.



Slika 5.6. Povrtni vrt

Gore je navedeno, da je prijašnji kompostni materijal ispražnjen, tj. iskorišten je u gnojidbi vrta za proljetnu sadnju povrća. On je prosijan kroz sito i raspoređen po cijeloj zemljanoj površini. Nakon toga je "pofrezan" sa zemljom te slijedom toga vrt je bio spreman za sadnju. Nakon gnojidbe i sadnje povrća prošlo je više od mjesec dana, a krajnji rezultat može se vidjeti na priloženoj fotografiji koja vrvi od zelenila, što znači da je kompost urodio plodom.

6. ZAKLJUČAK

Može se reći da od ukupnog otpada, u vlastitom domaćinstvu, jednu trećinu gotovo čini samo biootpad koji je pogodan i poželjan za kompostiranje. Sakupljeni ostaci povrća, voća i biljaka nisu smeće, već su to kvalitetne sirovine koje bi se trebala odvajati i proizvoditi kompost. Kompostiranjem sigurno ne možemo naškoditi niti sebi, a niti okolini, baš naprotiv štitimo okoliš i okolinu u kojoj živimo. Kompostom zemlju obogaćujemo hranjivim tvarima koje su neophodne za rast i razvoj kultura, a istovremeno održavamo i obogaćujemo plodnost tla. Procesom kompostiranja smanjuje se upotreba navodnjavanja, dolazi do uštede fosilnih goriva, smanjujemo onečišćenje tla, vode i zraka, ostvaren je proces kruženja tvari u prirodi i prije svega smanjujemo ukupnu količinu otpada te zaključno, smanjuje se primjena umjetnih gnojiva.

LITERATURA

- [1] Vlada Republike Hrvatske.: „Odluka o donošenju Izmjena Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. godine“ , 3.siječnja 2022.
- [2] T. Sokač, A. Šalić, D. Kučić Grgić, M. Šabić Runjavec, M. Vidaković, M. Vuković Domanovac, B. Zelić.: „Razvoj procesa kompostiranja biorazgradive frakcije komunalnog otpada u laboratorijskom mjerilu“ , 2020.
- [3] B. Gotaas, Harold: „Composting“ , Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes, Department of Engineering, University of California, Berkeley, Calif., USA, 1956.
- [4] Mihaljević, I.: „Kompostiranje kao mjera ublažavanja klimatskih promjena“, Završni rad, / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, 2016.
- [5] Mihaljević.: „Kompostiranje kao mjera ublažavanja klimatskih promjena“ , 2016.
- [6] Dodlek, M.: „Kompostane u Hrvatskoj“ , Završni rad, Međimursko veleučilište u Čakovcu, Čakovec, 2016.
- [7] Haug, T.R. (1993.): The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers, United States of America. 752.

SAŽETAK

U ovom završnom radu opisan je proces kompostiranja u vlastitom domaćinstvu. Što je kompost, što je sve potrebno za izradu kompostera, koji se materijali mogu kompostirati a koji ne mogu. Opisani su brojni faktori koji utječu na proces kompostiranja, a naglasak je stavljen na praćenje vlastitog kompostera u trajanju od mjesec dana.

Ključne riječi: kompost, komposter, kompostna hrpa, kompostiranje

SUMMARY

It is described the composting process in the household. What is compost, which is all needed to make a composter, which materials can be composted and which can't compost. It is described numerous factors that influence the composting process, and it is highlighted on tracking own composter for a month.

Key words: compost, composter, compost pile, composting

POPIS SLIKA

Slika 2.1. Ciklus kisika i dušika u aerobnoj razgradnji	5
Slika 3.1. Vrti komposter	11
Slika 3.2. Jama kao komposter	11
Slika 4.1. Sirovi kompost	19
Slika 4.2. Polugotovi kompost	19
Slika 4.3. Gotov kompost	19
Slika 4.4. Fini kompost	19
Slika 5.1. Kompostni materijal u prvom tjednu mjeseca svibnja	25
Slika 5.2. Kompostni materijal u drugom tjednu mjeseca svibnja	26
Slika 5.3. Kompostni materijal u trećem tjednu mjeseca svibnja	27
Slika 5.4. Kompostni materijal u četvrtom tjednu mjeseca svibnja	28
Slika 5.5. Grafički prikaz ovisnosti vremena o visini kompostne hrpe i dodavanjem vode	29
Slika 5.6. Povrti vrt	30

POPIS TABLICA

Tablica 3.1. Što kompostirati, a što ne?	18
Tablica 5.1. Podaci visine kompostne hrpe i dolijevanja vode u mjesecu svibnju	29