



UNIVERSITETI I TIRANËS
FAKULTETI I SHKENCAVE TË NATYRËS
DEPARTAMENTI I KIMISË INDUSTRIALE

Disertacion

i

Paraqitur nga

Znj. ANISA DHROSO

Për marrjen e gradës shkencore

DOKTOR

**Tema: Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit
dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore
dhe projektimi i reaktorit**

Udhëheqës shkencor: Akad. Asoc. Prof. Dr. ILIRJAN MALOLLARI

Mbrohet më dt. / / para jurisë :

1. Kryetar
2. Anëtar (opponent).....
3. Anëtar (opponent).....
4. Anëtar
5. Anëtar



UNIVERSITETI I TIRANËS
FAKULTETI I SHKENCAVE TË NATYRËS

PROGRAMI

TEKNOLOGJIA DHE MIKROBIOLOGJIA USHQIMORE, VLERËSIMI I
SIGURISË DHE CILËSISË USHQIMORE

DISERTACION

TEMA

**“STUDIMI INXHINIERIK I PROCESIVE TË KOMPOSTIMIT
DHE PIROLIZËS TË MBETJEVE ORGANIKE AGRO-PYJORE
DHE PROJEKTIMI I REAKTORIT”**

Kandidati
M.Sc Anisa DHROSO

Udhëheqës Shkencor
Akad. Asoc. Prof. Dr. Ilirjan MALOLLARI

Tiranë, 2015

FALENDERIME

Në rradhë të parë, dëshiroj t'i shpreh mirënjohjen dhe vlerësimin tim udhëheqësit tim të nderuar Akad. Asoc. Prof. Dr. Ilirjan Malollari, i cili ka luajtur një rol të rëndësishëm në përfundimin me sukses të këtij studimi. E falënderoj, për udhëheqjen e dobishme, ndihmesën e papërtuar, durimin e pamasë dhe sugjerimet konstruktive gjatë këtij studimi. Gjithashtu e falënderoj, për mundësitë që më krijoi në zhvillimin e një pjese eksperimentale dhe përfitimit praktik, pranë Universitetit të Janinës në Greqi dhe Universitetit "Hohenheim" në Gjermani.

Një falënderim të veçantë, për Prof. Dr. Spiro Drushku dhe Prof. Dr. Rozana Troja, të cilët janë treguar të gatshëm për të më ndihmuar në realizimin e studimit, duke më dhënë sugjerime mjaft të vlefshme në fushën kërkimore.

Falënderoj të gjithë kolegët, për mbështetjen dhe fjalët e ngrohta, të cilët luajtën një rol kryesor, në çdo stad të këtij punimi. Një falënderim të veçantë, laborantëve shkencor Arjan Pifti dhe Shpëtim Çuko, që me aftësitë e tyre profesionale kontribuan në realizimin praktik të kërkimit.

Një falënderim të veçantë ia dedikoj prindërve të mi, motrave të mia për inkurajimin e vazhdueshëm që më kanë dhënë gjatë këtij udhëtimi. Bashkëshortit tim, Edion që ka luajtur një rol të rëndësishëm për realizimin e saj. Vajzës time Alison, një dhuratë e çmuar që më kompletton jetën..

PËRMBAJTJA

| | |
|------------------------|------|
| FALËNDERIME..... | iii |
| PËRMBAJTJA..... | iv |
| LISTA E FIGURAVE..... | viii |
| LISTA E TABELAVE..... | x |
| LISTA E GRAFIKËVE..... | Xii |
| HYRJA..... | Xiv |

KAPITULLI I

NJOHURI TË PËRGJITHSHME MBI PROCESIN E KOMPOSTIMIT

| | | |
|---------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | Çfarë është komposti? Procesi biologjik, kimik dhe fizik..... | 1 |
| 1.1.1 | Bioproceset specifike të kompostimit..... | 1 |
| 1.1.1.1 | Cikli i temperaturës..... | 2 |
| 1.1.1.2 | Popullimi mikrobial..... | 3 |
| 1.1.2 | Proceset kimike gjatë zhvillimit të kompostimit..... | 4 |
| 1.1.2.1 | Përbërja kryesore: Karbon (C), Azot (N), dhe raporti C:N..... | 5 |
| 1.1.2.2 | Elementë të tjerë..... | 6 |
| 1.1.2.3 | Përqendrimi i joneve hidrogjen (pH)..... | 7 |
| 1.1.2.4 | Përcjellshmëria elektrike..... | 7 |
| 1.1.2.5 | Raporti i respirator..... | 9 |
| 1.1.3 | Proceset fizike të kompostimit..... | 9 |
| 1.1.3.1 | Përmbajtja e lagështirës..... | 9 |
| 1.1.3.2 | Madhësia e grimcave..... | 10 |
| 1.1.3.3 | Procesi i mineralizimit..... | 10 |
| 1.2 | Përse të kompostojmë..... | 11 |
| 1.3 | Pleh kimik apo pleh organik/ komposto..... | 11 |
| 1.4 | Kompostimi, një sistem operimesh..... | 13 |
| 1.5 | Karakterizimi i metodave të kompostimit..... | 13 |
| 1.5.1 | Metodat e kompostimit në mjedis të hapur..... | 14 |
| 1.5.1.1 | Metoda me rrotullim e grumbujve të materialeve..... | 15 |

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

| | | |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.5.1.2 | Metodat e përdorimit të ajrimit pasiv në grumbullin e qëndrueshëm..... | 16 |
| 1.5.1.3 | Metodat e përdorimit të ajrimit të detyruar në grumbullin e qëndrueshëm..... | 17 |
| 1.5.2 | Metodat e kompostimit në mjedis të mbyllur..... | 17 |
| 1.5.2.1 | Shtretër horizontal me përzjerje..... | 18 |
| 1.5.2.2 | Kontenier me ajrim..... | 18 |
| 1.5.2.3 | Kontenier me përzierës dhe me ajrim..... | 19 |
| 1.5.2.4 | Silloset..... | 19 |
| 1.5.2.5 | Reaktor me tambur rrotullues..... | 19 |
| 1.6 | Çfarë ndodh gjatë kompostimit..... | 20 |
| 1.7 | Menaxhimi i aromave..... | 20 |
| SHNDËRRIMI TERMOKIMIK I MBETJEVE ORGANIKE PYJORE | | |
| 1.8 | Mbetjeve organike pyjore..... | 21 |
| 1.9 | Piroliza | 23 |
| 1.9.1 | Produktet e pirolizës..... | 24 |
| 1.9.2 | Skema e reaksionit të pirolizës..... | 25 |
| 1.10 | Modelimi..... | 27 |
| 1.10.1 | Studimi i kinetikës së procesit të pirolizës..... | 27 |
| 1.10.2 | Modeli i lëndës djegëse | 28 |

KAPITULLI II

IDENTIFIKIMI, VLERËSIMI DHE KARAKTERIZIMI ANALITIK I MBETJEVE ORGANIKE AGROPYJORE PËR PËRFTIMIN E KOMPOSTOS

| | | |
|-------|-------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Potenciali i mbetjeve organike agro-pyjore në Shqipëri..... | 31 |
| 2.1.1 | Klasifikimi i mbetjeve..... | 31 |
| 2.2 | Burimet e mbetjeve organike..... | 32 |
| 2.3 | Mbetjet organike agro-pyjore..... | 32 |
| 2.4 | Hierarkia e menaxhimit të mbetjeve..... | 34 |
| 2.5 | Metodat e përpunimit të mbetjeve..... | 35 |
| 2.6 | Rëndësia e kompostimit të mbetjeve..... | 36 |
| 2.7 | Politikat dhe rregullat..... | 37 |

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

| | | |
|-------|------------------------------|----|
| 2.8 | Pjesa eksperimentale..... | 37 |
| 2.8.1 | Hyrje..... | 37 |
| 2.8.2 | Materialet dhe metoda..... | 38 |
| 2.8.3 | Rezultate dhe diskutime..... | 40 |

KAPITULLI III

**STUDIMI I KOMPOSTIMIT ANAEROBIK DHE AEROBIK I
MBETJEVE ORGANIKE TË NDRYSHME, NËN KUSHTE
TERMOFILIKE DHE MEZOFILIKE**

| | | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 | Hyrje..... | 45 |
| 3.1.1 | Mjedisi anaerob dhe aerob në procesin e kompostimit..... | 46 |
| 3.2 | Materialet dhe metoda..... | 49 |
| 3.2.1 | Grumbullimi dhe përpunimi i lëndës së parë për procesin e kompostimit..... | 49 |
| 3.2.2 | Pjesa eksperimentale..... | 51 |
| 3.2.2.1 | Përgatitja e përzierjeve nga mbetjet organike për prodhimin e kompostos..... | 51 |
| 3.2.2.2 | Studimi i kompostimit anaerobik i mbetjeve organike të gjelbra..... | 54 |
| 3.2.2.3 | Studimi i kompostimit anaerobik i mbetjeve organike bimore dhe shtazore... | 60 |

KAPITULLI IV

**PRODHIMI I KOMPOSTOS NË REAKTOR PERIODIK, NË
KUSHTE MEZOFILIKE DHE PROJEKTIMI I TIJ**

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 | Hyrje..... | 65 |
| 4.1.1 | Karakteristikat e reaktorëve anaerobikë..... | 67 |
| 4.2 | Materialet dhe metoda..... | 68 |
| 4.2.1 | Mbetjet e papërpunuara dhe agjentët absorbues..... | 68 |
| 4.2.2 | Skema e kompostimit..... | 69 |
| 4.3 | Rezultate dhe diskutime..... | 70 |
| 4.3.1 | Karakteristikat fiziko-kimike të kompostos..... | 70 |
| 4.3.2 | Ndryshimet në profilin e temperaturës..... | 71 |
| 4.3.3 | Ndryshimet në përmbajtjen e lagështirës dhe të materialit organik..... | 71 |
| 4.3.4 | Ndryshimet në vlerat e pH..... | 72 |
| 4.3.5 | Analizat C/N në komposto..... | 73 |

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4 | Hartimi i sistemit të prodhimit të kompostos, në shkallë industriale..... | 74 |
| 4.4.1 | Përcaktojmë lëndën e parë, mbetjet organike për prodhimin e kompostos..... | 74 |
| 4.4.2 | Projektimi i reaktorit periodik me përzierës me turbinë..... | 80 |

KAPITULLI V

KOMPOSTIMI I MBETJEVE TE VRESHTIT

| | | |
|-------|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1 | Situata në Shqipëri, përhapja dhe prodhimi..... | 94 |
| 5.2 | Faktorët që influencojnë në kualitetin e rrushit..... | 95 |
| 5.3 | Pjesët përbërëse të rrushit që përdoren për kompostim..... | 96 |
| 5.4 | PJESA EKSPERIMENTALE..... | 98 |
| 5.4.1 | Prodhimi i kompostos nga frenjat, bërsitë dhe mbetje të tjera..... | 98 |
| | PËRFUNDIME..... | 107 |
| | SHTOJCA A..... | 109 |
| | LITERATURA..... | 115 |
| | ARTIKUJ SHKENCORË..... | 120 |
| | PJESËMARRJE NË KONFERENCA..... | 120 |

LISTA E FIGURAVE

| | | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 | Rritja mikrobiale në grumbuj kompostoje..... | 2 |
| Figura 1.2 | Lloji i plehut të përdorur (ton)..... | 12 |
| Figura 1.3 | Përdorimi i plehrave kimike, për vitin 2012..... | 12 |
| Figura 1.4 | Blokskemë teknologjike e një sistemi kompostimi tipik..... | 14 |
| Figura 1.5 | Lehtësia e kompostimit të grumbujve me rrotullim..... | 15 |
| Figura 1.6 | Material i ajrosur në mënyrë pasive në hambar të mbuluar..... | 16 |
| Figura 1.7 | Metoda e kompostimit të grumbullit të qëndrueshëm të zgjatur, të ajrosur | 17 |
| Figura 1.8 | Sistem kompostimi me një shtrat përzierës horizontal..... | 18 |
| Figura 1.9 | Pjesa e brendshme e një konteneri..... | 18 |
| Figura 1.10 | Reaktor me tambur rrotullues në shkallë të vogël..... | 20 |
| Figura 1.11 | Përbërja e drurit, ilustrime dhe struktura e tij..... | 22 |
| Figura 1.12 | Produktet e përfuara nga procesi i pirolizës..... | 25 |
| Figura 1.13 | Skema e prodhimit të qymyrit, gudronit dhe gazit nga druri, me anë të procesit të pirolizës..... | 25 |
| Figura 2.1 | Mbetje organike agrikulurore..... | 33 |
| Figura 2.2 | Struktura e tokës bujqësore..... | 33 |
| Figura 2.3 | Tokat bujqësore sipas qarqeve..... | 34 |
| Figura 2.4 | Hierarkia e trajtimit të mbetjeve në vendin tonë..... | 34 |
| Figura 2.5 | Hapat e përpunimit të lëndës së parë me pajisjet përkatëse..... | 39 |
| Figura 3.1 | Kompostimi në enë të mbyllur, në kushte aerobe..... | 48 |
| Figura 3.2 | Kompostimi në enë të mbyllur, në kushte anaerobe..... | 49 |
| Figura 3.3 | Mulliri ku u bluajt lënda e parë..... | 50 |
| Figura 3.4 | Mostrat e mbetjeve të ngurta për analizim..... | 50 |
| Figura 3.5 | Foto të recetave nën kushte anaerobe mezofilike..... | 53 |
| Figura 3.6 | Foto të recetave nën kushte anaerobe termofilike..... | 53 |
| Figura 4.1 | Reaktori ku zhvillohet procesi i kompostimit..... | 69 |
| Figura 4.2 | Skema e reaktorit ku zhvillohet procesi i kompostimit..... | 70 |
| Figura 4.3 | Aparatura e pajisur me termosensor për matjen e temperaturës..... | 70 |
| Figura 4.4 | Skemë teknologjike e prodhimit të kompostos..... | 76 |

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

| | | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 4.5 | Reaktori me përzierës me turbinë..... | 81 |
| Figura 4.6 | Tipe përzierësish turbinë dhe sjellja e rrjedhësit brenda në enë..... | 84 |
| Figura 4.7 | Reaktor me përzierës me turbinë..... | 86 |
| Figura 4.8 | Reaktor periodik me përzierë dhe serpentine..... | 87 |
| Figura 5.1 | Paraqitja strukturore e përbërjes së rrushit..... | 98 |
| Figura 5.2 | Frenjat e copëtuara, për procesin e kompostimit..... | 99 |
| Figura 5.3 | Vendi i prodhimit të kompostos. Përmasat e gropës..... | 103 |
| Figura 5.4 | Mbetjet organike të përzgjedhura për procesin e kompostimit..... | 104 |
| Figura 5.5 | Kompostimi i mbetjeve organike | 104 |
| Figura 5.6 | Matja e temperaturës me anë të aparatit matës..... | 105 |

LISTA E TABELAVE

| | | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1.1 | Normat e metaleve të rënda sipas standarteve Shqiptare për kompostin (mg/kg)..... | 7 |
| Tabela 1.2 | Reagimi i të mbjellave ndaj salinitetit..... | 8 |
| Tabela 1.3 | Përcjellshmëria elektrike për komposto të ndryshme..... | 8 |
| Tabela 1.4 | Karakteristikat fiziko-kimike të kompostos së prodhuar sipas Standardid European..... | 10 |
| Tabela 1.4 | Modeli i pirolizës dhe produkteve kryesore..... | 23 |
| Tabela 2.1 | Përmbajtja e nutrientëve në mbetjet me origjinë bimore dhe shtazore.. | 38 |
| Tabela 2.2 | Vlerat eksperimentale fiziko-kimike të mbetjeve të ndryshme organike..... | 40 |
| Tabela 3.1 | Të dhënat e vetive fiziko-kimike për mbetje organike..... | 54 |
| Tabela 3.2 | Rezultatet e analizave për përzierjen gjethe + bar..... | 55 |
| Tabela 3.3 | Rezultatet e analizave për përzierjen gjethe+bar+humus..... | 55 |
| Tabela 3.4 | Të dhënat e vetive fiziko-kimike për mbetje organike..... | 60 |
| Tabela 3.5 | Rezultatet e analizave për përzierjen gjethe + mbetje lope..... | 61 |
| Tabela 3.6 | Rezultatet e analizave për përzierjen gjethe+mbetje lope+humus..... | 61 |
| Tabela 4.1 | Ndryshimet midis stabilizimit aerobik dhe shpërbërjes anaerobike të mbetjeve..... | 67 |
| Tabela 4.2 | Mbetjet industriale që mund të trajtohen në reaktorët anaerobik..... | 68 |
| Tabela 4.3 | Karakteristikat fizike të lëndës së pare..... | 68 |
| Tabela 4.4 | Vlerat eksperimentale fiziko-kimike të përzierjes gjatë 35 ditëve..... | 70 |
| Tabela 4.5 | Prodhimi i bimëve të arave në ton..... | 75 |
| Tabela 4.6 | Numuri i krerëve sipas qarqeve..... | 75 |
| Tabela 4.7 | Prodhimi i manureve(mbetjeve) në ditë, për lloje të ndryshme kafshësh..... | 76 |
| Tabela 4.8 | Vlerat mesatare C/N, të lëndëve të para..... | 77 |
| Tabela 4.9 | Të dhëna fiziko-kimike për lëndët e para..... | 80 |
| Tabela 4.10 | Të dhënat e përmbledhura të kushteve të punimit, gjatë procesit të kompostimit..... | 82 |
| Tabela 4.11 | Përmbledhje e të dhënave të llogaritura për ndërtimin e reaktorit | 83 |
| Tabela 4.12 | Të dhënat përmbledhëse mbi karakteristikat e përzierësit..... | 86 |
| Tabela 4.13 | Të dhënat përmbledhëse mbi karakteristikat e serpentines..... | 92 |

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

| | | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 5.1 | Sipërfaqja, rendimenti dhe prodhimi i vreshtave në vite në Shqipëri.... | 94 |
| Tabela 5.2 | Avantazhet e përdorimit të mbetjeve organike nga përpunimi i rrushit.. | 98 |
| Tabela 5.3 | Vlerat eksperimentale fiziko-kimike të frenjave..... | 101 |
| Tabela 5.4 | Karakteristikat fiziko-kimike të kompostos së prodhuar sipas Standardid European..... | 101 |
| Tabela 5.5 | Vlerat eksperimentale fiziko-kimike gjatë procesit të kompostimit..... | 101 |
| Tabela 5.6 | Vlerat eksperimentale fiziko-kimike të frenjave..... | 105 |
| Tabela 5.7 | Vlerat eksperimentale gjatë procesit të kompostimit..... | 105 |

LISTA E GRAFIKËVE

| | | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Grafiku 2.1 | Materiali organik (%) për mbetje organike bimore dhe shtazore..... | 41 |
| Grafiku 2.2 | Raporti C/N (%) për mbetje organike bimore dhe shtazore..... | 41 |
| Grafiku 2.3 | pH për materiale organike të ndryshme..... | 42 |
| Grafiku 2.4 | Përcjellshmëria elektrike për mbetje organike të ndryshme..... | 42 |
| Grafiku 2.5 | Përmbajtja e nutrientëve N,P,K në mbetjet organike..... | 43 |
| Grafiku 2.6 | Përmbajtja e nutrientëve Na, Ca, Mg në mbetjet organike..... | 44 |
| Grafiku 3.1 | Ndikimi në lëndën organike, për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe anaerobe termofilike (50°)..... | 56 |
| Grafiku 3.2 | pH për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe anaerobe termofilike (50°)..... | 57 |
| Grafiku 3.3 | Përcjellshmëria elektrike për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe termofilike (50°)..... | 57 |
| Grafiku 3.4 | Ndikimi në C/N i kushteve të ndryshme të kompostimit, për përzierjet e formuara | 58 |
| Grafiku 3.5 | Përmbajtja e azotit (N), fosforit (P) dhe kaliumit (K) në përzierje..... | 59 |
| Grafiku 3.6 | Ndikimi në lëndën organike, për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C)..... | 62 |
| Grafiku 3.7 | Ndikimi në C/N të kushteve të ndryshme të kompostimit, për përzierjet e formuara..... | 62 |
| Grafiku 3.8 | pH për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C)..... | 63 |
| Grafiku 3.9 | Përcjellshmëria elektrike për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe anaerobe termofilike (50°)..... | 63 |
| Grafiku 3.10 | Përmbajtja e azotit (N), fosforit (P) dhe kaliumit (K) në përzierjet..... | 64 |
| Grafiku 4.1 | Vlerat eksperimentale të temperaturë s brenda në komposto..... | 71 |
| Grafiku 4.2 | Ndryshimi i përmbajtjes së lagështirës dhe të materialit organik në komposto..... | 72 |
| Grafiku 4.3 | Paraqitja grafike e vlerave të pH..... | 72 |
| Grafiku 4.4 | Paraqitja grafike e vlerave të raportit C/N..... | 73 |
| Grafiku 4.5 | Paraqitje grafike e vlerave të lëndëve ushqyese..... | 74 |
| Grafiku 5.1 | Kushtet klimatike në Tiranë, shtator-nëntor 2012..... | 100 |
| Grafiku 5.2 | Të dhënat mbi shpejtësinë e erës në Tiranë, shtator-nëntor 2012..... | 100 |

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

| | | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Grafiku 5.3 | Vlerat eksperimentale të temperaturës, lagështirës dhe përmbajtjes së oksigjenit..... | 102 |
| Grafiku 5.4 | Vlerat eksperimentale të përmbajtjes së oksigjenit..... | 102 |
| Grafiku 5.5 | Vlerat mesatare eksperimentale të temperaturës në dy thellësi të dryshme.. | 106 |

HËNRJE

Në kohët e sotme, përpunimi biologjik dhe termokimik i mbetjeve organike agro-pyjore, po luan një rol të rëndësishëm për prodhimin e lëndëve të dobishme në sektorin bujqësor dhe energjetik. Mbetjet janë një problem i përditshmëm, dhe në këtë pikë kërkohet një menaxhim i posatshtëm i tyre. Prodhimi i mbetjeve rritet me rritjen e popullsisë, si dhe me zhvillimin ekonomik të vendit. Menaxhimi korrekt i mbetjeve mbron shëndetin e njerëzve dhe mjedisin, si dhe ruan burimet natyrore, që ndikojnë drejtpërdrejtë në ndryshimin e klimës. Mbetjet organike janë të rëndësishme në aspektin ekonomik, bujqësor dhe mjedisor, sepse ulet përdorimi i burimeve jo të rinovueshme, si dhe realizohet asgjësimi i mbetjeve të papërshtatshme për mjedisin. Administrimi i mbetjeve organike, përfshi krijimin, grumbullimin, ndarjen, ruajtjen, transportin, riciklimin, përpunimin dhe asgjësimin, çon në pakësimin e mbetjeve dhe zvogëlimin e ndikimeve të tyre në mjedis. Një rrugë për të zëvendësuar lëndët djegëse fosile është përdorimi i mbetjeve organike agro-pyjore. Ideja për zhvillimin e kësaj teze ishte studimi inxhinierik i metodave të përpunimit të mbetjeve agro-pyjore dhe blegtorale (mbetjet mase vegjetative bimore dhe mbetjet që krijohen nga veprimtaria jetësore e blegtorisë), nën kushte të ndryshme eksperimentale, për prodhimin e një produkti efikas për veprimtarinë jetësore të tokës; dhe projektimin e reaktorit, në shkallë industriale, në një zonë të pasur me mbetje organike.

Në kapitullin e parë, është studiuar trajtimi biologjik dhe termokimik i mbetjeve organike agro-pyjore. Njohuri të përgjithshme mbi procesin e kompostimit, që nga lënda e parë deri tek produkti, faktorët që ndikojnë; mënyrat e prodhimit dhe mbi procesin e pirolizës, i cili përfshin një numër shndërrimesh të mundshme për të prodhuar lëndë djegëse të dobishme. Kompostimi është një metodë trajtimi i mbetjeve organike, një proces prodhimi për produkte toke, një metodë riciklimi të nutrientëve dhe lëndëve organike, një mënyrë pasterizimi i zonave me patogjenë dhe një strategji eliminimi i materialeve shqetësuese, siç janë kafshët e ngordhura. Kështu, kompostimi shërben për të gjitha këto qëllime pasi është i thjeshtë, fleksibël dhe i aplikueshëm në një gamë të gjërë produktesh. Metodat e kompostimit shkallëzohen nga grumbujt të thjeshtë e të lirë tek reaktorët me kontroll të lartë automatik dhe procesi kontrolli të sofistikuar. Për procesin e “kompostimit” shumë autorë dhe institucione kanë dhënë përkufizime të ndryshme, megjithëse në thelb kanë aspekte të përbashkëta si:

Dekompozimi i mbetjeve organike; Një proces i kontrolluar; Procesi vepron nën kushte mezofilike dhe termofilike; Dekompozim anaerob dhe aerob; Produkt përfundimtar i qëndrueshëm.

Disa nga faktorët më të rëndësishëm që ndikojnë tek procesi i kompostimit të mbetjeve organike janë: përbërja; temperatura; përmbajtja e lagështirës; raporti

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

karbon/azot. Baza e transformimit termokimik të mbetjeve është procesi i pirolizës, i cili përfshin të gjitha ndryshimet kimike që ndodhin në mbetjet organike, kur aplikojmë nxehtësi në mungesë të oksigjenit. Qëllimi është studimi i shndërrimit termik të mbetjeve organike agro-pyjore, në rastin tonë mbetje drusore, duke krijuar një model për procesin kimik që ndodh. Ky model duhet të përshkruajë lëndën djegëse të përdorur, reaksionin që ndodh dhe produktet që formohen në procesin e pirolizës. U studiua lënda djegëse dhe komponentët kryesor si: celuloza, hemiceluloza dhe lignina. Përçindja e këtyre grupeve varet nga tipi i mbetjes drusore, por normalisht përçindja e masës varion nga 40 në 50% për celulozën, nga 15 në 25% për hemicelulozën dhe ndërmjet 20 dhe 30 % për ligninën.

Në kapitullin e dytë, paraqitet identifikimi dhe përcaktimi i vetive fiziko – kimike të mbetjeve të ndryshme organike agro-pyjore, të cilat përdoren si lëndë të para në prodhimin e kompostos. Menaxhimi i mbetjeve organike që gjenerohen nga aktivitetet bujqësore, kopshtet dhe nga tregjet e produkteve bujqësore – blegtorale: nënkupton reduktimin masiv të volumit dhe peshës së mbetjeve organike si dhe kostove për menaxhimin e tyre, duke promovuar trajtimin në burim (kompostimin). Duke u bazuar në studimet e mëparshme të përbërjes të mbetjeve, në zona të ndryshme të Shqipërisë, rezulton se komponenti i mbetjeve organike përbën sasinë më të madhe të mbetjeve. Ky fakt, është shumë premtues dhe inkurajues për zhvillimin e metodës së kompostimit të mbetjeve, dhe e kthen këtë metodë në një prioritet dhe të favorizueshëm në krahasim me metodat e tjera. Identifikimi i mbetjeve është i lidhur me procesin e prodhimit, të trajtimit të nënprodukteve, të përpunimit, të mbetjeve të kafshëve, me procesin e të ushqyerit, me përzierjet dhe përdorimin të plehut, me sistemin e menaxhimit dhe me shkallën e kompostimit të materialit (Abad et al., 2002) [1]. Identifikimi i kontigjentëve të përshtatshëm të këtyre mbetjeve agro-pyjore nevojitet për përgatitjen e përzierjeve të rëndësishme, për përfundimin e kompostit. Përbërja e kompostit ndikon në prodhimin e tij dhe në cilësinë e tokës, si dhe parandalon dhe kontrollon erozionin. Gjithashtu, identifikimi i tyre bën të mundur ndarjen e mbetjeve organike të përshtatshme, nga mbetjet që përbëjnë një rrezik për mjedisin. Lëndët e para me bazë karboni dhe azoti që u analizuan, janë: kashtë, gjethe, bar, tallash, mbetje kafshësh. Vetitë fiziko-kimike që u studiuan janë: lagështia, hiri, lënda e thatë, lënda organike, pH, përcjellshmëria elektrike, përmbajtja e elementëve ushqyes. Përpunimi i të dhënave eksperimentale, paraqet ndryshime midis mbetjeve organike me bazë karboni dhe ato me bazë azoti.

Në kapitullin e tretë, studimi është përqendruar në avantazhet që paraqet procesi i kompostimit të mbetjeve kafe, të gjelbra dhe përzierjet e tyre me mbetje kafshësh (kryesisht lope), nën kushte anaerobe-mezofilike dhe anaerobe-termofilike. U krijuan përzierje, me raporte të ndryshme të lëndës së parë (gjethe+bar; gjethe+bar+humus; gjethe+mbetje lope; gjethe+mbetje lope+humus) dhe u monitoruan për 35 ditë, në temperaturë 37°C dhe 50°C. Analizat u kryen çdo shtatë ditë, për të vëzhguar ecurinë e eksperimentit. Përpunimi i rezultateve tregoi se kompostimi anaerob-mezofilik paraqet kushte më të favorshme për kompostimin e mbetjeve të gjelbra pasi lehtëson

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

rritjen dhe zhvillimin e mikroorganizmave, duke rritur aktivitetin e celulazave, të kërkuar për degradimin e lignocelulozave. Gjatë procesit të kompostimit, karboni i degradueshëm kthehet lehtësisht në dioksid karboni dhe procesi nuk ndalet, por materiali vazhdon të shpërbëhet derisa ushqyesit e fundit konsumohen nga mikroorganizmat dhe derisa i gjithë karboni është shndërruar. Bimët kanë nevojë për 16 elementë ushqyes kryesorë për mbijetesë dhe rritje. Elementët oksigjen, karbon dhe hidrogjen ato i sigurojnë nga dielli dhe uji; ndërsa elementët e tjerë ndahen në elementë primarë (azoti, fosfori, natriumi si dhe magnezi, kalciumi dhe squfuri) dhe elementë gjurmë (hekuri, zinku, bakri, mangani, bori, klorigen dhe molibdeni). Në studimin tonë, ndër gjithë elementët ushqyes për tokën, u analizuan elementët primarë meqë luajnë një rol të rëndësishëm për rritjen e bimës. Rritja e vlerave eksperimentale tregon se përzjerjet e formuara, janë kryer në raporte të duhura dhe procesi ka rezultuar pozitiv.

Produkti përfundimtar i përfutur nga procesi i kompostimit mund të ketë disa vlera si fertilizues, por duhet theksuar fort se komposto është një agjent ajrimi i shkëlqyer për tokën. Hedhja e kompostos në tokë rrit përmbajtjen organike, përmirëson cilësinë, përshkueshmërinë si dhe kapacitetin për mbajtjen e ujit (Soliva, 2002) [79]. Në kapitullin e katërt, paraqitet eksperimenti që kemi realizuar me përzjerjen kashtë dhe mbetje kafshësh, në një reaktor periodik anaerob, nën kushte mezofilike për një periudhë tridhjetë e pesë ditore. Analizat u kryen me një interval prej shtatë ditësh. Qëllimi i këtij studimi ka qenë përcaktimi i kushteve të përshtatshme për procesin e kompostimit dhe identifikimi i një burimi të vlefshëm, që mund të përdoret si pleh organik. Kompostimi anaerobik i mbetjeve blegtorale i kombinuar me mbetje të tjera bujqësore u projektua për të hetuar procedurat bio-teknike dhe mundësitë ekonomike, në fushën e gjerë të kërkimit për riciklimin biologjik dhe menaxhimit të mbetjeve të kafshëve. Kryerja e procesit të kompostimit për mbetjet e bagëtive është duke u bërë më tërheqës për të ardhmen e sistemit të bujqësisë dhe kontrollimin e ndotjes. Karakteristikat që u analizuan janë: përmbajtja e lagështirës, pH, raporti C/N dhe temperatura e kompostos. Rezultatet treguan se eksperimenti doli mjaft efikas, por duhet që në të ardhmen të studiohen përzjerje të tjera për të bërë krahasime.

Në kapitullin e pestë, studimi është përqendruar në prodhimin e kompostos nga mbetjet e industrisë së përpunimit të rrushit. Prodhimi i bimëve të shëndetshme është një kërkesë themelore e bujqësisë moderne. Përdorimi i kompostos në vreshtari është mjaft i rëndësishëm, për shkak të varfërisë së tokës, nivel të ulët humusi dhe ekspozimit të tyre ndaj erozionit (Balanya et al., 1994; De Bertoldi et al., 1986). Komposto rekomandohet për vreshtat, sepse natyra humifikuese e materies organike do të lehtësonte përfshirjen dhe përmirësimin e kapaciteteve të tokës për mbajtjen e ujit, një faktor i rëndësishëm për cilësinë dhe specifikat e prodhimit të rrushit. Azoti lëshohet gradualisht, dhe është veçanërisht i përshtatshëm për vreshtat, që vuajnë nga nivelet e larta të azotit dhe vlera e lartë e kaliumit, është konsideruar si një faktor me rritjen e cilësisë së rrushit. Shfrytëzimi i mbetjeve organike nga përpunimi i rrushit, duke përdorur një proces kompostimi më të thjeshtë dhe më pak të kushtueshëm,

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

mund të prodhojë një komposto me cilësi të lartë për t'u aplikuar në vresht. Kompostimi i mbetjeve organike nga përpunimi i rrushit, u kryen në mjedis të hapur. Gjatë, kompostimit të frenjave, parametrat u monitoruan në katër pika të ndryshme, në thellësi 50 cm. Temperatura maksimale arriti në 60°C, duke krijuar kushte termofilike. Përmbajtja e lagështirës u ndikua dhe nga kushtet klimatike, gjatë periudhës shtator-nëntor. Përmbajtja e oksigjenit ishte e lartë, sepse komposto e frenjave u prodhua nën kushte aerobe. Fillimisht materiali organik në frenja kishte vlerë të lartë, me kalimin e kohës materiali u dekompozua dhe kjo vlerë u ul. pH tregon se materiali sa vjen dhe bëhet alkaline, tregon një mbarëvajtje të procesit të kompostimit. Kompostimi i përzierjes, bërsi dhe vinasë, u krye në një gropë, me dimensione të caktuara. Kompostimi u realizua në kushte mezofilike, sepse temperatura maksimale arriti deri në 45°C. Përmbajtja e lagështirës dhe temperatura ishin më të ulëta se tek frenjat. Duke rrotulluar grumbullin më shumë në ditët e para, u bë e mundur të përshpejtohej procesi kompostimit në respekt të eksperimentit të parë. Niveli i lagështirës për lëndët e shqyrtuara nuk duhet të jetë poshtë vlerës 55 %, në mënyrë që të promovohet aktiviteti mikrobial.

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirofizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

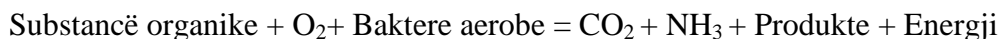
KAPITULLI I

NJOHURI TË PËRGJITHSHME MBI PROCESIN E KOMPOSTIMIT DHE PIROLIZËS

1.1 Çfarë është kompostimi? Procesi biologjik, kimik dhe fizik

1.1.1 Bioproceset specifike të kompostimit

Kompostimi është një tërësi procesesh biologjike në varësi të ndërsjelltë, të kryera nga një pafundësi mikroorganizmash kryesorë për dekompozimin e substancave organike. Shumica e sistemeve janë aerobe, domethënë mikroorganizmat kanë nevojë për oksigjen (O₂). Ekuacioni i përgjithshëm biokimik shkruhet si më poshtë :



Sistemet anaerobe, ndodhin në mungesë të oksigjenit dhe ekuacioni biokimik shkruhet në një formë tjetër:



Energjia e prodhuar në një sistem aerobik është kryesisht në formën e nxehtësisë me gradë të ulët. Nxehtësia e brendshme që prodhohet nga oksidimi mikrobial i karbonit, ndodh spontanisht kur masa e mbetjeve është e mjaftueshme për izolim. Kompostimi në kushte aerobike dominon, edhe pse vitet e fundit është parë një rritje e procesit të kompostimit në kushte anaerobe. Procesi i kompostimit u bë një metodë e njohur për përpunimin e mbetjeve organike, në fillim të viteve 1990. Procesi i kompostimit, sipas Haug është: “dekompozim biologjik dhe stabilizim i substrateve organike, në temperatura termofilike të arritura si rezultat i nxehtësisë së prodhuar biologjikisht, për të prodhuar një produkt përfundimtar të qëndrueshëm dhe pa patogjenë, që mund të aplikohet shumë mirë në tokë” (Haug, 1963) [44].

Procesi i kompostimit sipas Diaz është: “procesi i biodegradimit të një përzierjeje substratesh, nga popullata të ndryshme mikroorganizmash, në kushte aerobike dhe në gjendje të ngurtë” (Diaz, 1973) [21].

Gouleke e përcakton procesin e kompostimit, duke e lidhur me kapacitetin e menaxhimit të mbetjeve: “kompostimi është një metodë e menaxhimit të mbetjeve të ngurta përmes së cilës komponenti organik i mbetjeve të ngurta dekompozohet biologjikisht nën kushte të kontrolluara, në një gjendje në të cilën mund të mbahet, magazinohet dhe/ose përdoret në tokë pa cenuar mjedisin” (Gouleke, 1982) [37].

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Komposti është si pleh organik pa aromë ose me aromë të pranueshme, i qëndrueshëm në kohë, i pasur me humus, i pasur me një shumëllojshmëri ushqyesish, i aftë të lëshojë në tokë lëndë ushqyese, të përmirësojë strukturën e tokës duke ndihmuar qarkullimin e ajrit, i errët, i pasur me minerale dhe organizma të dobishme për tokën. Ai mund të përdoret në kopshte, oborre apo ara për të ndihmuar në krijimin e një mjedisi më të shëndetshëm të tokës, për bimët që duam të rrisim. Komposti përmirëson vetitë fizike dhe biologjike të tokës dhe mund të përdoret në vend të plehrave kimike komerciale (Naylor, 1996) [57].

1.1.1.1 Cikli i temperaturës

Temperatura është një nga faktorët kryesorë që ndikon në aktivitetin mikrobial, të procesit të kompostimit. Mikroorganizmat që popullojnë një proces kompostimi, varen nga temperatura dhe ndahen në tre klasa:

- ❖ *Psikrofile* 0-25⁰C
- ❖ *Mezofile* 25-45⁰C
- ❖ *Termofile* >45⁰C

Psikrofilet janë mikroorganizma që gjenden më rrallë në kompostim. Mikroorganizmat, që gjenden më shpesh në kompostim janë mezofilet dhe termofilet, secila prej tyre kontribuon gjatë ciklit të kompostimit në kohë të ndryshme. Në procesin e kompostimit, temperatura është një tregues i mirë i stadeve të ndryshme të tij (Nogueira, 1999) [58]. Shpesh, profili i temperaturës në procesin e kompostimit tregohet, si një lakore e thjeshtë (Figura 1.1).

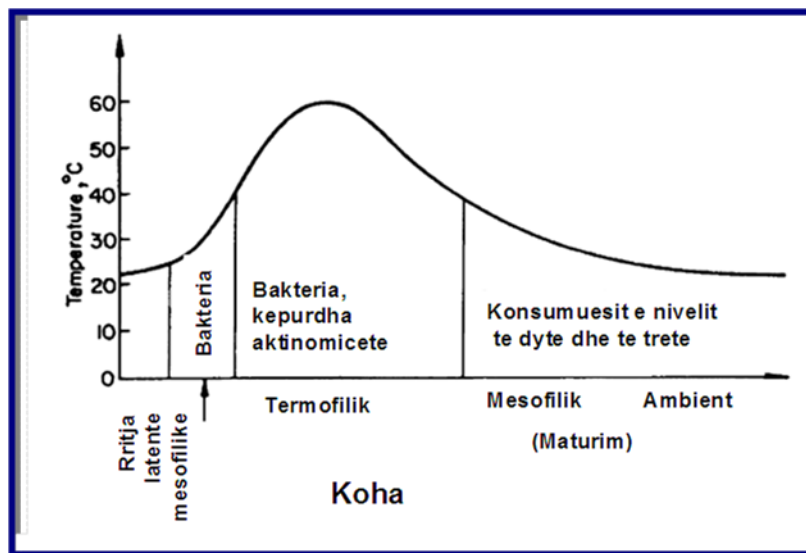


Figura 1.1 Rritja mikrobiale në grumbuj kompostojë

Në bazë të temperaturës, kohëzgjatjes dhe aktivitetit mikrobial, procesi i kompostimit ndahet në 4 stade të ndryshme. Megjithatë, duhet theksuar se fazat nuk janë plotësisht të dallueshme dhe mbivendosen me njëra-tjetrën.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Faza e parë – quhet ndryshe faza mezofilike, dhe zhvillohet në interval temperature 25-50°C, ku mikroorganizmat mbizotëruese janë bakteret mezofilike. Komponentët e lëndëve organike që degradohen lehtë (sheqernat dhe proteinat) degradohen nga mikroorganizmat primare (bakteret, kërpudhat dhe aktinomicitet) dhe aktiviteti i tyre biologjik ndikon në rritjen e temperaturës së kompostos. (Burford, 1994 dhe Finstein, 1992) [11;30].

Faza e dytë – Kur temperatura rritet mbi 45°C, kushtet bëhen më pak të favorshme për bakteret mezofilike dhe më të favorshme për bakteret termofilike. Rezultati i rritjes së aktivitetit mikrobial të baktereve termofilike, është dhe rritja e temperaturës nga 65-70°C. Kur temperatura kalon 55°C, rritja e kërpudhave inhibohet, kështu që bakteret dhe aktinomicitet janë mikroorganizma aktive mbizotëruese. Pas konsumimit të burimeve ushqimore, aktiviteti mikrobial i përgjithshëm ulet dhe temperatura bie në fazën sekondare mezofilike gjatë stadi të ftohjes. Kur ushqimi konsumohet, temperatura bie në atë të ambientit dhe materiali futet në fazën e maturimit. Aktiviteti mikrobial ulet gjatë këtij stadi, i cili mund të zgjasë për disa muaj.

Faza e tretë (e ftohjes) - Gjatë kësaj faze substratet lehtësisht të degradueshme sherojnë dhe veprimtaria mikrobiale reduktohet, duke shkaktuar një rënie të temperaturës së përzierjes. Bakteret dhe kërpudhat fillojnë të degradojnë komponentë më të vështirë, si celuloza.

Faza e katërt (e maturimit) – Në këtë fazë, cilësia e kompostos ulet kur formohen komponimet e padegradueshme dhe bëhen predominante. Kompostoja që të konsiderohet e maturuar dhe e qëndrueshme, përpara tregtimit të saj, duhet të plotësojë një nga tre kërkesat e mëposhtme (Suler and Finstein, 1977) [84]:

1. Shpejtësia e respirimit (frymëmarrjes) të jetë e barabartë ose më pak se 400 mg O₂ për kg lëndë volatile për orë;
2. Shpejtësia e rritjes së CO₂ të jetë e barabartë ose më pak se 4 mg karbon në formë CO₂ për gram material organik të thatë në ditë;
3. Rritja e temperaturës së kompostos të jetë më pak se 8°C mbi temperaturën e mjedisit.

1.1.1.2 Popullimi mikrobial

Kompostimi është një proces kompleks, ku një sërë mikroorganizmash sulmojnë mbetjet organike. Popullimi mikrobial i baktereve, actinomyceteve dhe kërpudhave ndryshojnë gjatë procesit të kompostimit. Sipas Finstein dhe Morris (1974) [28], bakteret rriten në të gjitha stadet e procesit të kompostimit. Poincelet (1977) [61], i cili analizoi popullimin mikrobial në funksion të temperaturës, zbuloi se bakteret janë të pranishme në një numër të madh në të gjitha periudhat e kompostimit dhe janë përgjegjes për procesin e degradimit. Mikroorganizmat, që janë përgjegjës për procesin e kompostimit janë:

➤ *Bakteret*

80-90 % e aktivitetit mikrobial në procesin e kompostimit, është për shkak të baktereve (Poincelet (1977), Golueke (1977)). Popullimi i baktereve varet nga: *lënda e parë; kushtet e punës; korrigjimet e përdorura*. Corominas et al. (1987) [18], në studimin e tij për mikroorganizmat në kompostimin e mbetjeve bujqësore (agrikulturore), identifikoi specie që i përkisnin gjinisë *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthobacter* dhe *Alcaligenes*, të gjitha në fazën mezofilike. Megjithatë, llojet e grupeve ulen me rritjen e temperaturës (Carlyle dhe Norman,

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

1941; Finstein dhe Morris, 1974) [12;28]. Gjatë procesit të kompostimit, në temperaturë të lartë mbizotërojnë bakteret termofilike. Megjithatë, kur temperatura bie nën 40 °C, vihet re një ripopullim nga bakteret mezofilike, të cilat kanë qene jo-aktive gjatë fazës termofilike.

➤ *Aktinomicetet (Actinomycet)*

Actinomycetet i takojne rendit të Actinomycetaleve. Megjithëse ngjajnë me kërpudhat, ato formojnë micela të degëzuara (koloni), që lidhen më shumë me bakteret. Derisa procesi i kompostimit të sigurohet, aktinomicetet nuk janë të pranishëm në një numër të vlerësueshëm. Gjatë procesit të kompostimit, rritja e aktinomiceteve mund të vërehet midis ditës së pestë dhe të shtatë. Prania e tyre në një proces kompostimi vihet re nga ngjyra gri e perhimët, që shpërndahet përmes grumbullit të kompostit. Ngjyra gri e përhimtë nuk është mbizotëruese, për shkak të ndyshimeve gjatë procesit. Speciet e aktinomiceteve të gjinisë *Micromonospora*, *Streptomyces* dhe *Actinomyces* gjenden edhe në materialin e kompostimit. Këto specie mund të jenë sporoformuese dhe janë në gjendje të durojnë kushte të pafavorshme si: lagështinë. Actinomycetet, luajnë një rol të rëndësishëm në degradimin e komponentëve celulozike dhe të ligninës (Golueke, 1977).

➤ *Kërpudhat*

Kërpudhat shfaqen pothuajse në të njëjtën periudhë me aktinomicetet në procesin e kompostimit. Shumë prej kërpudhave identifikohen pas baktereve dhe aktinomiceteve në procesin e kompostimit (Kane dhe Mullins, 1973a,b) [48;49]. Speciet më të zakonshme për myqe janë *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, dhe *Chaetmonium*. Kufiri maksimal i temperaturës për aktivitetin e kërpudhave është 60°C (Chang dhe Hudson (1967), Finstein dhe Morris (1974) dhe Gray (1970)) [13;28;40]. Megjithatë, poshtë 60°C kërpudha termofilike mund të rikolonizojnë grumbullin e kompostimit. Kërpudhat rishfaqen në temperaturë nën 45°C.

➤ *Patogjenët*

Një nga kërkesat kryesore të tregut është prodhimi i kompostos pa praninë e patogjenëve, që mund të jenë të pranishëm në lëndën e parë të kompostimit. Gjatë procesit të kompostimit, si rezultat i rritjes së temperaturës, shkatërrohen patogjenët, për shkak se arrijnë pikën e vdekjes termike. Ndërsa, viruset ndalohen në 70 °C për 25 minuta. Ka një lidhje midis temperaturës dhe kohës për vdekjen e patogjenëve. Temperatura e lartë për një kohe të shkurtër, mund të jetë po aq efektive sa një temperaturë e ulët për një kohë të gjatë (Ranalli et al., 2001) [63].

1.1.2 Karakteristikat kimike gjatë zhvillimit të kompostimit

Studimet në lidhje me reaksionet kimike, që ndodhin gjatë procesit të kompostimit janë të kufizuara. Gjatë kompostimit rreth 50% e problemeve kanë të bëjnë me mineralizimin e plotë, duke prodhuar CO₂ dhe H₂O. Kjo vlen në mënyrë specifike për materialet lehtësisht të biodegradueshme si: proteina, celuloza dhe hemiceluloza. Disa nga materialet organike që prodhojnë mbetje organike, i referohen lëndës humike. Në studimet e kohëve të fundit janë përdorur teknika analitike të sofistikuar dhe kanë dhënë informacione të vlefshme mbi natyrën e

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

materialeve humike të prodhuara nga mbeturina të ndryshme, si edhe materiale të stadeve të ndryshme maturimi. Sasia e acidit humik (e shprehur në % të lëndës organike) ulet gjatë kompostimit. (Chefetz,1998a e b; Chen,1989; Proyenzano,1998) [14;16;62]. Ndryshimet e lëndës së parë që ndodhin gjatë procesit të kompostimit:

- Shtohen strukturat aromatike
- Shtohen strukturat fenolike
- Rritet raporti i strukturave karboksilike
- Strukturat alkilike qëndrojnë të pandryshuara ose zvogëlohen lehtësisht
- Strukturat O-alkil zvogëlohen
- Përqendrimi i aminoacideve zvogëlohet
- Përmbajtja e polisaharideve zvogëlohet

1.1.2.1 Përbërja kryesore: Karbon (C), Azot (N), dhe raporti C:N

Raporti fillestar dhe përfundimtar C:N, është i rëndësishëm për një kompostim efektiv, dhe kjo varet nga lënda e parë dhe procesi për prodhimin e produktit. Përmbajtja e azotit dhe karbonit janë kryesorë në procesin e kompostimit. Karboni siguron burimin parësor të energjisë, dhe azoti është i rëndësishëm për rritjen e popullsisë mikrobiale. Azoti gjendet në komposto, në formë organike dhe inorganike. Azoti organik është i pranishëm në proteina, ure, acide nukleike dhe në mbetje organike mikrobiale. Mikroorganizmat mineralizojnë azotin organik për të prodhuar forma inorganike, si amoniakun, nitrite dhe nitratet. Forma inorganike e azotit është e vlefshme, si lëndë ushqyese për bimët kur kompostoja përdoret në të mbjellat.

Proteinat, kalojnë përmes oksidimit enzimatik për të formuar përbërje aminike komplekse përmes një procesi të quajtur aminizim. Përbërjet aminike, mund të përdoren si material ndërtimi qelizor ose dekompozohen në produkte më të thjeshta dhe konsumohen. Sidoqoftë komponimet aminike mund të përdoren për të sintetizuar material të ri qelizor vetëm në qoftëse karboni që përmban është i mjaftueshëm. Në rast të kundërt përbërje të azotit të paqëndrueshëm grumbullohen në trajtë të amoniakut (Kjo varet nga pH dhe temperatura e grumbullit).

Komponimet aminike komplekse të formuara mund të sintetizohen nga mikroorganizmat ose të kalojnë një dekompozim shtesë mbi produktet e thjeshta. Reduktimi i përgjithshëm në kompleksitetin e përbërjeve aminike procedon nga proteoza në peptone e në aminoacide.

Lëndët e para organike, që do të përpunohen gjatë procesit të kompostimit mund të kenë raporte të ndryshme C:N. Ndonëse është e zakonshme, që raporti C:N të shprehet si funksion i përqendrimit total të C dhe të N, mund të mos jetë i përshtatshëm për të gjitha molekulat, për shkak të ndryshimeve gjatë biodegradimit dhe biodiversitetit të materialeve të ndryshme organike. Megjithatë, gjatë procesit të kompostimit, lëndë të ndryshme organike, e kanë raportin C:N nga 17 tek 78 (Nakasaki, 1992a,b) [55;56], por intervali më i dëshiruar është mes 25 dhe 35 (Hamoda 1998 and Jorba, 1983) [43;47]. Shqetësim në një raport të ulët C:N është humbja e amoniakut (NH₃) (Morisaki, 1989) [51], por në nivele të lartë mund ti paraprihet një shpejtësi e ulët e dekompozimit (Finstein et al,1986) [29]. Azoti është përbërësi kryesor i përbërësve aktivë metabolikë si aminoacidet, proteinat enzimat dhe pakëz përbërësve jo-proteinikë. Azoti nevojitet për rritjen e gjetes dhe të kërcellit dhe i jep bimës një ngjyrë të gjelbër të errët. Niveli i azotit të shtuar në tokë është i rëndësishëm pasi ai ndikon në thithjen nga bima të ushqyesve të tjerë si

fosfori dhe natriumi. Azoti është gjithashtu shumë i rëndësishëm nga këndvështrimi i ushqyerjes pasi ai rrit sasinë e proteinave në disa ushqime dhe drithëra.

1.1.2.2 Elementë të tjerë

Fosfori

Elementë të tjerë, që janë të pranishëm në lëndët e para të kompostimit mund të ndikojnë në procesin e kompostimit, në cilësinë e tij dhe në mbarëvajtjen e tij. Përqindja e fosforit do të rritet, sepse volumi i masës është zvogëluar. (E njëjta gjë ndodh dhe me kaliumin) Në krahasim me mbetjet e tjera, mbetjet bujqësore kanë përmbajtje fosfori të mjaftueshëm, për një kompostim efektiv. Sasi të fosforit, azotit dhe kaliumit në materialin përfundimtar, janë të rëndësishëm për përcaktimin e cilësisë të produktit të kompostimit, sepse janë nutrientët kryesorë për rritjen e bimësisë. Megjithatë raporti karbon:fosfor (C:P) midis 100-200 është i dëshirueshëm. Përmbajtja e fosforit dhe raporti C:P mund të ndryshojë në varësi të burimeve të lëndëve të para. Duke u bazuar në hipotezën, që gjatë kompostimit ndodh humbja e karbonit, ndërsa fosfori nuk humbet për shkak të volatilitetit. Sasia e fosforit, pritet të rritet që në fillim të kompostimit. Këto efekte shfaqen kur kompostimi përmban 0,2-0,7% fosfor. Fosfori është komponent strukturor i të gjithë membranave të kloroplasteve dhe mitokondrive. Ai gjithashtu luan një rol të rëndësishëm në transformimin e energjisë dhe proceseve metabolike në bimë. Fosfori i ndihmon bimët të jenë më rezistente ndaj thatësirës. Ai përshpejton pjekurinë e bimës, ndihmon në formimin e farave dhe frutave si dhe stimulon rritjen e rrënjës.

Natriumi

Natriumi gjithashtu luan një rol të rëndësishëm në ruajtjen e organizimit qelizor përmes rregullimit të përshkueshmërisë së membranës qelizore. Ai aktivizon enzimat në metabolizmin e proteinave dhe karbohidrateve. Natriumi gjithashtu zhvillon rezistencën e bimëve përkundrejt kërpudhave dhe sëmundjeve bakteriale. Natriumi rrit rezistencën e bimëve ndaj sëmundjeve. Ai gjithashtu rrit sasinë e lëndës/ tultit sikurse ndihmon në rritjen e frutit dhe rrënjëve-perime.

Kalciumi

Kalciumi është përbërës i murit, një aktivizues i enzimave të ndryshme të bimës dhe i domosdoshëm për membranën qelizore. Ai përmirëson përfundimin e ushqyesve të tjerë të bimës, veçanërisht azotin, dhe elementët gjurmë të cilët korrigjojnë pH e tokës.

Magnezi

Magnezi është përbërës i klorofilit dhe kromozomit. Ai gjithashtu funksionon si katalizator për enzimat dhe rregullon thithjen e azotit dhe fosforit nga toka.

Squfuri

Squfuri nevojitet për sintetizimin e substancave që përmbajnë sqfur, sikurse aminoacidet dhe proteinat, si dhe rrit përmbajtjen e vajit në bimët me përmbajtje vajore. Ai përmirëson rritjen e rrënjëve dhe stimulon formimin e farave.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Elementë gjurmë

Roli i elementëve gjurmë është po aq i rëndësishëm në rritjen e bimës sa ai i elementëve primarë edhe pse në sasi shumë të vogla. Elementët gjurmë funksionojnë si katalizatorë, ose shumë të lidhur me proceset katalitike, për aktivitetin e enzimave ose procesin oksidues-reduktues.

Metalet e rënda

Metalet e rënda, luajnë një rol të rëndësishëm në përcaktimin e cilësisë së kompostimit. Tabela 1.1 paraqet nivelet e pranueshme të metaleve të rënda sipas standardit Shqiptar. Vlerat e metaleve të rënda varen nga përpunimi i lëndëve të para. Për shkak të mineralizimit dhe një reduktimi në përmbajtjen organike sasia aktuale e metaleve të rënda ulet gjatë kompostimit. Kjo tregon se ndonëse lëndët e para origjinale mund të kenë nivele të pranueshme të metaleve të rënda, përqendrimi në kompostimin përfundimtar mund të tejkaloj nivelet standarde.

Tabela 1.1 Normat e metaleve të rënda sipas standarteve Shqiptare për kompostin (mg/kg)

| Metalet e rënda | Norma Shqiptare |
|------------------------|------------------------|
| Cd | 1.2-4 |
| Cr | 50-750 |
| Cu | 60-1200 |
| Pb | 120-1200 |
| Hg | 0.3-25 |
| Ni | 20-400 |
| Zn | 200-4000 |

1.1.2.3 Përqendrimi i joneve hidrogjen (pH)

Matja e pH të një mostre ka rëndësinë e vet. Nuk është një procedurë e lehtë dhe e thjeshtë. Matja e pH aktual është shumë i ndjeshëm ndaj përmasave dhe përgatitjeve të mostrës. Gjatë leximit të pH për mostra të krahasueshme mund të merren një sërë vlerash, prandaj përdoren procedura standartizimi, vrojtimi dhe hollimi. Megjithatë, procesi i kompostimit nuk është shumë i ndjeshëm ndaj pH, pasi shumica e mikroorganizmave janë rezistentë në pH 6.5-8.5. Ndonjëherë për shkak të natyrës buferike të materialit të kompostimit mund të tolerohen shume vlera fillestare të pH. Gjatë fazave të para të kompostimit, pH zakonisht bie gjatë prodhimit të acideve organike. Megjithatë, gjatë zhvillimit të kompostimit, pH kthehet në neutral, ndërsa këto acide konvertohen në metan dhe dioksid karboni. pH i materialit përfundimtar është alkaline (pH 7.5-8.5).

1.1.2.4 Përcjellshmëria elektrike

Niveli i kripërave mund të jetë një problem serioz gjatë përdorimit të kompostos. Përcjellshmëria elektrike, është term teknik, që tregon se sa i kripur është materiali. Përcjellshmëria elektrike është një parametër i rëndësishëm, sepse përdorimi pa kriter i plehrave organikë, të pasur me kripëra të tretshëm, mund të shkaktojë dëme në bimë dhe tokë. P.sh. përdorimi i plehrave organikë me përcjellshmëri elektrike të lartë në zonën e rrënjëve mund të

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

shkaktojë probleme në përthithjen e ujit nga bima, pra e dehidraton. Kjo gjë shkakton rënien e gjetheve, që çon në reduktimin e rritjes ose vdekjen e bimës. Përdorimi i kompostos me përcjellshmëri elektrike të lartë, në një tokë me vlerë të lartë përcjellshmëri elektrike, mund të rrisë presionin osmotik në tokë, duke shkaktuar dehidratim të bimës. Përdorimi i kompostos me vlerë të lartë përcjellshmëri elektrike, në tokë me vlerë të ulët të saj, mund të ekuilibrojë nivelin e përcjellshmërisë elektrike, duke përmirësuar strukturën e tokës. Përcjellshmëria elektrike, tregon sasinë e kripërave të tretshme të pranishme në përzierjen e kompostos, duke përdorur një raport me 1:5 (komposto:ujë). Meqë kripërat e tretura përcjellin elektricitet, shprehen në termat e përcjellshmërisë elektrike të supernatantëve. Niveli i kripërave të tretshme në komposto, duhet të jetë midis 1 dhe 10 mmhos / cm ($1\text{dS/m} = 1\text{mmho/cm}$). Elektrodat e ndotura ose flluskat e ajrit, ndikojnë në saktësinë e matjes. Kur vlera e përcjellshmërisë elektrike del më e vogël se 1 mS/m, mund të ketë ndikuar në matjen e dioksidit të karbonit ose të amoniakut. Vlerat e matura të përcjellshmërisë elektrike në varësi të kohës (të shprehur në ditë), paraqiten në grafikët e mëposhtëm. Tabela 1.2 paraqet ndjeshmërinë e të mbjellave nga përcjellshmëria elektrika. Në tregun e kompostove, është e rëndësishme njohja e potencialit të produktit të përdorur. Tabela 1.3, paraqet konduktivitetin elektrik të kompostove të ndryshme, të përcaktuar nga kërkues shkencorë të ndryshëm. Çfarë mund të bëjmë nëse komposto ka vlerë të lartë konduktiviteti? Në qoftë se lënda e parë ka vlerë të lartë konduktiviteti elektrik, kërkohet përzierje me agjentë ndihmës, që kanë vlerë të ulët kripe ose një lëndë tjetër me përmbajtje të ulët kripe. Nëse fermerët vendosin të përdorin komposto me vlerë të lartë kripe, në të mbjella pak tolerante ndaj kripërave, mund të ulen vlerat e kripës në komposto. Kjo mund të arrihet, duke larguar kripërat nga komposto me shpëlarje ose hollim të kompostos me një produkt me vlerë të ulët kripe.

Tabela 1.2 Reagimi i të mbjellave ndaj salinitetit

| Përcjellshmëria elektrike dS/m, 25C | Reagimi i të mbjellave |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 0-2 | Efekte të papërfillshme |
| 2-4 | Ndikon në prodhimtarinë e të mbjellave të ndjeshme |
| 4-8 | Ndikon në prodhimtarinë e shumicës së të mbjellave |
| 8-16 | Të mbjellat tolerante ndaj kripërave mbështesin prodhimtarinë |
| >16 | Vetëm të mbjellat shumë tolerante vazhdojnë prodhimtarinë |

Burimi: European Commission, 2001

Tabela 1.3 Përcjellshmëria elektrike për komposto të ndryshme

| Komposto | Përcjellshmëria elektrike dS/m | Referenca |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Mbetje kopshti | 1.1 – 1.9 | Campbell dhe Tripepi, 1991 |
| Llumi i fabrikës së letrës | 1.49 – 1.67 | Evanylo dhe Daniels, 1999 |
| Mbetje kafshësh | 3.62-3.65 | Gonzalez 1989 |
| Mbetje urbane | 7-12 | Villar 1993 |
| Mbetje bashkiake dhe biosolide | 6.7 | Ozores-Hampton 2002 |
| Lëvore pishe | 1.6 | McLachlan 2004 |
| Mbetje kopshti dhe gjethe | 3.5 | McLachlan 2004 |
| Mbetje bashkiake | 12 | McLachlan et al., 2004 |
| Kërpudha | 12 | McLachlan et al., 2004 |

1.1.2.5 Raporti respirator

Kompostimi është kryesisht një proces oksidimi ku konsumohet O₂ dhe prodhohet CO₂. Si pasojë e monitorimit të këtyre gazeve gjatë procesit të kompostimit, janë marrë të dhëna të besueshme për aktivitetin e tij. Përgjithësisht studimet tregojnë një raport 1:1 midis konsumit të O₂ dhe prodhimit të CO₂, por meqë CO₂ mund të prodhohet nga kushte anaerobike dhe aerobike, vetëm matja e tij nuk është një e dhënë e mirë e aktivitetit të kompostimit. Në anën tjetër, matja e konsumit të O₂ është një parameter i përshtatshëm për monitorimin e procesit të kompostimit. Megjithatë, nivelet e O₂ dhe CO₂ maten zakonisht në dalje nga grumbulli i kompostimit. Konsumimi i O₂ dhe akumulimi i CO₂ janë treguesit më të rëndësishëm, në kushte qoftë aerobike ose anaerobike. Kështu që, gjatë zbatimit mund të largohet një nivel minimal O₂ prej 5% ose 10%, vecanërisht kur kufizohen vlerat e shpërhapjes së O₂. Lidhja midis formimit të CO₂ dhe kapjes së O₂ ndonjëherë i referohet koeficientit të ajrimit. Vlera e koeficientit të ajrimit për procesin e kompostimit është rreth 0.9 (Hoitink, 1993) [46].

1.1.3 Karakteristikat fizike gjatë kompostimit

Megjithëse procesi i kompostimit është një proces biokimik, ajo ndikohet edhe nga faktorët fizik, si përmbajtja e lagështirës dhe madhësia e grimcave. Këto parametra ndryshojnë gjatë procesit të kompostimit, ndikojnë në cilësinë e kompostos dhe në kohën e nevojshme, që produkti të arrijë maturimin. Karakteristikat fizike të përbërësve të kompostos, duhet të merren në konsideratë kur zhvillohet një komposto.

Poroziteti është një masë e hapësirës së ajrit brenda kompostos dhe influencon në rezistencën e kalimit të ajrit përmes grumbullit. Në qoftëse, poret mbushen me ujë për shkak të sasisë së lartë të lagështirës, rezistenca ndaj kalimit të ajrit rritet, më pak oksigjen dhe fillon të dominojë aktiviteti anaerobik. Poroziteti sigurohet nga një përzierjeje uniforme e materialit, që siguron hapësira dhe lagështinë e duhur. Pjesëzat e mëdha janë të dëshirueshme për të nxitur rrjedhjen e ajrit, por ato gjithashtu zvogëlojnë sipërfaqen e grimcave; për shkak se pjesa më e madhe e aktivitetit mikrobial ndodh në sipërfaqen e tyre.

Struktura i referohet mundësisë që kanë pjesëzat për ti rezistuar kompaktit dhe sedimentimit. Gjatë procesit të kompostimit, është një faktor kryesor në stabilizimin e ruajtjes së porozitetit. Struktura është e rëndësishme, sepse edhe pse një përzierje mund ti ketë të gjithë komponentët e nevojshëm, mund të mos jetë në gjendje të bëjë një kompostim të shpejtë. Në qoftëse, grumbulli prish hapësirat ku kalon ajri ndërkohë që materiali po dekompozohet, procesi i kompostimit ngadalësohet. Materialet, që kanë një aftësi të lartë thithëse tentojnë të kenë një strukturë më të mirë, se sa materialet që kanë aftësi të ulët thithëse. Përmasa ideale e pjesezave të materialit të kompostos, duhet të jetë një kompromis ndërmjet rritjes së porozitetit, rritjes së sipërfaqes dhe rritjes së strukturës.

1.1.3.1 Përmbajtja e lagështirës

Përmbajtja e lagështirës është një kriter kritik për të pasur një kompostim optimal. Të dhënat për lagështirën optimale për një gamë të gjërë mbetjesh organike, janë përmbledhur nga

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Regan dhe Jeris (1970) me vlerat nga 25-80%. Ndryshimet në lagështi ndikohen nga lënda e parë dhe metoda e kompostimit. Uji është një tjetër komponent i rëndësishëm për mbijetesën e mikroorganizmave dhe i nevojshëm për zhvillimin e reaksioneve kimike. Përmbajtja e lagështirës për kompostimin në kushte aerob rekomandohet të jetë 40 – 60 % (Snell, 1957; Finstein et al (1983)) [77;30]. Poshtë 15% lagështi, aktiviteti mikrobial merr fund plotësisht. Lagështia duhet të monitorohet gjatë procesit, për ta ruajtur atë dhe për të patur një porozitet të mjaftueshëm. Përmbajtja e lagështirës zakonisht bie gjatë periudhës së kompostimit, dhe duke pasur parasysh dhe kushtet klimatike, mund të ketë nevojë dhe për të shtuar ujë. Një tjetër ndikim në sasinë e lagështirës ka edhe lloji i materialit të përdorur në komposto. Nga ana tjetër, lagështia mbi 60% parandalon difuzionin e O₂ tek mikroorganizmat, dhe e çon përzierjen e kompostos në kushte anaerobe.

Në tabelën 1.4, paraqiten të dhënat standard sipas Standardid European. Rezultatet e eksperimenteve të kryera të paraqitur në kapitujt e tjerë janë krahasuar me këtë tabelë.

Tabela 1.4 Karakteristikat fiziko-kimike të kompostos së prodhuar, sipas standardid European

| Lagështi (%) | Materiali organik (%) | C (%) | N (%) | Raporti C/N | pH | PE mS/cm | P (%) | Ca (%) | Mg (%) | Fe (%) |
|--------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 47-66 | 84.15-89.1 | 40.5-51.5 | 2.14-3.74 | 11.9-19.5 | 6.5-8.5 | 1.57-4.1 | 0.18-0.52 | 3.17-14.3 | 0.3-0.61 | 0.5 |

1.1.3.2 Madhësia e grimcave

Një element tjetër fizik, i rëndësishëm në procesin e kompostimit është madhësia e grimcave. Kjo nuk ndikon vetëm në ruajtjen e lagështirës, por edhe në hapësirën dhe porozitetin e përzierjes së kompostimit. Ajri i lirë ideal për një kompostim optimal është 32-60%. Jeris dhe Regan (1970), llogaritën këtë rezultat duke përdorur materiale të ndryshme me densitete e përmasa të ndryshme, ku përcaktohet lidhja midis lagështirës dhe kapjes së oksigjenit. Fermor (1993) [25], përcaktoi një vlerë të përafërt 30%. Ekzistojnë metoda të ndryshme për përcaktimin e madhësisë së grimcave në përzierje.

1.1.3.3 Procesi i mineralizimit

Një nga objektivat kryesorë, të procesit të kompostimi aerobik është transformimi i mbetjeve organike të pastrueshme, në dhe të qëndrueshëm. Gjatë këtij procesi, përmirësohen përbërësit fizikë të dheut, rritet kapaciteti buferik i dheut, pasurohen me nutrientë bimët, rritet kapaciteti ujëmbajtës i dheut, i cili çon në rritje mikrobiale. Në termodinamikën e thjeshtë, kompostimi konsiderohet një kompozim i ujit, lëndëve organike dhe inorganike. Sasia e ujit në një mostër përcaktohet nga metoda të përshtatshme tharëse, kurse fraksionet organike dhe inorganike përcaktohen nga procesi i djegies. Fraksioni organik digjet dhe volatizohet duke lënë si mbetje hi, që konsiderohet si fraksion inorganik. Fraksioni i djegies, ndonjëhere referuar lëndëve të ngurta volatile, është një tregues i mirë i përmbajtjes organike. Vlerat për substancat volatile të treguara për operationet e kompostimit tregtare ndryshojnë nga 23.2-85.7% dhe varen nga tipi i lëndëve të papërpunuara, ndonëse vlerat mes 55-88% janë shumë të zakonshme.

1.2 Përse të kompostojmë?

Kompostimi është një menaxhim alternativ dhe eficient i mbetjeve organike. Kompostimi mund të kërkojë kohë dhe pak mund, por është shumë i përshtatshëm dhe ekonomik për të gjithë ata që jetojnë apo ushtrojnë veprimtari. Kompostimi, ofron përfitime me interes për shëndetin, mbrojtjen e mjedisit dhe ka ndikime pozitive nga pikëpamja ekonomike. Në zona, të cilat ka shumë prodhim të materialeve të kompostueshme, sasia e mbetjeve që përfundojnë në fushë depozitë rritet shumë, e për rrjedhojë rritet edhe kontributi financiar nga ana e pushtetit vendor për ti menaxhuar këto mbetje. Mbetjet organike kanë vlerë për ushqyesit dhe materialin organik, që mund të përftohet prej tyre përmes procesit të kompostimit. Veç kësaj, me trajtimin e këtyre mbetjeve jo vetëm riciklojmë, por kontribuojmë dhe zvogëlojmë sasi të që përfundojnë në fushë depozita. Përdorimi i kompostit nga mbetje organike agro-pyjore: përmirëson strukturën e tokës; përmirëson hapësirat ndërmjet poreve të tokës; rrit aftësinë ujë mbajtëse të tokës; ofron furnizim më të mirë me ujë të të korrave; rrit diversitetin e mikroorganizmave; krijon shumëllojshmëri të proceseve bio-kimike; rrit aftësinë për neutralizimin e pH dhe ndotësve; mundëson ruajtjen dhe shkëmbimin e mikro ushqyesve.

1.3 Pleh kimik apo pleh organik/ komposto

Në praktikën aktuale, ne përdorim plehun kimik për të përmbushur kërkesat e bimëve për ushqyes, i cili ka një ndikim të konsiderueshëm në tokë dhe basenet ujore. Kripëzimi i tokës është një nga kërcënimet kryesore që vjen nga përdorimi i tepërt i plehrave kimike. Plehrat kimike kanë një ndikim serioz në:

- humbjen e pjellorisë së tokës (duke reduktuar kështu prodhimin e ushqimit)
- përdorimin vetëm të 20 - 30% të ushqyesve nga ana e bimëve, dhe pjesa tjetër ose avullon ose kalon në basenet ujore
- ndotjen e ujërave sipërfaqësore dhe nëntokësore
- shkatërrimin e jetës ujore
- reduktimin e burimit kryesor të proteinës për përdorim njerëzor
- humbjen e biodiversitetit në tokë dhe në ujë;
- ngrohjen globale dhe hollimin e shtresës së ozonit në rastet kur ushqyesit formojnë gaze që avullojnë në atmosferë
- kripëzimin e tokës (ata ose janë sterilë ose kanë mungesë mikrobiologjike)

Plehu organik mund të ofrojë përfitime me interes për shëndetin dhe mbrojtjen e mjedisit; gjithashtu në shumë raste, është provuar se ka ndikime pozitive mbi ekonominë rurale. Sistemi i bujqësisë organike karakterizohet nga prodhimi sasior i pranueshëm, nga vlera të larta ushqimore, nga përdorimi pak ose aspak i plehrave kimike e pesticideve, nga shtimi i larmisë biologjike të bimësisë e të kafshëve, nga ruajtja e strukturës së tokës dhe e mikroorganizmave të saj, nga zvogëlimi i shpëlarjes së mineraleve të tokës, nga ruajtja e përqendrimit të lëndëve organike në tokës. Ky sistem mbështet ekuilibrin natyror të prodhimit, duke zbatuar metodat atyrore të mbrojtjes, si dhe përdorimin e plotë të burimeve natyrore dhe të atyre ripërtëritëse. Bujqësia organike është burim i rëndësishëm i prodhimit të produkteve organike, të cilët kanë veti të mira ushqyese dhe vlera biologjike. Ato mund të prodhohen edhe në kushtet e sistemit të një bujqësie

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

natyrore ose të një bujqësie të integruar, por garancia e plotë për prodhimin e produkteve bujqësore bioorganike mund të sigurohet nga ekonomitë bujqësore që përdorin metodat dhe teknikat e një bujqësie organike. (Zissi M. dhe Buci A.) Sistemi i bujqësisë organike synon kultivimin e rritjen e bimëve, duke përdorur mbetjet organike bimore, shtazore dhe mbeturinat e tjera të fermës, me qëllim që të sigurojë ushqim për bimët e prodhim të qëndrueshëm në një mjedis ekologjik jo të ndotur. Numri i fermave organike në Shqipëri është 116 nga 90 ferma që ishin në vitin 2009 dhe sipërfaqja e certifikuar bio është 18293 ha në vitin 2011 nga 13,700 ha në vitin 2009. Në vitin 2007, nuk ka pasur regjistër të këtyre fermave dhe të dhënat datojnë që nga viti 2009. Fermat organike janë të shpërndara në zonat me një bujqësi të zhvilluar (zonat e ulta të Durrësit, Tiranës, Vlorës, Fierit, Kavajës, Lushnjës), por edhe në zonat e larta me një prirje për bimë të veçanta si: (Korça, Skrapari, Pogradeci, Kruja). Përdorimi sa më i pakët i plehërave kimike dhe i pesticideve në bujqësi, mbron tokën bujqësore nga ndotja me substanca të rrezikshme. Bujqësia organike përfshin masa për të kufizuar përdorimin e plehërave kimike dhe pesticideve të rrezikshme, për t'i zëvendësuar ato me produkte më pak të rrezikshme. Përdorimi i plehut organik është akoma në shifra të ulët në krahasim me plehun kimik, prandaj duhet të punohet në këtë drejtim.

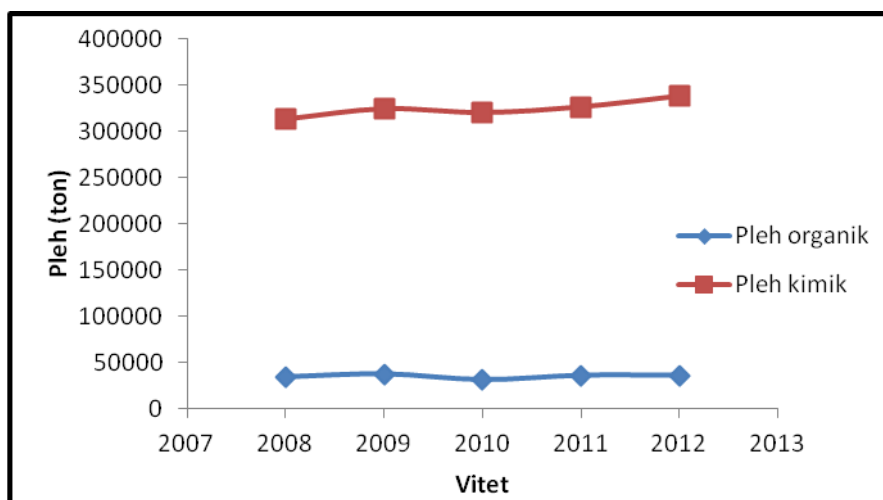


Figura 1.2 Lloji i plehut të përdorur (ton)

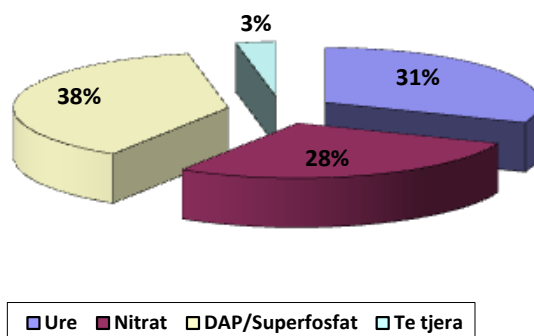


Figura 1.3 Përdorimi i plehrave kimike, për vitin 2012

Burimi: Vjetari statistikor 2012, Ministria e Bujqësisë, Ushqimit dhe Mbrojtjes së Konsumatorit

1.4 Kompostimi, një sistem operimesh

Një sistem kompostimi është një strukturë veprimesh të veçanta, që së bashku prodhojnë nga lëndë të papërpunuara produkte kompostojë. Bllokskemë teknologjike e një sistemi kompostimi jepet në figurën 1.4. Gjithashtu, një sistem përfshin infrastrukturën siç janë ndërtesat, pajisjet dhe shërbimet. Sistemi i kompostimit, përfshin operacione bazë dhe ndihmëse. Operacioni bazë është transformimi biologjik gjatë kompostimit (fermentimi). Operacionet ndihmëse përfshijnë: marrja, kontrolli, klasifikimi, ndarja dhe magazinimi i lëndës së parë, bluarja ose zvogëlimi i masës, përzierjen, konservimin, magazinimin e produktit, paketimin dhe transportin. Jo të gjitha operacionet e përmendura janë të nevojshme. Bluarja, përzierja, shoshitja, trajtimi i aromave të padëshiruara, dhe konservimi janë operacionet më të zakonshme.

Bluarja shpejton procesin e kompostimit, duke zvogëluar përmasat e thërmijave. Bluarja është një operacion i nevojshëm për lëndët drusore, kashtën, lëndët e përziara, gjethet, bimësinë dhe ushqimin (Richard, 1992) [67]. Kur dy ose më shumë materiale të ndara kompostohen bashkë, përzierja e lëndëve të mëparshme në kompostim zë një vend të rëndësishëm. Lëndët gjatë përzierjes krijojnë një përzierje homogjene.

Shoshitja përdoret për të larguar thërmijat me përmasa të mëdha (p.sh. gurë, ashkla) nga kompostoja e përfunduar, për të përmirësuar formën dhe performancën e saj. Shoshitja mund të mos jetë e nevojshme, në qoftë se lëndët nuk përmbajnë thërmijave të mëdha ose janë të tolerueshme (Richard, 1992). Thërmijat e mëdha, zakonisht janë të pranueshme për komposton që përdoret për kontrollin e erozionit, dhe shumë aplikime të tokës. Ky process kalon në njesitë e trajtimit fiziko-kimik ose biologjik (Haug, 1993; Stentiford, 1996) [44;80].

Fermentimi (Thartimi) është një fazë e mëvonshme e kompostimit, në të cilën normat e dekompozimit ulen me një shpejtësi të vogël dhe pjekuria e kompostit në temperaturë më të ulët se ajo mezofilike ($<40^{\circ}$) (Haug, 1993). Mbas maturimit të kompostos, rritet prodhimi i nxehtësisë dhe nevoja për O_2 . Kufiri midis kompostos aktive dhe ruajtjes është e vështirë të vendoset. Pika në të cilën kompostoja aktive përfundon dhe ruajtja fillon, përcaktohet nga temperatura ose koha. Metoda më e intensive dhe më e shtrenjtë e kompostimit, është metoda në enë të mbyllur (reaktor), nga ajo në mjedis të hapur me grumbuj statik dhe grumbuj të ajrosur. Metoda e parë, izolon materialet nga mjedisi dhe kap aromat e pakëndeshme.

1.5 Karakterizimi i metodave të kompostimit

Metodat e kompostimit krijojnë kushtet për mikroorganizmat, për të konvertuar lëndët e para në komposto. Metoda, tregon se si materialet e kompostimit ajrosen, mbahen dhe lëvizin përmes sistemit. Ka shumë mënyra për të karakterizuar metodat e kompostimit, duke përfshirë gradën e përmbajtjes, menyrën e ajrimit (pasiv ose i detyruar), përdorimin e përzierjes (statik ose rrotullues), dhe progresioni fizik i materialeve përmes procesit të kompostimit (periodik ose i vazhduar).

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

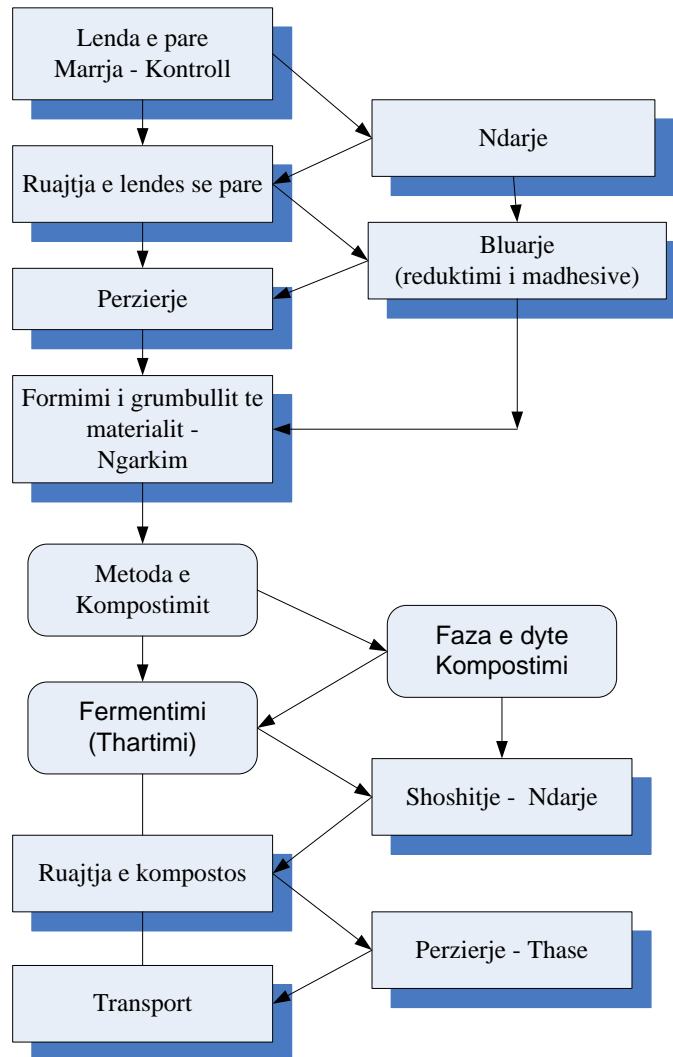


Figura 1.4 Blokskemë teknologjike e një sistemi kompostimi tipik

Për shkak të kostos dhe menaxhimit, metodat e kompostimit janë kategorizuar gjerësisht nga përmbajtja fizike ose jo e materialeve të kompostimit. Në mënyrë tipike janë përdorur dy kategori (Stentiford et al, 1987) [81]:

- 1) Metoda "të hapura"
- 2) Metoda "të mbyllur" (në enë ose reaktor)

Dallimi midis kompostimit "të hapur" dhe "të mbyllur" nuk është i madh.

1.5.1 Metodat e kompostimit në mjedis të hapur

Në metodat të konsideruara të hapura, materialet kompostohen në formë grumbujsh. Procesi i kompostimit mund të ndodhë jashtë në mjedis të hapur ose brenda një ndërtese të caktuar. Shembuj të këtij lloji kompostimi përfshijnë, grumbuj materialelesh statik me ajrim pasiv dhe grumbuj statik me ajrim të detyruar.

1.5.1.1 Metoda me rrotullim e grumbujve të materialeve

Kjo metodë, është metoda më e përdorur dhe mund të merret si krahasuese me metodat e tjera (Hay, 1996) [45].



Figura 1.5 Lehtësia e kompostimit të grumbujve me rrotullim

Grumbujt e materialeve ajrosen në mënyrë pasive: difuzion, erë dhe konveksion. Për të kryer ajrim pasiv, grumbujt e materialeve vendosen në formë të rregullt. Rrotullimi kryhet me kova ose makineri të vecanta. Praktikisht, numri i rrotullimeve varion nga 3 ose 4 rrotullime për 6 - 12 muaj deri në 40 rrotullime në një periudhë 2 mujore. Rrotullimi përzien lëndët e para; homogjenizon materialet, ajros vargun, çliron gazra dhe nxehësi; shpërndan ujin, nutrientët dhe mikroorganizmat gjatë gjithë materialit; shkrifton materialet, duke rritur porozitetin, duke ulur densitetin e masës dhe duke bërë më shumë efektiv ajrimin pasiv. Efekti më i dëshirueshëm i rrotullimit varet nga lëndët e para dhe stadet e kompostimit. Si pasojë e rrotullimit me frekuencë të shpeshtë, efekti mund të jetë i vogël. Grumbujt e materialeve menaxhohen sipas qëllimeve dhe përparësive të menaxhereve dhe operatorëve të aftë (Golueke, 1982) [38]. Si rrjedhim, në disa sisteme grumbujt rrotullohen, kur operatorët kanë kohë dhe kur koha është e mirë. Një strategji tjetër është për të rrotulluar grumbullin, duke u bazuar tek temperatura. Për shembull një varg mund të rrotullohet kur temperatura ulet ose ngrihet, për vlera të keshillueshme ose në qoftë se temperatura rritet në mënyrë të qëndrueshme për disa ditë.

Kjo strategji menaxhuese tregon ndjeshmërinë e rrotullimit të përditshëm cdo 2 ditë gjatë 2-3 javëve të para të kompostimit, e ndjekur nga një rrotullim javor për 6-8 javë të tjera. Përsëri, drejtimi i grumbullit ndryshon shumë për shkak të burimeve, lëndëve të para dhe filozofite drejtuese. Rrotullimi me një hamall mund jetë harxhim kohe. Dimensionet e vargut, pajisjet e rrotullimit dhe karakteristikat e pozicionit, ndryshojnë në bazë të lëndës së parë. Grumbujt janë 1 – 5 m të lartë dhe 4 – 7 m të gjerë. Vargjet më të gjata se 5 m janë të pavlerë, sepse ato janë të vështirë të ajrosen dhe gjithashtu rritet rreziku i zjarrit nga oksidimi spontan. Disa herë janë përdorur dhe grumbuj më të mëdhenj, por rritet dhe rreziku i aromave të këqija. Metoda e rrotullimit është një trajtim i thjeshtë dhe i ndjeshëm. Një nga disavantazhet është që hapësira për aktivitetin e rrotullimit zë një sipërfaqe të madhe dhe për këtë janë shumë të shtrenjtë, për t'u vendosur brenda një ndërtese. Një disavantazh i dytë, është që kushtet aerobike nuk janë gjithmonë të qëndrueshme. Rastësisht grumbujt janë anaerobikë dhe përmbajnë aroma të keqija në brendësi. Si pasojë aromat e këqija formohen gjatë rrotullimit.

1.5.1.2 Metodatat e përdorimit të ajrimit pasiv në grumbullin e qëndrueshëm

Metoda me ajrim pasiv është një trajtim i përdorur për dekompozim të ngadalshëm të lëndëve të para si: gjethet e rëna, lëvozhga druri, ashkla dhe disa mbetje bujqësore. Lëndë të ndryshme mund të kombinohen dhe përzihen për të rregulluar lagështirën, porozitetin, densitetin e masës dhe raportin C:N. Shpesh rrotullimi kryhet vetëm kur grumbujt që lëvizin brenda vendodhjes. Cdo rrotullim zvogëlon kohën e nevojshme për prodhimin e kompostos. Grumbujt duhet të rrotullohen të paktën një ose dy herë gjatë ciklit të kompostimit. Madhësia e madhe e grumbullit ruan nxehtësinë dhe lagështirën, duke lejuar dekompozimin të vazhdojë në mënyrë të qëndrueshme, por më ngadalë. Për të ruajtur kushtet aerobe është një sfidë, sepse varet nga lëvizja e ajrit të lirë. Difuzioni i O₂ dhe lëvizja e ajrit kufizohen nga masa e madhe e materialeve kompakte. Sidoqoftë, përqendrimi i O₂ brenda grumbullit zvogëlohet shumë. Grumbujt mund të mbahen të vegjël dhe porozë, për të ruajtur kushtet aerobe. Aromat e rënda nuk janë një problem për këto materiale, për shkak të shkallës së ulët të dekompozimit. Megjithatë, aromat mund të jenë më të forta kur zhvendosen grumbujt. Grumbujt e qëndrueshëm janë të përshtatshëm për materialet të cilët janë të prirur për t'u dekompozuar shpejt si: bari i kositur, biosolidet, mbetje ushqimesh dhe mbetjet organike (Soliva, 2001) [78].



Figura 1.6 Material i ajrosur në mënyrë pasive në hambar të mbuluar

Nën kushtet anaerobe, këto materiale prodhojnë aroma dytësore, që mund të përhapen në distanca të konsiderueshme, vecanërisht në qoftë se grumbulli lëvizet. Faktorët kryesorë, që ndikojnë në metodën e ajrimit pasiv janë koha, lagështia dhe hapësira. Mënyra më efektive për ajrimin pasiv është krijimi i një mjedisi kompostimi poroz. Sidoqoftë, për të rritur lëvizjen e ajrit dhe për të përmisuar prodhimin e O₂, përdoren disa mjete ndihmëse, siç janë tubat (të cilët vendosen paralel me njëri tjetrin mospërmas vargut) dhe ajrimi natyral i grumbullit statik (hapësira me ajër). Katër janë veçoritë kryesore që ndikojnë në këtë metodë: përzierja; sistem shpërndarje për lëvizjen e ajrit pasiv; shtresë bazë e një materiali thithës të qëndrueshëm si kashta apo komposti; shtresë e jashtme e një materiali të ashpër të qëndrueshëm që ruan nxehtësinë, lagëshinë, aromat e këqija.

1.5.1.3 Metodatat e përdorimit të ajrimit të detyruar në grumbullin e qëndrueshëm

Metoda e ajrimit të detyruar të grumbujve të qëndrueshëm është zhvilluar në 1970. Ajrimi i detyruar është përdorur për përmirësimin e ajrimit duke ulur kohën e përpunimit dhe reduktuar aromat e këqija të lidhura me kompostimin biosolid (Goldstein and Gray, 1999) [35]. Metoda e ajrimit të detyruar të grumbullit të qëndrueshëm kryhet me anë të ventilatorëve. Ajrimi i detyruar siguron O₂, freskon grumbujt dhe largon avujt e ujit, CO₂ dhe produkte të tjera të dekompozuar (Finstein et al., 1986 & 1987; Haug, 1993) [29;31;44]. Komponentët e një grumbulli të qëndrueshëm të ajrosur përfshijnë rrjetin e shpërndarjes së ajrimit, shtresën poroze, materialet e kompostimit, shtresën e jashtme të materialit të qëndrueshëm, shpërndarjen e ajrit dhe sistemet e kontrollit. Rrjeti i shpërndarjes së ajrit gjendet poshtë grumbullit. Janë përdorur teknika të ndryshme prodhimi, por më e zakonshme është PVC ose tuba polietileni. Materialet porozë ndihmojnë në parandalimin e ngjitjes dhe shpërhapjes së ajrit në vrime. Përzierja e lëndëve mbulohet me një shtresë materiale të qëndrueshme, zakonisht kompostojë. Kjo shtresë e jashtme izolon grumbullin, largon mizat dhe insekte të tjera nga lëndët, dhe ndihmon ruajtjen e aromave, NH₃ dhe ujë. Ekzistojnë kombinime të ndryshme të strategjive të kontrollit dhe ajrimit, dhe konfigurim pajisjesh. Grumbujt mund të ajrosen nga ventilatorë individual gjithsecili i ndezur ose jo, dhe një gyp shkarkimi i zakonshëm me valvola kontrolli të lëvizjes së ajrit në grumbull individualë. Gjatësia e grumbullit të qëndrueshëm varion nga 2 deri në 4 m. Lartësia kufizohet nga pajisjet që formojnë grumbuj, dhe nga pesha e materialeve. Gjatësia kufizohet nga variacione në shpërndarjen e ajrit përgjatë tubave dhe gypave.



Figura 1.7 Metoda e kompostimit të grumbullit të qëndrueshëm të zgjatur, të ajrosur

1.5.2 Metodatat e kompostimit në mjedis të mbyllur

Sistemet e kompostimit në enë përdorin një grup metodash, që përmbajnë materiale dhe kontrollojnë mjedisin e kompostimit brenda nje koshi, reaktorit, ose enë. Metodatat e përgjithshme në mjedis të mbyllur përfshijnë shtretër përzierës, kontenierë ajrimi dhe tunele, kontenierë me përzierje dhe me ajrim, sillose ose reaktor.

1.5.2.1 Shtretër horizontal me përzierje

Metoda e kompostimit në shtretër horizontal me përzierje është kryesore, sepse ajo siguron avantazhe të ajrimit të detyruar, rrotullime frekvente dhe automatike, dhe mbajtje materialesh. Metoda e shtratit me përzierje konsiderohet si metodë brenda kategorisë së kompostimit të izoluar, për shkak se materialet e kompostimit mbahen pjesërisht. Ky sistem është i përbërë nga një shtrat i gjatë dhe i gjerë, horizontal, të formuar nga mure betoni. Pjesa e sipërme e shtratit është e hapur, kështu që sistemi vendoset brenda në një ndërtesë. Materiali përziehet në mënyrë automatike, nga një makineri përzierëse. Lëndët grumbullohen në pjesën e fundit të kanalit. Kompostoja zhvendoset nga ana e kundërt. Në bazë të distancës së zhvendosjes, gjatësisë së shtratit dhe frekuencës së përzierjes, përcaktohet periudha e kompostimit (përgjithsisht 10-28 ditë) (Haug, 1993). Dimensionet e shtretërve, variojnë nga 50-100 m gjatësi dhe 2-4 m gjerësi.



Figura 1.8 Sistem kompostimi me një shtrat përzierës horizontal

1.5.2.2 Kontenier me ajrim

Kontenierët me ajrim, janë të mbyllur dhe të mbuluar, me dimensione të ndryshme, që përmbajnë materiale të ndryshme. Përdoruesit përdorin 2 deri në 40 konteniera, duke u varur nga shkalla e përpunimit dhe sistemi i tyre. Me përjashtim të një kontinjeri me ajrim të pakët që është përdorur për aplikimet më vëllim shumë të vogël, kontenieri i ajrosur mbështet në ventilatorët për të fituar O₂ dhe për të larguar nxehtësinë, lagështinë, CO₂ dhe gaze të tjerë. Në të shumtën e



rasteve, ajri futet në bazën e materialit nëpërmjet tubave të vendosur në dysheme dhe lëviz në drejtim të kundërt, nga sipërfaqja në hapësirën boshe. Ajri i shkarkuar mblidhet dhe kalon përmes një biofiltri për trajtimin e aromave. Ajrimi mund të kontrollohet nga temperatura dhe koha, në varësi të sistemit. Disa sisteme, përdorin kontrole të sofistikuar ajrimi, që përfshijnë kontrollin e temperaturës, lagështirës, monitorimin e O₂ dhe riqarkullimin e ajrit. Kontenierët e ajrimit janë sisteme të qëndrueshëm dhe nuk përmbajnë përzierës. Pas boshatisjes, materialet përziehen, përshtaten dhe pastaj rimbushin kontinjerin për të vazhduar kompostimin.

Figura 1.9 Pjesa e brendshme e një kontenieri

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Boshatisja e kontinierit siguron një mundësi për të vendosur më shumë materiale ose kombinuar materialet nga kontiniera të ndryshëm, për të balancuar. Kapaciteti në interval nga 15 deri tek 50 m³. Ato janë 2 – 3 m të lartë dhe të gjerë dhe 3- 15 m të gjatë. Këta kontinier janë të lëvizshëm dhe të matshëm.

1.5.2.3 Kontinier me përzierës dhe me ajrim

Shumë sisteme kompostimi kombinojnë ajrimin e detyruar me përzierjen e brendshme. Në këtë sistem, materialet e kompostimit hidhen në enët prej çeliku të paoksidueshme me vrima, që vendosen në sekuenca përmes një dhome të mbyllur ose tunele. Kutia boshe shtyhet në tunel që të ngarkohet me përzierje lëndësh nga një bunker. Kur një kuti e re futet në tunel, shtyn lehte kutitë paraardhëse dhe kutia e fundit shkarkohet. Në pikën e shkarkimit, turjela zbraz komposton nga kutia ekzistuese. Ekzistojnë dy zona ajrimi. Në zonën e parë, temperatura mbahet e lartë për shkatërrimin e patogjenëve. Në përgjithësi, kapaciteti i sistemit përcaktohet nga madhësia dhe numri i njërive të përdorura.

1.5.2.4 Silloset

Sistemi i kompostimit i tipit sillos, përdor një ose më shumë enë vertikale ose kulla sillosi. Materiali lëviz përmes sillosit nga maja në fund. Lëvizja fillon kur një turjelë ose mekanizma të tjerë shkarkimi zhvendosin një pjesë të kompostos nga fundi i sillosit. Një përzierje e freskët e lëndëve të para hidhet në majë të sillosit. Megjithëse materialet lëvizin brenda sillosit, ato nuk përzihen mirë. Sidoqoftë lëndët mund të përzihen mirë, para ngarkimit. Shpesh materialet e zhvendosura nga sillosi, hidhen në një sillos të dytë ose në një sistem kompostimi dytësor. Afërsisht të gjitha sistemet ajrosen me ventilatorë. Zakonisht ajri futet nga fundi dhe depërton në materialet në sillos. Ajri mblidhet në majë dhe zbrazet tek një biofiltër. Kur ajri lëviz përmes trashësisë së shtratit të materialeve, fitohet nxehtësi, lagështi, dhe CO₂. Një sistem i vogël sillosi mbështet në ajrimin pasiv.

1.5.2.5 Reaktor me tambur rrotullues

Tamburi rrotullues që njihmon në tretjen e ushqimit, është përdorur filimisht për mbetjet e ngurta bashkiake, dhe pastaj për mbetjet në kopësht (Richard, 1992). Megjithëse, sistemet tambur komercial ndyshojnë në madhësi, projektim dhe menaxhim, dhe mënyrën e dekompozimit. Tamburët montohen horizontalisht, zakonisht në një pjerrësi të lehtë; rrotullohen ngadalë, vazhdimisht ose me ndërprerje. Lëndët e para hyjnë në njërin cep të tamburit dhe kompostimi zhvendoset në anën e kundërt. Në varësi të sistemit specifik, përdoren pajisje të ndryshme ngarkimi dhe shkarkimi. Tamburi ndahet në dhomëza dhe dyert lejojnë transferimin e materialeve nga njëra ndarje në tjetrën. Në lidhje me procesin e kompostimit, funksioni kryesor i rrotullimit është ekspozimi i materialit në ajrin e freskët, shtimi i O₂, dhe çlirimi i nxehtësisë dhe produkteve të gazta të dekompozimit, por jo gjithmonë ndodh kështu. Tamburët kanë diametër 3 m ose më shumë dhe gjatësi 50 m. Sisteme tamburësh janë projektuar për lëndë të ndryshme si: mbetje të kafshëve, mbetjet e kafshëve të ngordhura, mbetje kopështi dhe mbetje ushqimore. Në praktikë, tamburët përdoren si stad i parë i kompostimit. Tamburët fillojnë kompostimin në mënyrë të

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

shpejtë dhe në një ambjent me temperaturë të lartë dhe të kontrolluar. Megjithatë, në varësi të përzierjes dhe projektimit të tamburit, disa sisteme kanë ajrim të pamjaftueshëm në drejtim të formimit të acideve organike dhe një rënie e madhe e pH. Kjo mund të jetë një problem, meqë në aplikime të ndryshme, tamburët janë i vetmi stad aktiv i kompostimit. Në disa raste koha e kompostimit zgjatet në javë, ose tre deri në pesë ditë. Komposto e prodhuar mund të përdoret në dimër dhe vjeshtë.



Figura 1.10 Reaktor me tambur rrotullues në shkallë të vogël

1.6 Çfarë ndodh gjatë kompostimit

Karboni i degradueshëm kthehet lehtësisht në dioksid karboni dhe procesi nuk ndalet, por materiali vazhdon të shpërbëhet derisa ushqyesit e fundit konsumohen nga mikroorganizmat dhe derisa thuajse i gjithë karboni është shndërruar në dioksid karboni. Në rastin e kompostimit në kushte anaerobe karboni i degradueshëm kthehet në CH_4 dhe në CO_2 . Gjithsesi komposti bëhet i qëndrueshëm dhe i përdorshëm vetëm pasi ka kaluar kohë nga ky shndërrim. Komposti gjykohe si i përfunduar nga raporti karbon/azot, mga nevoja për oksigjen, nga temperatura dhe aroma e keqe. Karboni, proteinat dhe uji janë shumë më të pakta në kompostin përfundimtar se sa në materialin fillestar të kompostueshëm. Volumi i kompostit të përfituar shpesh është rreth 50% ose më pak se sasia fillestare e mbetjeve organike (Scnitzer et.al, 1993) [68].

1.7 Menaxhimi i aromave

Aroma është një ndër elementët më të rëndësishëm për një funksionim të suksesshëm të kompostimit. Dekompozimi anaerobik është burimi më i zakonshëm i komponimeve me aromë të keqe. Pavarësisht nga përpjekjet për të ruajtur kushtet anaerobike, gjatë fazës aktive të kompostimit është më e përshtatshme të ketë depozita të aktivitetit anaerobik brenda thërmijave të mëdha dhe në grumbujt ku shtypjet ose lagështia e lartë krijon rezistencë të prurjes së ajrit. Aromat anaerobike përfshijnë një varg të gjërë të acideve organike volatile, komponimet N- mbajtës duke përfshirë NH_3 , aminat, ketonet, fenolet, terpinet, alkoolet, dhe komponimet e squfurit (Epstein, 1997 & Miller, 1997) [22;53]. Shumica e komponimeve janë produkte të mënjëhershme të dekompozimit, dhe kërkojnë një rrugë aerobike metabolike për të plotësuar degradimin e tyre. Jo të gjitha aromat e këqija prodhohen në mënyrë anaerobe. Amoniaku mund të prodhohet në të dyja mënyrat anaerobe dhe aerobe. Degradimi i proteinave në një raport të ulët

C:N, prodhon NH_3 në tejkalim të nevojave të rritjes mikrobiale. Në kushtet e një pH të ulët, NH_3 qëndron në solucion si një jon amonium (NH_4^+), por poshtë pH >8.5 NH_3 gjendet në formën e gazit volatil (Fraser, 2000) [32]. Gazi amoniak është më shpërthyes se ajri dhe jo aq i qëndrueshëm sa disa aroma anaerobike siç janë sulfitet dhe acidet organike. Kështu që, NH_3 mund të jetë një aromë mbizotëruese në një raport të vogël C:N. Stadet fillestare të kompostimit janë të përshtatshëm si burim aromash, vecanërisht kur materialet janë lehtësisht të degradueshme, një përzierje me raport të ulët C:N (< 25:1), ose një përzierje që përmban më shumë se 60% lagështi. Aromat mund të prodhohen edhe gjatë stadeve të mëvonshme të kompostimit. Kemi kushte anaerobe kur:

1. *Bëhet lëvizja e materialit në thartim (fermentim) ose konservim*
2. *Ajrimi i detyruar nuk përdoret për shumë gjatë*
3. *Madhesia e grumbullit rritet përtej kompetencës së difuzionit ose konveksionit për të prodhuar O_2 të mjaftueshëm*

SHNDËRRIMI TERMOKIMIK I MBETJEVE ORGANIKE PYJORE

1.8 Mbetjet organike pyjore

Në kohët e sotme, për shkak të uljes së shpejtë të rezervave dhe rritjes së njohurive për anët negative të ndikimit të emetimit të CO_2 , ka nisur kërkimi për burime alternative të energjisë. Një rrugë për të zëvendësuar lëndët djegëse fosile është përdorimi i mbetjeve të ngurta agro-pyjore. Avantazhet e këtyre mbetjeve është prodhim dhe djegie në një cikël të shkurtër, e cila nënkupton një burim të pashtershëm lëndë djegëse. Përpunimi termokimik i mbetjeve organike agro-pyjore përfshin një numër shndërrimesh të mundshme për të prodhuar nga materiali i papërpunuar, lëndë djegëse të dobishme dhe lëndë kimike. Baza e transformimit termokimik të mbetjeve është procesi i pirolizës, i cili përfshin të gjitha ndryshimet kimike që ndodhin në mbetjet organike, kur aplikojmë nxehtësi në mungesë të oksigjenit. Qëllimi i këtij punimi është studimi i shndërrimit termik të mbetjeve organike agro-pyjore në rastin tonë mbetje drusore, duke krijuar një model për procesin kimik që ndodh. Teknologjia e pirolizës është zhvilluar që në 1970, si një teknologji e konvertimit termokimik për të prodhuar lëndë djegëse nga mbetjet organike të ndryshme. Ky studim fokusohet në procesin e pirolizës, përderisa nga shndërrimi i mbetjeve organike agro-pyjore prodhohen në shkallë relativisht të gjerë produkte. Nga një perspektivë kimike, druri mund të konsiderohet si një përzierje ose një kombinim polimerësh, me një fraksion të vogël mineralesh. Përbërja kimike varet nga shumë karakteristika si: lloji i drurit, sasia e lëvores dhe origjina gjeografike e drurit. Dallohen dy grupe drurësh: druri i fortë dhe druri i butë. Të dyja grupet kanë veti të ndryshme kimike, fizike dhe biologjike. Polimerë të ndryshëm, që gjenden në fraksionin organik të lëndës djegëse zakonisht ndahen në tre grupe kryesore: celulozë, hemicelulozë dhe ligninë. Përqindja e këtyre grupeve varet nga tipi i drurit, por normalisht përqindja e masës varion nga 40 në 50% për celulozën, nga 15 në 25% për hemicelulozën dhe ndërmjet 20 dhe 30 % për ligninën. Bashkë këto tre grupe formojnë 90 deri në 95% të drurit. 5 deri në 10% përbëhen nga lëndë minerale dhe shumë pak nga përbërje të tjera organike.

Celuloza

Celuloza është komponenti kryesor i mbetjeve të drurit. Celuloza është një polimer i gjatë i ndërtuar me një monomer C_6 , si strukturë bazë. Kjo strukturë është e njëjtë si për drurin e fortë ashtu dhe për drurin e butë (Belderok, 2007) [6]. Zinxhiri i celulozës mund të arrijë shkallë polimerizimi mbi 10 000, duke rezultuar një material anizotropik, me një strukturë kristaline të fortë. Zbërthimi termik i celulozës fillon rreth $350^{\circ}C$ (Rao, 1998) [64]. Kjo temperaturë varet nga prania e grupeve anësore dhe e degëzimeve përgjatë zinxhirit. Gjatë pirolizës zinxhiri i polimerit mund të këputet duke formuar polimerë më të vegjël, por megjithatë speciet e gazta janë shumë më të vogla se një monomer.

Hemiceluloza

Hemiceluloza në shumë aspekte është e ngjashme me celulozën. Polimerët e hemicelulozës formojnë një strukturë kristaline dhe janë prezente tipe lidhjesh kimike të njëjta. Struktura bazë e hemicelulozës përbëhet nga monomerë C_5 dhe shkalla e polimerizimit është 100. Në krahasim me celulozën, hemiceluloza është një polimer më i degëzuar, që shkakton një qëndrueshmëri më të ulët termike. Zbërthimi termik i hemicelulozës fillon në $270^{\circ}C$ (Rao,1998). Struktura kimike e hemicelulozës së drurit të fortë ndryshon nga ajo e drurit të butë. Degëzimet në drurin e butë përbëhen vetëm nga arabinozi ($C_5H_{10}O_5$), kurse hemiceluloza e drurit të fortë përmban një sasi të madhe të grupeve acetil ($-COCH_3$).

Lignina

Lignina është përbërësi i fundit i drurit dhe përbëhet nga struktura të ndryshme kimike. Ajo ka përmbajtjen më të madhe të energjisë të tre fraksioneve (Belderok, 2007).

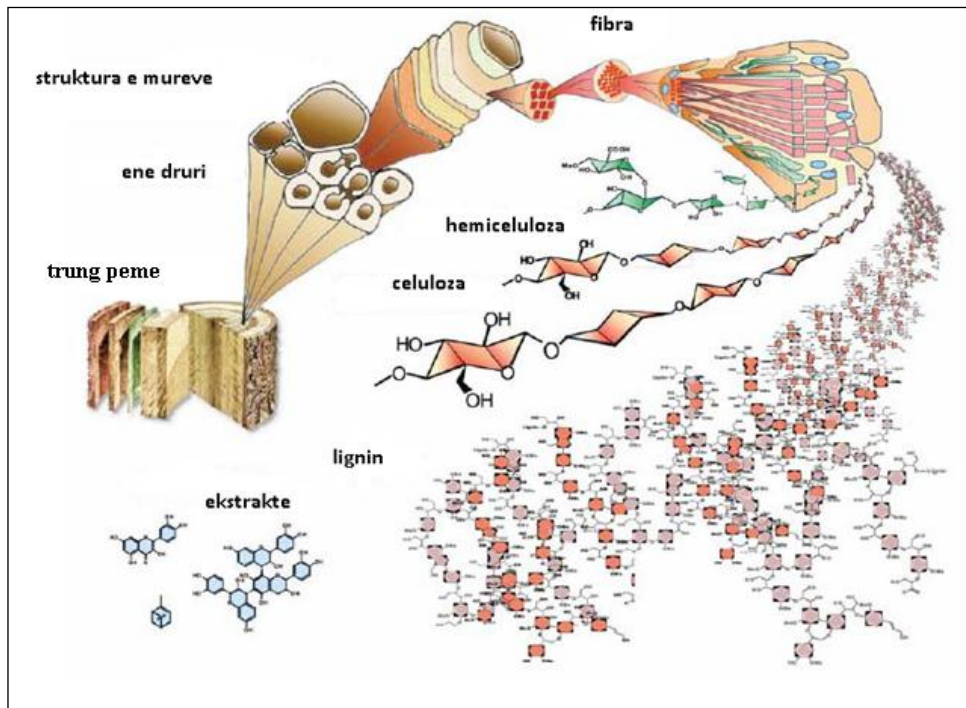


Figura 1.11
*Përbërja e drurit,
ilustrime dhe
struktura e tij*

Lignina ka një përmbajtje të madhe karboni, në krahasim me celulozën dhe hemicelulozën. Lignina nuk ka një strukturë kristaline të përcaktuar mirë, si celuloza dhe hemiceluloza, por ajo është amorfe

dhe me lidhje të kryqëzuara, që do të thotë se zinxhirat e polimerit janë shumë të lidhura.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Zbërthimi termik i ligninës, i cili fillon në 390°C, ndodh në një shkallë të gjerë temperature, për shkak të shumë strukturave të ndryshme kimike që gjenden në ligninë (Rao,1998) [64].

Lignina nëndahet në tre grupe të ndryshme, Lig-C, Lig-O dhe Lig-H. Figura 1.11, paraqet strukturën kimike dhe zinxhirët respektive të celulozës, hemicelulozës dhe ligninës.

1.9 Piroliza

Piroliza e komponentëve të mbetjeve pyjore është një proces kompleks dhe varet nga variabla të ndryshëm. Baza e procesit akoma nuk është plotësisht i kuptueshëm. Kjo, për shkak të natyrës së mbetjeve të cilat janë një përzierje e mbi njëqind strukturave të ndryshme, që mund të zbërthehen termikisht nëpërmjet reaksioneve kimike të ndryshme.

Ky kompleksitet reduktohet, duke përdorur një numër më të vogël komponentësh model, për të përfaqësuar polimerët e mbetjeve organike. Bashkëveprimet komplekse ndërmjet komponentëve inorganike dhe organike të mbetjeve neglizhohen (Couhert et. al, 2009). Vetitë e (hemi)celulozës dhe ligninës ndryshojnë për lloje të ndryshme mbetjesh organike. Tabela përmbledh teknologjitë kryesore të pirolizës dhe produktet kryesore të tyre.

Tabela 1.5 Modeli i pirolizës dhe produkteve kryesore

| Model | Kushtet | Lëngjet | Ngurtë | Gaz |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-----|
| I shpejtë | Temperatura e reaktorit 500C, shkallë e lartë nxehtësie 1000C/sek, koha qëndrimi - 1sek. | 75% | 12% qymyr | 13% |
| Mesatar | Temperatura e reaktorit 400-500C, shkalla e nxehtësisë 1-1000C/sek, koha e qëndrimit 10-30sek | 50% | 25%qymyr | 25% |
| I ngadaltë | Temperatura e reaktorit 290C, shkalla e nxehtësisë 1C/sek, koha e qëndrimit 30sek | 0-5% | 77% lëng | 23% |
| Karbonizimi i ngadaltë | Temperatura e reaktorit 400-500C, shkalla e nxehtësisë 1C/sek, koha e qëndrimit nga disa orë në disa ditë | 30% | 33%qymyr | 35% |

Piroliza është një proces kompleks dhe varet nga parametra të ndryshëm: materiali i papërpunuar, temperatura përfundimtare dhe shpejtësia e rritjes së temperaturës. Menaxhimi i shpejtësisë së transmetimit të nxehtësisë kërkon që pjesëzat e materialit të jenë të vogla. Në materialet me pjesëza të mëdha, si p.sh druri sasia e nxehtësisë së transmetuar është shumë e ulët dhe kjo

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

përcakton rendimentin e produkteve të pirolizës. Gjatë procesit të pirolizës prodhohet kryesisht qymyr në temperaturë të ulët në më pak se 450°C, kur shpejtësia e ngrohjes është mjaft e ulët dhe kryesisht gaze në temperaturë më të lartë se 8000 °C, me shpejtësi transmetimi nxehtësie të madhe. Prodhimtaria nga mbetjet organike agro-pyjore variojnë nga 2-25% për qymyrin, 45-90% për gudronin dhe 10-30% për gazin. Procesi i pirolizës mund të jetë i shpejtë ose i ngadaltë. Progresi i pirolizës së ngadaltë të një druri të fortë, material i ngurtë 100% në temperaturë ambienti, ndodh si në vijim:

Në temperaturë 250 C merret një masë e ngurtë 88%, më pak se 10 % lëng dhe një përqindje të vogël gazi. Në temperaturat midis 3000 C dhe 3500 C masa e qymyrit zvogëlohet në më pak se 60%, lëng janë 20 - 30% dhe gazet midis 20 dhe 25 %. Nxehtësia e mëtejshme e qymyrit në 7500C do të reduktojë masën e qymyrit dhe përbërja e tij shkon drejt karbonit të pastër, prodhimi i gazit rritet ndërsa i lëngut zvogëlohet. Zakonisht piroliza e ngadaltë vazhdon për orë të tëra deri në një maksimum temperature prej 400-500°C. Qëllimi i pirolizës së shpejtë është prodhimi i lëndës djegëse të lëngshme nga celuloza. Lëngu gjithashtu mund të përdoret për të prodhuar produkte kimike. Veçoritë kryesore janë temperatura dhe shpejtësia e transferimit të nxehtësisë shumë e lartë, të cilat shpesh kërkojnë një mekanizëm të përsosur furnizimi me mbetje organike. Produkti kryesor i pirolizës së shpejtë është lënda djegëse-bio.

1.9.1 Produktet e pirolizës

Produktet e pirolizës së mbetjeve të ngurta agro-pyjore ndahen në tre grupe në varësi të gjendjes agregate: të ngurtë i referohet qymyr druri; të lëngët i referohet gudronit dhe të gaztë i referohet metanit, hidrogjenit, monoksid karbonit, dioksid karbonit etj. Produktet që formohen nga procesi i devolatilizimit, ndahen në tre grupe në varësi të gjendjes së tyre agregate, në temperaturën e dhomës. Produktet e ngurta i referohen qymyrit, faza e lëngët quhet gudron dhe produktet e gazta konsiderohen si gaz. Për të përcaktuar prodhimtarinë e qymyrit, gudronit dhe gazit janë bërë shumë kërkime. Prodhimtaritë e marra për mbetjet agro-pyjore variojnë nga 2-25% për qymyrin, 10-30% për gazin dhe 45-90% për gudronin. Këto diferenca vijnë si rezultat i shumëllojshmërisë në origjinën e mbetjeve organike, i procedurave dhe pajisjeve eksperimentale. Luhatjet në sasinë e nxehtësisë dhe në temperaturë cojnë në ndryshime të gjëra në prodhimtarinë.

Qymyr druri ka një strukturë karboni poroze, që mbetet pasi fraksionet e hidrogjenit dhe oksigjenit largohen nga lënda djegëse. Supozohet, që qymyri përbëhet plotësisht nga karboni, por përderisa qymyri përcaktohet si mbetje e ngurtë pas pirolizës ai shpesh ndotet me komponentë të tjerë. Qymyri ndotet me fraksione minerale dhe pas pirolizës jo të plotë mund të ekzistojnë akoma fraksione të hidrogjenit dhe të oksigjenit.

Gudron është emri i grupit të specieve, që janë në gjendje të lëngët në temperaturën e dhomës. Speciet e gudronit janë molekula me masë molare të rendit të një monomeri të celulozës. Fatkeqësisht është e vështirë të përcaktohet përbërja molekulare e gudronit prandaj njihet shumë pak për përbërjen e saktë. Analizat kryesore tregojnë se përbërja kryesore e gudronit është e ngjashme me atë të lëndës djegëse të pastër (Hajaligol, 1982; Nunn, et. al, 1985).

Fraksioni i gazit është grupi i specieve me një masë molare më të vogël se 100 g/mol. Komponentët e gaztë më të zbuluar janë CO, CO₂, CH₂O, CH₃CHO (megjithëse jo në gjendje të gaztë, në temperaturën e dhomës) dhe H₂O (Hajaligol et al, 1982; Nunn et al 1985; dhe De Jong et al, 2003).



Figura 1.12 Produktet e prodhuara nga procesi i pirolizës

1.9.2 Skema e reaksionit të pirolizës

Ekzistojnë skema të thjeshta dhe të ndërlikuara, ku si lëndë fillestare mund të përdoren mbetje të ndryshme organike agro-pyjore, përshembull mbetje drusore. Për një mbetje, përbërja e produkteve mund të ndryshojë në varësi të temperaturës, sasisë së nxehtësisë dhe kohës së qëndrimit. Për këto ndryshime bëhen dy supozime, përdorimi i reaksioneve sekondare, përshembull prodhimi i gazit dhe qymyrit nga gudroni dhe përdorimi i reaksioneve të shumëfishta. Modelet për procesin e pirolizës janë të ndryshme, por u shqyrtuan skemat më të njohura dhe më të përdorura. Modeli i thjeshtë i studiuar, paraqet shndërrimin e drurit nëpërmjet tre reaksioneve paralele në qymyr, gudron dhe gaz (Thunman & Leckner, 2002) [85].

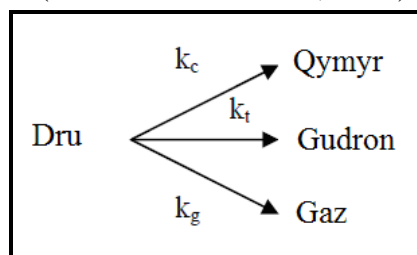


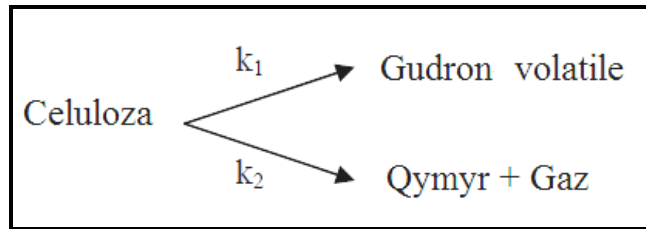
Figura 1.13 Skema e prodhimit të qymyrit, gudronit dhe gazit nga druri, me anë të procesit të pirolizës

ku: k është konstantja e shpejtësisë së reaksionit të qymyrit, gudronit dhe gazit.

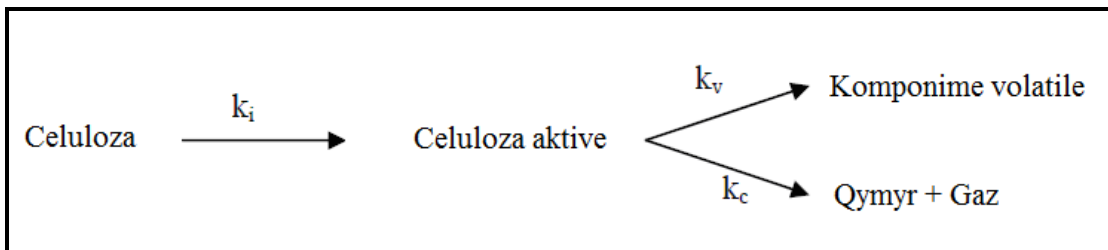
Shumë modele kohët e fundit përshtaten për të qënë të afta të punojnë me mbetje të ndryshme. Përbërja e mbetjeve përfaqësohet, duke përdorur tre specie model. Në këto modele burimi i specieve, si druri, zëvendësohen me një përzierje celulozë, hemicelulozë dhe ligninë. Shumë autorë kanë supozuar se, celuloza, hemiceluloza dhe lignina hyjnë në procesin e pirolizës në mënyrë të pavarur. Modeli Broido-Shafizadeh është mekanizmi i parë i propozuar për procesin e pirolizës së celulozës. Ky model përbëhet nga tre reaksione të rendi të parë. Hapi i parë, i procesit

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

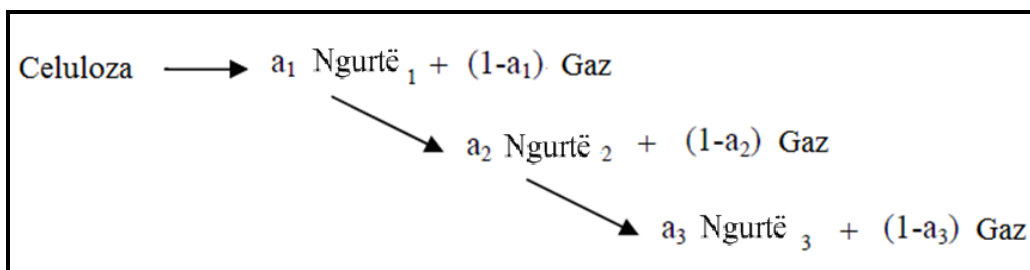
të pirolizës nuk përfshin humbje të masës dhe formohet menjëherë celulozë aktive. Hapi i dytë, konsiston në shndërrimin e celulozës në gudron volatil ose qymyr dhe gaze.



Më pas Broido dhe Shavizadeh futën një model me shumë hapa. Në këtë skemë celuloza filimisht shndërrohet në një gjendje aktive nga një reaksion fillestar. Më pas celuloza aktive reagon nëpërmjet dy reaksioneve konkurruese në gudron dhe një specie të ndërmjetme të quajtur dehidrocelulozë.

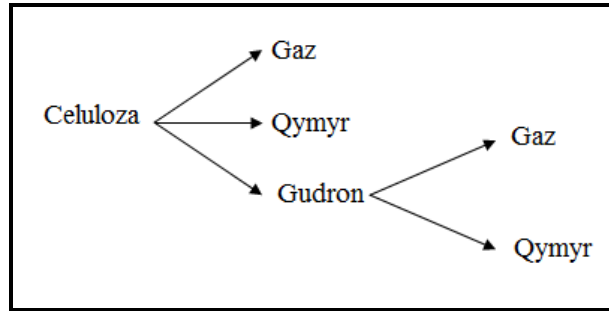


Dy reaksionet konkurruese përfaqësojnë dy rrugë zbrëthimi, që mund të ndjekë celuloza. Këto janë rruga e qymyrit në temperaturë të ulët (200-280°C) dhe rruga e gudronit që dominon në temperaturë të lartë (280-340°C). Gjatë viteve vlefshmëria e modelit të Broido-Shafizadeh është diskutuar nga disa autorë. Një përafrim i ndryshëm u bë nga Alves (1989) dhe Shrivastava (1996). Modelet e tyre përshkruajnë zbrëthimin me dy ose tre reaksione të njëpasnjëshme. Ky përafrim kërkon një prodhimtari të rregulluar paraprakisht për çdo reaksion dhe prandaj ka nevojë për disa aftësi parashikuese.

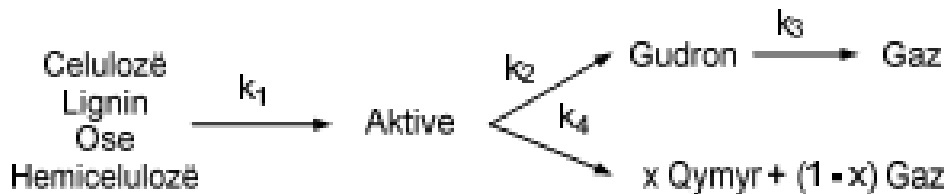


Modeli i Di Blasi, ishte një përafrim i tretë (Di Blasi, 1996). Ai është i ngjashëm me modelin Thumman. Në këtë model celuloza zbrëthet nëpërmjet tre reaksioneve konkurruese në gaz, qymyr dhe gudron.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit



Modeli Miller-Bellan, merr në konsideratë se skema e celulozës mund të adaptohet për hemicelulozën dhe ligninën (Miller & Bellan, 1997) [52]. Kjo paraqitet më poshtë, ku k_1 , k_2 , k_3 dhe k_4 janë konstantet e shpejtësisë së reaksioneve. Ai përdor një reaksion sekondar për shndërrimin e gudronit në specie të gazta më të vogla.



1.10 Modelimi

Hapi i parë në modelimin e procesit të pirolizës së mbetjeve organike pyjore është krijimi i një modeli për procesin kimik që ndodh. Ky model duhet të përshkruajë lëndën djegëse të përdorur, reaksionin që ndodh dhe produktet që formohen në këtë proces.

1.10.1 Studimi i kinetikës së procesit të pirolizës

Konstantja e reaksionit luan një rol të rëndësishëm në përcaktimin e shpejtësive në të cilat ndodhin reaksionet e pirolizës. Zbërthimi kinetik i celulozës është studiuar gjerësisht, shumë pak të dhëna janë të vlefshme për kinetikën e hemicelulozës dhe ligninës. Literatura tregon një diapazon të gjerë të vlerave të studiuara të konstanteve kinetike. Konstantja e shpejtësisë së reaksionit, k , përcaktohet duke përdorur shprehjen e Arrheniusit

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (1.1)$$

ku: A (1/s) është faktori paraeksponencial, konstante e shpejtësisë së reaksionit në kushte normale; E_a (kJ/mol) është energjia e aktivizimit, T është temperatura në °K dhe R është konstante e gazeve ideale. Shpejtësia e reaksionit, për zbërthimin e komponentëve të ngurtë j përcaktohet:

$$r = \frac{dm_j}{dt} = -km_j \quad (1.2)$$

ku

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

$$m = (1 - \varepsilon) \rho_{ng} a_j \quad (1.3)$$

m – densiteti në masë; ε - poroziteti; ρ_{ng} - densiteti i lëndës së ngurtë dhe a - thyesa në masë e komponentëve të j -të në lëndën e ngurtë.

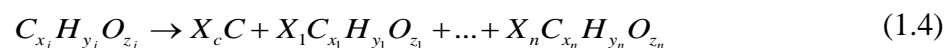
Milosavljevic dhe Suuberg (1995) [53], konstatuan se kinetikat e vëzhguara të zbrërthimit të celulozës mund të ndahen në dy kategori: kategoria e parë energjia e aktivizimit 140-155 kJ/mol në temperaturë 550 – 600 °K, kurse kategoria e dytë ka energji aktivizimi 210-220 kJ/mol në temperaturë mbi 600 °K. Temperatura e zbrërthimit përcakton nëse parametrat kinetike të vëzhguara i përkasin grupit të parë ose të dytë. Modeli duhet të përfshijë si kinetikën në temperaturë të ulët ashtu dhe kinetikën në temperaturë të lartë.

1.10.2 Modeli i lëndës djegëse

Hapi i parë është studimi i lëndës djegëse si një përzierje e celulozës, hemicelulozës dhe ligninës, dhe përcaktimi i modelit të reaksionit kinetik, që do të zbatohet gjatë procesit të pirolizës. Mbetjet organike pyjore në këtë studim modelohet, si një përzierje e celulozës, hemicelulozës dhe ligninës. Vetitë e lëndës djegëse: Celuloza ($C_6H_{10}O_5$), thyesë në masë x ; Hemiceluloza e drurit të fortë ($C_5H_{10}O_5$), thyesë në masë y dhe Lignina e drurit të fortë ($C_{21.5}H_{26}O_{10}$), thyesë në masë z . Në rastin tonë është studiuar modeli Miller dhe Bellan, sepse është një nga modelet më të kompletuar. Në këtë model, lënda djegëse shndërrohet në një variant të aktivizuar, i cili më pas shndërrohet në produktet e pirolizës. Skema aplikohet për të tre komponentët e mbetjes organike me konstante kinetike të ndryshme. Konstantet përcaktohen nga literatura, me anë të formulës së Arrheniusit, për energji aktivizimi dhe konstante kinetike në kushte normale të ndryshme, (Miller & Bellan, 1997) [52].

Produktet që formohen në hapin e dytë janë gudroni, qymyri dhe gazi. Qymyri, që prodhohet gjatë pirolizës supozohet të përbëhet plotësisht nga karboni. Speciet e gudronit zbrërthehen në specie më të vogla të gazta. Specie të ndryshme të gazit formohen gjatë procesit të pirolizës. Variacioni i përbërjeve të produkteve të gazta, e bën më të vështirë të krijohet një model sasior. Prandaj modeli duhet të përputhet me modelin kimik të fazës së gazit standart. Modeli duhet të përputhet me mekanizmin GRI për të lejuar njehsimin kimik të gazit. Mekanizmi GRI është një model për kimizmin e fazës së gazit, i përbërë nga 36 specie dhe 219 reaksione kimike. Përputhshmëria ndërmjet këtyre dy modeleve do të thotë, që të gjithë komponentët e fazës së gazit duhet të prezantohen në modelin GRI.

Reaksioni i pirolizës së një mol të lëndës djegëse paraqitet si më poshtë:



ku indekset c dhe j përfaqësojnë qymyrin dhe speciet e lëndës djegëse të biomasës, si celuloza, hemiceluloza dhe lignina dhe indekset 1,2,...,n përfaqësojnë speciet e fazës së gaztë. Koeficientët stekiometrike $X_{i,j}$ mund të përcaktohen duke përdorur ruajtjen e entalpisë dhe të elementëve.

Para se të përcaktohet ruajtja e entalpisë duhet të përcaktohet entalpia e specieve të ngurta. Meqënëse në literaturë nuk ka të dhëna për entalpinë e lëndës djegëse, bëhet një vlerësim. Ky vlerësim llogaritet nga vlerat e larta të nxehtësisë që gjenden në literaturë dhe nga entalpia e produkteve pas djegies së plotë.

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

Lidhja ndërmjet entalpisë së formimit (h_j) të specieve të ngurta j në temperaturë 298 K me formulë kimike $C_xH_yO_z$ dhe entalpisë së formimit të O_2 , H_2O dhe CO_2 dhe VLN_j jepet me ekuacionin e mëposhtëm:

$$h_j = VLN_j + xh_{CO_2} + \frac{y}{2}h_{H_2O} - \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right)h_{O_2} \quad (1.5)$$

Nëse njihet vlera e lartë e nxehtësisë (VLN_j) e lëndës djegëse, mund të llogaritet entalpia e specieve të ngurta h_j në temperaturë 298 K. Autorë të ndryshëm, kanë studiuar vlera të ndryshme nxehtësie, për përbërës të ndryshëm të mbetjeve organike (Sheng & Azevedo, 2005) [74]. Nga literature, mund të gjenden vlerat maksimale dhe minimale të nxehtësisë, për hemicelulozën, celulozën dhe ligninën. Duke supozuar se nxehtësia specifike është e pavarur nga temperatura Cp_j , entalpia e trupave të ngurtë në temperaturë T mund të llogaritet:

$$h_j(T) = Cp_j(T - 298) + h_{j,298} \quad (1.6)$$

ku j tregon speciet e ngruta celulozën, hemicelulozën, ligninën dhe qymyrin. Sipas literaturës nxehtësia specifike për drurin varion nga 1.1 deri në 2.6 $\text{kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ dhe nxehtësia specifike për qymyrin 1.1 $\text{kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$. Duket qartë ruajtja e elementëve në një reaksion kimik. Ruajtja e entalpisë, do të thotë që entalpia e lëndës djegëse është e barabartë me entalpinë e produkteve dhe me entalpinë që çlirohet në reaksion:

$$h_{\text{lende djegese}} = \sum_n h_n + h_{\text{reaksion}} \quad (1.7)$$

ku h_{reaksion} është energjia që çlirohet gjatë reaksionit. Në këtë studim, supozohet që nxehtësia e reaksionit është zero, atëherë:

$$h_{\text{lende djegese}} = \sum_n h_n \quad (1.8)$$

Zgjidhja e këtij problemi është në varësi të temperaturës, sepse h_j dhe h_i janë funksione të temperaturës dhe nxehtësisë specifike. Nxehtësia specifike e lëndës djegëse $Cp_{\text{lende djegese}}$ dhe e specieve të produkteve Cp_{produkt} nuk janë të barabarta. Cp_{produkt} përcaktohet si:

$$Cp_{\text{prod}} = \sum x_j^*(T)Cp_j(T) \quad (1.9)$$

dhe x_j^* thyesa e masës së komponentëve të j -të, zgjidhja e problemeve është e vlefshme për temperaturën e përdorur për të zgjidhur sistemin. Në temperatura të tjera nxehtësia e reaksionit nuk është 0. Temperaturat 298 K dhe 1200 K zgjidhen në mënyrë të tillë që i gjithë procesi i shndërrimit të zhvillohet ndërmjet këtyre dy kufijve edhe në sasi të mëdha të nxehtësisë 10 000 K/s, shndërrimi i lëndës djegëse kompletohet para se të arrihet temperatura 1200 K.

Produktet e këtyre reaksioneve janë përbërësit e fazës së gaztë dhe qymyri. Koeficientët stekiometrikë llogariten në përputhje me bilancin material të ruajtjes së elementëve dhe të entalpisë në 298 K dhe 1200 K. Koeficientët stekiometrike në temperatura të tjera interpolohen linearisht. Temperaturat zgjidhen në mënyrë të tillë që i gjithë procesi i shndërrimit të zhvillohet ndërmjet këtyre dy kufijve, dhe shndërrimi i lëndës djegëse të kompletohet para se të arrihet temperatura më e lartë. Llogaritjet tregojnë sasinë e produkteve të formuara në reaksionin e pirolizës (reaksioni i gazit dhe reaksioni i qymyrit), të celulozës, hemicelulozës dhe ligninës, për një temperaturë 298 K dhe një temperaturë 1200 K. Rezultatet e modelit të pirolizës krahasohen

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirofizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

me të dhëna të vlefshme nga literatura. Humbja në masë krahasohet me vlerat e analizave termo gravimetrike të humbjes në masë së përcaktuar nga Belderok (2007). Për të vërtetuar modelin e pirofizës ka avantazh përdorimi i të dhënave të analizave termo gravimetrike, pasi gradientët e temperaturës janë shumë të vegjël dhe efektet e transportit mund të neglizhohen. Mund të supozohet se shpejtësia e reaksionit kontrollohet nga temperatura e jashtme dhe kinetika e reaksionit.

KAPITULLI II

IDENTIFIKIMI, VLERËSIMI DHE KARAKTERIZIMI ANALITIK I MBETJEVE ORGANIKE AGROPYJORE PËR PËRFTIMIN E KOMPOSTOS

2.1 Potenciali i mbetjeve organike agro-pyjore në Shqipëri

2.1.1 Klasifikimi i mbetjeve

Mbrojtja e mjedisit dhe shëndetit nga ndotja e dëmtimi prej mbetjeve të ngurta, nëpërmjet administrimit mjedisor të tyre në çdo fazë, përfshin krijimin, grumbullimin, ndarjen, ruajtjen, transportin, riciklimin, përpunimin dhe asgjësimin, të cilat çojnë në pakësimin e mbetjeve dhe zvogëlimin e ndikimeve të tyre të rrezikshme e të dëmshme. Mbetjet klasifikohen në bazë të përbërjes apo përmbajtjes bazë ose në bazë të vlerës së temperaturës.

1. "Mbeturine" është pjesa e mbetur pas përpunimit të mbetjes që nuk ka më vlerë përdorimi.
2. "Mbetje bujqësore dhe blegtorale" janë mbetjet e përfutuara nga veprimtaritë e fermerëve si: mbetjet mase vegjetative bimore dhe mbetjet, që krijohen nga veprimtari jetësore të blegtorisë.
3. "Mbetje e ngurtë" është një lende, një objekt ose pjesë e tij, të cilat nuk përdoren më ose që zotëruesi do t'i hedhë. Lendet, objektet ose pjesët e tyre vlerësohen, si mbetje për sa kohë që materialet e nxjerra prej tyre ose energjia e prodhuar nuk përfshihen në procesin e prodhimit.
4. "Mbetje industriale" janë mbetjet e krijuara nga veprimtaritë industriale, artizanale dhe nga shërbimet.
5. "Mbetje spitalore" janë mbetjet e krijuara nga spitalet ose shërbimet shëndetësore, institucionet shëndetësore kërkimore, dhe ndahen në materiale të rrezikshme dhe jo të rrezikshme.
6. "Mbetje të ndërtimit" janë mbetjet si: gurë, dherra, beton, tulla, që mbeten nga veprimtaritë ndërtuese, rindërtuese, meremetuese dhe prishëse të ndërtesave dhe strukturave të tjera.
7. "Mbetje të vëllimshme" janë mbetje me përmasa të mëdha si pajisje e makineri, grumbullimi, transportimi dhe largimi i të cilave kryhet me metoda e teknika të veçanta.
8. "Mbetje urbane" janë mbetjet e shtëpive, të ndërtesave administrative, sociale dhe publike. Në këtë emërtim përfshihen edhe mbetjet që vijnë si rezultat i veprimtarive tregtare, vendeve të pushimit e argëtimit, sasi të dhe përbërjet e të cilave nuk pengojnë trajtimin e tyre bashkë me mbetjet urbane.

Mbetjet janë një problem i përditshmëm, dhe në këtë pikë kërkohet një menaxhim i posaçshëm i tyre. Prodhimi i mbetjeve rritet me rritjen e popullsisë, si dhe me zhvillimin ekonomik të vendit. Menaxhimi korrekt i mbetjeve mbron shëndetin e njerëzve dhe mjedisin, si dhe ruan burimet natyrore, që ndikojnë drejtëpërdrejtë në ndryshimin e klimës. Mbetjet mund të menaxhohen nëpërmjet masave të ndryshme që duhet të ndërmerren, si: parandalimi i ndotjeve, riciklimi, kompostimi, kontrolli i zjarreve dhe përdorimi i landfillleve.

2.2 Burimet e mbetjeve organike

Menaxhimi jo i duhur i mbetjeve është një sfidë globale mjedisore, sepse vjen drejtëpërdrejt nga aktiviteti njerëzor i shfrenuar. Kjo sfidë prek komunitetin dhe cilësinë e mjedisit në vendet e zhvilluara dhe ato në zhvillim. Megjithatë, sfidat që po përballojnë vendet në zhvillim, jo domosdoshmërisht janë të njëjtat me ato të vendeve të zhvilluara. Ndryshimet mes këtyre vendeve i përkasin mospërputhjeve që ato paraqesin në statusin social dhe ekonomik, nivelin e industrializimit, urbanizimit dhe atij arsimor (Genevini et al., 1997) [33]. Mbetjet organike përmbajnë materiale të cilat e kanë origjinën nga organizmat e gjalla. Mbetjet organike gjenden në mbetjet e ngurta bashkiake, mbetjet industriale, mbetjet bujqësore, si dhe në mbetjet e ujërave. Ato janë të biodegradueshme. Lëndët organike, që gjenden në mbetjet e ngurta komunale përfshijnë ushqimin, letrën, drurin, llumin e ujërave të zeza dhe mbetjet familjare. Disa prej lëndëve organike në mbetjet e ngurta komunale janë të ndara edhe për qëllime të tjera, përveç kompostimit, i kryhet riciklimi i thjeshtë. Pjesa organike e mbetjeve industriale, mbulon një spektër të gjerë duke përfshirë shumicën e komponentëve të mbetjeve organike komunale, si dhe materiale të tjera të panumërta. Disa shembuj të mbetjeve industriale organike janë mbetjet nga: përpunimi i letrës, përpunimi i mbetjeve të mishit, fabrikat e birrës dhe nga përpunimi i fibrave tekstile. Menaxhimi i mbetjeve organike që gjenerohen nga aktivitetet bujqësore, kopshtet dhe nga tregjet e produkteve bujqësore – blegtorale: nënkupton reduktimin masiv të volumit dhe peshës së mbetjeve organike si dhe kostove për menaxhimin e tyre, duke promovuar trajtimin në burim (kompostimin). Mbetjet organike përbëjnë komponentin më të madh të mbetjeve në komuna dhe në zonat periferike të qyteteve (rreth 60-70 %³), si dhe në zonat urbane (45-50 %).

2.3 Mbetjet organike agro-pyjore

Një burim i rëndësishëm i mbetjeve organike agro-pyjore, janë mbetjet që vijnë nga agrikultura dhe industria e përpunimit të produkteve dhe mbetjeve bujqësore.

Mbetjet organike pyjore përbëhen kryesisht nga:

- a) Degë, lëkurë dhe mbeturina të tjera që vijnë si rezultat i shfrytëzimit të pyjeve, si dhe materiali drusor që vjen nga shkurret, si dhe nga sektorë të tjerë që përdorin dhe përpunojnë drurin.
- b) Masa drusore që vjen nga përdorimi periodik i pyjeve.
- c) Lënda drusore në plantacionet e destinuar për qëllime energjitike.
- d) Mbetjet drusore dhe skarco të prodhuara nga industria e përpunimit të drurit dhe letrës.

Mbetjet organike me origjinë agrikulturore përfshijnë masën bimore të destinuar për prodhimim e bioenergjisë dhe kompostos. Këto mund të jenë të korra "konveksionale", të korra që përmbajnë amidon (drithërat, panxhari sheqerit), të korrat me përmbajtje vajore (soja, luledielli), si dhe bimët shumëvjeçare ose pyjet e mbjella në zonat bujqësore.



Figura 2.1 Mbetje organike agrikulturore

Mbetjet agrikulturore (kashta, zarravatet, plehu organik), janë "biombetje" të përfshira në potencialin bioenergjitik agrokulturor. Në vendin tonë, si dhe në vende të tjera të botës vlerësimi i këtyre mbetjeve nuk bëhet në mënyrë të organizuar, ndaj nuk mund të merren të dhëna të sakta. Megjithatë me anë të rrugëve të tërthorta, si dhe duke bërë përafime mund të bëjmë një vlerësim të përafërt të këtyre burimeve. Nga llogaritjet e INSTAT (Instituti i Statistikave) merren disa të dhëna për sipërfaqen e tokës, ku 24% është tokë bujqësore dhe 76 % është tokë jobujqësore (figura 2.2). Në figurën 2.3, paraqitet ndarja e tokës bujqësore sipas qarqeve të vendit, vërejmë se Fieri është qarku më i pasur.

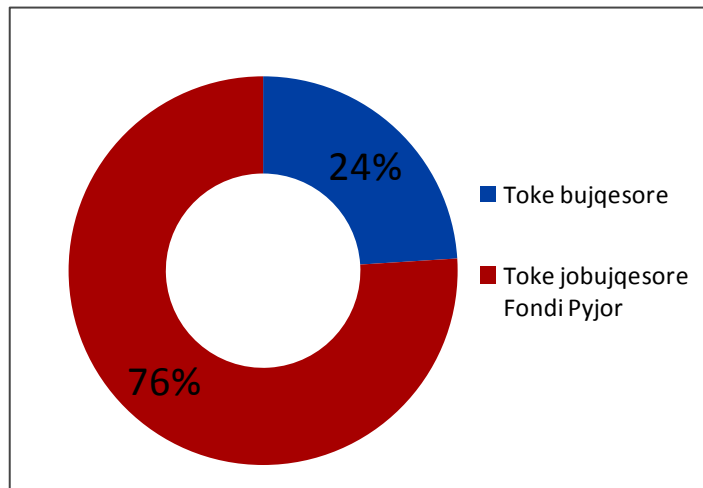


Figura 2.2 Struktura e tokës bujqësore

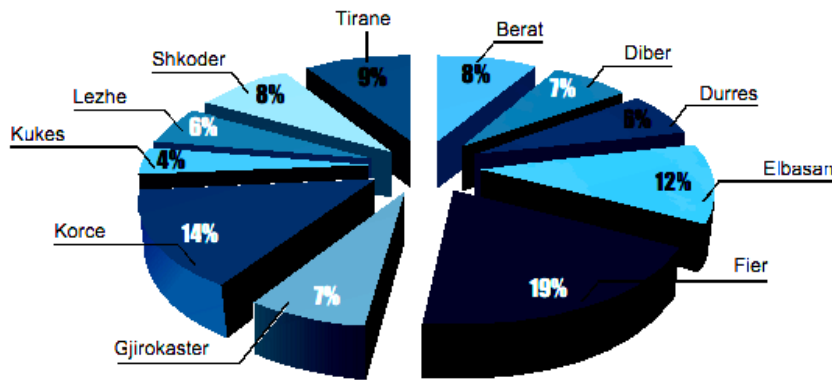


Figura 2.3 Tokat bujqësore sipas qarqeve

2.4 Hierarkia e menaxhimit të mbetjeve

Në kuadrin e Planit Kombëtar të Administrimit të mbetjeve, menaxhimi i mbetjeve kryhet sipas një hierarkie të përcaktuar në Direktivën e Këshillit European. Hierarkia e mbetjeve është plotësisht e pranuar nga legjislacioni ynë, por nuk është realizuar akoma në praktikë (Agjencia Kombëtare e Mjedisit, 2013).

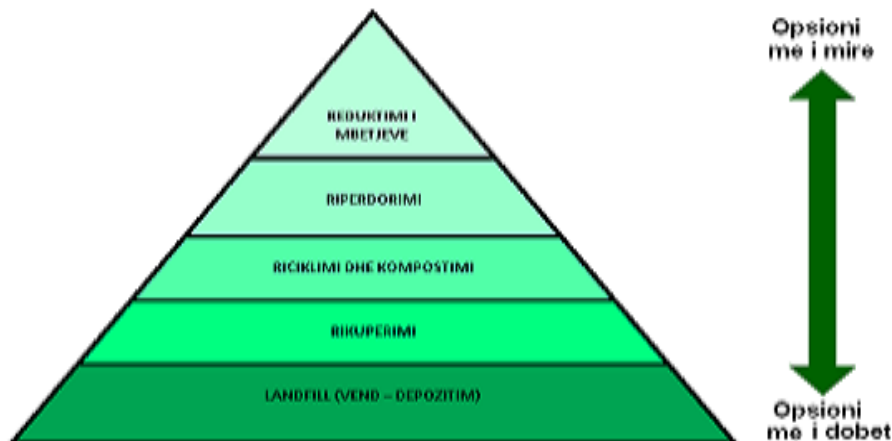


Figura 2.4 Hierarkia e trajtimit të mbetjeve në vendin tonë

- Për reduktimi e mbetjeve nëpërmjet parandalimit dhe minimizimit të tyre janë ndërmarrë shumë pak inisiativa.
- Ripërdorimi dhe riciklimi i mbetjeve është shkalla e dytë e administrimit të mbetjeve. Aktualisht në vendin tonë ka disa kompani private riciklimi të cilat, grumbullojnë, përpunojnë tipe të ndryshme mbetjesh: skrap, letër, plastik, tekstile, goma të përdorura. Gjatë kohëve të fundit është krijuar shoqata për riciklimin. Sistemi i grumbullimit të mbetjeve për biznesin e riciklimit mbetet formalisht i pa organizuar. Në vendin tonë ka disa kompani private riciklimi të cilat, grumbullojnë, përpunojnë tipe të ndryshme mbetjesh: skrap, letër, plastik, tekstile, goma të përdorura. Ka rreth 12.000 grumbullues individual, informal dhe rreth 60 kompani grumbulluese për mbetje të ndryshme të riciklueshme. Mbetet problem mungesa e ndarjes së mbetjeve që në burim. Grumbulluesit individuale dhe kompanitë hasin vështirësi në gjetjen e mbetjeve të pastra

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

dhe të ndara. Pjesa më e madhe e mbetjeve të riciklueshme vjen nga mbetjet urbane dhe pjesërisht nga sektori industrial.

c. Kompostimi i mbetjeve dhe djegia e tyre për prodhim energjie është shkalla e tretë e trajtimit të mbetjeve. Aktualisht nuk ka impiante të kompostimit të mbetjeve të biodegradueshme dhe të djegies së mbetjeve urbane (të pa riciklueshme), si dhe mbetjeve industriale për shfrytëzimin e energjisë së tyre në industrinë prodhuese. Ndërsa në mbetjet bashkiake ka një përqindje të lartë të mbetjeve organike dhe nuk ekziston ndonjë metodë riciklimi për të reduktuar sasinë e mbetjeve organike, që hidhen në vend-depozitime. Bazuar në strategjin dhe Planin Kombëtar të menaxhimit të mbetjeve, sasia e mbetjeve organike të kompostueshme zë rreth 47-49% të mbetjeve. Mbetjet organike në vend-depozitime janë burimi kryesor i emetimit të CH₄ në ajër. Për menaxhimit e mbetjeve është parashikur që të ngrihet impianti i parë i djegjes së tyre pranë fabrikës së çimentos në Fushë-Krujë.

d. Depozitimi i mbetjeve në landfill është faza e fundit e administrimit të mbetjeve. Në vendin tonë mbizotëron funksionimi i shesheve të depozitimit, të cilët nuk janë të përshtatshëm për depozitimin dhe trajtimin mjedisor të vendit. Duhet theksuar se nuk ka në funksionim ndonjë landfill industrial për depozitimin dhe trajtimin e tyre.

2.5 Metodatat e përpunimit të mbetjeve

Në përgjithësi ekzistojnë katër kategori kryesore të praktikave dhe teknologjive të përpunimit dhe sistemimit (trajtimit) të mbetjeve, në kontekstin e menaxhimit të burimeve apo materialeve. Këto janë riciklimi i materialeve, trajtimi biologjik, trajtimi termik dhe landfilli sanitar. Riciklimi i mbetjeve të ngurta është rikalimi i tyre, nëpër procesin e prodhimit, pasi janë përdorur. Ai mund të shfrytëzohet për materiale, si metalet, qelqi, letra dhe plastika. Aplikimi i riciklimit kërkon një ndarje paraprake të mbetjeve në burim (kosha të veçantë), grumbullimin e tyre si edhe transportin në pika të veçanta (pikat e depozitimit të përkohshëm) për një përzgjedhje dhe ndarje të mëtejshme. Trajtimi biologjik ka të bëjë me dekompozimin e materialeve organike, nëpërmjet veprimtarisë mikrobike në kushte të pranisë dhe mungesës së ajrit për të prodhuar material organik të qëndrueshëm, që përmban plehra ushqyese për bimët. Në varësi të sistemeve të përdorura për mbetjet dhe të konfigurimit të procesit, nëpërmjet trajtimit biologjik mund të arrihet stabilizimi (eliminimi i plotë) i mbetjeve dhe prodhimi i lëndës djegëse ose i kompostit (përzierje plehrash bujqësore). Teknologjitë termale përdorin nxehtësinë për të shpërbërë mbetjet dhe për të prodhuar një masë mbeturinash (hirin) të gatshme për t'u depozituar dhe kryesisht të parrezikshme. Mbetjet e ngurta urbane kanë një vlerë të caktuar kalorifike dhe një pjesë e kësaj energjie mund të rikuperohet, duke përdorur këto teknologji, zakonisht në formën e nxehtësisë apo elektricitetit. Djegia tradicionale e mbetjeve heterogjene ose masa e parapërgatitur për djegie, është procesi termal me përdorimin më të gjerë. Megjithatë, ndarja në burim ose prodhimi i lëndëve djegëse nga mbetjet nëpërmjet një procesi termal specifik, është duke u përhapur gjithnjë e më shumë pasi kjo metodë mund të rezultojë me një efektivitet më të madh në rikuperimin e energjisë, si edhe në një sasi më të vogël mbetjesh që kanë nevojë të depozitohen në vendgrumbullimet. Një landfill përdoret me objektivin për të konvertuar dhe stabilizuar përbërësit organikë të biodegradueshëm të mbetjeve duke përmirësuar proceset e dekompozimit mikrobiologjik. Stabilizim në këtë kontekst do të thotë që çlirimet e gazit dhe leksivateve në landfill të manaxhohen brenda kohës së

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

ekzistencës së këtij të fundit. Ka edhe strategji të tjera që mund të përdoren për të çuar në nivel optimal procesin e stabilizimit, përfshirë grirjen e mbetjeve, stabilizimin e pH, shtimin e lëndëve ushqyese dhe mbajtjen e temperaturës në nivelet e duhura.

Me përjashtim të procesit të riciklimit, i cili është i paorganizuar dhe i përket sektorit informal, praktikat e tjera të trajtimit të mbetjeve nuk janë të aplikueshme në Shqipëri. Trajtimi biologjik i mbetjeve mund jetë një teknikë shumë efektive për trajtimin e një kategorie specifike të mbetjeve të ngurta, si mbetje organike. Megjithatë, kategorizimi i mbetjeve (njohja e përqindjeve të rrymave të ndryshme në përbërjen e mbetjeve) në këto raste është një teknikë shumë e rëndësishme, por ende e papërdorur në vend. Zbatimi i teknikës së trajtimit biologjik do të kërkonte një mbledhje të mbeturinave, të ndara në kategori, në mënyrë që të veçohen mbetjet organike nga pjesët e tjera përbërëse të mbetjeve. Dy teknika e tjera të fundit, që janë djegia dhe landfilli sipas standardeve të Bashkimit Europian, janë ende sfida për ekonominë në zhvillim, siç është edhe Shqipëria. Djegia me standardet e Bashkimit Europian është një teknikë shumë e kushtueshme. Natyrisht, një ndër faktorët kryesorë, që duhet të marret parasysh, për sa ka të bëjë me përzgjedhjen e teknikës më të përshtatshme të trajtimit të mbetjeve, është kostoja e ndërtimit dhe përdorimit të impianteve përkatëse. Disa nga faktorët kryesorë që ndikojnë në kostot e këtyre impianteve janë:

- Kostoja e pronësisë së tokës.
- Cilësia e mbetjeve dhe kapaciteti i impianteve, të cilat ndikojnë në mënyrë të drejtpërdrejtë në koston specifike të trajtimit.
- Aksesit për transport, i lidhur ngushtë me investimin kapital.
- Përzgjedhja e teknologjisë, që do të përdoret.

2.6 Rëndësia e kompostimit të mbetjeve

Duke u bazuar në studimet e mëparshme të përbërjes mercollogjike të mbetjeve, në zona të ndryshme të Shqipërisë, rezulton se komponenti i mbetjeve organike përbën sasinë më të madhe të mbetjeve (rreth 45 – 55 % në nivel bashkie dhe deri në 60 – 70 % në zonat rurale). Ky fakt, është shumë premtues dhe inkurajues për zhvillimin e metodës së kompostimit të mbetjeve, dhe e kthen këtë metodë në një prioritet dhe të favorizueshëm në krahasim me metodat e tjera gjatë hartimit të planeve lokale dhe rajonale të menaxhimit të mbetjeve, si një mundësi reale për reduktimin e një pjese të madhe të rrymës së mbetjeve. Kompostimi është një proces trajtimi biologjik, vetëm për mbetjet tërësisht organike. Procesi ka si qëllim të reduktojë sasinë dhe volumin e mbetjeve, dhe njëkohësisht të prodhohet plehu organik i nevojshëm për përmirësimin e cilësisë së tokës. Procesi redukton direkt sasinë e mbetjeve, që shkojnë për asgjësim final. Suksesi dhe efektiviteti i procesit të kompostimit lidhet ngushtë me produktin final që del nga ky proces, i cili varet drejtpërsëdrejti nga cilësia e produktit hyrës (mbetje organike të veçuar nga mbetjet e tjera), që del si rezultat i procesit të ndarjes së mbetjeve. Kështu, cilësia e kompostimit dhe komposti i prodhuar është më i mirë kur lënda organike grumbullohet e veçuar nga kategoritë e tjera të mbetjeve që në burim (familje, kopësht, apo aktivitet tjetër rural), sesa kur grumbullohet në prani të mbetjeve të tjera jo-organike. Si pasojë e pranisë së këtyre mbetjeve jo-organike (plastike, metal, etj), në masën e mbetjeve organike për t'u trajtuar, ka shumë mundësi, që këto impiante të prodhojnë një produkt (komposto), të një cilësie jo të mirë dhe që është shumë vështirë të gjendet një treg shitjeje.

2.7 Politikat dhe rregullat

Politikat dhe rregullat, si në nivel kombëtar, ashtu edhe në nivel lokal janë elementë të rëndësishëm për inkurajimin dhe zhvillimin e aktiviteteve për kompostim, si dhe përmirësimin dhe modernizimin e mëtejshëm të performancës së kompostimit, veçanërisht në zonat rurale dhe ndërrurbane. Për sa më lart, dhe ashtu siç përmendet edhe në seksionin e rregullave për parandalimin dhe reduktimin e mbetjeve, institucionet përkatëse mund të integrojnë e përcaktojnë në rregulloret e tyre lokale, rregulla dhe sanksione veçanërisht për mbetjet organike dhe menaxhimin e tyre. Rregulla për lejimin apo pengimin e hedhjes së mbetjeve: a) si p.sh, vetëm mbetjet organike nga familjet, kuzhina dhe bizneset e vogla duhet të hidhen në kontenierët urbanë; b) kurse mbetjet organike nga bujqësia ndalohen të hidhen në këto kontenierë ose në rrugë: ato duhet të trajtohen nga vete pronarët (prodhuesit), me mjetet dhe shpenzimet e tyre; c) Mbetjet organike nga kopshtet (barërat, degët e drunjtat etj), ndalohen që të hidhen në këta kontenierë ose në rrugë; ato duhet të largohen nga pronarët e tyre, duke i kompostuar në kopshtet e tyre ose duke i dërguar me mjetet dhe shpenzimet e tyre në “landfill”. Financimi, mund të inkurajojë zhvillimin e aktiviteteve të kompostimit. Përpjekjet për edukimin, komunikimin dhe fushatat sensibilizuese, duhen shtuar për të promovuar kompostimin në shtëpi dhe komunitet, duke filluar nga prodhuesit e mëdhenj dhe deri tek banorët. Njëkohësisht këto fushata duhet të inkurajojnë edhe veçimin e mbetjeve, që është proces shumë i rëndësishëm për funksionimin e impianteve lokale të kompostimit.

2.8 PJESA EKSPERIMENTALE

2.8.1 Hyrje

Kompostimi është proces i kontrolluar i dekompozimit aerob dhe/ose anaerob i mbetjeve organike në prani të mikroorganizmave. Ky proces ndikon në përmirësimin e cilesisë së tokës. Proceset, që realizohen gjatë kompostimit ndodhin në natyrë, por sistemet mund të projektohen dhe drejtohen për të rritur e përsheptuar procesin (Brinton & Droffner, 1994) [9]. Mbetjet organike janë të rëndësishme në aspektin ekonomik, bujqësor dhe mjedisor, sepse ulet përdorimi i burimeve jo të rinovueshme, si dhe realizohet asgjësimi i mbetjeve të papërshtatshme për mjedisin. Identifikimi i mbetjeve për përgatitjen e përzierjeve dhe substrateve, shërben për përcaktimin e atyre lëndëve që ndihmojnë rritjen e bimëve. Identifikimi lejon ndarjen e mbetjeve agronomike nga materialet që përbëjnë rrezik për ndotjen e mjedisit. Identifikimi i mbetjeve është i lidhur me procesin e prodhimit, të trajtimit të nënprodukteve, të përpunimit, të mbetjeve të kafshëve, me procesin e të ushqyerit, me përzierjet dhe përdorimin të plehut, me sistemin e menaxhimit dhe me shkallën e kompostimit të materialit (Abad et al., 2002) [1]. Në aspektin e përbërjes dhe të përdorimit, për të shmangur rreziqet e ndotjes së mjedisit, veçanërisht në lidhje me ndotjen e tokës dhe eutrofikimit të ujit, mbetjet organike duhet të jenë në përputhje me vlerat standarde. Rezultatet e vetive fiziko-kimike janë krahasuar me vlerat standarde të marra nga artikuj shkencor, të cilat përmenden mëposhtë. Në tabelën 1, janë paraqitur vlerat e përmbajtjes së nutrientëve në mbetjet me origjinë bimore dhe shtazore të studiuar nga Silva et al.. (Silva et al, 2008) [76]. Këtyre vlerave i jemi referuar edhe në studimin tonë.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Tabela 2.1 Përmbajtja e nutrientëve në mbetjet me origjinë bimore dhe shtazore (Silva, 2008)

| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Ca | Mg | Cu | Mn | Zn |
|------------------------|---------------|-------------------------------|------------------|---------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|
| Mbetje bimore | 11-73 g/kg | 1-29 g/kg | 5-38 g/kg | 4-54 g/kg | 1-6 g/kg | 23-18 mg/kg | 23-29 mg/kg | 70-298 mg/kg |
| Mbetje shtazore | 11-54 g/kg | 1-42 g/kg | 3-49 g/kg | 5-153 g/kg | 2,6-14 g/kg | 15-1388 mg/kg | 340-2055 mg/kg | 48-1189 mg/kg |

Sipas Sharma et al. (1997) [73], diapazoni i vlerave të pH-it dhe përcjellshmërisë elektrike për mbetjet organike në bujqësi janë përkatësisht 6-8.5 dhe 0,64-6,85 dS/m (Abad et al., 2001) [1]. Karakteristikat e mbetjeve bimore janë në varësi të specieve përbërëse, indeve dhe vetive fiziko-kimike të tokës dhe në përgjithësi kanë përmbajtje me të ulët lëndësh ushqyese e vlerë të ulët të përcjellshmërisë elektrike se sa mbetjet e kafshëve (Bernal et al, 1998; Abad et al, 2002; Benito et al, 2006) [8;2;7]. Një faktor tjetër, i cili nuk lejon përdorimin e mbetjeve bimore, si komponent kryesor në përftimin e kompostos është se mbetjet pyjore, si tallashi, lëvorja dhe ashklat përmbajnë komponentë fenolikë fototoksik (Benito et al., 2006) [7]. Këta komponentë në varësi të përqendrimit, ndikojnë në mbirjen dhe rritjen e bimëve (Ortega et al., 1996) [59]. Mbetjet e gjetheve kanë nivele të larta kripërash dhe kjo ndikon në përcjellshmërinë elektrike të përzierjeve me materiale të tjera dhe për këtë arsye kufizon përdorimin e tyre (Bardhan et al., 2008) [5]. Ndryshueshmëria në përmbajtjen e lëndëve ushqyese, të vetive fiziko-kimike, bën që të kufizohet përdorimi i mbetjeve organike agrikuturore. Megjithatë, për të korrigjuar këta faktorë, mbetjet duhet të analizohen, me qëllim shfrytëzimin e potencialit bujqësor dhe uljen e ngarkesës së ndotësve në mjedis. Njohuritë në lidhje me vetitë e mbetjeve organike mund të ndihmojnë për të përcaktuar sasinë e këtyre materialeve për prodhimin e kompostos së përshtatshme për rritjen e bimëve. Qëllimi i këtij studimi është identifikimi dhe përcaktimi i vetive fiziko – kimike të mbetjeve të ndyshme organike agropyjore, të cilat përdoren si lëndë të para në prodhimin e kompostos. Vetitë fiziko-kimike që u studiuuan janë: pH, përcjellshmëria elektrike, lagështia, hiri, lënda e thatë dhe përmbajtja e nutrientëve.

2.8.2 Materiale dhe metoda

Lëndët që u analizuan janë: kashtë, gjethe kafe, gjethe jeshile, tallash, bar, mbetje kafshësh të ndryshme. Mbetjet e gjelbra, që përbëhen nga bar i prerë dhe gjethe të rëna janë mbledhur nga zona e liqenit kombëtar. Kashta e grurit (I), mbetje lope (I) dhe mbetje pule (I), u marrën në një fermë në zonën e Lushnjës. Kashta e grurit (II), mbetje lope (II) dhe mbetje pule (II), u marrën në një fermë në zonën e Tiranës. Tallashi është marrë në një kompani përpunuese druri. Pas shqyrtimit fillestar, materiali i tharë bluhet imët (madhësi 10-25mm) për eksperimentet e mëtejshme dhe u shoshit me sitë.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Përgatitja paraprake e mostrave: Përgatitja paraprake e mostrave minimizon interferencat në analizat kompozicionale. Proceset paraprake janë tharje, reduktim parcial të madhësisë dhe shoshitje. Në qoftë se mostra përmban më shumë se 15% lagështi në masë, ajo duhet të thahet për të siguruar përputhshmërinë në analizat pasuese. Tharja u krye në natyrë dhe me termostat në 60°C. Mostrat u bluan meqë madhësia e grimcave ishte më e madhe se 2 mm dhe u shoshitën. Bluarja u monitorua për t'u siguruar, që procesi të zhvillohet në temperaturë optimale. Në figurën 2.5, paraqiten në mënyrë të përmbledhur hapat e përpunimit paraprak të mbetjeve organike, përpara analizimit me pajisjet përkatëse.



Figura 2.5 Hapat e përpunimit të lëndës së parë me pajisjet përkatëse

Metodat eksperimentale: Vetitë fiziko-kimike që u studiuhan janë: lagështia, lënda e thatë, lënda organike, pH, përcjellshmeria elektrike, hiri dhe përmbajtja e elementëve ushqyes. Analizat u kryen në bazë të standardit shqiptar EN. Metodat janë përshkruar në shtojcën A.

2.8.3 Rezultate dhe diskutime

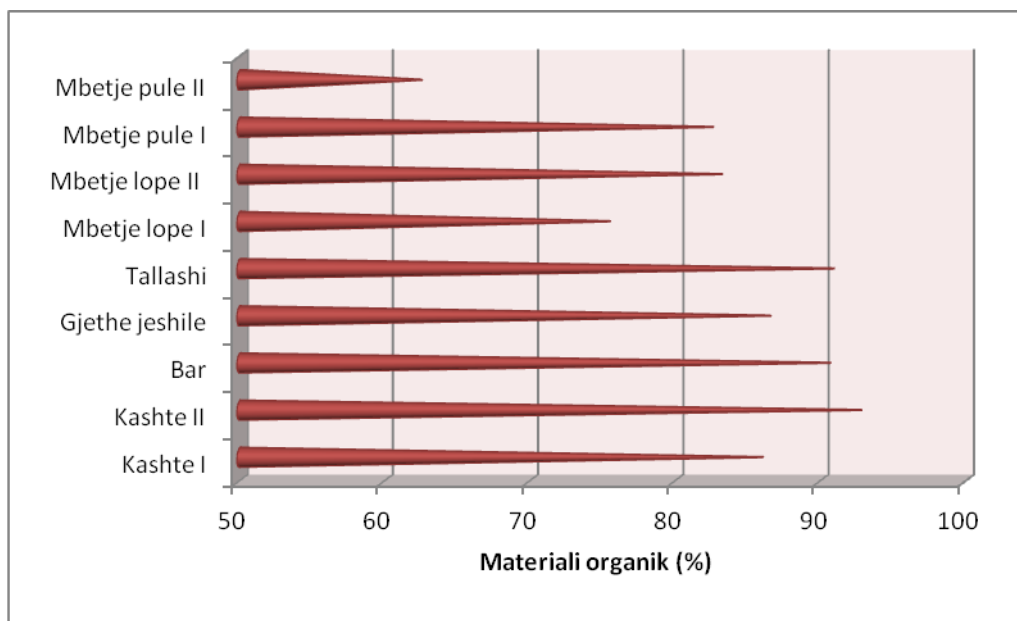
Në tabelën 2.2, paraqiten vlerat eksperimentale të përfuara nga mbetje organike me bazë bimore dhe shtazore.

Tabela 2.2 Vlerat eksperimentale fiziko-kimike të mbetjeve të ndryshme organike

| | Kashtë gruri I | Kashtë gruri II | Bar | Gjethë jeshile | Tallashi | Mbetje lope I | Mbetje lope II | Mbetje pule I | Mbetje pule II | Humusi |
|--------------------------------|----------------|----------------------|--------|----------------|----------------------|---------------|---------------------|--------------------|----------------|--------|
| Sasia e lagështirës (%) | 16 | 10.35 (masë e thatë) | 82 | 38 | 10.66 (masë e thatë) | 83.68 | 8.36 (masë e thatë) | 7.3 (masë e thatë) | 75 | 71.97 |
| Lënda e thatë % | 84 | 89.65 | 18 | 62 | 89.34 | 16.32 | 91.64 | 92.7 | 25 | 28.1 |
| Materiali Organik % | 86.02 | 92.81 | 90.65 | 86.54 | 90.91 | 75.5 | 83.2 | 82.6 | 62.54 | 68.5 |
| Hiri (%) | 13.98 | 7.19 | 9.35 | 12.46 | 9.09 | 24.5 | 16.8 | 17.4 | 37.46 | 21.5 |
| C (%) | 47.78 | 51.56 | 50.36 | 48.6 | 55.5 | 41.94 | 28.22 | 27.48 | 34.74 | 43.6 |
| Azoti total (%) | 0.392 | 0.22 | 2.87 | 0.87 | 0.49 | 2.7 | 1.9 | 4.9 | 3.65 | 4.36 |
| Raporti C:N | 121.91 | 234.37 | 17.54 | 55.9 | 113.27 | 15.53 | 14.85 | 5.6 | 9.51 | 10 |
| PE (mS/cm) | 1.840 | 2.8 | 0.728 | 4.52 | 0.429 | 4.80 | 4.2 | 4.5 | 2.9 | 1.219 |
| pH | 6.65 | 5.8 | 6.88 | 6.71 | 5.55 | 6.40 | 8.3 | 7.8 | 8.3 | 7.69 |
| Fosfori (%) | 0.085 | 0.15 | 0.243 | 0.048 | 0.23 | 0.2 | 0.72 | 1.7 | 0.418 | 0.450 |
| Kaliumi (%) | 1.7 | 0.48 | 1.52 | 1.99 | 0.19 | 1.23 | 3.5 | 3.2 | 2.6 | 2.8 |
| Kalciumi (%) | 0.72 | 0.25 | 1.76 | - | 0.43 | 1.84 | 0.95 | 1.02 | 2.0 | - |
| Natriumi (%) | 0.143 | 0.03 | 0.072 | - | 0.05 | 0.202 | 0.39 | 0.475 | 0.33 | - |
| Magnezi (%) | 0.0051 | 0.09 | 0.0056 | - | 0.11 | 0.016 | 0.53 | 0.82 | 0.0125 | - |

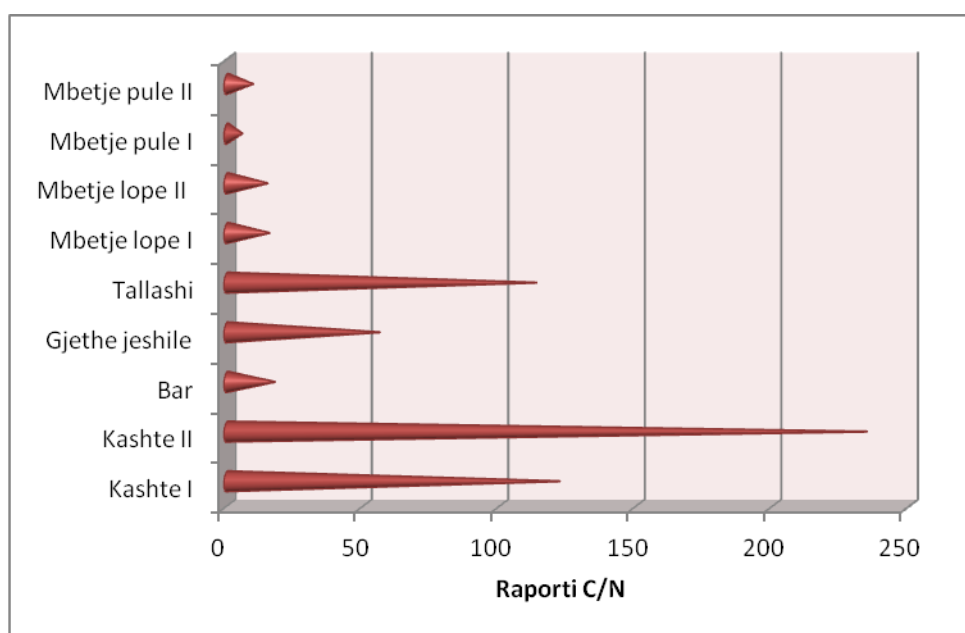
Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Rezultatet e eksperimenteve të kryera për secilën mbetje, janë brenda intervalit të caktuar për përgatitjen e kompostos. Në grafikun 2.1, paraqiten vlerat eksperimentale të materialit organik në bimë dhe në kafshë. Rezultatet tregojnë se mbetjet bimore janë të pasura me celulozë, hemicelulozë, e ligninë se sa mbetjet e kafshëve, duke e vështirësuar kompostimin e tyre. Përbërja e mbetjeve organike varet nga pozicioni gjeografik, klima dhe toka. Prandaj mbetjet të cilat janë marrë në dy zona, kanë rezultate të ndryshme.



Grafiku 2.1 Materiali organik (%) për mbetje organike bimore dhe shtazore

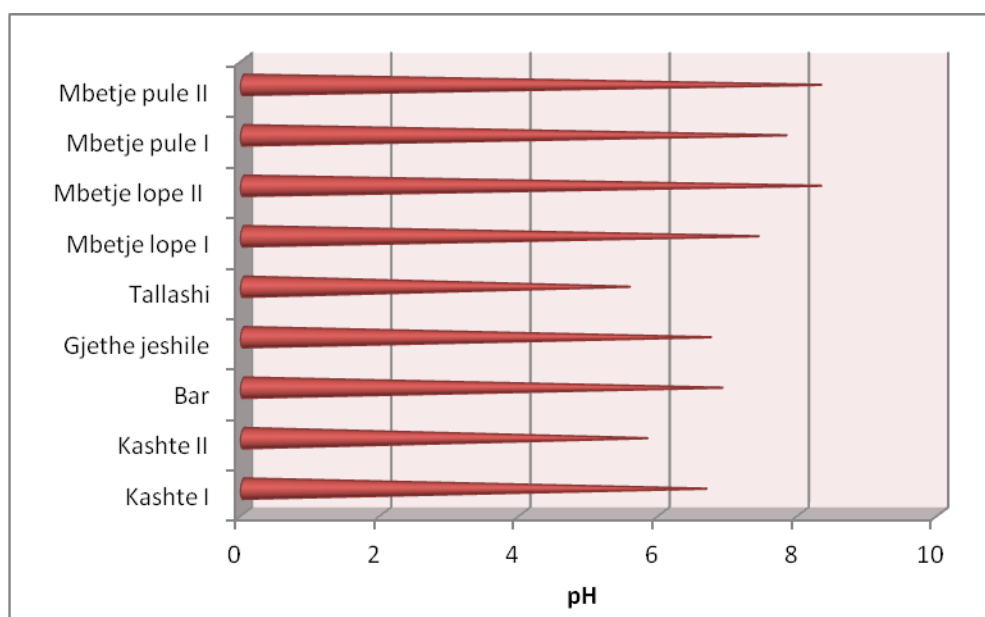
Në varësi të përmbajtjes së hirit u përcaktua dhe përmbajtja e karbonit, një faktor ky shumë i rëndësishëm për përcaktimin e raportit C/N. Në grafikun 2.2, paraqiten vlerat eksperimentale të mbetjeve organike të studiuara.



Grafiku 2.2 Raporti C/N (%) për mbetje organike bimore dhe shtazore

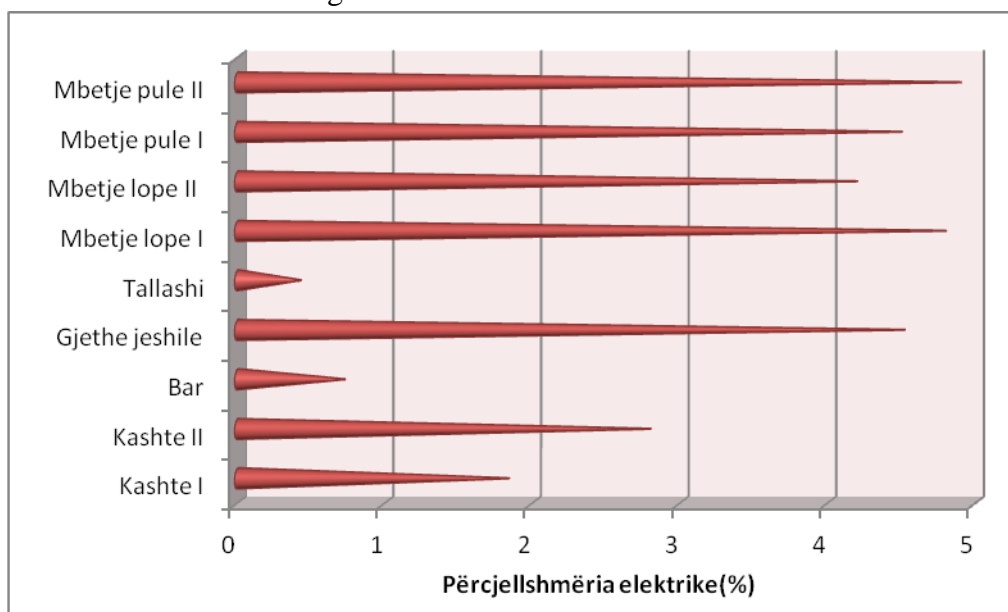
Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Kashta I e II, tallashi dhe gjethet kanë raport më të lartë meqë janë mbetje me sasi të lartë karboni. Ndërsa mbetjet e kafshëve dhe bari, kanë raport të ulët C/N, meqë janë të pasur me azot. Në grafikun 2.3 dhe 2.4 jepen të dhënat e pH dhe përcjellshmërisë elektrike për secilën mbetje organike. Mbetja organike e thatë, që u trajtua me më shumë ujë të distiluar për përcaktimin e këtyre parametrave është tallashi, duke patur parasysh strukturën e tij. Bari dhe gjethet u trajtuan me pak ujë. Rezultatet eksperimentale të mbetjeve të kafshëve, në bazë të literaturës janë brenda diapazonit 6-8.5 dhe 0,64-6,85 dS/m.



Grafiku 2.3 pH për materiale organike të ndryshme

Sipas nivelit të aciditetit, mbetjet karakterizohen në dy grupe: mbetje me pH mbi 7 (mbetje kafshesh) dhe pH nën 7 (mbetje bimore). Diapazoni ideal i pH konsiderohet 5.3-6.5. Megjithatë të gjithë materialet mund të përdoren për prodhimin e kompostos, duke patur parasysh se aciditeti i përzierjes përfundimtare mund të rregullohet.

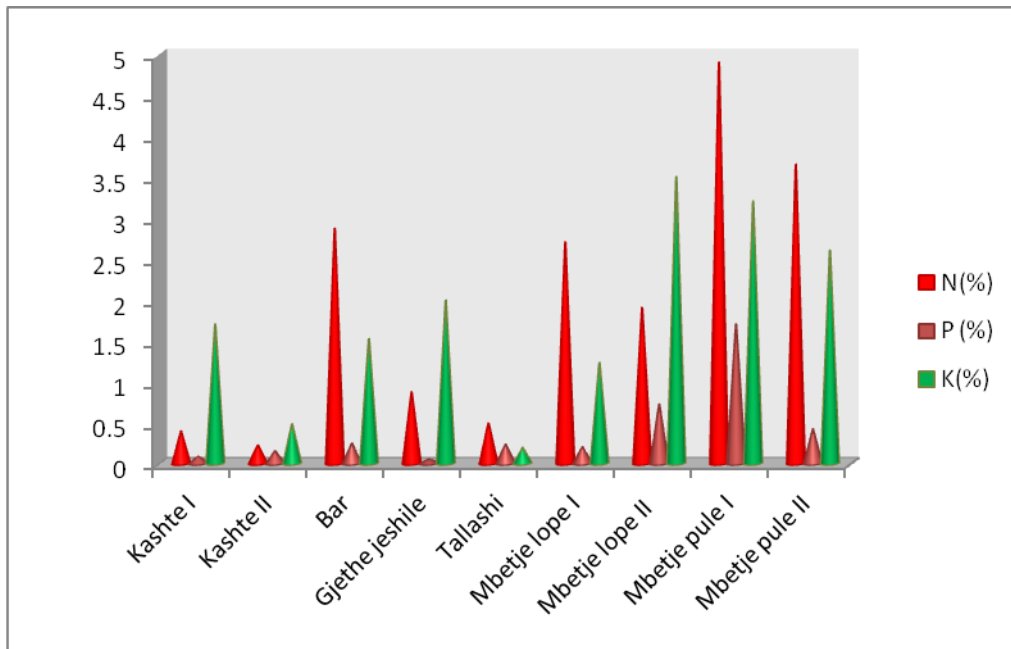


Grafiku 2.4 Përcjellshmëria elektrike për mbetje organike të ndryshme

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Vlerat e përcjellshmërisë elektrike tek mbetjet e kafshëve janë më të larta sesa tek mbetjet agrikulurore. Tallashi ka vlerë përcjellshmërie më të ulët, që tregon përdorim më të lehtë të këtyre mbetjeve në toka agrikulurore. Gjatë analizimit është vënë re se shumë mbetje kanë nevojë për rregullim të vlerës së pH dhe përcjellshmërisë elektrike, që të jenë të përshtatshëm për përdorime të ndryshme agrikulurore.

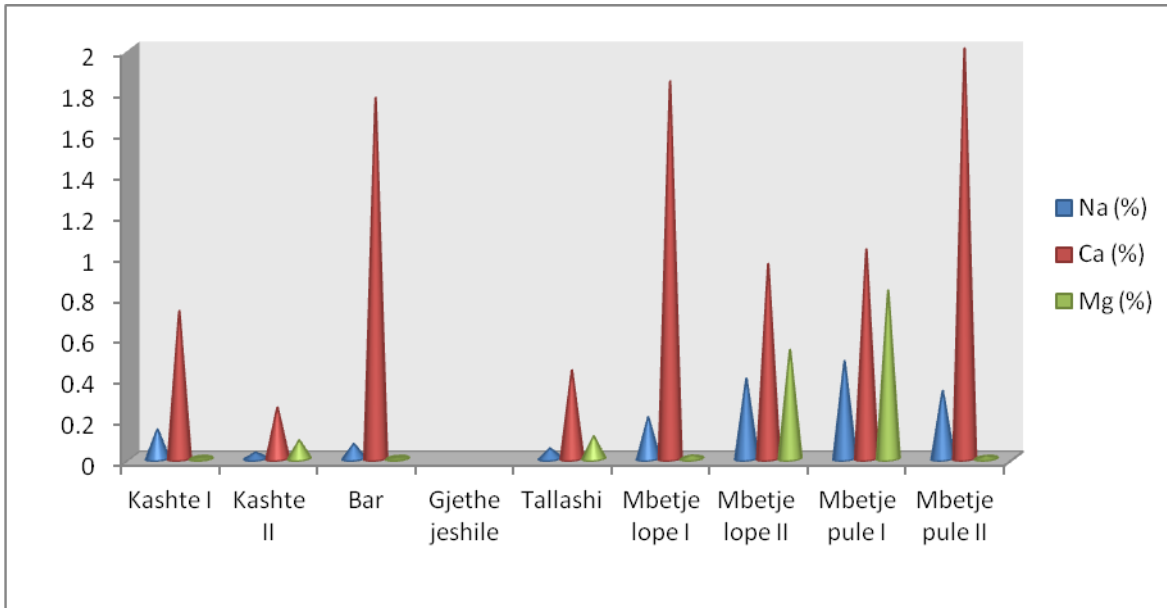
Në varësi të rezultateve të përftuara për karakteristikat fiziko-kimike, mbetjet organike, u identifikuan, si kontigjent të përshtatshëm për prodhimin e kompostos. Këto mbetje u analizuan për përmbajtje të nutrientëve, dhe rezultoi se mbetjet me origjinë bimore kanë përmbajtje nutrieente të ulët krahasuar me mbetjet e kafshëve. Në grafikun 2.5, paraqiten rezultatet e përmbajtjes së nutrientëve, azot (N), fosfor (P) dhe kalium (K). Vërehet se mbetjet e kafshëve dhe bari janë të pasura me azot. Diferencat në vetitë fiziko-kimike, meqë nutrientët janë më të përqendruar tek mbetjet e kafshëve, vërehen për disa arsye: përmbajtje të ulët uji në jashtëqitje, janë përzierë faza e ngurtë dhe e lëngët, nga dietat e përqendruara etj.



Grafiku 2.5 Përmbajtja e nutrientëve N,P,K në mbetjet organike

Përmbajtja e fosforit në mbetje pule është pothuajse katër herë më e madhe se tek mbetje lope. Përmbajtja e lartë e kalçiumit tek mbetje pule është, për shkak të aplikimit të fosfogipsit në manure (mbetjeve të kafshëve), në fermat e prodhimit të vezëve ose mishit, duke synuar reduktimin e volatilizimit të amoniakut. Gjithashtu, në dietën e pulave përdoret gur gëlqeror.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit



Grafiku 2.6 Përmbajtja e nutrientëve Na, Ca, Mg në mbetjet organike

Përmbajtja e natriumit (Na) është më e lartë tek mbetjet e kafshëve për arsye të dietës së pasur me kripëra. Fertilizimi i tokës rekomandohet me mbetje kafshësh, për shembull: pule, për shkak të përqendrimit të lartë të nutrientëve, kryesisht azot. Megjithatë, sasia që përdoret duhet të jetë e kufizuar, sepse mund të shkaktojë dëme në bimë. Niveli i nutrientëve në mbetjet me origjinë bimore është i ulët, kjo tregon se janë materiale ndihmëse për tokën. Megjithatë, këto materiale mund të përdoren me materiale të tjera për kompostim, për të reduktuar nivelin e përcjellshmërisë elektrike.

KAPITULLI III

STUDIMI I KOMPOSTIMIT ANAEROBIK DHE AEROBIK I MBETJEVE ORGANIKE TË NDRYSHME, NËN KUSHTE TERMOFILIKE DHE MEZOFILIKE

Një studim gjithë përfshirës mbi kompostimin e mbetjeve të ndryshme organike në kushte anaerobe dhe aerobe, si dhe nën kushte mezofilike dhe termofilike.

3.1 Hyrje

Kompostimi i mbetjeve organike është një proces bio-transformimi ku materialet komplekse organike kthehen, nga veprimi i mikroorganizmave, nën kushte të kontrolluara (ventilim, lagështi, temperaturë) në një produkt me veti të përmisuara, për t'u përdorur si pleh organik ose kondicionues për tokën. Variabilitetet në procesin e kompostimit si dhe shkalla e dekompozimit çoi në zhvillimin e llojeve të ndryshme të këtyre proceseve duke i klasifikuar gjerësisht si grumbuj me ajrim, grumbuj me përzierje, kompostim në enë, kompostim anaerobik, kompostim në formë tuneli, kompostim në grumbuj, kompostim me trajtim biologjik. Megjithatë, zgjedhja e metodës varet nga natyra e mbetjeve që do të kompostohen: p.sh. mbetjet e ushqimeve dhe lloje të ndryshme të llumrave, ku lagështia është e lartë dhe cilësia e ulët, trajtohen me anë të tretjes anaerobe; ndërsa mbetjet e gjelbra mund të kompostohen ose në mënyre aerobike ose anaerobike. Kompostimi aerobik kryhet në terrene ose në kontenierë të hapur, ku duhet të sigurohet qarkullimi i ajrit p.sh. një kazan me anët e hapura ose me vrima. Furnizimi me oksigjen është shumë i rëndësishëm për zhvillimin e procesit të kompostimit, e lidhur kjo me përbërjen dhe vazhdimësinë e jetesës së mikroorganizmave. Rritja e shkallës së ajrimit, shkakton rritjen e aktivitetit mikrobik, si dhe rritjen e pH të bio-mbetjeve, duke çuar kështu në zvogëlimin e kohës së nevojshme për të prodhuar një komposto me veti të përmirësuara. Kompostimi në kushte anaerobe nuk kërkon furnizim me oksigjen, kështu që shumica e këtyre proceseve zhvillohen në vende nëntokësore, si në puse apo kanale. Kompostimi në kushte anaerobe është krejtësisht i ndryshëm nga tretja anaerobe, përmbajtja e lagështirës varion nga 50-55% në fillim dhe më vonë arrin në 80%. Një tjetër parametër i rëndësishëm, që ndikon në procesin e kompostimit është temperatura. Ai është faktori më kritik gjatë këtyre proceseve, për shkak të efektit të tij në shkallën e metabolizmit dhe strukturën e mikroorganizmave. Studimet treguan se aktiviteti maksimal i kompostimit, mund të arrihet në kushte termofilike në temperaturat 50-60°C. Ndërsa, Rao (1998) ka raportuar se degradimi i lëndës organike është më i shpejtë në temperatura mezofilike. Në studimin e tyre është treguar se shkalla më e lartë e dekompozimit është vëzhguar në temperaturën 35°C dhe shkalla e absorbimit të O₂ rritet në 43°C. Në mënyrë të ngjashme, shkalla e kthimit të karbonit në CO₂ është parë se është më e lartë në temperatura mezofilike (37°C). Këto treguan se kompostimi mesofilik në intervale temperature të ulëta është më i preferueshëm për degradimin e bio-mbetjeve, pavarësisht nga fakti se temperaturat më të larta janë më efektive për eliminimin e mikroorganizmave patogjene.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Edhe pse, kompostimi aerobik mezofilik është lloji më i zakonshëm për trajtimin e mbetjeve organike dhe një metodë më e shpejtë e me leverdi ekonomike, disa studime kanë raportuar se kompostimi aerobik termofilik (mbi 50⁰C) është një opsion më i mirë për kompostimin e bio-mbetejeve. Kjo ka krijuar një hapësirë të re, për kërkime të mëtejshme në vlerësimin e efikasitetit dhe avantazheve të kompostimit aerob mesofilik nga metodat e tjera si kompostimi aerobik termofilik, anaerobik mezofilik dhe anaerobik termofilik. Prandaj, kërkimet kanë si qëllim një studim të plotë për të krahasuar kompostimin e kryer në kushte anaerobe të mbetjeve të organike të ndryshme (në kushte mezofilike apo termofilike).

3.1.1 Mjedisi anaerobik dhe aerobik në procesin e kompostimit

Fermerët, shumë kohë para se të njiheshin mikrobet, e grumbullonin plehun organik, kashtën dhe materiale të tjera bimore dhe vëzhgonin ndryshimet e karakteristikave fizike, që lidheshin me procesin. Procesi i kompostimit mund të zhvillohet në kushte aerobike ose anaerobike. Procesi anaerobik është shumë i ngadalshëm, zhvillohet në temperatura të ulëta dhe krijon aroma të papëlqyeshme. Procesi aerobik është relativisht i shpejtë dhe temperatura e kompostos rritet shumë nga oksidimi aerobik i lëndës organike. Megjithëse, kompostimi aerob është një metodë më e përdorur, studimi ynë u përqendrua në kompostimin anaerob. Deri në vitet 1920, procesi i kompostimit përdorej në mënyra individuale nga fermerët si një mjet për asgjësimin e mbetjeve bujqësore dhe shtimin e vlerave ushqyese në tokë. Me gjithë përdorimin e saj të gjerë, procesi nuk pati përparime deri në vitin 1925, kur Howard aplikoi një proces të zhvilluar për kompostimin. Procesi i zhvilluar njihet si metoda INDORE. Kjo metodë e zhvilluar nga Howard përfshin formimin e një grumbulli të shtresëzuar rreth 1.5 m të lartë, duke përdorur mbeturina, mbetje të kafshëve, llumin e kanalizimeve, kashtën dhe gjethet. Procesi, që zhvillohej fillimisht ishte anaerob dhe kërkonte 6 muaj që të përfundonin ndryshimet. Më vonë procesi u modifikua duke kryer procesin e përzierjes mbi dy herë, duke reduktuar kështu kohën e kompostimit në 3 muaj. Procesi INDORE në Indi dhe procesi BECCARI në Itali, ishin procese kryesisht anaerobe, të kryera në gropat e tokës ose në tanke konkrete. Ky proces ka qenë prej kohësh i njohur për fermerët e stallave, si një mjet për konvertimin e plehut organik në një masë më të vogël, humus dhe me vlera ushqyese për tokën. Megjithatë, dukej se ata nuk e kuptonin ose e njihnin fare pak biokiminë, mikrobiologjinë dhe bio-inxhinierinë. Pjesa më e madhe e informacionit bazë të nevojshëm mikrobiologjik u siguroa nga studimet e Waksman. Fermerët bënë përpjekje për të nxitur rritjen e interesit për procesin e kompostimit.

Drobny raportoi se shumica e proceseve kryhet në sisteme mekanike me ventilim të detyrueshëm dhe me përzierje mekanike, ku procesi zgjat vetëm 5 ditë. Koha e nevojshme për përfundimin e kompostos është raportuar se varion nga 4 ditë në disa muaj, kjo në varësi të kushteve të mjedisit, mënyrës së kompostimit dhe karakteristikave fizike të masës. Bell raportoi se procesi i kompostimit, të cilit i janë nënshtruar manuret e shpendëve, përfundon brenda 2 javësh. Puna e kryer nga Golueke dhe Kochtitzky tregoi se grumbulli duhet të kthehet dhe përzihet një herë çdo 3-4 ditë për të ruajtur gjendjen aerobike. Oksigjeni shtohet për të ndihmuar tretjen e masës së mbyllur, duke përdorur përzierjen e vazhdueshme ose ajrim të detyruar. Ajri i pamjaftueshëm ose mungesa e furnizimit me ajër shkakton uljen e ndjeshme të temperaturës, por dhe përzierja e vazhdueshme dhe mbi ajrimi gjithashtu ulin temperaturën pasi kanë tendencë të reduktojnë lagështinë nga rritja e avullimit. Wilson dhe Himmel, punuan me një shkallë të lartë tretje dhe

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

zhvilluan kurbën e përgjithësuar, e cila tregon efektet e ajrimit mbi temperaturën dhe shkallën e konsumit të oksigjenit. Me prurje të vogla ajrimi, furnizimi me oksigjen është i kufizuar dhe dekompozimi është tretje anaerobike. Në këto kushte procesi është relativisht i ngadaltë dhe prodhon fare pak nxehtësi. Me rritjen e nivelit të ajrimit procesi bëhet aerobik dhe kjo i korrespondon temperaturave të cilat kufizojnë aktivitetin mikrobial. Kur kompostoja fillon të ftohet, uji largohet më shpejtë se sa kur ajo është prodhuar. Në këtë interval, dekompozimi është i kufizuar nga disponueshmëria (prania) e ushqyesve. Nëse nivelet e ajrimit janë shumë të larta, nxehtësia largohet më shpejt se sa kur prodhohet. Kjo do të ulë temperaturën poshtë intervalit termofilik, duke kufizuar në këto kushte procesin. Niveli i ajrimit dhe sasia e ajrit për njësi të materialeve të kompostimit, duhet të kontrollohet. Shkalla e ajrimit, varet jo vetëm nga natyra e materialeve të kompostimit, faktorët e mjedisit dhe lagështirës, por edhe nga faza e procesit të kompostimit. Sipas Wilson, ajrimi në mënyrë mekanike redukton kohën e nevojshme për kompostim në 2-3 javë.

Sipas Waksman dhe Stutzenberger, mikroorganizmat kanë një temperaturë optimale të rritjes prej 55°C dhe një maksimum midis 60 dhe 65°C . Kompostoja ndonjëherë arrin në temperaturë 80°C , temperaturë ku inhibohet rritja e termoaktomiceteve derisa temperatura bie poshtë 65°C . Merkel tregoi se temperatura brenda në komposto varet nga përmbajtja e lagështirës, pranisë së oksigjenit dhe aktivitetit mikrobik. Një rënie e temperaturës mund të tregojë se materiali duhet të laget apo ajroset, ose dekompozimi është në një fazë të vonë të aktivitetit. Temperatura gjithashtu ndikon në llojin e mikroorganizmave të pranishëm në përzierje dhe në shkallën e veprimtarisë mikrobike, që është duke u zhvilluar. Midis temperaturës së ambientit dhe 40°C , mbizotërojnë mikroorganizmat mezofilike, veprimtaria e të cilave krijon nxehtësi duke shkaktuar rritjen e temperaturës së procesit. Kur temperatura ngrihet mbi 40°C mikroorganizmat mezofilike shkojnë drejt periferisë së grumbullit ndërsa mikroorganizmat termofile tentojnë qendrën (Grundy, 1998 and Haines, 1995) [41;42]. Sipas Olds, procesi kërkon 2-3 ditë për të arritur fazën termofilike. Mikroorganizmat termofilike operojnë midis 40°C dhe 60°C ose 70°C .

Temperatura optimale në bazë të oksidimit të lëndës organike në dioksid karboni dhe ujë, është raportuar të jetë 60°C (Schulze, 1962a) [70]. Sipas Golueke, efikasiteti ose niveli i aktivitetit të shpejtësisë së procesit rritet me rritjen e temperaturës së ambientit deri në 35°C (Golueke, 1989) [39]. Procesi është në kulmin e efikasitetit të tij midis 35 dhe 55°C , efikasiteti fillon të bjerë në mënyrë të menjëhershme dhe të bëhet e papërfillshme në temperatura më të mëdha se 70°C . Në temperatura mbi 65°C , sporoformuesit fillojnë të humbasin aftësitë rritëse dhe sporoformuese, duke e ulur shumë aktivitetin. Procesit ftohet nga 65 ose 70°C në 40°C ose më pak. Mikroorganizmat mezofilike rishfaqen në numër të madh, duke rritur aktivitetin e tyre. Intervali i temperaturës në varësi të metodës së përdorur mund të jetë $54-71^{\circ}\text{C}$ (Strom, 1985a,b) [82,83].

Në këtë fazë materiali organik stabilizohet, por gjithashtu mund të maturohet më tej. Gjatë maturimit, ndodh degradimi me shpejtësi të ulët i mbetjeve organike, kjo deri sa krijohen kushtet e ekuilibrit dhe përmbajtja e lëndëve volatile shkon deri në 50%. Produkti përfundimtar është një përzierje e grimcave të qëndrueshme dhe të dobishme pasi përmisojnë vetitë e tokës ku hidhen. Taiganides tregoi se përzierjet me raport C/N të ulët, kanë kërkesa më të larta për ajrim. Nëse raporti C/N është më i lartë se 50, duhet më shumë kohë që procesi i kompostimit të fillojë. Sipas Wilson dhe Hummel, humbjet, të cilat mund të variojnë nga 47-80%, vijnë nga konvertimi i karbonit në dioksid karboni dhe humbja e lagështirës për shkak të avullimit. Sipas Hays, reduktimi i lagështirës mund të shkojë deri në 35% ndërsa raporti C/N mund të variojë nga 12:1 në 27:1.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Përmbajtja e azotit në komposton përfundimtare, duhet të jetë në intervalin 1.2-4.5% në mënyrë që të shmangen ndikimet e padëshirueshme në përzierje. Waksman raportoi se rritja optimale e shumicës së aktinomiceteve ndodh në pH nga 7 deri në 8. Ky pH lehtësisht alkalin së bashku me një temperaturë të lartë favorizon rritjen e aktinomiceteve më shumë se sa rritjen e kërpudhave.

pH i masës së dekompozuar zvogëlohet deri rreth vlerës 6, por kjo nuk do të pengojë veprimtarinë e florës termofilike. Vlera e pH të tallashit është e ulët, rreth 4.5, me një kapacitet të lartë bufferi. Nisur nga rezultatet në reaktorin e kompostimit, Jeris dhe Regan raportuan se vlerat e pH afër 8 janë optimale për procesin e kompostimit (Regan et al., 1970) [65]. Singley et al. (1982) [75], treguan se gjatë fazës së parë të procesit të kompostimit temperatura rritet me ngadalë, ndërsa pH ulet në vlera acide 5 deri në 6. Temperatura rritet shpejt nga mezofilike në termofilike pasi pH kalon nga 7 dhe arrin në vlerat 8-9. Kur pH mbetet në vlerat 7 deri në 9, temperatura fillon të ulet, duke arritur nivele të temperaturës së ambientit, pas disa ditëve ose javëve në varësi të metodës së kompostimit të përdorur. Shpesh herë është e vështirë ruajtja e në nivelet e duhura të përmbajtjes së lagështirës, kryesisht për shkak të madhësisë, formës dhe natyrës së grimcave të përzierjes.

Sipas Golueke, përmbajtja e lagështirës optimale për dekompozim më të lartë duhet të mbahet rreth vlerave 50-60%. Megjithatë, është raportuar, se një proces i suksesshëm arrihet edhe kur vlerat e përmbajtjes së lagështirës janë 60-65%. Në një proces kompostimi të vazhduar termofilik, vlera e përmbajtjes së lagështirës së lëndës së parë dhe kompostos janë pothuajse të barabarta. Wells dhe Galler raportuan se në vlera të përmbajtjes së lagështirës më të larta se 75%, temperaturat termofilike mund të mos arrihen kurrë. Më pak përqindje lagështie ka tendencë të ngadalësojë shkallën e dekompozimit dhe të krijojnë kushte anaerobike. Sipas Jeris dhe Regan, përqindja e hapësirës së ajrit e nevojshme për një proces kompostimi optimal, është rreth 30-36%. Në figurën 3.1 dhe 3.2, paraqiten skemat e procesit të kompostimit në kushte aerobe dhe anaerobe.

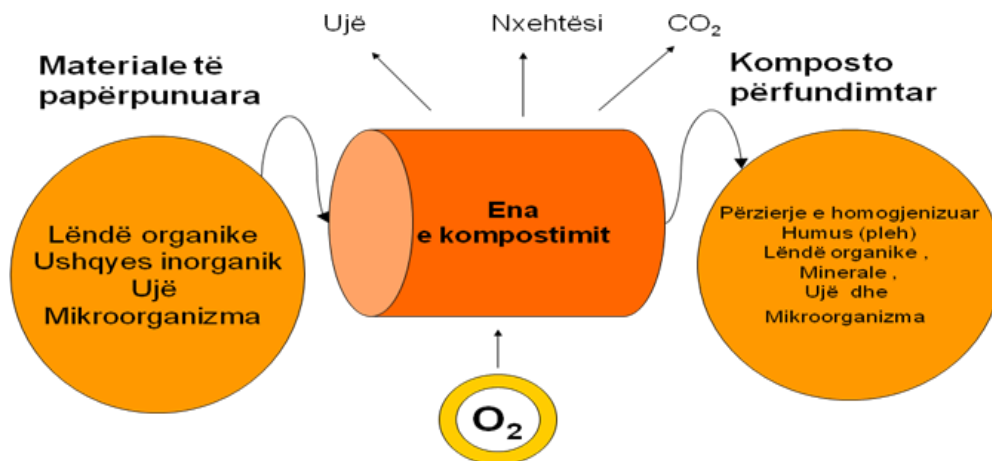


Figura 3.1 Kompostimi në enë të mbyllur, në kushte aerobe

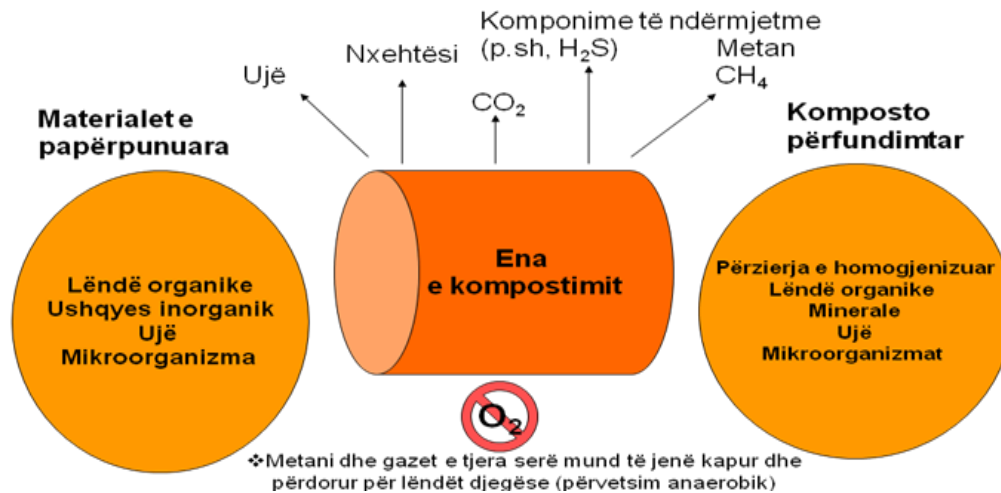


Figura 3.2 Kompostimi në enë të mbyllur, në kushte anaerobe

3.2 Materialet dhe metoda

3.2.1 Grumbullimi dhe përpunimi i lëndës së parë për procesin e kompostimit

Karakterizimi i materialeve organike nevojitet për përgatitjen e përzierjeve dhe substrateve të rëndësishme për rritjen e bimëve dhe prodhimin e biogazit. Karakterizimi lejon ndarjen e mbetjeve organike potenciale nga materialet që përfaqësojnë një rrezik në kontaminimin e mjedisit. Origjina e mbetjeve organike mund të klasifikohet në mbetje kafshësh, perimesh, urbane, industriale dhe agroindustriale. Karakteristika e mbetjes lidhet me procesin e prodhimit, nivelin e procesit, specien dhe moshën e kafshës, skemën e ushqimit dhe menaxhimit, përzierjen dhe përdorimin e manureve, skemën e menaxhimit të mbetjeve dhe shkallën e kompostimit të materialit. Lënda e parë merret si një masë e njëtrajtshme. Mostra merret në katër pika të ndryshme, në mënyrë zigzage e të baraslarguar. E gjitha masa vendoset në një vend të rrafshët dhe përzihet mire duke krijuar një masë homogjene. Pas kësaj hapet në formë katrore dhe ndahet në dy diagonalet e tij. Merret mostra e dy anëve të kundërta dhe përzihet mirë. Përsëri hapet në formë katrori dhe ndahet në dy diagonalet e tij. Merren përsëri dy anët e kundërta dhe përzihet mirë. Ky proces përsëritet derisa të merret një masë mostre. Përgatitja e mostrës bëhet shpejt për të mos lejuar humbje të azotit. Mostra ambalazhohet në qese plasmasi ose mblidhet në letër dhe dërgohet menjëherë në laborator. Mostra u shoqërua me etiketë, ku u shënuan vendi i marrjes së mostrës, lloji i mostrës dhe data e marrjes.

Çështja e parë, që merret në konsideratë në procesin e përgatitjes së mostrës është tharja. Në qoftë se, mostra përmban më shumë se 10%-15% lagështi në masë, ajo duhet të thahet për të siguruar përputhshmërinë në analizat pasuese. Një mundësi është tharja me ajër, shumë e përshtatshme për ambientet me lagështi të ulët. Kjo metodë është e përshtatshme për përgatitjen e sasive të mëdha (>20g) ose mostrave të fushave bujqësore, për analizat kompozicionale. Kur lagështia e ambientit është shumë e lartë për të lejuar këtë teknikë, mostrat duhet të monitorohen për degradimin dhe rritjen mikrobike, derisa lagështia të arrijë në vlerat 10% në masë. Termostati në 105°C është më i përshtatshëm për mostra, të cilat nuk janë të qëndrueshme në mjedis të hapur, ose kur kushtet e ambientit nuk lejojnë tharjen në ajër. Furrat e tharjes në 105°C duhet të përdoren

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

me kujdes, duke qenë se shumë mbetje ndryshojnë kur ekspozohen në nxehtësi të vazhdueshme. Një alternativë për tharjen në ajër është termostati me temperaturë, jo më të lartë se 45°C. Kjo metodë tharjeje përdoret për mostra të vogla (<20g).

Mostrat duhet të bluhen për zhvillimin e analizave, n.q.s. madhësia e grimcave është më e madhe se 2 mm dhe duke qenë se metodat janë optimale për madhësi 2 mm ose më të vogla, bluarja e mostrës është e nevojshme. Prioritet gjatë bluarjes është, që mostra të jetë e thatë. Bluarja duhet të monitorohet për të siguruar, që procesi të zhvillohet në temperaturë optimale. Një temperaturë shumë e lartë gjatë bluarjes, mund të sjellë si pasojë që materiali i ekstratueshëm të ndahet nga mostra dhe të depozitohet në metalet e nxehta të pajisjeve të bluarjes.

Shoshitja e një mostre është ndonjëherë e nevojshme për ta bërë sa më të saktë analizën e materialeve të depozituara të biomasës, por mund të ketë ndikim në mostrën përfaqësuese. Në studimin tonë, u grumbulluan mbetje organike të ndryshme të cilat u përpunuan dhe u analizuan me metoda sipas standardeve shqiptare. Mbetjet e gjelbra, që përbëhen nga bar i prerë dhe gjethe të rena janë mbledhur nga zona e parkut kombëtar të Tiranës. Kashta e grurit dhe mbetja e lopës u morrën në një fermë, në zonën e Lushnjës. Pas shqyrtimit fillestar, materiali i tharë bluhet imët (madhësi 10-25mm) për eksperimentet e mëtejshme dhe shoshitet me sitë. Një sasi e këtij materiali përdoret për analizat fillestare, ndërsa pjesa tjetër u përdor për eksperimentet e mëtejshme.



Figura 3.3 Mulliri ku u blujt lënda e parë



Figura 3.4 Mostrat e mbetjeve të ngurta për analizim

3.2.2 Pjesa eksperimentale

3.2.2.1 Përgatitja e përzierjeve nga mbetjet organike për prodhimin e kompostos

Tre komponentët e nevojshëm për përgatitjen e një kompostoje janë: materiali fillestar, materiali përmirësues dhe agjentët absorbues. Materiali fillestar është mbetja kryesore, që kërkon një trajtim. Përzgjedhja e mbetjes së përshtatshme për t'u trajtuar përcaktohet, në bazë të karakteristikave të saj. Materiali përmirësues është çdo substancë që mund të përzihet me materialin fillestar për të balancuar raportin C:N, të modifikojë pH, të sigurojë stabilitet, dhe të arrijë sasinë e nevojshme të lagështirës. Në përzierje mund të shtohet më tepër se një substancë përmirësuese. Agjentët absorbues janë substanca që i rezistojnë dekompozimit, dhe si qëllim kryesor kanë ruajtjen e strukturës dhe porozitetin e grumbullit. Këta agjentë mund të ndahen nga kompostoja dhe më pas të ripërdoren. Një substancë përmirësuese mund të jetë gjithashtu edhe një agjent absorbues (Goldstein, 1998) [36]. Gjatë formimit të një përzierjeje, karakteristikat fizike dhe ushqyese të lëndëve të para të papërpunuara, manipulohen për të pasur kushte ideale për aktivitetin mikrobik. Dy karakteristikat kryesore të marra në konsideratë janë raporti C:N dhe sasia e lagështirës. Në qoftë se njëra ose të dyja nuk janë të mjaftueshme për të pasur një proces kompostimi të shpejtë, duhet të zgjidhet një substancë përmirësuese për t'i balancuar ato. Mund të jetë e nevojshme ndoshta dhe më tepër se një substancë, kjo për shkak të vështirësive në materialet e disponueshme ose dhe për shkak të karakteristikave të substancave përmirësuese. Në qoftë se, materiali fillestar nuk mund të ruajë një strukturë të mirë, humbet porozitetin, raporti C:N dhe sasia e lagështirës nuk janë të përshtatshme, prandaj kërkohet të shtohet një substancë përmirësuese. Në qoftë se, materiali fillestar kërkon vetëm rregullimin e strukturës dhe porozitetin e tij është i nevojshëm vetëm një përbërës, si përshebull kashta, ashklat e drurit. Llogaritjet për përgatitjen e recetës së kompostos bëhen duke njohur raportin C:N si dhe përmbajtjen e lagështirës në lëndën e parë. Megjithatë, në disa situata, ekuilibri i duhur midis raportit C:N dhe përmbajtjes së lagështirës në lëndët e para të përdorura është i pamundur të njihet. Prandaj, receta për përgatitjen e kompostos duhet të jetë e përgatitur brenda kufijve të rekomanduar të raporteve C:N dhe përmbajtjes së lagështirës dhe sa më pranë vlerave ideale. Përcaktimi dhe përmbushja e secilit kriter, raportit C:N apo përmbajtjes së lagështirës, varet nga lloji i lëndëve të para dhe metoda e kompostimit. Në përgjithësi, në qoftë se midis të dyjave, raportit C:N dhe përmbajtjes së lagështirës, nuk mund të vendoset një ekuilibër, për lëndën e parë rekomandohet plotësimi i kërkesës për përmbajtjen e lagështirës (Senesi et. al, 1991) [72]. Një përzierje me përmbajtje lagështie jo në vlerat e duhura ka një efekt shumë më të dëmshëm për procesin e kompostimit sesa një raport C:N i paekuilibruar. Përmbajtja e ulët e lagështirës ngadalëson procesin e kompostimit, ndërsa përmbajtja e lartë e lagështirës krijon kushte anaerobe, për shkak se vendet bosh në përzierje janë të mbushura me ujë. Pasi përmbajtja e lagështirës është përshtatur, rregullohen edhe vlerat e raportit C:N, midis intervalit të rekomanduar. Vlerat e larta të raportit C:N vetëm do ta ngadalësojnë procesin, ndërsa vlerat e ulëta mund të gjenerojnë aroma dhe të çojnë në humbje të lëndëve ushqyese nëpërmjet largimit të amoniakut. Llogaritjet sigurojnë një pikënisje për përgatitjen e recetave, por përvoja siguron njohuritë se cilat lëndë dhe çfarë porcionesh duhet të përdoren. Karakteristikat e lëndëve si: struktura e tyre, absorbimi i ujit dhe degradimi, mund të çojnë në ndryshimin e recetës së përzierjes me qëllim përmirësimin e procesit të kompostimit. Për shembull, një përzierje mund të ketë vlerat e duhura të raportit C:N dhe të përmbajtjes së

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

lagështirës, por procesi mund të dështojë për arsye se, karboni nuk është i disponueshëm apo poroziteti është i pamjaftueshëm për arritjen e një ajrimi të mirë.

Lagështira luan një rol thelbësor në metabolizmin e mikroorganizmave dhe indirekt në furnizimin me oksigjen. Mikroorganizmat mund të shfrytëzojnë vetëm molekulat organike, që janë të tretshme në ujë. Përmbajtja e lagështirës, nga 40 në 60% është e përshtatshme, pa kufizuar ajrimin. Nëse përmbajtja e lagështirës bie nën 40%, aktiviteti bakterial do të ngadalësohet dhe do të pushojë tërësisht nën 15%, por kur përmbajtja e lagështirës e kalon 60%, vëllimi i ajrit reduktohet, prodhohen aroma (shkak të kushteve anaerobike), dhe dekompozimi ngadalësohet, sic ndodhi në rastin tonë. Në kushte anaerobe, përmbajtja e lagështirës fillon nga 50-55% dhe arrin në 80%.

Fillimisht përcaktojmë lagështinë mesatare të përzierjeve që kemi përgatitur, për të parë nëse vlera e llogaritur është brenda normës së lejuar apo duhet të korrigjohet. Lagështira e përzierjeve llogaritet me shprehjen e mëposhtme, duke iu referuar literaturës (Brinton, 2001) [10]:

$$L_p \% = \frac{(a \cdot M_a) + (b \cdot M_b) + (c \cdot M_c) \dots}{a + b + c \dots} \quad (3.1)$$

ku:

a – masa e përgjithshme e përbërësit A

b – masa e përgjithshme e përbërësit B

c – masa e përgjithshme e përbërësit C

M_a – përmbajtja e lagështirës e përbërësit A

M_b – përmbajtja e lagështirës e përbërësit B

M_c – përmbajtja e lagështirës e përbërësit C

Nëse lagështira e përzierjes është jashtë kufirit të lejuar, ajo korrigjohet me shprehjen e mëposhtme:

$$a = \frac{M_b - M}{M - M_a} \quad (3.2)$$

ku:

a – sasia e ujit që duhet të hidhet

b – masa e përgjithshme e përzierjes

M – përmbajtja e lagështirës së dëshiruar

M_a – përmbajtja e lagështirës së ujit, 100%

M_b – përmbajtja e lagështirës së përzierjes

Niveli i kripërave mund të jetë një problem serioz gjatë përdorimit të kompostos. Niveli i lartë i kripërave të tretshme në komposto mund të çojë në dëmtimin e rritjes së bimës ose në fitotoksicitet. Mbetjet biosolide, mbetjet ushqimore ose llumrat, mund të jenë mbetje me përmbajtje të lartë të kripërave të tretshme. Disa bimë janë më të ndjeshme ndaj kripërave se të tjerët (Allison, 1965) [3]. Përmbajtja e kripërave të tretshme, që maten me anë të konduktivitetit elektrik, ndikojnë në rritjen e bimës. Epstein (1997) [22], paraqiti se në qoftë se vlera e përcjellshmërisë elektrike është më e lartë se 5 mS/cm, mund të çojë në fitotoksicitet.

Përcjellshmëria elektrike ndikon në cilësinë e kompostos, sepse ajo reflekton në salinitetin dhe përshtatshmërinë e rritjes së bimëve. Ky parametër është rritur për disa mostra pas fazës aktive,

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pylore dhe projektimi i reaktorit

ndoshta për shkak të lëshimit të kripërave të tretshme si: amoniaku dhe fosfatet, që rezultojnë nga dekompozimi i subtrateve organike të biodegradueshme.

Për përcaktimin e recetës së përzjerjes duhet të bazohemi tek raporti C/N i dëshiruar. Ekuacionet që ndihmojnë në përcaktimin e sasive jepen si më poshtë:

$$M_{ujë} = M_{përgjithshme} \cdot (\text{Përmbajtja e lagështirës}) \quad (3.1)$$

$$M_{\text{Lënda e thatë}} = M_{përgjithshme} - M_{ujë} \quad (3.2)$$

$$M_{\text{azot}} = M_{\text{lënda e thatë}} \cdot [\% N \cdot 0.01] \quad (3.3)$$

$$M_{\text{karbon}} = (C / N) \cdot M_{\text{azot}} \quad (3.4)$$



Figura 3.5 Foto të recetave nën kushte anaerobe mezofilike



Figura 3.6 Foto të recetave nën kushte anaerobe termofilike

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Metodat e analizimit të përzierjeve

Metodat eksperimentale për përcaktimin e vetive fiziko-kimike të përzierjeve paraqiten në shtojcën A. Në mënyrë të përmbledhur i përmendim më poshtë:

Për përcaktimin e lagështirës, u peshuan 3-5 gr mostër. U vendos në termostat në $105 \pm 3^\circ\text{C}$, për një minimum prej katër orësh. U ftoh, u peshua dhe u tha deri në një masë konstante. Për përcaktimin e përmbajtjes së lëndës organike dhe hirit analizat u kryen në bazë të standardit shqiptar EN 13039:2011. Mostra u tha në $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$, pastaj u dogj në $(450 \pm 25)^\circ\text{C}$. Hiri u përcaktua, si mbetje nga djegia e mostrës. Të dy karakteristikat shprehen, si përqindje në masë e mostrës së tharë. Përmbajtja e karbonit organik u përcaktua me metodën e djegies në furrën Mufël. pH u përcaktua në bazë të standardit shqiptar. Mostra u ekstraktua me ujë, në raport 1:5. Përcjellshmëria elektrike u përcaktua në bazë të standardit shqiptar EN 13038:2011. Mostra u ekstraktua me ujë, në raport 1:5, për shpërbërjen e elektroliteve. Azotit total u përcaktua me anë të aparatit Kjeldahl. Fosfori total u përcaktua me spektrofotometri. Kaliumi, Natriumi, Kalciumi dhe Magnezi u përcaktuan me flamfotometer.

3.2.2.2 STUDIMI I KOMPOSTIMIT ANAEROBIK I MBETJEVE ORGANIKE TË GJELBRA

Përzierjet që u krijuan për zhvillimin e procesit të kompostimit në kushte anaerobe (mezofilik dhe termofilik) janë: gjethe+bar (1:1) (GjB) dhe gjethe+bar+humus (2:2:1) (GjBH). Lëndët e para janë analizuar në kapitullin e dytë. Eksperimentet për procesin e kompostimit janë kryer në enë qelqi, 500 ml. Për eksperimentet u përdoren 8 enë (2x2) që përfshijnë dy përsëritje për secilin rast, duke krijuar kështu receta me përmbajtje të ndryshme. Katër nga këto enë u vendosën në inkubator në temperaturë mezofilike (37°C) dhe katër të tjerë në temperaturë termofilike (50°C). Ndryshimet e temperaturës gjatë procesit janë regjistruar, duke përdorur një termometër me mërkur. Parametrat fiziko-kimike u analizuan duke marrë mostër, në një interval kohe prej shtatë ditësh.

Rezultate dhe Diskutime

Karakteristikat e mbetjeve organike, që përdorëm si lëndë të parë janë paraqitur në tabelën 3.1. Karakteristikat e përzierjeve të mbetjeve organike, që kemi realizuar për prodhimin e kompostos trajtohen më poshtë.

Tabela 3.1 Të dhënat e vetive fiziko-kimike për mbetje organike

| | Bar | Gjethe | Humusi |
|----------------------------|-------|--------|--------|
| Materiali Organik % | 90.65 | 86.54 | 78.5 |
| C (%) | 50.36 | 48.6 | 43.6 |
| Raporti C:N | 17.54 | 55.9 | 10 |
| Fosfori (%) | 0.243 | 0.048 | 0.450 |
| Kaliumi (%) | 1.52 | 1.9 | 2.4 |
| pH | 6.48 | 6.31 | 7.69 |
| PE (mS/cm) | 0.728 | 4.52 | 1.219 |

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Në kushte anaerobe, përmbajtja e lagështirës fillon nga 50-55% dhe arrin në 80%. Analizat janë bërë në ditën e parë, kur kemi krijuar përzierjet, në ditën e shtatë, në ditën e 21 dhe ditën e 35. Profilet e temperaturës të eksperimenteve, anaerobik-mezofilik dhe anaerobik-termofilik treguan, 37⁰C dhe 50⁰C respektivisht. Në tabelën 3.2 dhe 3.3, paraqiten rezultatet e vetive fiziko-kimike të analizuar çdo shtatë ditë, për një periudhë kohore 35 ditë. Për përzierje gjethe+bar, u analizuan edhe natriumi, kaliumi dhe magnezi, ku paraqitet rritje të vlerës fillestare. Kjo tregon, pasurim të përzierjes, për përfitim e një komposto cilësore.

Tabela 3.2 Rezultatet e analizave për përzierjen gjethe + bar

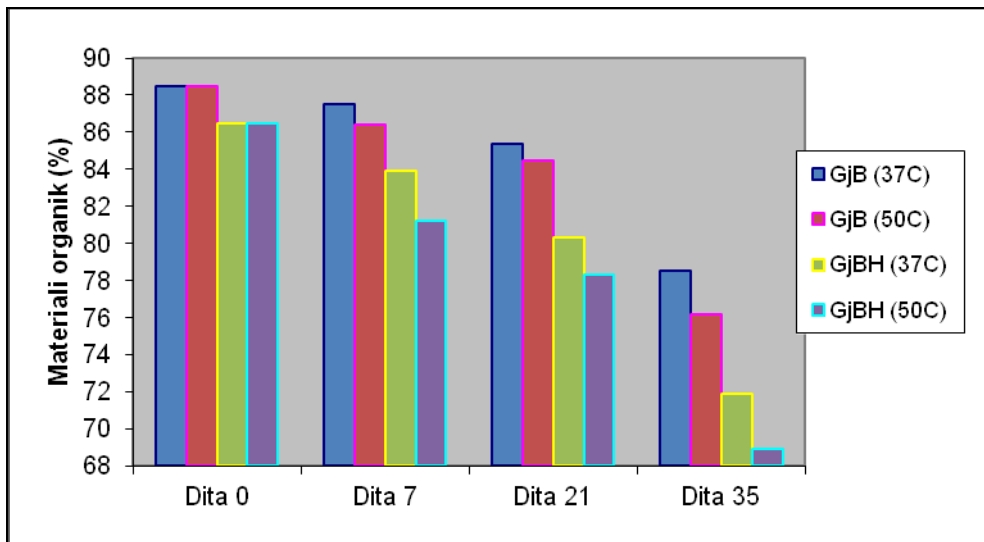
| | GjB (37°C) | | | | GjB (50°C) | | | |
|--------------------------------|------------|--------|---------|---------|------------|--------|---------|---------|
| | Dita 0 | Dita 7 | Dita 21 | Dita 35 | Dita 0 | Dita 7 | Dita 21 | Dita 35 |
| Sasia e lagështirës (%) | 74.13 | 73.32 | 71 | 69 | 74.13 | 70.04 | 68 | 66.3 |
| Lenda e thatë % | 29.6 | 26.68 | 29 | 31 | 29.6 | 29.96 | 32 | 33.7 |
| Materiali Organik % | 88.5 | 87.5 | 85.4 | 78.5 | 88.5 | 86.4 | 84.5 | 76.2 |
| Hiri (%) | 11.5 | 12.5 | 14.6 | 21.5 | 11.5 | 13.6 | 15.5 | 23.8 |
| C (%) | 49.1 | 48.61 | 47.4 | 43.61 | 49.1 | 48 | 46.94 | 42.33 |
| Azoti total (%) | 2.21 | 2.64 | 3.28 | 3.43 | 2.21 | 2.8 | 3.31 | 3.61 |
| Raporti C:N | 22.21 | 18.41 | 14.45 | 12.71 | 22.21 | 17.14 | 14.18 | 11.72 |
| Fosfori (%) | 0.14 | - | 0.18 | - | 0.14 | - | 0.189 | - |
| Kaliumi (%) | 1.69 | - | 1.51 | - | 1.69 | - | 1.72 | - |
| Natrium (%) | 0.098 | - | 0.117 | - | 0.098 | - | 0.132 | - |
| Kalcium (%) | 1.12 | - | 1.04 | -- | 1.12 | - | 1.36 | - |
| Magnez (%) | 0.0092 | - | 0.018 | | 0.0092 | - | 0.017 | - |
| pH | 6.39 | 6.72 | 6.95 | 7.02 | 6.39 | 6.92 | 7.32 | 7.12 |
| PE (mS/cm) | 3.30 | 3.47 | 4.41 | 4.52 | 3.30 | 2.38 | 2.19 | 1.958 |
| Temperatura (°C) | 28 | 37 | 38 | 37 | 28 | 48 | 51 | 50 |

Tabela 3.3 Rezultatet e analizave për përzierjen gjethe+bar+humus

| | GjBH (37°C) | | | | GjBH (50°C) | | | |
|--------------------------------|-------------|--------|---------|---------|-------------|--------|---------|---------|
| | Dita 0 | Dita 7 | Dita 21 | Dita 35 | Dita 0 | Dita 7 | Dita 21 | Dita 35 |
| Sasia e lagështirës (%) | 78.30 | 75.07 | 73.2 | 69.03 | 78.30 | 74.37 | 72.1 | 67 |
| Lenda e thatë % | 21.7 | 24.93 | 26.8 | 30.97 | 21.7 | 23.63 | 27.9 | 33 |
| Materiali Organik % | 86.5 | 83.9 | 80.3 | 71.9 | 86.5 | 81.2 | 78.3 | 68.9 |
| Hiri (%) | 13.5 | 16.1 | 19.7 | 28.1 | 13.5 | 18.8 | 21.7 | 31.1 |
| C (%) | 48.05 | 46.6 | 44.61 | 39.94 | 48.05 | 45.1 | 43.5 | 38.27 |
| Azoti total (%) | 2.3 | 2.7 | 3.15 | 3.39 | 2.3 | 2.82 | 3.21 | 3.63 |
| Raporti C:N | 20.89 | 17.26 | 14.16 | 11.78 | 20.89 | 15.99 | 13.55 | 10.54 |
| Fosfori (%) | 0.194 | | 0.199 | | 0.194 | | 0.202 | |
| Kaliumi (%) | 1.7 | | 1.74 | | 1.7 | | 1.81 | |
| pH | 6.46 | 6.59 | 6.69 | 6.98 | 6.46 | 6.69 | 6.73 | 7.14 |
| PE (mS/cm) | 2.56 | 5.12 | 4.98 | 3.2 | 6.56 | 4.12 | 2.98 | 1.182 |
| Përqendrimi (g/l) | 3.4 | 2.7 | 2.63 | 1.95 | 3.4 | 2.7 | 2.13 | 1.75 |

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Në grafikun 3.1, tregohen rezultatet e arritura për përqindjen e lëndës organike në përzierjet e ndryshme të formuara, në kushte mezofilike dhe termofilike. Në përzierjet gjethe, bar dhe humus, përmbajtja fillestare e lëndës organike është e lartë, për shkak të lëndës së parë të përdorur. Megjithëse në të gjitha recetat është parë ulja e vlerës së lëndës organike, duke treguar se procesi anaerob ka rezultuar pozitiv, evidentojmë se përzierja gjethe dhe bar, ka akoma nevojë të qëndrojë në këto kushte, që të arrihen rezultate optimale.



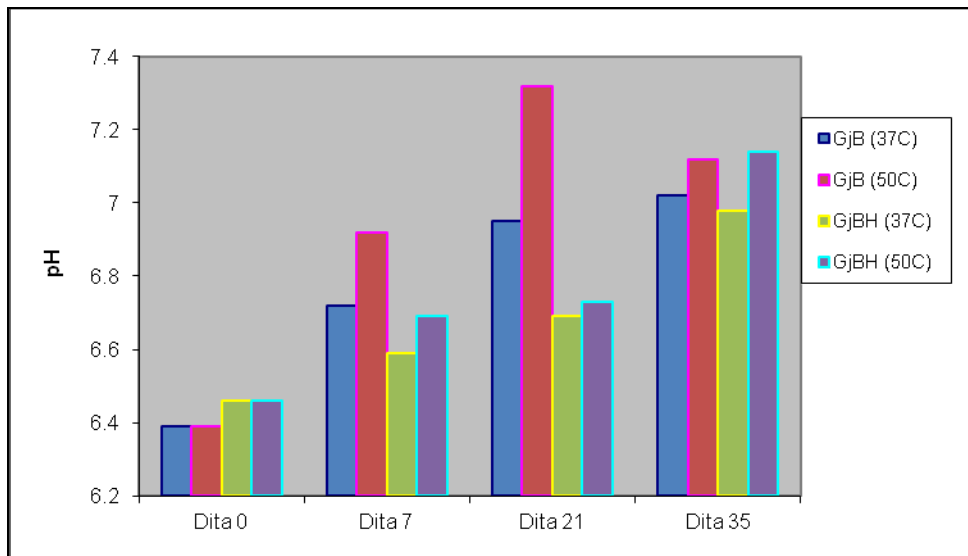
Grafiku 3.1 Ndikimi në lëndën organike, për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe anaerobe termofilike (50°)

Në grafikun 3.2 janë paraqitur të dhënat e pH për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe termofilike (50°). Gjatë procesit të kompostimit vlerat e pH ndryshojnë, për shkak të ndryshimeve në përbërjen kimike. Në përgjithësi, në fillim vlera e pH janë të ulëta, për shkak të formimit të acideve organike dhe pastaj rritet për shkak të konsumimit të acideve dhe prodhimit të amoniakut. Kjo vërehet edhe në mostrat tona, në fillim pH është i ulët, pastaj rritet. Gjatë kompostimit në kushte mezofilike dhe termofilike pH nuk ka pësuar ndonjë ndryshim të konsiderueshëm. pH i kompostos përfundimtare duhet të jetë rreth vlerës 7. Vlera që janë nën 6 dhe mbi 8, mund të tregojnë një problem në lëndën fillestare, ose gjatë procesit të kompostimit. Në rastin tonë, vlerat e pH për përzierjet janë midis 6 dhe 8.

Përcjellshmëria elektrike (PE), është një parametër i rëndësishëm, sepse përdorimi pa kriter i plehrave organike të pasur me kripëra të tretshme, mund të shkaktojë dëme në bimë dhe tokë. Vlerat e matura të përcjellshmërisë elektrike në varësi të kohës (të shprehur në ditë), paraqiten në grafikun 3.3.

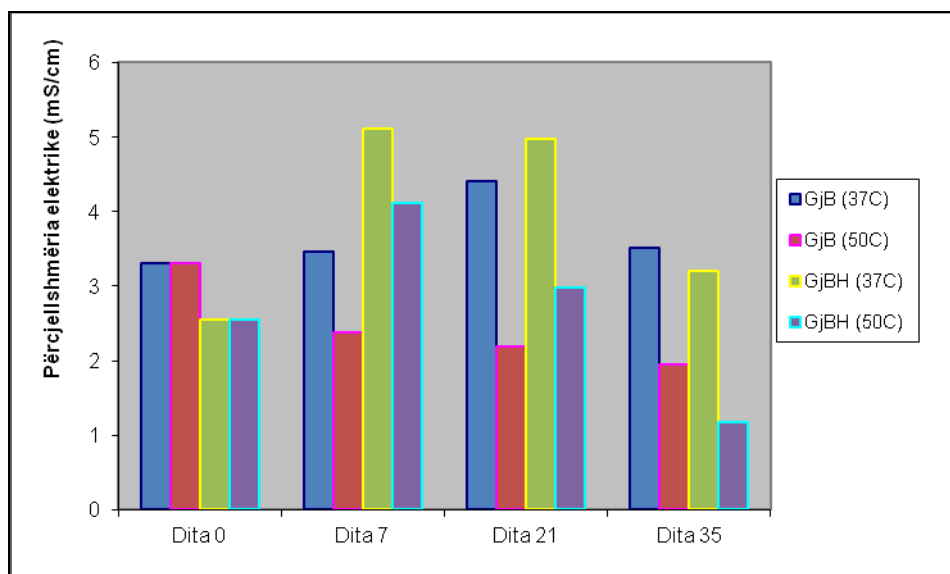
Ky parametër është rritur për disa mostra pas fazës aktive, ndoshta për shkak të lëshimit të kripërave të tretshme, si amoniaku dhe fosfatet, që dalin nga dekompozimi i substrateve organike të biodegradueshme.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit



Grafiku 3.2 pH për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe anaerobe termofilike (50°)

Rezultatet e përcjellshmërisë elektrike tregojnë që përzierjet janë brenda normës së lejuar dhe mund të përdoren për një gamë të gjerë bimësh. Përcjellshmëritë elektrike për përzierjet gjethe+bar (37C) dhe gjethe+bar+humus (37C), në krahasim me përzierjet në kushte termofilike në fillim ishin të ulta, u rritën në ditën e shtatë, por pastaj vlerat u ulën duke arritur brenda normës së lejuar (<5 mS/cm).

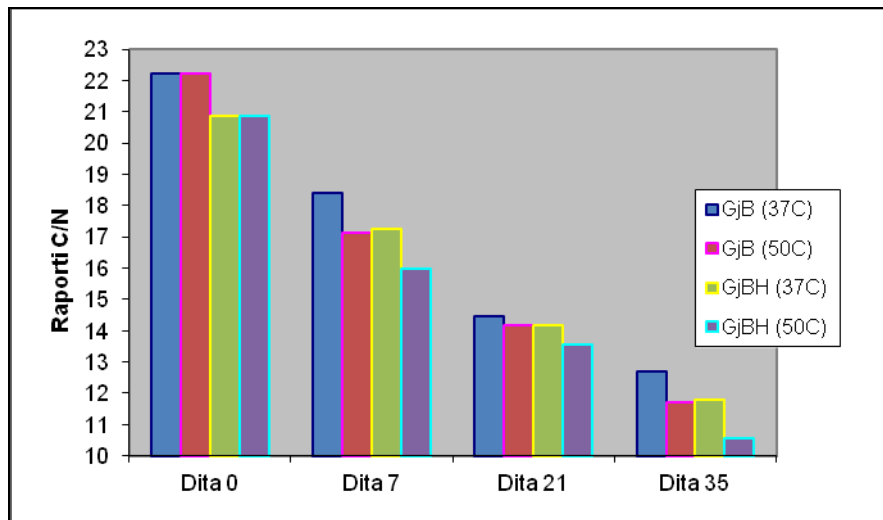


Grafiku 3.3 Përcjellshmëria elektrike për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe termofilike (50°)

Pasi procesi i kompostimit fillon, mikroorganizmat kërkojnë karbon, si një burim energjie për rritjen dhe azot për sintezën e proteinave. Gjatë procesit të kompostimit, raporti C/N zvogëlohet vazhdimisht me kalimin e kohës. Përqendrimi i karbonit gjatë procesit të kompostimit zvogëlohet,

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

ndërsa përqendrimi i azoti rritet. Zvogëlimi i raportit C/N të kompostos në kushte të ndryshme eksperimentale është paraqitur në grafikun 3.4. Ai ulet gjatë kompostimit të mbetjeve organike për shkak të shndërrimit të karbonit dhe azotit dhe stabilizohet në vlerat 10-20. Meqë raporti C/N zvogëlohet, azoti nuk është më i nevojshëm për rritjen e mëtejshme të qelizave, prandaj mund të çlirohet si amoniak, duke rezultuar në humbjen e azotit. Në qoftë se, procesi i kompostimit nuk ka përfunduar ende, aktiviteti mikrobial i pranishëm mund të çojë në humbjen e mëtejshme të azotit.



Grafiku 3.4 Ndikimi në C/N i kushteve të ndryshme të kompostimit, për përzierjet e formuara

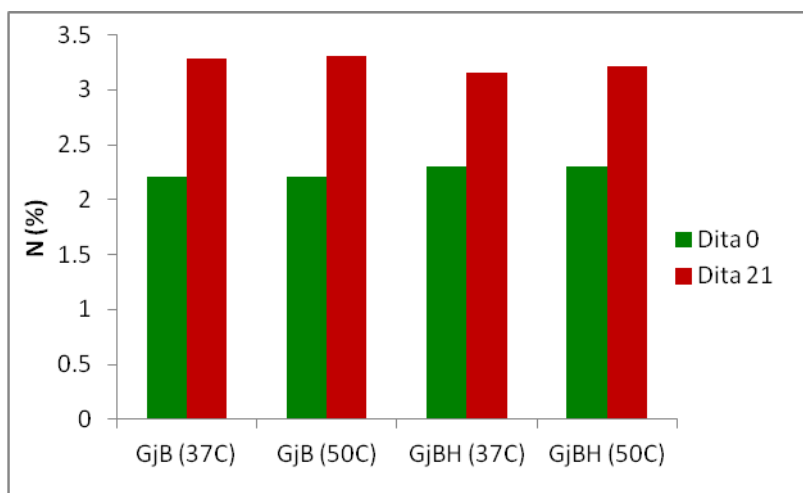
Për të vlerësuar ndikimin e kushteve të ndryshme në produktin përfundimtar (komposto), janë analizuar parametra të ndryshëm fiziko-kimikë. Përqendrimi i makro dhe mikro ushqyesve si azot, fosfor dhe kalium në komposto, në kushte anaerobe mezofilike, ishte më e lartë se tek kompostoja e përfutur në kushte anaerobe. Nga ana tjetër, efekti i temperaturës në raportin C/N ishte i parëndësishëm, edhe pse gjatë fazës termofilike shkaktohej një ulje e vogël e këtij raporti. Niveli i ulët i nutrientëve mund të tregojë dekompozim jo të plotë ose sasi e ulët e nutrientëve tek materiali origjinal (lëndët fillestare).

Në grafikun 3.5, paraqiten të dhënat e elementëve ushqyese azot, fosfor dhe kalium. Elementët ushqyese, u analizuan në ditën e parë (0) dhe ditën e njëzet e një (21). Përzgjedhja, e ditëve u krye në bazë të literaturës, ku analizat nuk kryheshin çdo ditë.

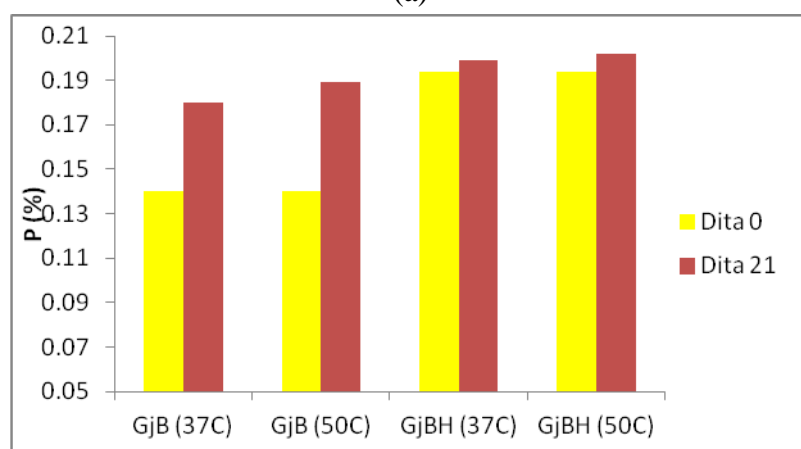
Rezultatet paraqesin rritje të përmbajtjes së azotit, fosforit dhe kaliumit, për të katër përzierjet, meqë kemi reduktim të masës së përzierjes. Azoti nga dita e parë në ditën e njëzet e një është rritur në sasi të madhe, për të gjithë përzierjet, duke e pasuruar komposton.

Niveli i azotit të shtuar në tokë është i rëndësishëm, për rritje dhe thithjen nga bima të ushqyesve të tjerë, si fosfori dhe natriumi. Përzierjet në prani të humusit, kanë rritje më të madhe të përmbajtjes së nutrientëve, sepse duke qenë lëndë e përpunuar është i pasur me këto elementë.

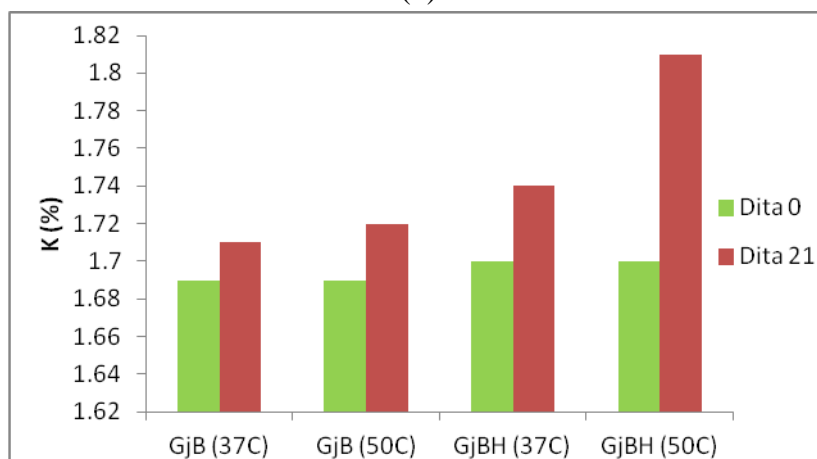
Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pylore dhe projektimi i reaktorit



(a)



(b)



(c)

Grafiku 3.5 Përmbajtja e azotit (N), fosforit (P) dhe kaliumit (K) në përzierjet

Përmbajtja e fosforit tek përzierja gjethe+bar+humus, ka qenë e lartë, që në ditën e parë, si rezultat i lëndës së parë të përdorur, që ishte e pasur me të. Përmbajtja e kaliumit, për përzierjen gjethe+bar+humus (50C), në kushte termofilike është rritur më shumë si pasojë e veprimit të temperaturës së lartë për të zbrërthyer lëndën organike dhe reduktimin e masës së përzierjes. Përmbajtja e natriumit, kalciumit dhe magnezit rriten tek përzierja gjethe+bar (tabela 3.2).

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Natriumi luan një rol të rëndësishëm në aktivizimin e enzimave në metabolizmin e proteinave dhe karbohidrateve dhe rrit rezistencën e bimëve ndaj sëmundjeve.

Kalciumi përmirëson përfitimën e ushqyesve të tjerë të bimës, veçanërisht azotin, dhe elementët gjurmë të cilët korrigojnë pH e tokës. Magnezi funksionon si katalizator për enzimat dhe rregullon thithjen e azotit dhe fosforit nga toka.

3.2.2.3 STUDIMI I KOMPOSTIMIT ANAEROBIK I MBETJEVE ORGANIKE BIMORE DHE SHTAZORE

Përzierjet që u krijuan për zhvillimin e procesit të kompostimit në kushte anaerobe (mezofilik dhe termofilik) janë: gjethe+mbetje lope (GjM) në raport (1:1) dhe gjethe+mbetje lope+humus (GjMH) në raport (2:2:1). Lëndët e para janë analizuar në kapitullin e dytë. Eksperimentet për procesin e kompostimit janë kryer në enë qelqi, 500 ml. Për eksperimentet u përdoren 8 enë (2x2) që përfshijnë dy përsëritje për secilin rast, duke krijuar kështu receta me përmbajtje të ndryshme. Katër nga këto enë u vendosën në inkubator në temperaturë mezofilike (37°C) dhe katër të tjerë në temperaturë termofilike (50°C). Ndryshimet e temperaturës gjatë procesit janë regjistruar, duke përdorur një termometër me mërkur. Parametrat fiziko-kimike u analizuan duke marrë mostër, në një interval prej shtatë ditësh.

Rezultate dhe Diskutime

Karakteristikat e mbetjeve organike, që përdorëm si lëndë të parë janë paraqitur në tabelën 3.4. Ndërsa karakteristikat e përzierjeve të mbetjeve organike, që kemi realizuar për prodhimin e kompostos trajtohen më poshtë.

Tabela 3.4 Të dhënat e vetive fiziko-kimike për mbetje organike

| | Gjethe jeshile | Mbetje lope | Humusi |
|----------------------------|-----------------------|--------------------|---------------|
| Materiali Organik % | 86.54 | 75.5 | 78.5 |
| Hiri (%) | 12.46 | 24.5 | 21.5 |
| C (%) | 48.6 | 41.94 | 43.6 |
| Azoti total (%) | 0.87 | 2.7 | 4.36 |
| Raporti C:N | 55.9 | 15.53 | 10 |
| Fosfori (%) | 0.048 | 0.2 | 0.450 |
| Kaliumi (%) | 1.99 | 1.23 | 2.4 |
| pH | 6.71 | 6.40 | 7.69 |
| PE (mS/cm) | 4.52 | 4.80 | 1.219 |

Në kushte anaerobe, përmbajtja e lagështirës fillon nga 50-55% dhe arrin në 80%. Analizat janë bërë në ditën e parë, kur kemi krijuar përzierjet, në ditën e shtatë, në ditën e 21-të dhe ditën e 35-të. Profilet e temperaturës të eksperimenteve, anaerobik-mezofilik dhe anaerobik-termofilik treguan, 37°C dhe 50°C .

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Tabela 3.5 Rezultatet e analizave për përzierjen gjethe + mbetje lope

| | MGj(10) (37°C) | | | | MGj(11) (50°C) | | | |
|--------------------------------|----------------|--------|---------|---------|----------------|--------|---------|---------|
| | Dita 0 | Dita 7 | Dita 21 | Dita 35 | Dita 0 | Dita 7 | Dita 21 | Dita 35 |
| Sasia e lagështirës (%) | 68.45 | 70.63 | 68.5 | 67 | 68.45 | 67.1 | 64.8 | 61.4 |
| Lenda e thatë (%) | 31.55 | 29.37 | 31.5 | 33 | 31.55 | 32.9 | 35.2 | 38.6 |
| Materiali Organik (%) | 82.1 | 82.7 | 79.4 | 76.3 | 82.1 | 77.4 | 70.9 | 64.8 |
| Hiri (%) | 17.9 | 17.3 | 20.6 | 27.3 | 17.9 | 22.6 | 29.1 | 35.2 |
| C (%) | 45.61 | 45.94 | 44.11 | 40.2 | 45.61 | 43 | 39.4 | 36 |
| Azoti total (%) | 1.97 | 2.8 | 3.2 | 3.54 | 1.97 | 2.93 | 3.5 | 3.94 |
| Raporti C:N | 23.15 | 16.41 | 13.78 | 11.36 | 23.15 | 14.67 | 11.26 | 9.14 |
| Fosfori (%) | 0.14 | | 0.169 | | 0.14 | | 0.175 | |
| Kaliumi (%) | 1.5 | | 1.57 | | 1.5 | | 1.68 | |
| pH | 6.3 | 6.44 | 7.21 | 7.43 | 6.3 | 6.7 | 7.5 | 8.3 |
| PE (mS/cm) | 3.11 | 3.45 | 2.60 | 3.06 | 3.11 | 2.8 | 2.45 | 2.7 |
| Temperatura (°C) | 28 | 37 | 39 | 37 | 28 | 38 | 37 | 37 |

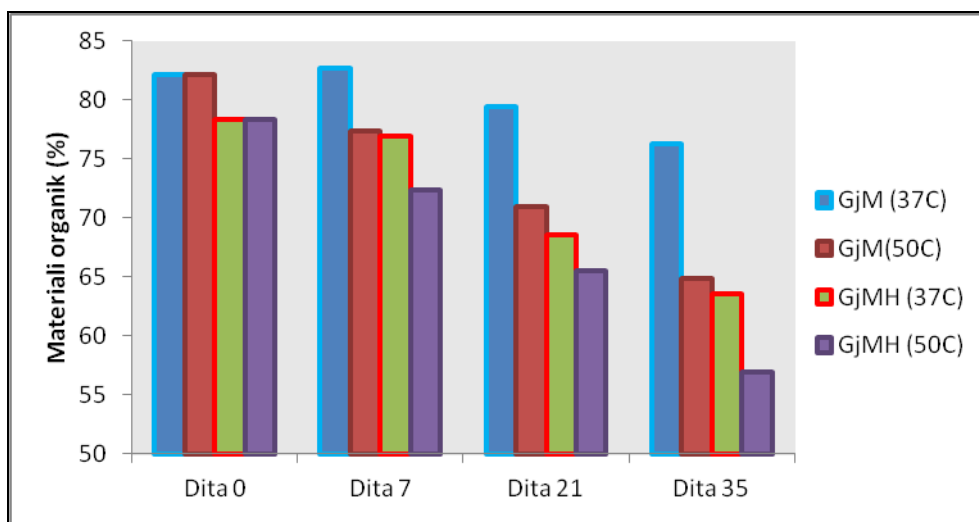
Tabela 3.6 Rezultatet e analizave për përzierjen gjethe+mbetje lope+humus

| | MGjH(8) (37°C) | | | | MGjH(9) (50°C) | | | |
|--------------------------------|----------------|--------|---------|---------|----------------|--------|---------|---------|
| | Dita 0 | Dita 7 | Dita 21 | Dita 35 | Dita 0 | Dita 7 | Dita 21 | Dita 35 |
| Sasia e lagështirës (%) | 72.2 | 68.02 | 65 | 63.59 | 72.2 | 64.01 | 61.05 | 57.69 |
| Lenda e thatë (%) | 27.8 | 31.98 | 35 | 36.41 | 27.8 | 35.99 | 38.95 | 37.31 |
| Materiali Organik (%) | 78.3 | 76.9 | 68.5 | 63.5 | 78.3 | 72.4 | 65.5 | 56.9 |
| Hiri (%) | 21.7 | 23.1 | 31.5 | 36.5 | 21.7 | 27.6 | 34.5 | 43.1 |
| C (%) | 43.5 | 42.72 | 38.05 | 35.28 | 43.5 | 40.22 | 36.38 | 31.61 |
| Azoti total (%) | 1.8 | 2.46 | 3.2 | 3.58 | 1.8 | 2.74 | 3.3 | 3.71 |
| Raporti C:N | 24.17 | 17.37 | 11.89 | 9.85 | 24.17 | 14.67 | 11.02 | 8.52 |
| Fosfori (%) | 0.20 | | 0.215 | | 0.20 | | 0.168 | |
| Kaliumi (%) | 1.02 | | 1.13 | | 1.02 | | 1.48 | |
| pH | 6.45 | 6.52 | 7.75 | 7.83 | 6.45 | 7.85 | 8 | 8.11 |
| PE (mS/cm) | 3.57 | 1.844 | 1.810 | 1.897 | 3.57 | 1.939 | 2.33 | 1.968 |
| Temperatura (°C) | 28 | 37 | 38 | 37 | 28 | 48 | 51 | 50 |

Në grafikun 3.6, tregohen rezultatet e arritura për përqindjen e lëndës organike në përzierjet e ndryshme të formuara, në kushte mezofilike dhe termofilike. Në përzierjet gjethe, mbetje lope dhe humus (GjMH), përmbajtja fillestare e lëndës organike nuk është shumë e lartë, për shkak të lëndës së parë të përdorur.

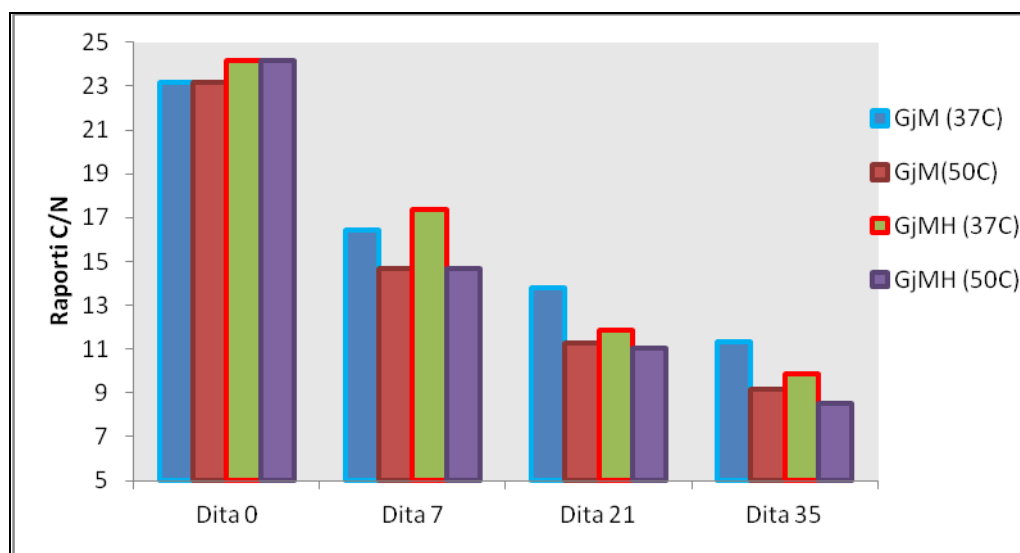
Megjithëse në të gjitha recetat është parë ulja e vlerës së lëndës organike. Në përzierjen gjethe+mbetje lope (37C) në krahasim me përzierjen gjethe+mbetje lope (50C), paraqet degradim më të vështirë. Përzierja GjMH (50C), paraqet zbrëthim më të mirë të materialit organik, duke u ndikuar nga temperatura dhe karakteristikat e humusit.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pylore dhe projektimi i reaktorit



Grafiku 3.6 Ndikimi në lëndën organike, për përzjerjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe anaerobe termofilike (50°)

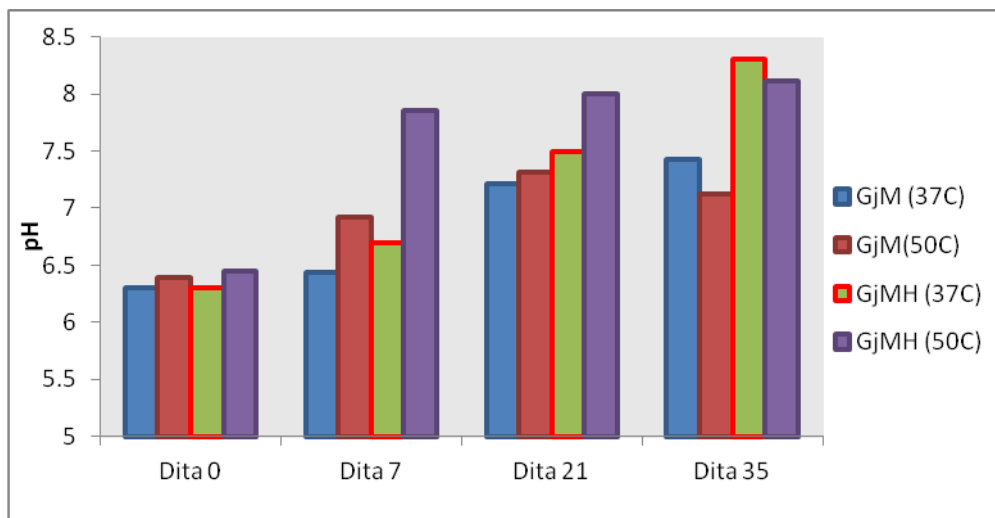
Për të vlerësuar ndikimin e kushteve të ndryshme në produktin përfundimtar (komposto), janë analizuar parametra të ndryshëm fiziko-kimikë. Efekti i temperaturës në raportin C/N është i rëndësishëm në këtë rast. Zvogëlimi i raportit C/N të kompostos në kushte të ndryshme eksperimentale është paraqitur në grafikun 3.7. Raporti C/N, ulet gjatë kompostimit të mbetjeve organike për shkak të shndërrimit të karbonit dhe azotit, dhe stabilizohet rreth vlerës 10. Gjatë fazës termofilike shkaktohet ulje e këtij raporti, duke arritur vlerën 9.



Grafiku 3.7 Ndikimi në C/N të kushteve të ndryshme të kompostimit, për përzjerjet e formuara

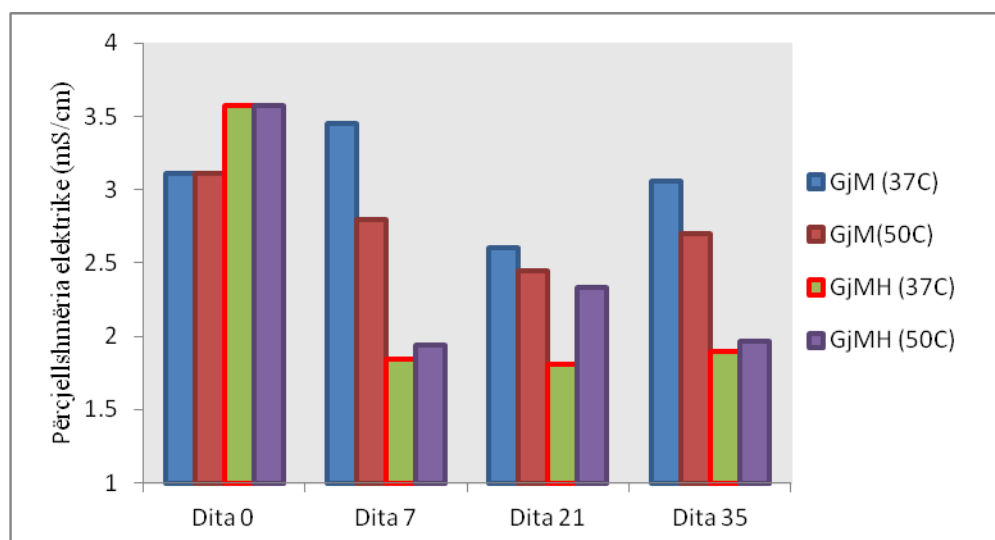
Në rastin tonë, vlerat e pH për përzjerjet janë midis 6 dhe 8.5. Në grafikun 3.8, janë paraqitur të dhënat e pH për përzjerjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe termofilike (50°). Në ditën e shtatë, përzjerja GJM (50C), ka pësuar rritje të konsiderueshme në krahasim me përzjerjet e tjera. Ndërsa në ditën e tridhjetë e pesë, përzjerja GJM (37C), ka rezultuar më i lartë, duke treguar se kushtet mezofilike janë variant i mirë për prodhimin e një komposto me cilësi të mirë.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pylore dhe projektimi i reaktorit



Grafiku 3.8 pH për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe anaerobe termofilike (50°)

Në grafikun 3.9, paraqiten të dhënat e përcjellshmërisë elektrike të matur gjatë tridhjetë e pesë ditëve. Vlerat eksperimentale rezultuan brenda normës së lejuar (<5 mS/cm, duke formuar përzierje me sasi të ulët kripërash të tretshme. Përzierja GjMH (37C), paraqet se në ditën e shtatë, njëzet e një dhe tridhjetë e pesë, ka qëndruar pothuajse në të njëjtën vlerë 2 mS/cm. Kjo tregon një qëndrueshmëri të përzierjes.

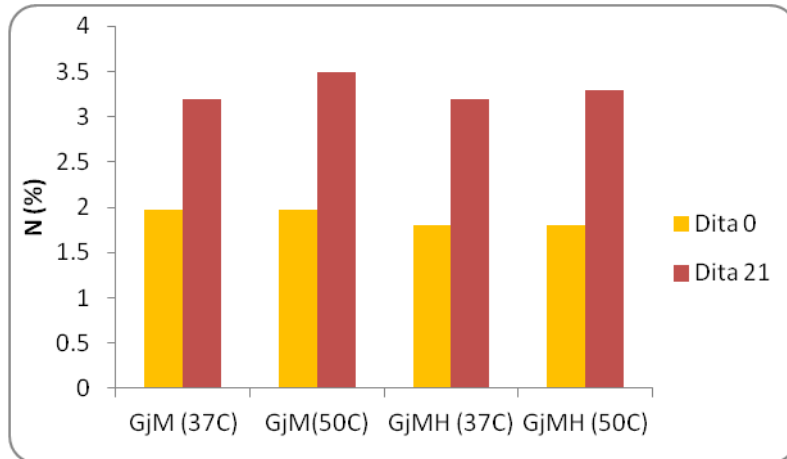


Grafiku 3.9 Përcjellshmëria elektrike për përzierjet në kushte anaerobe mezofilike (37°C) dhe anaerobe termofilike (50°)

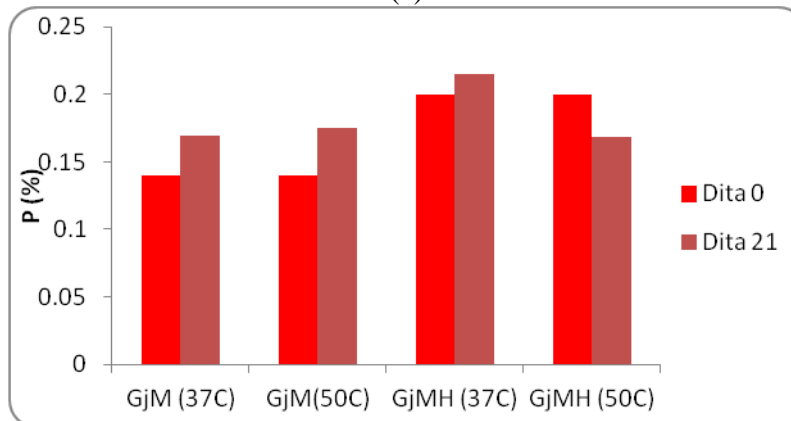
Në grafikun 3.10, paraqiten rezultatet e përmbajtjes së azotit, fosforit dhe kaliumit. Për të katër përzierjet kemi rritje të vlerave, meqë kemi reduktim të masës së përzierjes. Azoti nga dita e parë në ditën e njëzet e një është rritur në sasi të madhe, për të gjithë përzierjet, duke e pasuruar komposton. Niveli i azotit të shtuar në tokë është i rëndësishëm, për rritje dhe thithjen nga bima të ushqyesve të tjerë, si fosfori dhe natriumi. Përmbajtja e fosforit tek përzierja gjethe+bar+humus, ka qenë e lartë, që në ditën e parë, si rezultat i lëndës së parë të përdorur, që ishte e pasur me të.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

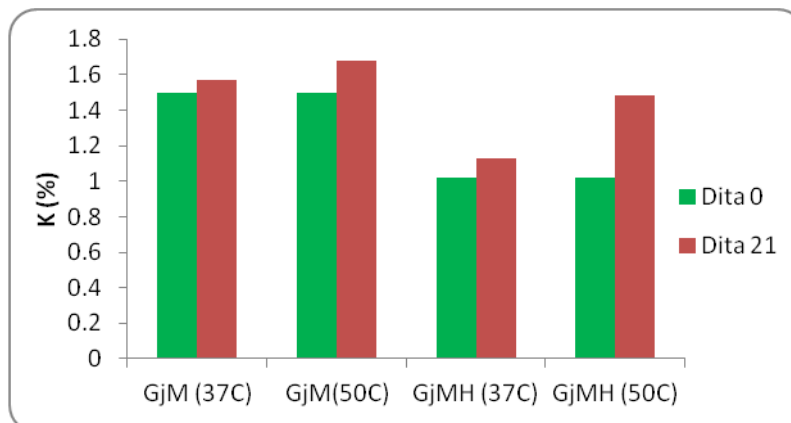
Përmbajtja e kaliumit në përzierjen gjethe+bar, rezultoi më i lartë që në ditën e parë të formimit të përzierjes, duke u ndikuar nga përbërja e lëndës së parë. Ndërsa përmbajtja e fosforit në këtë përzierje është më e ulët se tek përzierja tjetër. Përmbajtja e kaliumit, për përzierjen gjethe+bar+humus (50C), në kushte termofilike është rritur më shumë si pasojë e veprimit të temperaturës së lartë për të zbrëthyer lëndën organike dhe reduktimin e masës së përzierjes.



(a)



(b)



(c)

Grafiku 3.10 Përmbajtja e azotit (N), fosforit (P) dhe kaliumit (K) në përzierjet

KAPITULLI IV

PRODHIMI I KOMPOSTOS NË REAKTOR PERIODIK, NË KUSHTE MEZOFILIKE DHE PROJEKTIMI I TIJ

4.1 Hyrje

Në ditët e sotme ka një interes në rritje për procesin e kompostimit, i cili pasqyrohet në çështjet e krijimit të energjisë nga mbetjet blegtorale dhe në problemet e ndotjes, me të cilat ne përballemi. Rritja e kostos të plehut kimik, si dhe nevojat për shndërrimin e tokave jo produktive (shterp), shtojnë interesin për procesin e kompostimit. Është e vërtetë se metodat bio-inxhinierike, për riciklimin e mbetjeve bujqësore, janë në stadet fillestare të zhvillimit, por gjithsesi informacionet për procesin e kompostimit janë gjithmonë të disponueshme, duke lejuar kështu një vlerësim të arsyeshëm për t'u aplikuar në mbetjet blegtorale. Procesi i kompostimit nuk zbatohet në shkallë të gjerë, kjo deri sa koha dhe kufizimet sociale dhe ekonomike ta bëjnë përdorimin e tyre më të përshtatshëm. Procesi i kompostimit është një metodë biokimike për degradimin e mbetjeve organike. Një nga faktorët e rëndësishëm që ndikon në kosto është mungesa e kërkesës për produktin përfundimtar. Produkti përfundimtar i përfutur nga procesi i kompostimit mund të ketë disa vlera si fertilizues, por duhet theksuar fort se komposto është një agjent ajrimi i shkëlqyer për tokën. Hedhja e kompostos në tokë rrit përmbajtjen organike, përmirëson cilësinë, përshkueshmërinë si dhe kapacitetin për mbajtjen e ujit (Soliva, 2002) [79]. Studimet e bëra nga një numër i madh studiuesish, përfshirë Terman, Bonse dhe Trinel, kanë treguar se kur në toka shtohen mbetje organike vërehet një përmirësim i humusit, lagështirës higroskopike, kapacitetit mbajtës të ujit dhe kapacitetit absorbues. Rrjedhimisht, komposto mund të përdoret për përmirësimin e pjellorisë së tokës së punueshme si dhe për restaurimin e tokës që është dëmtuar rëndë. Komposto mund të përdoret edhe për rritjen e fidanëve e perimeve. Shumë fermerë kanë gjetur dhe prodhuar një komposto me vlera të shkëlqyera, e cila mund të përdoret si një shtrat në tokë. Kjo komposto është pa aromë, absorbues i lagështirës dhe eliminon nevojën për të blerë produktin nga burime të jashtme. Procesi i kompostimi rrit qëndrueshmërinë e mbetjeve organike dhe shkatërron parazitët dhe patogjenët, që përmbajnë këto mbetje (Tiquia et al., 2000) [87]. Rritja e kostos së lëndëve djegëse fosile, zhvillimi i bioteknologjisë dhe problemet që lidhen me menaxhimin e mbetjeve bujqësore, në veçanti riciklimi i sasive të mëdha të mbetjeve blegtorale, është duke e bërë më tërheqës përdorimin e kompostos si pleh organik për të rritur cilësinë e tokës. Mbetjet e ngurta janë përcaktuar si të padobishme, të papërdorshme, të padëshirueshme po ashtu dhe materialet e ngurta të hedhura, që krijojnë mbetje dhe që pa menaxhim nuk kanë vlera. Shumë studime janë duke u zhvilluar për të përcaktuar potencialin e plehut të bagëtive si burim ushqyes për tokën ose si burim energjie. Numri në rritje i kafshëve dhe metodat bashkëkohore të trajtimit të tyre ndikojnë në ndotjen e vazhdueshme të ujërave sipërfaqësore dhe nëntokësore. Sipas

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Pimental, është i mundur reduktimi i energjisë së kërkuar, duke e krijuar atë nga riciklimi i mbetjeve bujqësore dhe ushqimore. Riciklimi i mbetjeve të bagëtive është bërë një problem i rëndësishëm për përmirësimin e cilësisë së mjedisit dhe për të ardhmen e bujqësisë organike.

Bioteknologjia në këtë fushë është relativisht e re, por ne mund të presim zbulime të mrekullueshme dhe aplikime të reja në vitet e ardhshme. Edhe pse ndotja ka qenë prezente prej shekujsh, ajo nuk tërhoqi vëmendjen e publikut deri në fillim të viteve 1960. Shqetësimet për ndotjen janë shkaktuar nga zbulimet dhe kombinimet e zhvillimeve. Nga pikëpamja e shëndetit publik, estetikës dhe ekonomisë, mbetjet e fermave duhet të menaxhohen për të larguar karakteristikat e bezdisshme, për të ruajtur vlerat e plehut dhe për reduktimin e ndotjes në një nivel të sigurtë, përpara depozitimit përfundimtar. Qëllimi i këtij studimi ka qenë përcaktimi i kushteve të përshtatshme për procesin e kompostimit dhe identifikimi i një burimi të vlefshëm, që mund të përdoret si pleh organik.

Procesi i kompostimit u realizua në reaktor periodik anaerob, në kushte mezofilike. Karakteristikat e reaktorit anaerobik si temperatura e lartë dhe koha e gjatë e qëndrimit në reaktor e reduktojnë në mënyrë të dukshme numrin e viruseve, të bakterieve patogjene, të kërpudhave etj. Edhe pse reaktorët anaerobik i zotërojnë këto karakteristika pozitive shpërbërja anaerobike e llumit ka disa anë negative dhe më e rëndësishmja lidhet me faktin që ai është një proces jo shumë i qëndrueshëm dhe shumë i vështirë për t'u kontrolluar. Kjo lidhet me njohuritë e pakta mbi shpërbërjen anaerobike mikrobiologjike dhe të dhënat e duhura operationale. Kontrolli i parametrave të një reaktorit anaerobik është i vështirë pasi ndryshimi i një parametri do të ndikonte në ndryshimin e parametrave të tjerë.

Pengesat mund të jenë të ndryshme si p.sh. përqendrimi dhe koha e qëndrimit të lëndëve të ngurta në reaktor, prania e grupeve të ndryshme bakteriale, parametrat e punës të cilave ndryshojnë nga parametrat optimal të reaktorit. Parametri kryesor në një reaktor anaerobik është shndërrimi i acideve volatile në metan.

Pjesa më e madhe e energjisë e çliruar nga acidet volatile përdoret për shndërrimin e këtyre acideve në metan dhe vetëm një pjesë e vogël përdoret nga bakteret metanogjene për zhvillimin e jetës së tyre. Bakteret metanogjene janë shumë të ndjeshme ndaj ndryshimeve të temperaturës, pH, alkalinitetit. Për këtë arsye u duhet kushtuar vëmendje mbajtjes në vlera optimale të këtyre parametrave. Në këtë mënyrë do të kemi rritje të mjaftueshme të bakteve metanogjene, të cilat do të bëjnë shndërrimin e acideve volatile në metan. Kushtet e tjera operationale janë: përbërja e gazit të çliruar, përqendrimi i acideve volatile, potenciali oksido-reduktues, koha hidraulike e qëndrimit. Në këtë kapitull është studiuar procesi i kompostimit si një metodë e bio-riciklimit të mbetjeve blegtorale, si burime të ripërtëritshme.

Rëndësia e bio-riciklimit rrjedh nga qëllimet kryesore të mëposhtme:

1. Nevoja për shkatërrimin e mbetjeve;
2. Nevoja për humus dhe për të zëvendësuar atë të humbur nga toka;
3. Parandalimi i ndotjes së mjedisit.

4.1.1 Karakteristikat e reaktorëve anaerobikë

Përsa i përket reduktimit të volumit dhe peshës së kompostos, reaktorët anaerobik kanë disa karakteristika si: ulja e kostos dhe reduktimi i numrit të patogjeneve.

Karakteristikat pozitive të reaktorëve anaerobik

- Reaktorët anaerobik janë të aftë të shpërbëjnë komponimet organike natyrale
- Reaktorët anaerobik janë të aftë të reduktojnë përmbajtjen volatile të masës
- Reaktorët anaerobik janë të aftë të shpërbëjnë hidrokarburet alifatike të klorinuara
- Reaktorët anaerobik janë të aftë të kontrollojnë mikroorganizmat nëpërmjet riciklimit
- Reaktorët anaerobik janë të aftë të përmirësojnë largimin e ujit nga përzierja
- Reaktorët anaerobik janë të aftë të prodhojnë metan
- Reaktorët anaerobik janë të aftë të reduktojnë komponimet që shkaktojnë aromë
- Reaktorët anaerobik janë të aftë të reduktojnë numrin e patogjeneve

Karakteristikat e reaktorit anaerobik, si temperatura e lartë dhe koha e gjatë e qëndrimit në reaktor redukton në mënyrë të dukshme numrin e viruseve, të baktereve patogjene, të kërpudhave etj. Edhe pse reaktorët anaerobik zotërojnë këto karakteristika pozitive shpërbërja anaerobike ka disa anë negative, sepse është një proces jo shumë i qëndrueshëm dhe shumë i vështirë për t'u kontrolluar. Kjo lidhet me pasjen e njohurive të pakta për shpërbërjen anaerobike mikrobiologjike dhe për të dhënat operationale.

Faktorët që shkaktojnë një proces të paqëndrueshëm në reaktorët anaerobik janë:

- Mungesa e njohurive në shpërbërjen anaerobike mikrobiologjike
- Nuk ka interes tregtar
- Mungesa e një stafi të trajnuar për të punuar në këta reaktor
- Mungesa e kërkimeve shkencore mbi këtë fushë
- Mungesa e performances për instalimin e këtyre reaktorëve

Vështirësitë në gjetjen e informacionit për aktivitetin e baktereve dhe kërkesave që ato kanë në shndërrimin e materialeve të ngurta në një reaktor anaerobik janë të shumta. Këto lidhen me faktin që procesi i shndërrimit anaerobik është një proces kompleks, koha e veprimit të baktereve metan – formuese është shumë e ngadaltë, dhe ato janë shumë të ndjeshme ndaj oksigjenit. Problemet e përmendura më lartë si dhe përdorimi i energjisë së lirë për stabilizimin aerobik të mbetjeve kanë bërë që të bjerë interesi për reaktorët anaerobik.

Tabela 4.1 Ndryshimet midis stabilizimit aerobik dhe shpërbërjes anaerobike të mbetjeve

| <i>Tiparet</i> | <i>Shpërbërja anaerobike</i> | <i>Stabilizim aerobik</i> |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Norma e procesit | E ngadaltë | E shpejtë |
| Ndjeshmëria ndaj substancave toksike | E lartë | E ulët |
| Koha e nisjes së punës së reaktorit | E ngadaltë | E shpejtë |

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Tabela 4.2 Mbetje industriale që mund të trajtohen në reaktorët anaerobik

| Nr. | Emërtimi |
|-----|---------------------------------------------------------|
| 1 | Mbetje nga distilimi i alkooleve |
| 2 | Mbetje nga industria e pijeve |
| 3 | Mbetje nga industria e djathit dhe qumështit |
| 4 | Mbetje kimike |
| 5 | Mbetje nga industria e drithërave |
| 6 | Mbetje nga industria e distilimit |
| 7 | Mbetje nga industria e përpunimit të fruta- perimeve |
| 8 | Mbetje nga industria farmaceutike |
| 9 | Mbetje nga industria e përpunimit të naftës |
| 10 | Mbetje nga industria e letrës |
| 11 | Mbetje nga industria e përpunimit të mishit dhe peshkut |

Zhvillimi i reaktorëve anaerobik të pajisur me filtër në trajtë filmi, është një arritje në teknologjinë e trajtimit anaerobik të mbetjeve. Filtri i pajisur me një shtresë bakteresh siguron një kohë të gjatë të qëndrimit të mbetjeve të ngurta në reaktor, duke bërë të mundur një shpërbërje më të mirë të tyre.

4.2 Materialet dhe metoda

4.2.1 Mbetjet e papërpunuara dhe agjentët absorbues

Për prodhimin e kompostos përdorëm përzierjen kashtë dhe mbetje(manure) lope. Manure lope u mor nga një fermë në Lushnjë. Për kompostim si agjent absorbues u përdor kashtë gruri, të cilën e morëm në të njëjtën zonë. Karakteristikat fiziko-kimike të lëndëve të para, paraqiten në tabelën 4.3.

Tabela 4.3 Karakteristikat fizike të lëndës së parë

| | Kashtë gruri | Manure lope |
|------------------------------|--------------|-------------|
| Materiali Organik (%) | 86.02 | 75.5 |
| Hiri (%) | 13.98 | 24.5 |
| C (%) | 47.78 | 41.94 |
| Azoti total (%) | 0.392 | 2.7 |
| Raporti C:N | 121.91 | 15.53 |
| Fosfori (%) | 0.085 | 0.20 |
| Kaliumi (%) | 1.7 | 1.23 |
| Natriumi (%) | 0.143 | 0.202 |
| Kalciumi (%) | 0.72 | 1.84 |
| Magnezi (%) | 0.0051 | 0.016 |
| pH | 7.65 | 6.40 |
| KE (mS/cm) | 1.840 | 4.8 |

Për përcaktimin e recetës së përzierjes duhet të bazohemi tek raporti C/N i dëshiruar. Ekuacionet që ndihmojnë në përcaktimin e sasive jepen si më poshtë:

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

$$M_{ujë} = M_{përgjithshme} \cdot (Përmbajtja\ e\ lagështirës) \quad (4.1)$$

$$M_{Lënda\ e\ thatë} = M_{përgjithshme} - M_{ujë} \quad (4.2)$$

$$M_{azot} = M_{lënda\ e\ thatë} \cdot [\%N \cdot 0.01] \quad (4.3)$$

$$M_{karbon} = (C / N) \cdot M_{azot} \quad (4.4)$$

4.2.2 Skema e kompostimit

Ky studim u krye në kushte laboratorike. Pajisja kryesore për shpërbërjen anaerobike të mbetjeve organike, gjatë procesit të kompostimit, është një reaktor periodik i mbyllur me përzierje me përmasa 20x18 cm dhe me trashësi të murit të qelqit 1.4 cm (Figura 4.1). Ai është i ndërtuar prej qelqi dhe ka një vëllim 4 litra. Reaktori punon në kushte mezofile në temperaturën 37°C dhe përzierësi elektrik punon në mënyrë periodike për të siguruar efikasitetin dhe stabilitetin e proceseve, që ndodhin në brendësi të reaktorit. Ai operon në mënyrë të vazhdueshme me një kohë qëndrimi prej 35 ditë. Reaktori futet në një enë me ujë me përmasa 50x50x40 cm për të parandaluar humbjen e nxehtësisë. Megjithatë, që të sigurohet temperatura termofilike reaktorin e kemi izoluar me polistiren. Temperatura matet në dy vendndodhje: njeri brenda në reaktor dhe tjetri brenda në enën ngrohëse. Gjatë procesit të kompostimit, temperatura matet në mënyrë të vazhdueshme me termosensorë. Mostrat e mbetjes të papërpunuar janë marrë nga një fermë dhe u përzien manualisht me agjentin absorbues.

Të dhënat e analizuar për përcaktimin e karakteristikave fizike dhe kimike të përzierjes janë paraqitur në tabelat 4.4. Mostrat u analizuan për përqindjen e lagështirës, pH, përcjellshmërinë elektrike; përqindjen e hirit, përbërjen volatile dhe raportin C/N. Metodot analitike janë të shpjeguara në Shtojcën A. Mostrat janë marrë nga lënda e parë, agjenti absorbues, përzierja dhe produkti përfundimtar.



Figura 4.1 Reaktori ku zhvillohet procesi i kompostimit

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirofizës të mbetjeve organike agro-pylore dhe projektimi i reaktorit



Figura 4.2 Skema e reaktorit ku zhvillohet procesi i kompostimit

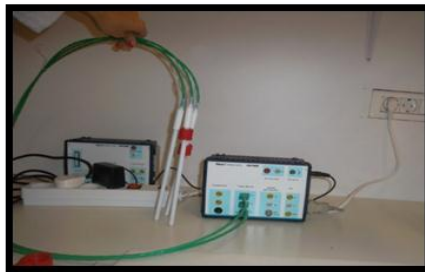


Figura 4.3 Aparatura e pajisur me termosensor për matjen e temperaturës

4.3 Rezultate dhe diskutime

4.3.1 Karakteristikat fiziko - kimike të kompostos

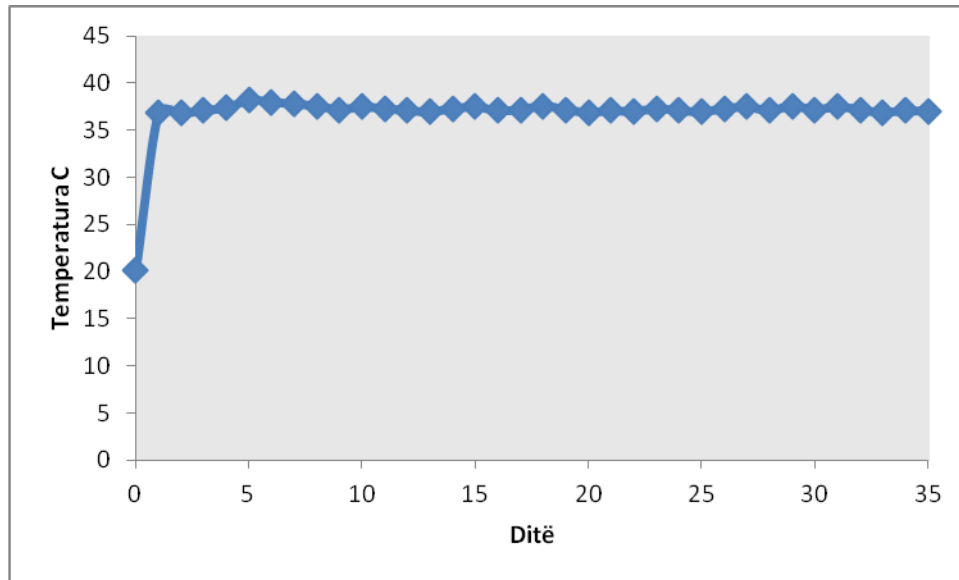
Në tabelën 4.4, paraqiten rezultatet eksperimentale të karakteristikave të përzierjes.

Tabela 4.4 Vlerat eksperimentale fiziko-kimike të përzierjes gjatë 35 ditëve

| | Dita 0 | Dita 7 | Dita 14 | Dita 21 | Dita 28 | Dita 35 |
|--------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Sasia e lagështirës (%) | 71 | 70.6 | 69.13 | 68.9 | 67.36 | 67.3 |
| Lënda e thatë % | 29 | 29.4 | 30.87 | 31.1 | 32.64 | 32.7 |
| Materiali Organik % | 77 | 76.32 | 74.01 | 72.12 | 69.37 | 66.5 |
| Hiri (%) | 23 | 23.77 | 25.99 | 27.88 | 30.63 | 33.5 |
| C (%) | 43.05 | 42.35 | 41.12 | 40.07 | 38.54 | 36.95 |
| C i fiksuar (%) | 25.7 | - | - | - | 22.4 | - |
| Azoti total (%) | 1.435 | 1.75 | 1.79 | 1.80 | 3.1 | 3.5 |
| Raporti C:N | 30 | 24.17 | 22.84 | 22.26 | 12.43 | 10.52 |
| Fosfori (%) | 0.178 | - | 0.183 | - | 0.201 | - |
| Kaliumi (%) | 1.3 | - | 1.334 | - | 1.41 | - |
| Natriumi (%) | 0.19 | - | 0.196 | - | 0.208 | - |
| Kalciumi (%) | 1.6 | - | 1.617 | - | 1.64 | - |
| Magnezi (%) | 0.013 | - | 0.018 | - | 0.023 | - |
| pH | 6.67 | 7.18 | 8.08 | 7.99 | 8.08 | 8.20 |
| PE (mS/cm) | 1.308 | 1.305 | 1.245 | 1.433 | 1.184 | 1.450 |

4.3.2 Ndryshimet në profilin e temperaturës

Profili i temperaturës, u studiu për reaktorin (T3) dhe për enën me ujë (T2) ku është zhytur reaktori gjatë eksperimentit, në kushte anaerobike mezofilike. Në grafikun 4.1 paraqiten vlerat e temperaturave nga dita e parë deri në ditën e tridhjetë e pesë. Gjatë procesit të kompostimit është mbajtur pothuajse e njëjta temperaturë.

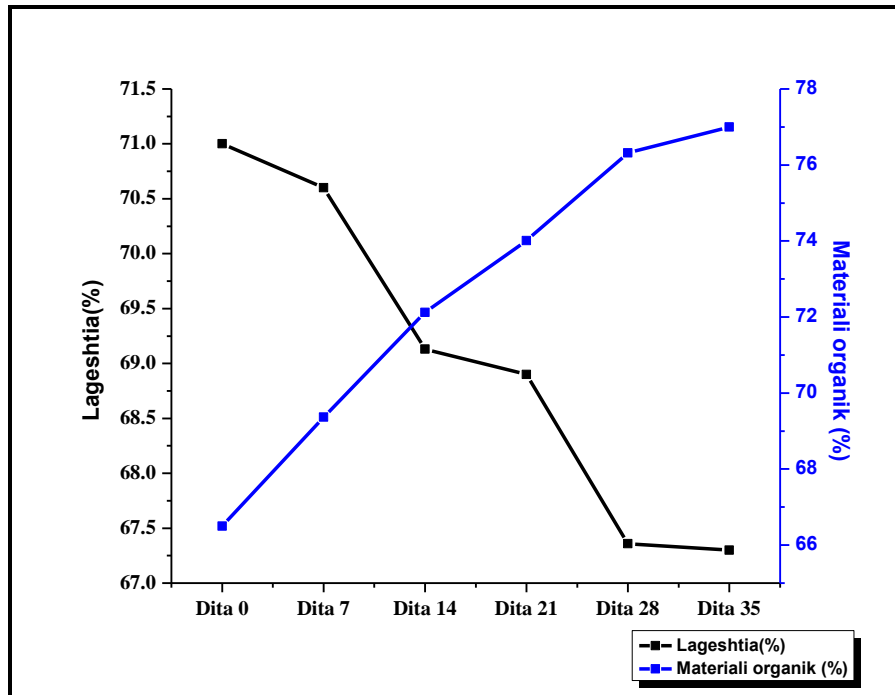


Grafiku 4.1 Vlerat eksperimentale të temperaturës s brenda në komposto

4.3.3 Ndryshimet në përmbajtjen e lagështirës dhe të materialit organik

Në vlerat eksperimentale, përmbajtja e lagështirës së kompostos pothuajse mbetet konstante, por vërehet dhe një ulje e lehtë e saj (grafiku 4.2). Schulze (1962,b) [71], raportoi se përqindja e lagështirës në lëndën e parë dhe në komposto bazohet pothuajse në vazhdimësinë e fazës mezofilike. Kushtet e lagështirës optimale për procesin e kompostimit varen nga përbërja e përzierjes. Dekompozimi i lëndës organike nuk ndodh shpejt, në qoftë se përmbajtja e lagështirës në mostrën fillestare është më pak se 40%. Për rezultate optimale lënda organike duhet të ketë një përmbajtje të lagështirës rreth 50-60% në kushte aerobe, ndërsa në rastin tonë lagështira duhet të jetë më e madhe se 70% për të ruajtur kushte anaerobe. Megjithatë është raportuar se dhe në nivele më të larta të lagështirës, procesi ndodh në mënyrë të suksesshme. Përmbajtja e lagështirës në fund të reaktorit është më e ulët se lartë në reaktor. Në grafikun 4.2, tregohen rezultatet e arritura për përmbajtjen e lëndës organike në përzierjen në reaktor. Vërehet, ulja e vlerës eksperimentale e lëndës organike, duke treguar një zbërthim pozitiv të lëndës përbërëse.

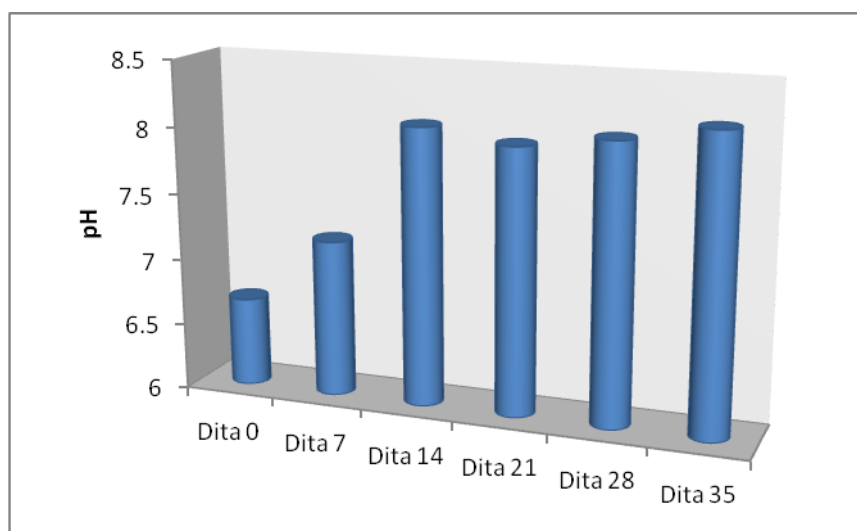
Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit



Grafiku 4.2 Ndryshimi i përmbajtjes së lagështirës dhe të materialit organik në komposto

4.3.4 Ndryshimet në vlerat e pH

pH i përzierjes fillestare varion 6-8.3 gjatë procesit të kompostimit, ndërsa pH i produktit përfundimtar varion 7-8 në varësi nga përzierja fillestare. pH i agentit absorbues është një kusht i rëndësishëm, që procesi i kompostimit të kryhet në një kohë të shkurtër. pH është një parametër përcaktues për të karakterizuar komposton dhe për të ndjekur procesin e dekompozimit. Nga rezultatet e procesit të kompostimit në reaktor të mbyllur, Jeris dhe Regan raportuan se vlera optimale e pH për komposton është afër 8. pH i lëndës së parë kashtë është rreth 7.67. Vlera e pH të kompostos që përbëhet nga lënda e parë kashtë është alkaline, prandaj ky produkt përdoret tek tokat acide.



Grafiku 4.3 Paraqitje grafike e vlerave të pH

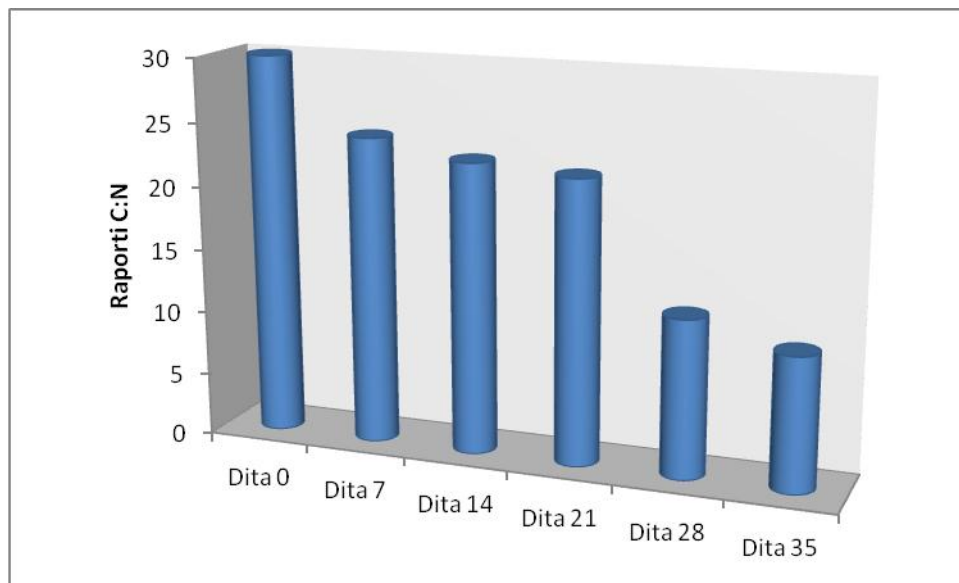
Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Grafiku 4.3 paraqet vlerat eksperimentale të pH në varësi të kohës tridhjetë e pesë ditë). Përcjellshmëria elektrike ndikon në cilësinë e kompostos, sepse lidhet me vlerën e kripshmërisë dhe rritjen e bimës. Ky parametër mund të rritet si pasojë e fosfateve dhe amoniakut të formuar, të cilët prodhohen nga dekompozimi i substrateve organike të biodegradueshme. Vlerat eksperimentale, janë brenda diapazonit të përshtatshëm, për t'u përdorur si komposto për një kategori të gjerë të bimëve.

4.3.5 Analizat C/N në komposto

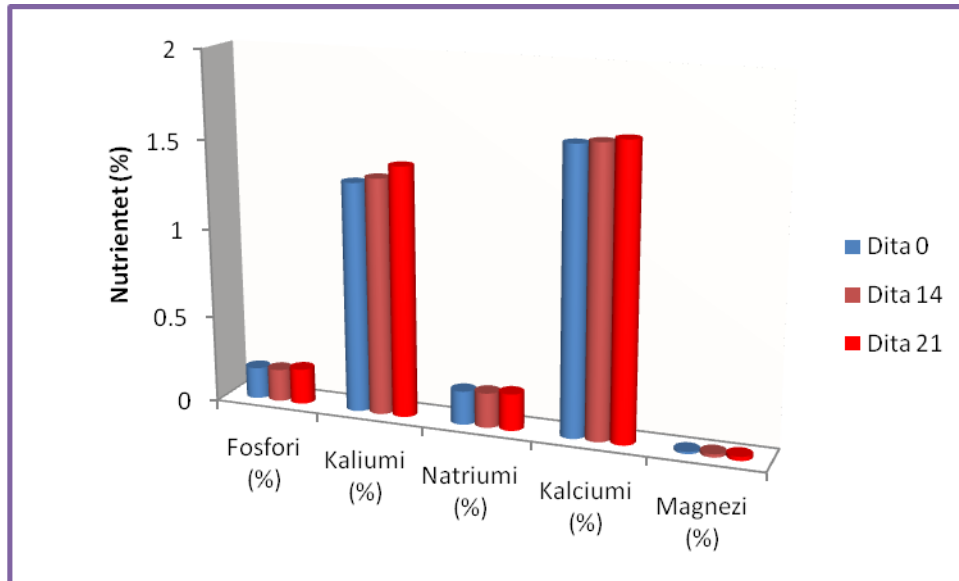
Përmbajtja e karbonit dhe azotit në mbetjet organike, të cilat i nënshtrohen procesit të kompostimit janë të rëndësishme. Përmbajtja e tepërt ose me pakicë ndikon në produktin përfundimtar. Në procesin e kompostimit, raporti C/N më efikas është midis vlerave 25:1 dhe 40:1.

Raporti C/N fillestar për mbetjet e lopës ishte 15 dhe për kashtën e grurit 122. Në bazë të këtij raporti, u përcaktua sasia në masë fillestare e lëndëve të para, për prodhimin e kompostos. Raporti C/N u përcaktua 30:1, për shkak se nëse raporti fillestar C/N është i ulët, karboni bëhet faktor kufizues. Nëse raporti fillestar C/N është i lartë, kompostimi vonohet dhe pengohet. Vlerat eksperimentale (grafiku 4.4), paraqesin ulje të raportit, rezultate të cilat tregojnë një zbrëthim më të madh të lëndëve.



Grafiku 4.4 Paraqitje grafike e vlerave të raportit C/N

Në grafikun 4.5, paraqiten rezultatet e përmbajtjes së fosforit, kaliumit, natriumit, kalciumit dhe magnezit. Përzierja u analizu në ditën e parë, të katërbëdhjetë dhe njëzet e një. Vlerat eksperimentale paraqesin rritje të tyre. Përmbajtja e kaliumit dhe e kalciumit, rezultuan të larta që në ditën e parë të formimit të përzierjes, duke u ndikuar nga përbërja e lëndës së parë. Ndërsa përmbajtja e fosforit në këtë përzierje është më e ulët se tek përzierja tjetër.



Grafiku 4.5 Paraqitje grafike e vlerave të lëndëve ushqyese

4.4 Hartimi i sistemit të prodhimit të kompostos në shkallë industriale

4.4.1 Përcaktojmë lëndën e parë, sasinë e mbetjeve organike për prodhimin e kompostos

Vendi ynë përbën një potencial për mbetje organike agro-pyjore, të cilat mund të përpunohen duke prodhuar kompost, një produkt i rëndësishëm për rritjen cilësore të bimëve, në bujqësi. Fillimisht, u studiuua zona ku do të projektohej sistemi i prodhimit të kompostimit. Në tabelën 1.1, paraqitet struktura e tokës sipas qarqeve në hektar (ha). Zona ku u mendua të hartohet ky sistem është qarku i Fierit, në një fermë në Lushnjë. Duke krahasuar vlerat e qarqeve, vumë re se qarku i Fierit është i pasur, si me tokë bujqësore dhe me blegtori. Qarku Fier përmban 121961 ha tokë bujqësore dhe 67108 ha tokë jobujqësore (pyje, kullota). Ndërsa, në bazë të strukturës së blegtorisë në njësi gjedhi, qarku i Fierit përmban 65 gjedhë, 23.1 të imta / (dele dhe dhi), 7.7 derra dhe 28.7 shpendë.

Mbetjet agrikulturore dhe ato të kafshëve, që do të përdoren, si lëndë e parë, për prodhimin e kompostos në reaktor, duhet të zgjidhen në bazë të : disponueshmërisë lokale; procesit të paratrajtimit; prodhimit të kompostos; raportit C/N; prodhimit të biogazit; kostos.

Pas përzgjedhjes së zonës, u studiuua prodhimi agrokulturore dhe blegtorale, në mënyrë të përgjithshme për zonën e Lushnjës dhe zgjedhëm lëndët e para. Në tabelën 4.5, jepen të dhënat e prodhimit të bimëve të arave në qarkun Fier, Lushnjë. Në tabelën 4.6, jepen të dhënat e numrit të krerëve për Lushnjën. Nga lëndët e studiuara, në bazë të prodhimit dhe kostos së ulët në nivel lokal u përzgjedhën si lëndë e parë: kashta e grurit, manure lope dhe llumi i ujërave të zeza nga shtëpitë (gropat septike). Ferma e marrë në studim ka 80 krerë lopë dhe 30 ha tokë të mbjellë me grurë.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Tabela 4.5 Prodhimi i bimëve të arave në Ton

| Qarku | Drithra | Grure | Miser | Tagjira | Perime | Patate | Fasule | Duhana | Luledielli | Foragjere |
|--------------------|---------------|--------------|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|-----------|-------------|----------------|
| Qarku Fier | 155803 | 81738 | 65267 | 8798 | 279807 | 35629 | 5878 | 30 | 2311 | 1594266 |
| Fier | 68097 | 33880 | 27845 | 6373 | 64515 | 8982 | 3374 | 12 | 13 | 707458 |
| Lushnje | 81160 | 43337 | 35528 | 2294 | 210539 | 25006 | 2397 | 18 | 2299 | 810121 |
| Mallakaster | 6546 | 4521 | 1894 | 131 | 4752 | 1640 | 107 | 1 | - | 76686 |
| Qarku Vlore | 46234 | 10281 | 33896 | 2057 | 32839 | 3225 | 1067 | 2 | - | 229754 |
| Delvine | 5876 | 90 | 5551 | 235 | 3009 | 95 | 18 | 1 | - | 16122 |
| Sarande | 23023 | 493 | 22418 | 112 | 8405 | 880 | 97 | - | - | 65534 |
| Vlore | 17335 | 9698 | 5927 | 1710 | 21424 | 2250 | 952 | 1 | - | 148097 |

Burimi i informacionit: Ministria e Bujqësisë, Ushqimit dhe Mbrojtjes së Konsumatorit

Tabela 4.6 Numuri i krerëve sipas qarqeve

| Qarku | Gjedhe | Lope | Te imta/ (dele dhe dhi) | Te leshta/ dele | Dele për qumësht | Dhi | Dhi për qumësht | Derra | | Shpendë | |
|--------------------|--------------|--------------|-------------------------|-----------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|----------------|---------------|
| Fier | 73155 | 51460 | 230530 | 199870 | 160356 | 30660 | 24412 | 23995 | 2042 | 2710596 | 746660 |
| Fier | 35505 | 24210 | 110680 | 99645 | 78600 | 11035 | 8610 | 9545 | 1092 | 1717675 | 301200 |
| Lushnje | 34485 | 24970 | 81430 | 73635 | 58706 | 7795 | 5717 | 14450 | 950 | 902721 | 385710 |
| Mallakaster | 3165 | 2280 | 38420 | 26590 | 23050 | 11830 | 10085 | | | 90200 | 59750 |

Burimi i informacionit: Ministria e Bujqësisë, Ushqimit dhe Mbrojtjes së Konsumatorit

Në figurën 4.4, paraqitet skema teknologjike e prodhimit të kompostos. Në fillim, lënda e parë (mbetjet organike) grumbullohet nga bujqësia dhe stallat, pastaj depozitohet paraprakisht në një mjedis të caktuar. Përpunimi dhe paratrajtimi i kërkuar i mbetjeve mund të përfshijë përmbajtjen e përshtatur të ujit, copëtimin dhe largimin e metaleve, plastikës, qelqit dhe rërës. Mbetjet organike kalojnë në copëtues, vendosen në sillos dhe në përfundim sipas masës së dëshiruar hidhet impiantit ku do të zhvillohet procesi i kompostimit, në mjedis anaerob. Ruajtja e mbetjeve është shpesh e nevojshme, përpara se të shtohen tek reaktori kryesor. Në mënyrë të veçantë, mbetjet bimore duhet të lihen jashtë të kalben, për rreth 10 ditë para se ato të shtohen në reaktor. Megjithatë, ruajtja e tejzgjatur, duhet të shmanget në se plehu është i pranishëm. Depot e magazinimit duhet të ndërtohen nga materiale të tilla si: bambu, pemë me shumë degë, kashtë palme, tulla, pllaka dhe llaç. Ruajtja e lëndës së parë duhet të bëhet në ambiente të mbyllura për të shmangur dëmtimin e saj p.sh. shiu mund të shpëlajë një pjesë të madhe të materialit të tretshëm nga plehrat dhe jashtëqitjet. Vëllimi i ruajtjes (magazinimit) të kërkuar llogaritet me anë të ekuacionit të 5.1:

$$V_{ruajtjes} = \sum_{i=1}^n \frac{M_{mbetje,i}}{\rho_{mbetje,i}} \cdot t_i \quad (4.1)$$

Ku:

- $V_{ruajtjes}$ – vëllimi total i magazinimit
- $M_{mbetje,i}$ – norma e mbetjeve organike (masë/ditë)

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Në bazë të ekuacionit (5.2), përcaktojmë masën totale të mbetjeve që prodhohet në ditë, duke u bazuar tek të dhënat e fermës:

$$M_{\text{totale e mbetjeve}} = M_{\text{gropë septike}} + M_{\text{plehlope}} + M_{\text{kashtë gruri}} \quad (4.2)$$

Fillimisht, përcaktojmë për secilën mbetje organike sasinë në ditë, që do të grumbullohen për procesin e kompostimit. Bazohemi tek vlerat mesatare të manureve ditore për kafshët, për kashtën dhe gropën septike. Prodhimi mesatar në gropat septike (urinë, feçe) është 1,5 kg/person/ditë (lagështi). Masa e mbetjeve tek gropat septike llogaritet si më poshtë:

(1 lope urinon 25 litra në ditë. Gropa septike është $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ kg}$ mbetje)

$$M_{\text{gropë septike}} = 1.5 \frac{\text{kg}}{\text{person}} * 200 \text{ persona} = 300 \text{ kg/ditë}$$

Masa e manureve të lopës në ditë, llogaritet si më poshtë:

$$M_{\text{manure lope}} = 42.4 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} * 80 \text{ lopë} = 3392 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}$$

Masa e kashtës së grurit, që do të shtohet, merret nga llogaritjet e para të fraksionit të masës për çdo mbetje f_{mbetje} si më poshtë:

$$\begin{aligned} M_{\text{TOT mbetje}} &= M_{\text{gropë septike}} + M_{\text{plehlope}} + M_{\text{kashtë gruri}} = \\ &= 300 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 3392 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}} = 3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}} \end{aligned}$$

Në bazë të eksperimenteve të mëparshme, lëndët e para duhet të zgjidhen në mënyrë të tillë që mesatarja e raportit C/N të jetë rreth vlerës optimale 30. Në qoftë se raporti C/N është shumë i lartë, disponueshmëria e azotit kufizon procesin; nga ana tjetër, në qoftëse raporti C/N është shumë i ulët, përqendrimet e amoniakut mund të rriten mjaftueshëm për t'u bërë toksik për mikroorganizmat. Plotësimi i substrateve me përmbajtje të lartë C me ato që përmbajnë N dhe anasjelltas mund të ndihmojë në ruajtjen e këtij raporti. Në qoftë se (C/N) nuk është afër vlerës 30, kombinimi fillestar i mbetjeve duhet të rregullohet. Raportet C/N të mbetjeve të ndryshme janë paraqitur në tabelën e mëposhtme. Në tabelën 4.8, paraqiten vlerat mesatare C/N të lëndëve të para, duke u bazuar tek rezultatet tona për mbetjet organike .

Tabela 4.8 Vlerat mesatare C/N, të lëndëve të para

| Lënda e parë | Llumi i ujërave të zeza nga shtëpitë/gropat septike | Manure lope | Kashtë gruri |
|---------------------------|-----------------------------------------------------|-------------|--------------|
| Vlera mesatare C/N | 4.5 | 21.5 | 121.91 |

Raporti i përgjithshëm C/N, llogaritet nga ekuacioni (5.3):

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{\text{përgjithshëm}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C}{N}\right)_{\text{mbetje},i} \cdot f_{\text{mbetje},i} \quad (4.3)$$

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

Ku: $f_{\text{mbetje } i}$ = fraksioni ose thyesa në masë, për i mbetjeve

$$f_{\text{kashtë gruri}} = \frac{M_{\text{kashtë gruri}}}{M_{\text{totale e mbetjeve}}} = \frac{M_{\text{kashtë gruri}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}}$$

$$f_{\text{gropë septike}} = \frac{M_{\text{gropë septike}}}{M_{\text{totale e mbetjeve}}} = \frac{300 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}}$$

$$f_{\text{manure lope}} = \frac{M_{\text{manure lope}}}{M_{\text{totale e mbetjeve}}} = \frac{3392 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}}$$

Përcaktojmë masën e kashtës së grurit, që do të hidhet në reaktor:

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{\text{përgjithshëm}} = \left(\frac{C}{N}\right)_{\text{gropë septike}} \cdot f_{\text{gropë septike}} + \left(\frac{C}{N}\right)_{\text{manure lope}} \cdot f_{\text{manure lope}} + \left(\frac{C}{N}\right)_{\text{kashtë gruri}} \cdot f_{\text{kashtë gruri}}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{\text{përgj.}} = \left(\frac{C}{N}\right)_{\text{g.s.}} \cdot \frac{M_{\text{gropë septike}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}} + \left(\frac{C}{N}\right)_{\text{m.l.}} \cdot \frac{M_{\text{manure lope}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}} + \left(\frac{C}{N}\right)_{\text{k.g.}} \cdot \frac{M_{\text{kashtë gruri}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}}$$

Raportin C/N të përgjithshëm do ta marrim vlerën optimale 30:1.

$$30 = 4.5 \cdot \frac{300}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}} + 15.53 \cdot \frac{3392}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}} + 121.91 \cdot \frac{M_{\text{kashtë gruri}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}}$$

$$30 \left(3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}} \right) = 4.5 \cdot 300 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 15.53 \cdot 3392 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 121.91 \cdot M_{\text{kashtë gruri}} \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}$$

$$110760 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 30M_{\text{kashtë gruri}} = 1350 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 52677.75 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 121.91 \cdot M_{\text{kashtë gruri}} \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}$$

$$56732.25 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} = 91.91M_{\text{kashtë gruri}} \Rightarrow M_{\text{kashtë gruri}} = 617.26 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}$$

Përcaktojmë masën e përgjithshme të mbetjeve që do të hidhet në reaktor:

$$M_{\text{totale mbetje}} = M_{\text{gropë septike}} + M_{\text{pleh lope}} + M_{\text{kashtë gruri}} =$$

$$= 300 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 3392 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}} = 3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}$$

$$= 3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 617.26 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} = 4309.26 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}$$

Përcaktojmë thyesën në masë për secilën mbetje:

$$f_{\text{kashtë gruri}} = \frac{M_{\text{kashtë gruri}}}{M_{\text{totale e mbetjeve}}} = \frac{M_{\text{kashtë gruri}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashtë gruri}}} = \frac{617.26}{4309.26} = 0.143$$

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

$$f_{\text{groupe septike}} = \frac{M_{\text{groupe septike}}}{M_{\text{totale e mbetjeve}}} = \frac{300 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashte gruri}}} = \frac{300}{4309.26} = 0.070$$

$$f_{\text{manure lope}} = \frac{M_{\text{manure lope}}}{M_{\text{totale e mbetjeve}}} = \frac{3392 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}}{3692 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + M_{\text{kashte gruri}}} = \frac{3392}{4309.26} = 0.787$$

Në shumë raste, shtohet ujë i pastër ose lehtësisht i kontaminuar për t'i bërë mbetjet sa më të lëngshme. Rekomandohet një përmbajtje e përgjithshme rreth 75-90 % ujë dhe 10-25 % lëndë të thatë (Deublein dhe Steinhauser, 2008). Në qoftë se, në reaktor shtohet një sasi e vogël uji, do të akumulohet acid acetik dhe llumi do të fillojë të formohet mbi sipërfaqen e lëngët. Përmbajtja e lartë e ujit, me shumë CO₂ do të tretet në fazën e lëngët, duke reduktuar përmbajtjen e CO₂ të fazës së gaztë dhe duke rritur përmbajtjen e metanit. Megjithatë, nëse shtohet një sasi e madhe uji, shkalla e prodhimit për njësi volumi në reaktor do të bjerë. Vëllimi i ujit që do të shtohet për ditë mund të llogaritet si më poshtë:

$$\frac{M_{\text{ujë}}}{M_{\text{përgjithshme}}} = 0.9$$

Ku 0.90 = përbërja e dëshiruar e ujit (nga 0.75 në 0.90)

$$M_{\text{përgjithshme}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{mbetje},i} + Q_{\text{ujë}} \cdot \rho_{\text{ujë}} \quad (4.4)$$

$$M_{\text{ujë}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{mbetje},i} (1 - f_{\text{lënda e ngurtë totale},i}) + Q_{\text{ujë}} \cdot \rho_{\text{ujë}}$$

Përcaktojmë se sa litra ujë në ditë, do të nevojitet për procesin e kompostimit:

$$Q_{\text{ujë}} = \frac{\left\{ 9 \sum_{i=1}^n M_{\text{mbetje},i} - 10 \left[\sum_{i=1}^n M_{\text{mbetje},i} (1 - f_{\text{lënda e ngurtë totale},i}) \right] \right\}}{\rho_{\text{ujë}}}$$

$$Q_{\text{ujë}} = \frac{\left\{ 9(300 + 3392 + 617.26) \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} - 10[300(1 - 0.05) + 3392(1 - 0.135) + 617.26(1 - 0.375)] \right\}}{1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \cdot 1000 \frac{\text{ml}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}}} = 2734 \frac{\text{L}}{\text{ditë}}$$

Përcaktojmë masën e përgjithshme mbetje + ujë i shtuar:

$$M_{\text{përgjithshme}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{mbetje},i} + Q_{\text{ujë}} \cdot \rho_{\text{ujë}} =$$

$$= (300 + 3392 + 617.26) \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} + 2734 \frac{\text{L}}{\text{ditë}} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \cdot 1000 \frac{\text{ml}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}}$$

$$= 7043.26 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}}$$

Uji mund të shtohet përpara përgatitjes së reaktorit, në tankun e grumbullimit. Tanku i përgatitur shërben si një dhomë ekuilibri/përzjerje, e cila homogjenizon substratin. Tanku i përgatitur është shpesh në formë cilindri vertikal, ose një enë qëndrimi konike-cilindrike Në tabelën 4.9, paraqiten

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

të dhënat fiziko-kimike për lëndët e para sipas standardid europian (Gies, 1997) [34]. Në bazë të tyre, me ekuacionet e përshtatshme llogarisim sasinë e gazit të prodhuar.

Tabela 4.9 Të dhëna fiziko-kimike për lëndët e para

| Lënda e parë | $q_{\text{mbetje},i}$, m^3/kg (bazë e thatë) | $f_{\text{lënda e ngurtë totale}}$ | $f_{\text{materiali organik}}$ |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Llumi i ujërave të zeza nga gropat septike | 0.20-0.75 | 5% | 47-83% |
| Llumi i ujërave të zeza nga gropat septike Vlerë mesatare | 0.475 | 5% | 65% |
| Manure lope | 0.2-0.5 | 7-20% | 85-90% |
| Manure lope Vlerë mesatare | 0.375 | 13.5% | 87.5% |
| Kashtë gruri | 0.55-0.62 | 25-50% | 70-95% |
| Kashtë gruri (vlerë mesatare) | 0.585 | 37.5 | 82.5 |

Pasi përcaktuam lëndën e parë, dhe llogaritëm sasinë në kg, që do të hidhet në reaktor; projektojmë reaktorin. Gjatë procesit të kompostimit, prodhohet edhe biogaz. Prodhimi i gazit për çdo mbetje mund të llogaritet me anë të ekuacionit (4.5):

$$Q_{\text{mbetje},i} = q_{\text{mbetje},i} \cdot M_{\text{mbetje},i} \cdot f_{\text{lënda e ngurtë totale}} \cdot f_{\text{lënda organike}} \cdot 0.75 \quad (4.5)$$

$$Q_{\text{gropa septike}} = 0.475 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \cdot 300 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} \cdot 0.05 \cdot 0.65 \cdot 0.75 = 3.47 \frac{\text{m}^3}{\text{ditë}} \text{ biogaz}$$

$$Q_{\text{manure lope}} = 0.375 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \cdot 3392 \frac{\text{kg}}{\text{ditë}} \cdot 0.135 \cdot 0.75 = 128.79 \frac{\text{m}^3}{\text{ditë}} \text{ biogaz}$$

Prodhimi ditor i gazit nga gropat septike dhe mbetje organike të lopës është:
 $3.47 + 128.79 = 132.26 \text{ m}^3/\text{ditë}$

4.4.2 Projektimi i reaktorit periodik me përzierës me turbinë

Përzgjedhja e reaktorit

Reaktori ku do të kryhet procesi i kompostimit tre fazor (gaz-lëng-e ngurtë), u përzgjedh reaktori periodik i mbyllur, në kushte anaerobe, në temperaturë 37°C . Reaktori periodik i mbyllur përbën pajisjen tradicionale dhe është një enë e mbyllur e pajisur me një përzierës. Gjatë kohës së kryerjes së reaksionit, këtu nuk hiqet dhe nuk shtohet gjë. Modeli matematik i reaktorit të mbyllur nënkupton një përzierje ideale, domethënë që në të gjitha pikat e vëllimit të tij janë të barabartë tërë parametrat e procesit, si: temperatura, vlera e pH, përqendrimit e substratit, të biomasës dhe të përbërësve të tjerë. Vëllimi i materialit në reaktor është një madhësi konstante. Në këto kushte, përqendrimi i substrateve, të mbetjeve organike dhe i produkteve biokimike është në funksion të kohës. Modelimi shërben për disa qëllime që përfshijnë përmirësimin e sistemit të kuptimit dhe parashikimit. Krijimi i një modeli të sigurtë kërkon vlerësim fizik dhe reaktori i përshkruar këtu

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

mund të shërbejë si një model fizik për vlerësimin e modeleve kompjuterike. Në kushte të ndryshme veprimi, reaktori mund të përdoret për të ndërtuar modele matematikore që parashikojnë prodhimin e kompostos dhe emetimet e gazeve (p.sh. CH_4 dhe CO), në kushte të ndryshme veprimi, duke ndihmuar në hartimin e procedurave operative për objekte industriale. Duke shqyrtuar një përmbledhje të literaturës, Mason listoi disa nga përdorimet dhe përfitimet nga modelimi matematik i procesit të kompostimit:

“Modelimi matematik është përdorur gjerësisht në inxhinieri për të përmirësuar të kuptuarit e sjelljes së sistemeve, shqyrtuar konceptet e reja teorike, parashikuar punën e tyre si dhe me një rritje në numër të rasteve, ndihmon në zgjidhjen e problemeve praktike të projektimit. Modelet matematikore na ofrojnë mundësi për të reduktuar ose edhe për të zëvendësuar nevojën për eksperimente fizike, duke eksploruar me materiale të reja dhe/ose opsionet e procesit.”

Modelimi i sistemeve komplekse biologjike dhe sistemeve që janë përdorur për t'i kontrolluar ato, u mundësojnë shkencëtarëve dhe inxhinierëve hetimin e rezultateve të ndryshme të kontrollit, pa pasur nevojën për të kryer eksperimente laboratorike.

Modeli i procesit të kompostimit zhvilluar nga Stombaugh dhe Nokes (1996), bazohet në proceset e rritjes së mikroorganizmave të pranishme në substrat dhe supozohet se aktiviteti biologjik i tyre mund të përshkruhet duke përdorur kinetikën Monod. Modeli i kompostimit i zhvilluar nga Stombaugh dhe Nokes (1996), supozohet i ndarë në n shtresa horizontale. Vetitë brenda çdo shtrese konsiderohen konstante (përkatësisht çdo shtresë konsiderohet të jetë një vëllim kontrolli). Rezultatet e modelit të tyre tregojnë sesi mbetjet organike mikrobiale ndryshojnë me kalimin e kohës dhe se si rritja e mikroorganizmave ndikon në temperaturën e substratit, përmbajtjen e lagështirës dhe përqendrimit të oksigjenit brenda në reaktor.

Përcaktimi i karakteristikave të reaktorit

Reaktori është periodik, me përzierës me turbinë. Ena ngrohet me anë të serpentinës, të vendosur brenda në reaktor. Në figurën 4.5, paraqitet reaktori me përzierës.

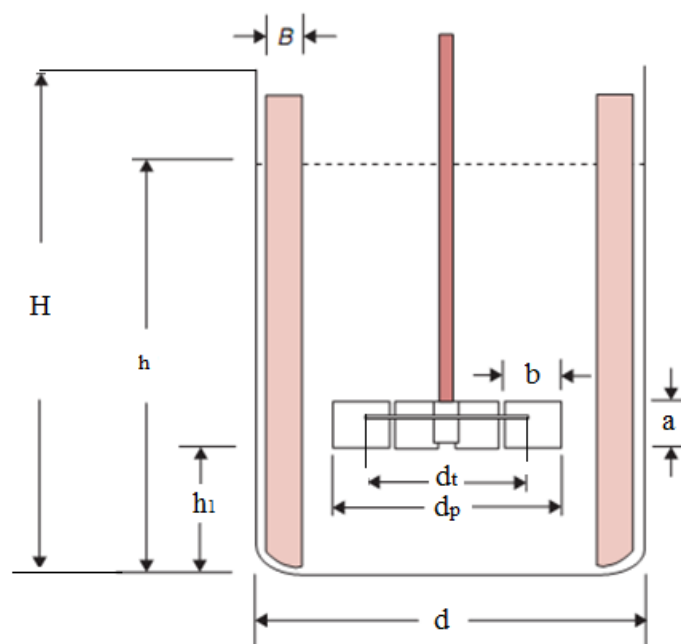


Figura 4.5 Reaktori me përzierës me turbinë

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Tabela 4.10 Të dhënat e përmbledhura të kushteve të punimit, gjatë procesit të kompostimit

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Koha e qëndrimit në reaktor | 7 ditë |
| Temperatura e reaksionit | 37°C |
| pH | 6.5 |
| Masa e përgjithshme në ditë | 7043.26 kg/ditë |

Në bazë të masës së përgjithshme, përcaktojmë vëllimin e reaktorit të mbushur me material me anë të ekuacionit të mëposhtëm. Densiteti i përgjithshëm i mbetjeve të lëngshme është i supozuar të jetë përafërsisht i njëjtë me të ujit.

$$V_o = M_{total} \cdot \frac{t_{PT}}{\rho_{ujë}} = 7043.26 \frac{kg}{ditë} \cdot \frac{7 \text{ ditë}}{1 \frac{kg}{L}} = 49303 L = 49.302 m^3$$

Ku: t_{PT} - koha e dëshiruar në tank

Duke marrë parasysh edhe vëllimin e pjesës bosh (shkumës që do të formohet gjatë përzierjes), vëllimi i reaktorit do të jetë:

$$V = M_{total} \cdot \frac{t_{PT}}{\rho_{ujë}} \cdot 1.25 = 7043.26 \frac{kg}{ditë} \cdot \frac{7 \text{ ditë}}{1 \frac{kg}{L}} \cdot 1.25 = 61628 L = 61.628 m^3$$

1.25 - faktori konstant

Për vëllimin e reaktorit, pra për atë pjesë të mbushur me mbetje dhe ajër, duhet të plotësohet kushti:

$$\frac{h}{d} = 2 \div 3$$

Pranojmë një vlerë mesatare të raportit: $\frac{h}{d} = 2.5 \Rightarrow h = 2.5 \cdot d$

Ku: h – lartësia e pjesës së reaktorit të mbushur
 d - diametri i reaktorit

Supozojmë se reaktori ka formë cilindrike. Përcaktojmë diametrin e enës, me anë të ekuacionit të mëposhtëm:

$$V_{PT} = h \cdot \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} 2.5d^3 \Rightarrow d = \left[\frac{4}{2.5\pi} V_{PT} \right]^{1/3} = \left[\frac{4}{2.5 \cdot 3.14} 49.302 \right]^{1/3} = 2.92 m$$

Lartësia e pjesës së mbushur me material do të jetë:

$$h = \frac{4 \cdot V_o}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 49.302}{3.14 \cdot (2.92)^2} = 7.37 m$$

Lartësia e plotë e reaktorit do të jetë:

$$H = \frac{4 \cdot V}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 61.628}{3.14 \cdot (2.92)^2} = 9.21 m$$

Lartësia e reaktorit është 9.21 m.

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

Tabela 4.11 Përmbledhje e të dhënave të llogaritura për ndërtimin e reaktorit

| | |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| Vëllimi i reaktorit me mbetje | 49.302 m³ |
| Vëllimi i reaktorit (mbetje + ajër) | 61.628 m ³ |
| Diametri i reaktorit | 2.92 m |
| Lartësia e pjesës së mbushur me material | 7.37 m |
| Lartësia e plotë e reaktorit | 9.21 m |

Projektimi mekanik i procesit

Për shkak të veshitullisë së materialit, duke iu referuar dhe vëllimit të reaktorit, përcaktojmë përzierësin turbinë.

Përzierësi turbinë

Përzierësi turbinë është i ngjashëm me lopatat me fletë të vogla. Turbina është përbërë nga gjashtë, dhjetë dhe dymbëdhjetë ose dhe më shumë fletë të drejta ose të përkulura. Përzierësi me turbinë siguron përzierje intensive në të gjithë vëllimin e rrjedhësit. Ai përdoret për përfitim të pezullive, për tretje, për intensifikimin e proceseve të transferimit të nxehtësisë dhe masës, si dhe për zhvillimin e mjaft reaksioneve kimike.

Diametri i turbinës është më pak se gjysma e diametrit të enës 30-50%. Kur përdoren thika të trasha rrjedhja është aksiale (figura 4.6). Në përzierësin turbine me fletë të holla lëvizja e fluidit kryhet në drejtim radial. Përzierësi turbinë rrotullohet në intervalin 150-400 rrot/min. Nga karakteristikat ngjajnë me pompën centrifugale. Thithja e lëngut kryhet në qendër, ndërsa dalja në periferi. Përparësi është se ato mund të përdoren për një diapazon të gjerë të viskozitetit të mjedisit që përzihet.

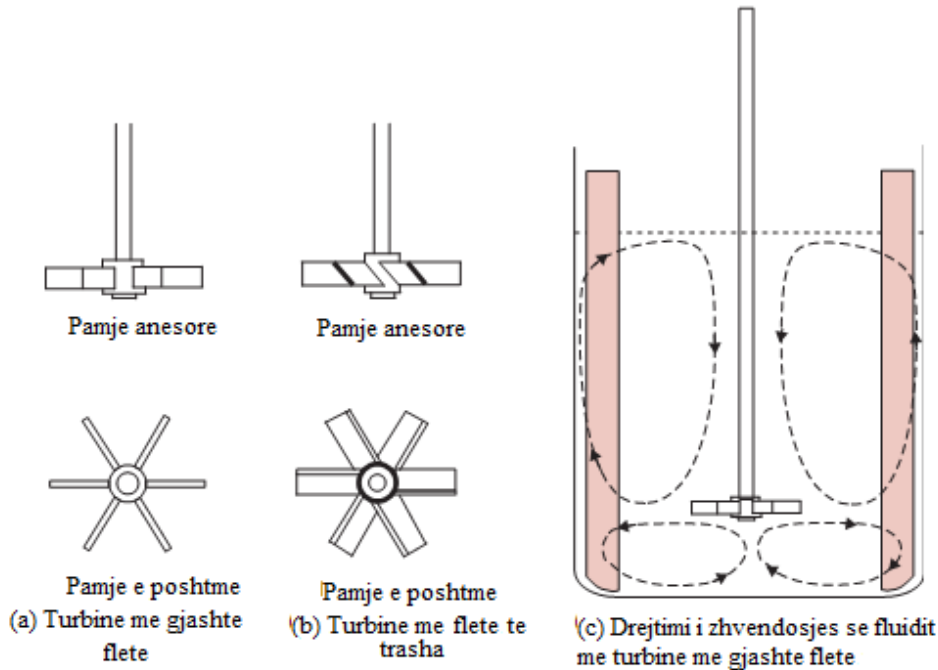


Figura 4.6 Tipe përzierësish turbinë dhe sjellja e rrjedhësit brenda në enë

Nga literature rekomandohet që largësia e përzierësve në të njëjtin bosht motorik të merret:

$$\frac{\Delta h}{d} \geq 0.75$$

Duke pranuar 0.75 si kufi minimal kemi:

$$\Delta h = 0.75d \Rightarrow \Delta h = 0.75 \cdot 2.92 = 2.19 \text{ m}$$

Largësia e përzierësit të parë nga fundi i reaktorit rekomandohet:

$$h_1 = \frac{1}{3}d \Rightarrow h_1 = \frac{1}{3} \cdot 2.92 = 0.97 \text{ m}$$

Largësia e përzierësit të fundit nga sipërfaqja e lëngut rekomandohet:

$$h_2 = \frac{2}{3}d \Rightarrow h_2 = \frac{2}{3} \cdot 2.92 = 1.94 \text{ m}$$

Përcaktojmë numrin e përzierësve me anë të ekuacionit të mëposhtëm:

$$z = 1 + \left[\frac{h - (h_1 + h_2)}{\Delta h} \right] = 1 + \left[\frac{7.37 - (0.97 + 1.94)}{2.19} \right] = 1 + 2.04 = 3.04 \approx 3$$

Pra në boshtin përzierës do të vendosen 3 përzierës.

Rekomandohet që diametri i përzierëses të merret:

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

$$d_p = \frac{1}{3}d \Rightarrow d_p = \frac{1}{3}2.92 = 0.97 \text{ m}$$

Përcaktojmë të dhënat konstruktive të përzierësit:

$$\frac{a}{d_p} = 0.2 \Rightarrow a = 0.2d_p = 0.2 \cdot 0.97 = 0.194 \text{ m}$$

$$\frac{b}{d_p} = 0.25 \Rightarrow b = 0.25d_p = 0.25 \cdot 0.97 = 0.243 \text{ m}$$

$$\frac{d_t}{d_p} = 0.75 \Rightarrow d_t = 0.75d_p = 0.75 \cdot 0.97 = 0.728 \text{ m}$$

Turbina ka 6 fletë, pra $z' = 6$. Në reaktor do të vendosen 6 thyes rryme me lartësi:

$$S = 0.1d = 0.1 \cdot 2.92 = 0.292 \text{ m}$$

Viskoziteti dhe densiteti i mjedisit u përafëruan me vlerat për ujin: 1 cpz dhe densiteti 1 g/cm³. Nga Manuali i Inxhinierisë Kimike përcaktojmë si numër rrotullimesh 150 rrot/min. Raporti:

$$\frac{h}{d} = \frac{7.37}{2.92} = 2.52$$

Gjejmë nga tabela (Manuali i Inxhinierisë Kimike) një vlerë të ndërmjetme për numër rrotullimesh (sa më i lartë viskoziteti, aq më i vogël numri i rrotullimeve) (Malollari, 2014).

$n = 150$ rrot/min

Gjejmë kriterin e Reynolds-it:

$$Re_p = \frac{nD_i^2 \rho}{\mu} = \frac{150 \text{ rrot} \cdot 0.97^2 \cdot 1000}{60 \text{ sek} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 2.3522 \cdot 10^6$$

Përcaktojmë kriterin e fuqisë, duke iu referuar vlerës së numrit të Reynoldsit (Malollari, 2014).

$$Re_p = 1.015 \cdot 10^6 \Rightarrow K_N = 0.91$$

Duke u nisur nga barazimi kriterial i fuqisë, përcaktojmë fuqinë e përzierjes:

$$K_N = \frac{N}{\rho \cdot n^3 \cdot D_i^5} \Rightarrow 0.4 = \frac{N}{\rho \cdot n^3 \cdot D_i^5} \Rightarrow N = 0.4 \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D_i^5 = 0.91 \cdot 1000 \cdot \left(\frac{150}{60}\right)^3 \cdot 0.92^5 = 9371 \text{ vat} = 9.371 \text{ kw}$$

Bëjmë korrigjimin për shkak të lartësisë së nivelit të lëngut:

$$N_{mot} = 9371 \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} = 9371 \cdot \sqrt{2.52} = 14876 \text{ vat} = 14.876 \text{ kvat}$$

Tabela 4.12 Të dhënat përmbledhëse mbi karakteristikat e përzierësit

| Karakteristikat e përzierësit | |
|-------------------------------|-----------------|
| Fuqia në bosht | 14.876 kw |
| Tipi | Turbinë |
| Numri i përzierësve | 3 |
| Numri i fletëve | 6 |
| Diametri | $d_p = 0.97$ m |
| Diametri mesatar | $d_t = 0.728$ m |
| Lartësia e fletëve | $a = 0.194$ m |
| Gjerësia e fletëve | $b = 0.243$ m |
| Thyes rryme | 6 |

Në figurën 4.7, paraqitet reaktori dhe përzierësi, duke vendosur të gjitha të dhënat që llogaritëm në lidhje me trupin e reaktorit dhe përzierësin.

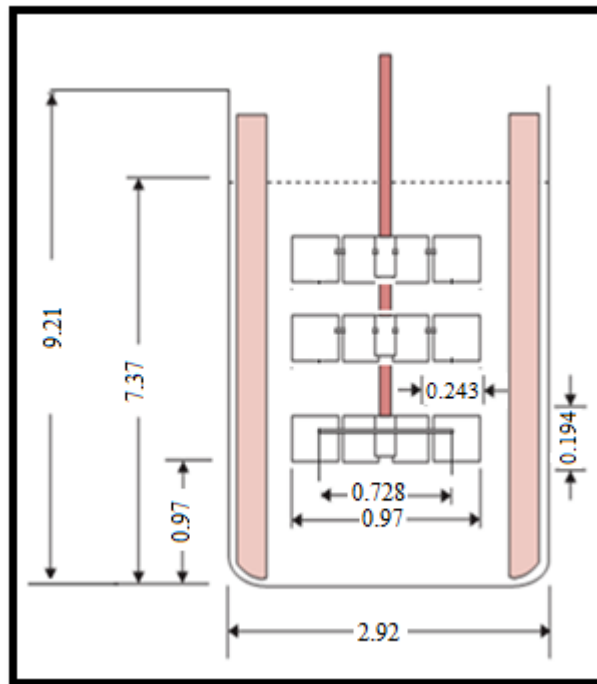


Figura 4.7 Reaktor me përzierës me turbinë

Njehsimi i shkëmbyesit të nxehtësisë të tipit serpentinë

Ndër shkëmbyesit e nxehtësisë që përdoren në fushën e industrisë, në përzgjedhëm tipin serpentinë, sepse është i thjeshtë në ndërtim, pa kosto të lartë dhe i përshtatshëm për të punuar në kushte agresive. Shkëmbyesi i nxehtësisë i tipit serpentinë, mund të përdoret ose i pavarur si në rastin e shkëmbyesit të nxehtësisë “me këmishë dhe tuba” dhe “tub në tub”, ose i futur brenda pajisjeve të tjera. Në rastin tonë, njehsimi i shkëmbyesit është studiuar brenda reaktorit periodik, me përzierës. Me njehsimet termike të shkëmbyesit të nxehtësisë do të kuptohet njehsimi i sasisë së nxehtësisë që këmbëhet, njehsimi i konstanteve fizike, zgjedhja e llojit të këmbesit të

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

nxehtësisë, njehsimi i Konstantes së përgjithshme të transmetimit të nxehtësisë (KPTN), njehsimi i temperaturës mesatare (Δt_{mes}) dhe njehsimi i sipërfaqes së këmbyesit.

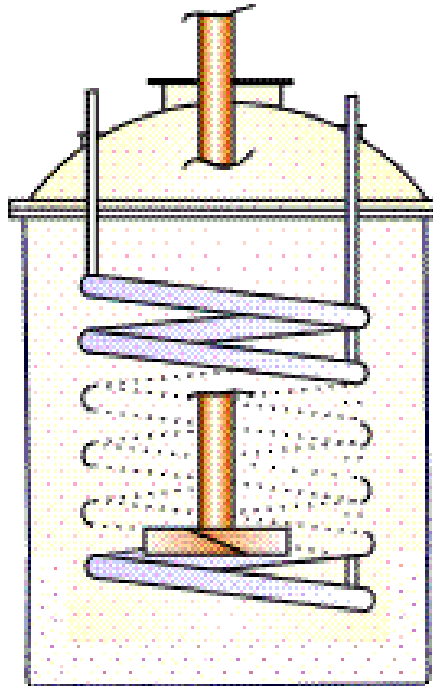


Figura 4.8 Reaktor periodik me përzierës dhe serpentinë

Qëllimi ynë, është njehsimi i shkëmbyesit të nxehtësisë i tipit serpentinë që nevojitet për ngrohjen me ujë industrial të përzirjes që ndodhet në reaktor, nga temperatura 20°C në 37°C . Agjenti ftohës, që në rastin tonë është ujë industrial qarkullon nëpër serpentinë, duke hyrë me temperaturë 65°C dhe duke dalë nga serpentina me temperaturë 32°C . Sasia e përzirjes që ndodhet në reaktorin me diametër 2.92 m dhe lartësi 7.37 (lartësia e mbushur me material), është 49302 kg, me kohë qëndrimi 7 ditë. Materiali do të hidhet në reaktor me anë të një pompe, me kapacitet 10 ton/orë. Konstantet fiziko-kimike të përzirjes të merren sa të ujit. Hapat e njehsimit të shkëmbyesit të nxehtësisë i tipit serpentinë, përshkruhen më poshtë.

Njehsimi i sasisë së nxehtësisë që këmbehet

Bilanci termik i përgjithshëm, shprehet si më poshtë:

$$Q_1 = Q_2 + Q_h$$

Ku:

- Q_1 - sasia e nxehtësisë që lëshon në njësinë e kohës, mbartësi i ngrohtë
- Q_2 - sasia e nxehtësisë që thith në njësinë e kohës, mbartësi i ftohtë
- Q_h - sasia e energjisë që humbet në njësinë e kohës në mjedisin rrethues

Duke mos e marrë parasysh nxehtësinë e humbur, meqë vlerat janë të ulta, bilanci termik shkruhet:

$$Q_1 = Q_2$$

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Sasia e nxehtësisë për mbartësin e ngrohtë, shprehet:

$$Q_1 = G_1 C_{p1} (t_1 - t_2)$$

- G_1 - prurja në masë e mbartësit të ngrohtë, (kg/s)
- C_{p1} - nxehtësia specifike e mbartësit të ngrohtë, (J/kg·°K)
- t_1 - temperature fillestare e mbartësit të ngrohtë, (°C)
- t_2 - temperature përfundimtare e mbartësit të ngrohtë, (°C)

Sasia e nxehtësisë për mbartësin e ftohtë, shprehet:

$$Q_2 = G_2 C_{p2} (t_2' - t_1')$$

- G_2 - prurja në masë e mbartësit të ftohtë, (kg/s)
- C_{p2} - nxehtësia specifike e mbartësit të ftohtë, (J/kg·°K)
- t_1' - temperature fillestare e mbartësit të ftohtë, (°C)
- t_2' - temperature përfundimtare e mbartësit të ftohtë, (°C)

Njehsimi i konstanteve fizike

Konstantet fizike përcaktohen për temperaturën mesatare të mbartësit me ndihmën e tabelave, nomogrameve apo figurave.

Njehsimi i konstanteve fizike për përzierjen , nga Manuali i Inxhinierisë Kimike (Malollari, 2014):

- t_1' - temperature fillestare = 20°C
- t_2' - temperature përfundimtare = 37°C

Për temperaturë mesatare: $t_{mes}' = \frac{20 + 37}{2} = 28.5^\circ C$

- G_2 - prurja në masë = 2.74 kg/sek
- C_{p2} - nxehtësia specifike = 4200 J/kg·°K
- ρ_2 - densiteti = 996 kg/m³
- μ_2 - viskoziteti = 0.85 · 10⁻³ Pas
- k_2 - koeficienti i përçjellshmërisë termike = 0.615 W/m·°K
- β_2 - koeficienti i bymimit vëllimor = 29 · 10⁻⁵ 1/K
- Pr_2 - vlera numerike e kriterit Prandtle = 5.6

Njehsimi i konstanteve fizike për ujin Manuali i Inxhinierisë Kimike (Malollari, 2014):

- t_1 - temperature fillestare = 65°C
- t_2 - temperature përfundimtare = 32°C

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Për temperaturë mesatare: $t_{mes} = \frac{65 + 32}{2} = 48.5^\circ C$

| | | | | |
|----------|---|----------------------------------------|---|-----------------------------|
| C_{p1} | - | nxehtësia specifike | = | 4180 J/kg·°K |
| ρ_1 | - | densiteti | = | 989 kg/m ³ |
| μ_1 | - | viskoziteti | = | 0.58 · 10 ⁻³ Pas |
| k_1 | - | koeficienti i përçjellshmërisë termike | = | 0.648 W/m·°K |
| Pr_1 | - | vlera numerike e kriterit Prandtle | = | 3.7 |

Nga bilanci termik për përzierjen, gjejmë sasinë e nxehtësisë që këmbehet:

$$Q_2 = G_2 C_{p2} (t_2' - t_1') = 2.73 \text{ kg / s} \cdot 4200 \cdot (37 - 20) = 195636 \text{ W}$$

Nga bilanci termik, gjejmë sasinë e ujit:

$$Q_1 = G_1 C_{p1} (t_1 - t_2) \Rightarrow G_1 = 1.41 \frac{\text{kg}}{\text{sek}}$$

Njehsimi i koeficientit të përgjithshëm të transmetimit të nxehtësisë

Njehsimi i këtij koeficienti kërkon njohjen e koeficientëve të dhënies së nxehtësisë α_1 dhe α_2 . Njehsimi i koeficientit të përgjithshëm i transmetimit të nxehtësisë kryhet me anë të barazimit:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} \frac{d_{js}}{d_{bs}} + \frac{d_{js}}{2k_{tub}} \ln \frac{d_{js}}{d_{bs}} + \frac{1}{\alpha_2}$$

| | | |
|------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| K | - | koeficienti i përgjithshëm i transmetimit të nxehtësisë |
| α_1 | - | koeficienti i dhënies së nxehtësisë nga ana e brendshme e serpentines, (W/m ² ·°K) |
| α_2 | - | koeficienti i dhënies së nxehtësisë nga ana e jashtme e serpentines, (W/m ² ·°K) |
| k | - | koeficienti i përçjellshmërisë termike, (W/m·°K) |
| d_{js} | - | diametri i jashtëm i tubit të serpentines, (m) |
| d_{bs} | - | diametri i brendshëm i tubit të serpentines, (m) |
| δ | - | trashësia e tubit të serpentines, (m) |

Nga literatura rekomandohet prodhimi i serpentines tub me përmasa, (Malollari, 2014):

$$d_{js} = 77 \text{ mm} = 0.077 \text{ m}$$

$$\delta = 3 \text{ mm} = 0.003 \text{ m}$$

Përcaktojmë diametrin e brendshëm të tubit të serpentines:

$$d_{bs} = d_{js} - 2\delta = 77 - 6 = 71 \text{ mm} = 0.071 \text{ m}$$

Nga Manuali i Inxhinierisë Kimike, përcaktojmë vlerën e koeficientit të përçjellshmërisë termike të materialit të tubit të serpentines prej çeliku, 46.5 W/m·°K (Malollari, 2014).

Ekuacioni kriterial i Nuselit për anën e brendshme të serpentines për lëngjet, shprehet (Malollari, 2014):

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

$$Nu = \frac{Re^{5/6} \cdot Pr^{0.4} \cdot \left(\frac{d_{bs}}{d_s}\right)^{1/12}}{41} \left[1 + \frac{0.061}{Re^{1/6} \left(\frac{d_{bs}}{d_s}\right)^{5/12}} \right]$$

d_s - diametri i brendshëm i spirales së serpentinës

Nga literatura vlera e diametrit të spirës (d_s) rekomandohet të merret:

$$d_s = 0.6 \cdot d = 0.8 \cdot 2.92 = 2.336 \text{ m}$$

Shpejtësia e ujit, si lëng në rrjedhje të detyruar varion nga 0.5-2 m/s. Pranojmë 1 m/s.

Kriteri i Reynolds-it, përcaktohet si më poshtë:

$$Re = \frac{v \cdot d_{bs} \cdot \rho}{\mu} = \frac{07 \cdot 0.071 \cdot 989}{0.58 \cdot 10^{-3}} = 84747$$

Nga tabela, vlera e kriterit Prandtlës: $Pr = 3.7$

$$Nu = \frac{84747^{5/6} \cdot 3.7^{0.4} \cdot \left(\frac{0.071}{2.336}\right)^{1/12}}{41} \left[1 + \frac{0.061}{84747^{1/6} \left(\frac{0.071}{2.336}\right)^{5/12}} \right] = 410$$

Nga formula:

$$Nu = \frac{\alpha_1 \cdot d_{bs}}{k}$$

përcaktojmë:

$$\alpha_1 = \frac{k_1 \cdot Nu}{d_{bs}} = \frac{0.648 \cdot 410}{0.071} = 3741 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K}$$

Ekuacioni kriterial për anën e jashtme të serpentinës për lëngjet në formën, (Malollari, 2014):

$$Nu = 0.225 \cdot Re^{2/3} \cdot Pr^{1/3} \cdot \left(\frac{d_p}{d}\right)^{0.18} \cdot \left(\frac{d_{js}}{d}\right)^{0.52} \cdot \left(\frac{d_s}{d}\right)^{-0.17} \cdot \left(\frac{h_f}{d}\right)^{0.14} \cdot \left(\frac{z}{4}\right)^{0.28}$$

d_{js} - diametri i jashtëm i tubit të serpentinës, (m) $d_{js} = 0.077 \text{ m}$

d_p - diametri i përzierëses, (m) $d_p = 0.97 \text{ m}$

d - diametri i reaktorit, (m) $d = 2.92 \text{ m}$

h_f - lartësia nga fundi i reaktorit deri tek përzierësi turbinë e mesit

$$h_f = h_1 + \Delta h = 0.97 + 2.19 = 3.16$$

z - numri i fletëve të përzierësit turbinë $z = 6$

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

Kriteri i Reynolds-it:

$$Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d_p^2}{\mu} = \frac{996 \cdot 1 \cdot (0.97)^2}{0.85 \cdot 10^{-3}} = 1102513$$

Përcaktojmë, kriterin e Nusselit:

$$Nu = 0.225 \cdot 1102513^{2/3} \cdot 5.6^{1/3} \cdot \left(\frac{0.97}{2.92}\right)^{0.18} \cdot \left(\frac{0.077}{2.92}\right)^{0.52} \left(\frac{2.336}{2.92}\right)^{-0.17} \cdot \left(\frac{3.16}{2.92}\right)^{0.14} \cdot \left(\frac{6}{4}\right)^{0.28}$$

$$= 621$$

Përcaktojmë koeficientin e dhënies së nxehtësisë nga ana e jashtme e serperntinës:

$$Nu = \frac{\alpha_2 \cdot d_p}{k}$$

përcaktojmë: $\alpha_2 = \frac{k_2 \cdot Nu}{d_p} = \frac{2067 \cdot 0.615}{0.97} = 394 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K}$

Njehsimi i KPTN kryhet me anë të barazimit:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} \frac{d_{js}}{d_{bs}} + \frac{d_{js}}{2k_{tub}} \ln \frac{d_{js}}{d_{bs}} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{3741} \frac{0.077}{0.071} + \frac{0.077}{2 \cdot 46.5} \ln \frac{0.077}{0.071} + \frac{1}{394} = 4 \cdot 10^{-3}$$

$$K = 250$$

Njehsimi i diferencës mesatare të temperaturës

Meqë, $t_2^1 > t_2$ rrymat tona janë të kundërta:

$$\Delta t_m = 65 - 37 = 28^\circ C$$

$$\Delta t_v = 30 - 20 = 10^\circ C$$

Nga nomograma, manuali i inxhinierisë kimike, përcaktojmë:

$$\Delta t_{mes} = 17^\circ C$$

Njehsimi i sipërfaqes së shkëmbyesit të nxehtësisë

$$F = \frac{Q_2}{K \Delta T_{mes}} = \frac{195636}{250 \cdot 17} = 46 m^2$$

Njehsimi i gjatësisë së shkëmbyesit të nxehtësisë që i korrespondon kësaj sipërfaqe shkëmbimi

$$L = \frac{F}{\pi \cdot d_{mes}} = \frac{46}{3.14 \cdot 0.0745} = 197 m$$

d_{mes} - diametri mesatar i tubit të serpentinitës ($d_{mes} = d_{js} + d_{bs} / 2$)

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirofizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Përcaktohet numri i spirave të serpentinës duke ditur diametrin e saj dhe gjatësinë.

$$n_s = \frac{L}{\pi \cdot d_s} = \frac{197}{3.14 \cdot 2.336} = 27 \text{ spira}$$

Njehsimi i lartësisë së serpentinës

Hapi midis dy spirave të njëpasnjëshme merret:

$$d_h = (1 \div 2)d_{js}$$

d_h - distanca aksiale ndërmjet spirave

Marrim vlerën: $d_h = 1.7d_{js}$

$$d_h = 1.7 \cdot 0.077 = 0.1309$$

$$H_s = 26 \cdot 0.1309 = 3.5 \text{ m}$$

H_s - lartësia e serpentinës

Tabela 4.13 Të dhënat përmbljedhëse mbi karakteristikat e serpentinës

| Karakteristikat e përzierësit | |
|----------------------------------------|-------------------|
| Sipërfaqia e shkëmbyesit të nxehtësisë | 46 m ² |
| Gjatësia e shkëmbyesit të nxehtësisë | 197 m |
| Lartësia e serpentinës | 3.5 m |

KAPITULLI V

KOMPOSTIMI I MBETJEVE TË VRESHTIT

Në ditët e sotme, ka një interes në rritje për shfrytëzimin e mbetjeve të prodhuara nga industria e përpunimit të rrushit. Si në çdo industri tjetër ushqimore, ashtu edhe në këtë degë krahas prodhimeve kryesore, që rrjedhin nga përpunimi i lëndës së parë të rrushit, mbeten edhe nënprodukte të saj, frenja, bërsi, fara dhe llumi. Nënproduktet paraqesin interes dhe leverdi ekonomike për t'u shfrytëzuar, duke përfutur produkte me vlerë për degë të ndryshme të ekonomisë sonë. Mbetjet mund të jenë një burim alternativ për përfitimin e antioksidantëve natyrale, por mund të përdoren potencialisht për prodhimin e kompostos. Deri më sot, këto mbetje nuk janë shfrytëzuar në mënyrë racionale dhe sistematike. Në të shumtën e rasteve janë shpërdoruar dhe dëmtuar në fabrikat e përpunimit të rrushit. Gjithashtu, nuk ekziston një teknologji dhe mënyrë e përcaktuar e shfrytëzimit e përpunimit të mbetjeve. Duke u nisur nga sa u tha më sipër, ne kryem studimin mbi shfrytëzimin e mbetjeve organike nga përpunimi i rrushit, duke përdorur një proces kompostimi më të thjeshtë dhe më pak të kushtueshëm, për të përfutur një komposto me cilësi të lartë dhe për t'u përdorur si pleh në vresht.

Prodhimi i bimëve të shëndetshme është një kërkesë themelore e bujqësisë moderne. Përpjekjet për të rritur të ardhurat bujqësore mund të vijnë nga zgjerimi i integruar i sistemit të prodhimit dhe bujqësisë organike. Kjo do të sigurojë produkte bujqësore, të cilat do të jenë të dobishme për shëndetin e konsumatorit dhe fitime më të larta. Megjithatë, kjo kërkon zëvendësimin gradual të plehrave kimike, që aktualisht përdoren gjerësisht në prodhimin bujqësor, për ndryshimin organik të tokës. Përdorimi i kompostos në vreshtari është mjaft i rëndësishëm, për shkak të varfërisë së tokës, nivel të ulët humusi dhe ekspozimit të tyre ndaj erozionit (Balanya et al., 1994; Citterio et al., 1987; De Bertoldi et al., 1986) [4;17;19]. Kompostimi përcaktohet, si dekompozim biologjik aerob/anaerob dhe stabilizim i substrateve organike, në kushte mezofile ose termofile, për të përfutur një produkt të qëndrueshëm, pa patogjenë, i cili mund të përdoret në mënyrë të dobishme në tokë (Golueke, 1982; Haug, 1993) [37;44]. Koha që i nevojitet mbetjeve të kompostohen, varet nga lloji i materialeve që hidhen për kompost, si dhe nga koha që është menduar për zhvillimin e këtij procesi. Sistemi i grumbullit, kërkon rrotullime periodike të materialeve organike për të rritur furnizimin me oksigjen, për të homogjenizuar materialet dhe për të reduktuar madhësitë e grimcave, në të njëjtën kohë që ai rishpërndan mikroorganizma, lagështinë dhe lëndët ushqyese. Gjatë aktivitetit mikrobial prodhohet nxehtësi dhe uji avullon, prandaj niveli optimal i lagështirës duhet të përcaktohet në bazë të materialeve të ndryshme të kompostimit. Nivelet optimale të lagështirës, për kushte aerobe, janë midis 40% dhe 60% (Poincelot, 1975; Tiquia et al., 1996) [60;86].

Aplikimi i kompostos rrit përqindjen e lëndës organike, nivelin e nutrientëve (duke siguruar një fertilizim të ngadaltë për një kohë të gjatë), ngarkesën mikrobiale dhe përmirëson vetitë fizike të tokës (Ribereau-Gayon and Peybaud, 1982) [68]. Sipas rezultateve të analizave për tokën dhe gjethet, mund të kryhen disa aplikime të vogla ose të moderuara në komposto. Aplikime të rëndësishme mund të bëhen në toka të varfra që ndodhen në vende të pjerrëta (kodra), ose toka që

ekspozohen nga një rrezik i lartë erozioni. Vreshtat që ndodhen në këto pozicione (vendodhje), duhet ta konsiderojnë komposton, si një mbrojtës të sipërfaqes së tokës.

5.1 Situata në Shqipëri, përhapja dhe prodhimi

Kultivimi i rrushit është i përhapur në të gjithë rrethet e vendit. Vendi ynë ka një klimë mesdhetare të përshtatshme për kultivimin e shumë varieteteve të rrushit. Kushtet klimaterike ndryshojnë në një masë të konsiderueshme nga lartësia mbi nivelin e detit. Në klimën tonë, hardhija gjen kushte të mira deri në 300 – 400 metra lartësi detare. Kushtet mjaft të favorshme, si pozicioni gjeografik, me larmi klimash, mikroklimash, relievi e tokash, me ndriçim diellor të bollshëm, me temperatura aktive të mjaftueshme, me rreshje të bollshme në vjeshtë, dimër e pranverë që krijojnë rezerva ujore të mjaftueshme në tokë, kanë bërë që vreshtaria qysh në kohë të hershme të jetë një veprimtari bujqësore e rëndësishme në Shqipëri. Zhvillimi i vreshtarisë konsiderohet, si një nga degët prioritare të zhvillimit të bujqësisë për të ardhmen. Zhvillimi i vreshtarisë dhe i veprimtarive që lidhen me të, si përpunimi e tregtimi, përbën në shumë zona të vendit një nga rrugët më të mundshme, më të shpejta dhe të qëndrueshme për rritjen e nivelit të punësimit dhe të ardhurave. Rrushi, për prodhimin e verës rritet ekskluzivisht në 30 dhe 50 gradë në veri ose në jug të ekuatorit. Vreshtat më jugorë të botës janë në jug të Zelandës së Re afër paralelit të 45-të dhe vreshtat më veriore janë në Suedi. Si rregull, hardhitë e rrushit preferojnë një sezon të gjatë rritjeje prej 100 ditësh ose për më shumë ditë, ku temperatura ditore të jetë e ngrohtë (jo mbi 95 ° F/35 ° C) dhe netët të jenë të freskëta (me zbritje temperature deri në 40 ° F/23 ° C ose më shumë).

Në vendin tonë, sipërfaqja aktuale e mbjellë me vreshta zë rreth 1% e tokës bujqësore gjithësej (rreth 20m² vreshtë/frymë të popullsisë), shifër kjo disa herë më e vogël krahasuar me nivelet e vendeve fqinjë. Sipërfaqja e vreshtarisë ka shënuar një rritje të ndjeshme në periudhën 1970-1990, duke arritur në rreth 20 mijë ha. Por, ndryshimet politike, sociale dhe ekonomike, shpërbërja e kooperativave bujqësore, fermave shtetërore dhe privatizimi i tokës bujqësore, që ndodhën më pas, u shoqëruan me copëzimin e shumë blloqeve dhe masiveve me vreshta, shumë prej të cilëve u dëmtuan e u thanë. Po kështu u prishën të gjitha strukturat e prodhimit të fidanëve të hardhisë. Që nga viti 1995, ka filluar mbjellja e vreshtave të reja në kushtet e fermave të vogla familjare dhe vitet e fundit sipërfaqja po shtohet me rreth 500 ha çdo vit. Sipërfaqja totale në shkallë vendi në vitin 2000 arriti në 5824 ha. Ndër rrethet me sipërfaqe më të madhe dallohen Vlora, Elbasani, Fieri, Lushnja, Berati, Tirana, Korça etj. Sasia e prodhimit vendas është e pamjaftueshme në raport me nevojat dhe, për rrjedhojë, furnizimi i tregut me rrush tavoline dhe i industrisë përpunuese dominohet nga prodhimi i importuar. Në tabelën 5.1, paraqiten të dhënat për zhvillimin në vite të vreshtarisë, prodhimi dhe rendimenti, për periudhën nga 2000-2012.

Tabela 5.1 Sipërfaqja, rendimenti dhe prodhimi i vreshtave në vite në Shqipëri

| Vreshta | 2000 | 2005 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Gjithsej (ha) | 5,824 | 7,994 | 9,806 | 9,712 | 10,073 | 10,136 |
| Ne prodhim (ha) | 4,613 | 6,637 | 8,532 | 8,630 | 9,077 | 9,348 |
| Rendimenti (kv/ha) | 70.5 | 90.1 | 113.0 | 118.6 | 123.4 | 123.1 |

Burimi i informacionit: Ministria e Bujqësisë, Ushqimit dhe Mbrojtjes së Konsumatorit

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Vendin tonë për mbjelljen e hardhisë, mund ta ndajmë në këto zona:

a. Zonat e ulëta, që përfshijnë krahinat me lartësi mbi nivelin e detit nga 0 – 400 m si: Shkodra, Lezha, Burreli, Tirana, Durrësi, Elbasani, Lushnja, Berati, Fieri, Saranda, Gjirokastra, Tepelena, dhe Përmeti, përmes varieteteve të rrushit për konsum të freskët, përhapën dhe varietetet të huaja, krahas të vendit për prodhim vere të zakonshme, dhe cilësore. Ndër varietetet më të përhapura janë: Shesh i zi e i Bardhë, Debinë e zezë dhe e bardhë, Kallmet kokërr vogël, Prokupac, Kaberne, Savinjon, Barbera, Merlot, etj.

b. Zonat mesatare, që përfshijnë krahinat me lartësi mbi nivelin e detit nga 400 – 700 m si Kukësi e Peshkopia, kultivojnë varietete për prodhimin e verërave të bardha të cilësisë së lartë dhe verërave shkumbuese si Riesling Italian, grupi i Pinove (nuar, gri, shardone) Tokay dhe Aligota, ndërsa për prodhimin e verërave të kuqe kultivojnë varietetet, Kabernet, Merlot, Prokupac.

c. Zonat e larta, që përfshijnë krahinat me lartësi nga 700 – 1000 m mbi nivelin e detit (Pogradec, Korçë, Ersekë) kultivojnë varietete të zonës mesatare për verërat e bardha shtuar Serinën e bardhë dhe për verërat e kuqe, Merlot, Kabernet, Sovinion, Pino i zi, Sërin i zi. Mbi bazën e këtij rajonizimi të varieteteve të rrushit duhet të zhvillohet në të ardhmen vitikultura me destinacion për prodhim vere në vendin tonë.

Struktura varietore aktuale e vreshtave konsiderohet e papërshtatshme. Rreth 90 % e vreshtave ekzistuese janë të mbjella me varietete për prodhim vere, nga të cilat 60% për verëra të kuqe dhe 40 % për verëra të bardha, ndërkohë që kërkesa nga industria është mjaft më e madhe për varietete për verë të kuqe. Struktura varietore e verërave të kuqe dominohet nga "Sheshi i zi" me 57%, ndërsa ajo e verërave të bardha nga "Sheshi i bardhë" me rreth 67%. Të dy këta varietete autoktone, të njohur për prodhimin e verërave të konsumit masiv, së bashku përbëjnë rreth 49% të vreshtave të vendit. Përveç dy varieteteve të mësipërm, si autoktonë mund të përmendim edhe Kallmetin, Vloshin etj., ndërsa varietetet dominues me origjinë të huaj përfaqësohen nga Kaberne, Muskat i bardhë, Merlot etj. Një numër i madh varietetesh të huaj të futur prej disa dekadash në Shqipëri, janë përshtatur mirë dhe u njihen cilësitë dhe karakteristikat e tyre. Të tillë janë varietetet e njohura për verë si Kabernet Sauvignon, Merlot, Pino e zezë, Saperavi, Barbera, Syrah, Riesling, Tokai, Pino gri, Aligote etj si dhe shumë varietete për rrush tavoline.

5.2 Faktorët që influencojnë në kualitetin e rrushit

Cilësia përcaktohet nga parametra të ndryshëm si: 1) parametra të përhershëm (varieteti, dheu, klima, ekspozimi në dritë), 2) parametrat e ndryshueshëm (moti gjatë sezonit të rritjes), parametra të modifikueshëm (koha e vjeljes së rrushit, krasitja) dhe 3) parametra të paparashikueshëm (shiu me breshër, sëmundjet) (Delas, 2000) [20]. Kombinimi i këtyre efekteve shpesh i referohen termit “terroir” (territor). Faktorët më të rëndësishëm, që ndikojnë në kualitetin e rrushit si lëndë e parë janë:

Pjekuria dhe kualiteti i rrushit

Për përgatitjen e verërave me cilësi të mirë, duhet patur parasysh pjekuria e rrushit, dmth gradën e sheqerit që përmban rrushi, i cili përcakton shkallën e pjekurisë së tij. Në qoftë se një rrush rregullisht i pjekur jep verë me gradë alkoolike të mirë, shije të përshtatshme etj, themi se lënda e parë e përdorur është e mirë.

Klima

Klima: është një nga elementët kryesorë, që ndikon në përbërjen dhe pjekurinë e rrushit. Në klimë të ftohtë, rrushi përmban musht në të cilin aciditeti predominon mbi sheqerin, ndërsa në klimë të nxehtë, rrushi përmban musht me densitet më të lartë, të pasur në sheqer dhe të varfër në aciditet.

Rreshjet: Gjatë periudhës kur bie shi, rrushi grumbullon pak sheqer dhe përmban aciditet të lartë. Rreshjet e dëndura shkaktojnë plasaritjen dhe zhvillimin e sëmundjeve kërpudhore në kokrrat e rrushit. Thatësira e zgjatur ndikon në lidhjen e kokrrave të rrushit me tul me pak lëng, madje mund të shkaktojë dhe tharjen e plotë të rrushit.

Toka dhe plehërimi

Elementi kryesor, që influencon në kualitetin e rrushit është toka dhe përbërësit e saj. Elementët ushqyes të tokës si: përmbajtja e plehërave të fosforit ndikon në lidhjen e kokrrave, kaliumi në rritjen e sasisë së sheqerit, kurse teprica e plehrave të azotit ndikon në zhvillimin e bimës së hardhisë. Struktura e tokës përcakton relacionin e ujit, ajrit dhe ngrohtësisë në tokë. Me marrjen e masave agroteknike si: punimi i tokës, prashitja, vaditja si dhe mënyra e mbjelljes etj, krijohen kushte të favorshme për zhvillimin e hardhisë (Ferrer, 2001) [26].

Rrushi me prejardhje nga toka të murme pyjore me reaksion neutral ose të lehtë acid, është më i përshtatshëm për përgatitjen e verërave të bardha dhe të kuqe të tryezës. Me rrushin, që kultivohet në toka të pasura me karbonate, mund të përgatiten verëra me cilësi të mire, që shërbejnë për distilat (konjak), kurse me rrushin që prodhohet në toka të thata subtropikale përgatiten verëra të forta me cilësi të mirë. Rrushi që kultivohet në toka ranore jep verë të lehtë me përqindje të ulët ekstrakti.

5.3 Pjesët përbërëse të rrushit që përdoren për kompostim

Një veshul rrushi përbëhet nga dy pjesë: frenja dhe kokrra. Për rrushin e shëndoshë me pjekuri normale, frenja përbën 4-6% dhe kokrra përbën 94-96% të veshulit të rrushit. Kur rrushi është dëmtuar nga agjentë atmosferikë ose nga sëmundje të ndryshme këto raporte nuk ruhen. Veshuli i rrushit me përbërjet e mësipërme, të ndryshueshme në varësi të varietetit dhe gjendjes shëndetsore, kalon në makineritë e copëtimit-egrapimit, ku ndahet frenja nga pjesët e tjera (pulpa cipa dhe fara). Pulpa dhe farat, pas përfundimit të procesit të fermentimit kalojnë në procesin e presimit (presë me fuqi deri në 400 atm), ku ndahet lëngu (mushti) nga pjesët e ngurtësuara (bërsia) e përbërë nga fara, cipa dhe pjesët e pulpës të fijejuara. Në figurën 2.1, paraqitet struktura e përnërjes së rrushit.

Frenjat i shërbejnë kokrrave të rrushit, si kanal ushqyes, sepse në të gjenden sasi të vogla substancash, që i nevojiten kokrrës së rrushit. Frenja, që përbën skeletin e rrushit, përmban shkallën më të lartë të fibrave (lignin dhe celulozë) dhe një përqindje të lartë të elementëve

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

mineral nutritive, sidomos azot dhe kalium. Në zonën mesdhetare, frenjat merren në fund të gushtit deri në mes të tetorit. Frenjat largohen nga fruti me anë të egrapompës, dhe pastaj përdoren në procesin e kompostimit (Diaz et al., 2002; Mustin, 1987) [21;54]. Frenja është e përbërë nga elementët e paraqitur në tabelën e mëposhtme:

| | |
|------------------|-------------|
| Ujë | 72 – 80 % |
| Lëndë lignose | 7 – 11 % |
| Tanin | 1 – 3.2 % |
| Lëndë rrëshinore | 1.5 – 2.5 % |
| Lëndë minerale | 1.8 – 2.8 % |
| Acide organike | 0.7 – 1.4 % |
| Sheqerna | 0.3 – 0.6 % |

Kokrrat e rrushit përbëhen nga: lëkura ose cipa, 6 – 12 %; farat, 2 – 5 % dhe pulpa ose mushti 83 – 92 %.

Lëkura është pjesa më e fortë e rrushit dhe më e rëndësishmja në prodhimin e plehut, pasi ajo përmban përbërës shumë të domosdoshëm në formimin e tij. Lëkura nga përbërja kimike përmban:

| | |
|------------------|-----------|
| Ujë | 35 – 40 % |
| Lëndë yndyrore | 6 – 10 % |
| Tanin | 3 – 7 % |
| Acide volatile | 0.5 – 1 % |
| Lëndë minerale | 1 – 2 % |
| Lëndë celulozike | 44 – 57 % |

Gjithashtu, lëkura përmban lëndë ngjyuese dhe lëndë aromatike.

Pulpa ose mushti është pjesa kryesore e rrushit. Përbërja kryesore e tij është:

| | |
|--------------------|-----------|
| Ujë | 65 – 80 % |
| Sheqerna reduktues | 15 – 30 % |
| Acide | 5 – 6 % |
| Lëndë minerale | 5 – 6 % |
| Lëndë proteinike | 5 – 6 % |
| Lëndë pektinike | 5 – 6 % |

Sasia e farave në rrush lëviz nga 1 – 4, por disa varietete nuk kanë farë. Farat përmbajnë shumë substanca. Disa prej tyre janë të dëmshme në qoftë se kalojnë në verë gjatë fermentimit (vaj, acide volatile, lëndë rrëshinore), për këtë arsye gjatë shtrydhjes fara nuk duhet thërmuar. Përbërja kimike e farës është:

| | |
|----------------|-----------|
| Ujë | 72 – 82 % |
| Lëndë celuloze | 18 – 20 % |
| Lëndë minerale | 1.5 – 2 % |
| Lëndë organike | 1.5 – 2 % |
| Tanin | 0.4 – 2 % |

Në figurën 5.1, paraqitet në mënyrë të detajuar struktura e përbërjes së rrushit.

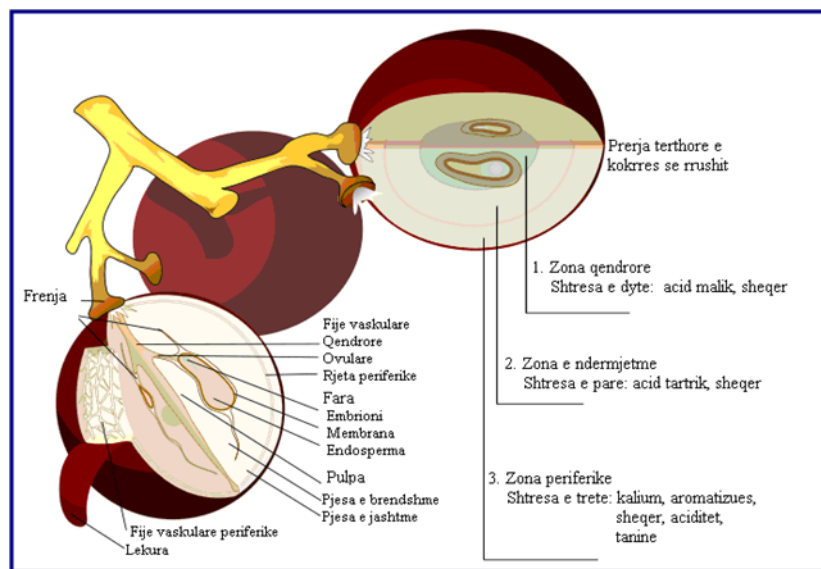


Figura 5.1 Paraqitja strukturore e përbërjes së rrushit

Avantazhet e shfrytëzimit të mbetjeve nga industria e përpunimit të rrushit, si komposto, paraqiten në tabelën 5.2:

Tabela 5.2 Avantazhet e përdorimit të mbetjeve organike nga përpunimi i rrushit

| Tipi | Avantazhet |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mjedis | <ul style="list-style-type: none"> - Shmang ndikimin në mjedis - Menaxhim – personal i mbetjeve organike - Reduktim i mbetjeve - Mbyll ciklin e përpunimit të lëndës organike - Reduktim i kërkesës për fertilizues |
| Agronomi | <ul style="list-style-type: none"> - Fertilizuesit organik që përdoren në vreshta, mund të prodhohen dhe kontrollohen nga vetë prodhuesi - Transportim dhe aplikim i lehtë në tokë - Ndikon mbi sëmundjet e bimëve - Përmirësim i përgjithshëm i tokës |
| Ekonomi | <ul style="list-style-type: none"> - Transportim pa kosto dhe shfrytëzim përfundimtar i mbetjeve - Reduktim i pjesshëm ose total i kostos së prodhimit të fertilizuesve organik |

5.4 PJESA EKSPERIMENTALE

5.4.1 Prodhimi i kompostos nga frenjat, bërsitë dhe mbetje të tjera

Procesi i kompostimit me mbetjet nga prodhimi i verës, u realizua në mjedis të hapur. Kjo metodë rekomandohet për trajtimin e mbetjeve të gjelbra, mbetjeve të kopshteve, dhe nuk është e përshtatshme nëse ato janë të përziera me mbetje të tjera organike nga kafshët apo mbetje të përziera urbane. Mbetjet u morrën nga përpunimi i rrushit, varieteti “Shesh i zi”. Në vendin tonë është një ndër kultivarët më të përhapur, duke u përshtatur me mikroklimën e shumë rretheve ka

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

dhënë rendiment të kënaqshëm, cilësi të mirë dhe verëra të plota me karakteristika fiziko-kimike shumë të mira. Ka veshul mesatar, cilindrik të ngjeshur, rrallë të shkrifët e me kokrra të njëtrajtëshme. Kokrrat janë mesatare-sferike (me diametër 14-18 mm), me ngjyrë blu-vjollcë e me puhizë shumë të dendur. Frenjat dhe bërsitë janë marrë në Berat, ndërsa vinasa në Tiranë. Karakteristikat e lëndëve të përdorura në procesin e kompostimit paraqiten mëposhtë.

Eksperimenti i parë që u realizua me mbetjet nga kantinat e verës ishte kompostimi i frenjave, pa shtesa të tjera. Në këtë mënyrë, vërejmë se kërcelli mund të kompostohet vetë, edhe në qoftëse ekzistojnë disa parametra që nuk janë të favorshëm, si: poroziteti i lartë, përmbajtja lagështirës të lartë, pH acid dhe raport C/N të lartë. Frenjat u grumbulluan gjatë periudhës gusht-shtator, viti 2012. Dimensionet e grumbullit që u formua në formë trapezoidale janë: gjerësi 1m, gjatësi 2m dhe lartësi 1m. Frenjat (afërsisht 100 kg), u copëtuan (bluan), rreth 7 cm. Grumbulli nuk u mbulua, por u vendos mbi dysheme. Përzierja dhe rrotullimi i frenjave, u realizua në mënyrë manuale. Parametrat e tjerë analitikë, u matën në laborator, pas marrjes së mostrës së ngurtë nga grumbulli. Mostra u mor menjëherë pas përzierjes. Gjatë procesit të kompostimit, temperatura, përmbajtja e oksigjenit, pH dhe përcjellshmëria elektrike u matën me anë të aparaturave portabël përkatëse, në thellësi 50 cm, në 4 pika të ndryshme. Shkalla e lagështirës së frenjave të rrushit në fillim të eksperimentit dhe sezoni i dimrit, nënkupton që njomja nuk është e nevojshme në këtë proces kompostimi të hapur.



Figura 5.2 Frenjat e copëtuara, për procesin e kompostimit

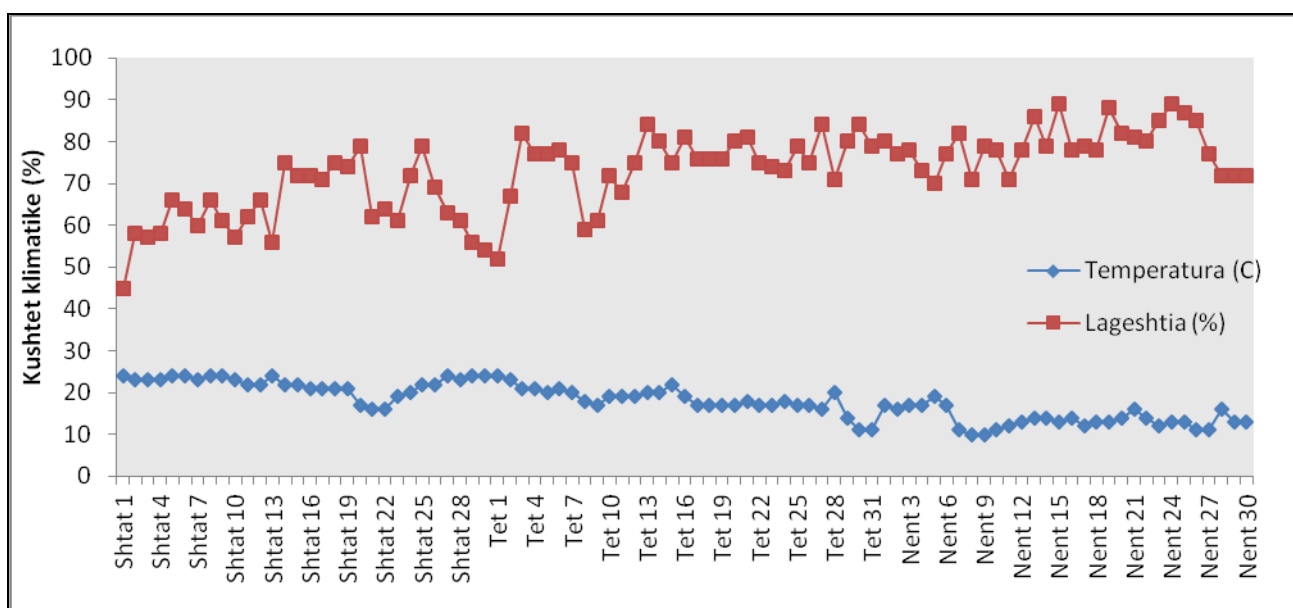
Gjatë monitorimit të procesit të kompostimit, temperatura është një nga parametrat kryesorë, sepse është një tregues i zhvillimit të popullsisë mikrobiale.

Mbetja u analizua me metoda analitike të përshkruara në shtojcën A. Në fillim, mostrat u parapërgatitën për të minimizuar interferencat në analizat kompozicionale. Proceset paraprake janë tharje, reduktim parcial të madhësisë dhe shoshitje. Mostrat u bluan dhe u shoshitën. Lagështia u përcaktua në bazë të standardit shqiptar S SH EN 13040:2007. Lënda organike, u përcaktua në bazë të standardit shqiptar S SH EN 13039:2011. Mostra u tha në $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$, pastaj u dogj në $(450 \pm 25) ^\circ\text{C}$. Lënda organike është masa e humbur e mostrës nga djegia. Të dy karakteristikat shprehen, si përqindje në masë e mostrës së tharë. Përmbajtja e karbonit organik u përcaktua me metodën e djegies në furrën Mufël. pH u përcaktua në bazë të standardit shqiptar S

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

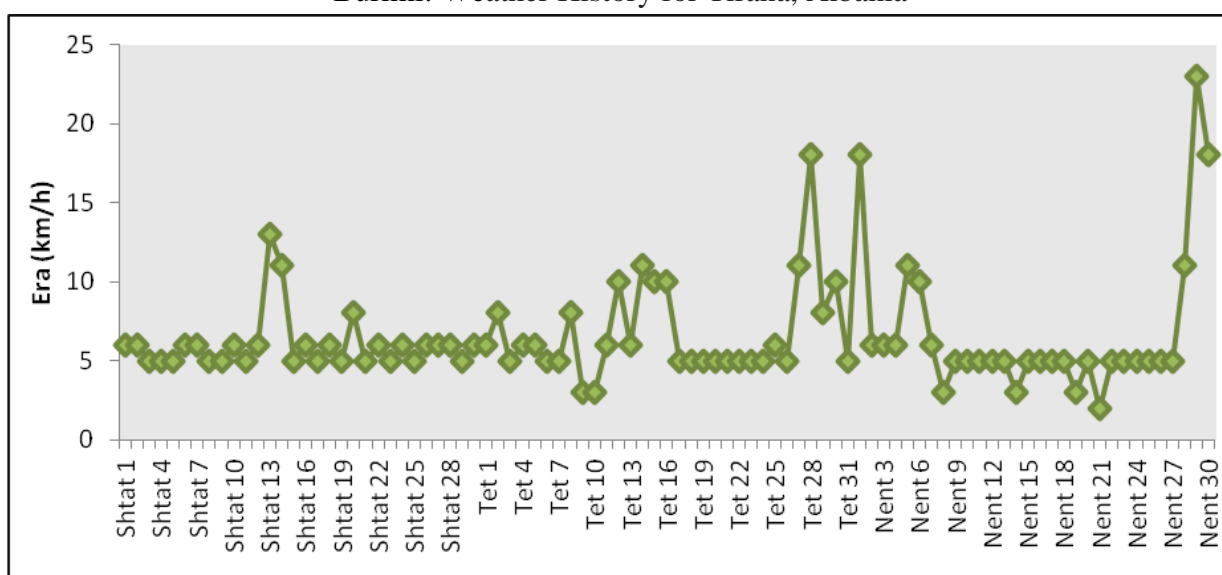
SH EN 13037:2011. pH i suspensionit u mat me anë të pH-metrit. Përcjellshmëria elektrike u përcaktua në bazë të standardit shqiptar S SH EN 13038:2011. Përqendrimi i oksigjenit, u përcaktua në bazë të standardit shqiptar, dhe u mat me pajisje portabël, oksigjen-metër. Rezultati, do të rregullohet për temperaturë 25°C. Azoti u përcaktua me distilim me aparatin Kjeldahl.

Përpara se të studiojmë ecurinë e procesit të kompostimit, një vëmendje e vecantë iu kushtua kushteve klimatike gjatë periudhës së procesit (shtator-nëntor 2012). Në grafikun 5.1 dhe 5.2, janë paraqitur vlerat mesatare të temperaturës, lagështirës dhe erës për këtë periudhë. Vlerat tregojnë se janë tipike për një klimë mesdhetare, e karakterizuar nga temperatura mesatare të buta dhe rreshjet janë afersisht 10 ditë në muaj.



Grafiku 5.1 Kushtet klimatike në Tiranë, shtator-nëntor 2012

Burimi: Weather History for Tirana, Albania



Grafiku 5.2 Të dhënat mbi shpejtësinë e erës në Tiranë, shtator-nëntor 2012

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Karakteristikat fillestare të frenjave paraqiten në tabelën 5.3. Nëse një mbetje është e përshtatshme për t'u aplikuar si komposto në vreshta, përcaktohet më mirë nga parametrat fiziko-kimike.

Tabela 5.3 Vlerat eksperimentale fiziko-kimike të frenjave

| | Lagështia (%) | Lënda e thatë (%) | Materiali organik (%) | Hiri (%) | C (%) | N (%) | pH | Përcjellshmëria Elektrike |
|--------|---------------|-------------------|-----------------------|----------|-------|-------|----|---------------------------|
| Frenja | 73 | 27 | 85.6 | 14.4 | 47.55 | 1.19 | 6 | 1,345 mS/m |

Në tabelën 5.4, paraqiten të dhënat standard sipas Standardid European. Rezultatet e eksperimenteve janë krahasuar me këtë tabelë.

Tabela 5.4 Karakteristikat fiziko-kimike të kompostos së prodhuar, sipas standardid European

| Lagështi (%) | Materiali organik (%) | C (%) | N (%) | Raporti C/N | pH | PE mS/cm | P (%) | Ca (%) | Mg (%) | Fe (%) |
|--------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 47-66 | 84.15-89.1 | 40.5-51.5 | 2.14-3.74 | 11.9-19.5 | 6.5-8.5 | 1.57-4.1 | 0.18-0.52 | 3.17-14.3 | 0.3-0.61 | 0.5 |

Në tabelën 5.4, paraqiten rezultatet eksperimentale në vlerë mesatare. Temperatura është matur drejtpërsëdrejti në grumbull, ndërsa parametrat e tjerë janë matur në kushte laboratorike, në bazë të metodova të standardit shqiptar.

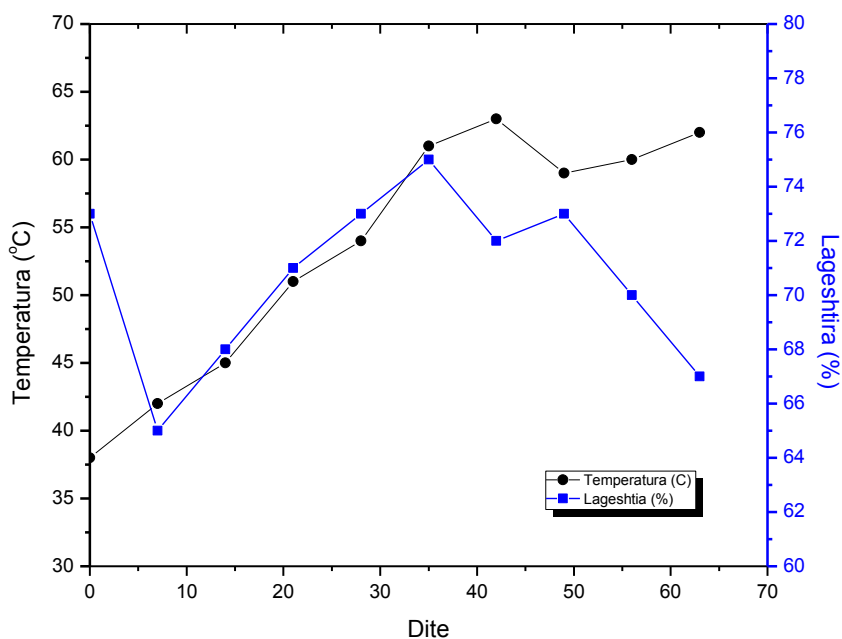
Tabela 5.5 Vlerat eksperimentale fiziko-kimike gjatë procesit të kompostimit

| Dita | Temperatura (C) | Lagështira (%) | Lënda e thatë (%) | Materiali organik (%) (bazë të thatë) | Hiri (%) | C (%) | Përmbajtja e oksigjenit (%) | pH |
|------|-----------------|----------------|-------------------|---------------------------------------|----------|-------|-----------------------------|-----|
| 0 | 38 | 73 | 27 | 85.6 | 14.4 | 47.56 | 15 | 5.4 |
| 7 | 42 | 65 | 35 | 83.4 | 16.6 | 46.33 | 17 | 5.8 |
| 14 | 45 | 68 | 32 | 82 | 18 | 45.56 | 16 | 6.5 |
| 21 | 51 | 71 | 29 | 75 | 25 | 41.66 | 13 | 7 |
| 28 | 54 | 67.3 | 32.7 | 76 | 24 | 42.22 | 18 | 7.5 |
| 35 | 61 | 69 | 31 | 74.5 | 25.5 | 41.39 | 21 | 7.3 |
| 42 | 63 | 72.1 | 27.9 | 69 | 31 | 38.33 | 20 | 7.8 |
| 49 | 59 | 68.3 | 31.7 | 67.8 | 32.2 | 37.67 | 21 | 8.3 |
| 56 | 60 | 64 | 36 | 63.4 | 36.7 | 35.17 | 16 | 8.4 |
| 63 | 62 | 62.5 | 37.5 | 60.3 | 39.7 | 33.5 | 18 | 8.6 |

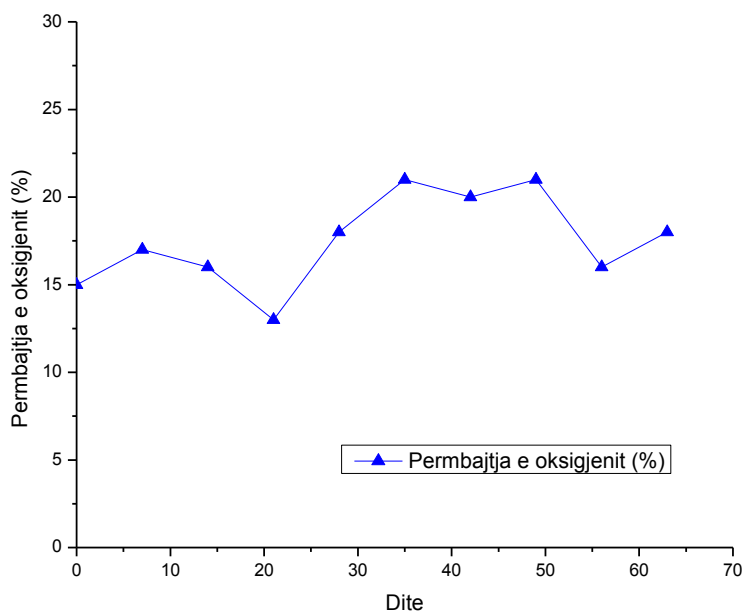
Gjatë procesit të kompostimit të frenjave, temperatura arriti vlerën 51°C, për tre javë dhe qëndroi mbi 60°C për katër javë. Procesi i kompostimit u krye në kushte termofilike. Në bazë të vlerave të temperaturës, mund të themi se materiali u kompostua në kushte termofilike. Nga java e katërt deri në të tetë, u vërejtën vlera të larta të lagështirës, mbase për shkak të kohës, kur u krye eksperimenti (lagështirës së lartë në mjedis). Duke patur parasysh se frenjat kanë porozitet të lartë, përmbajtja e oksigjenit ishte më e madhe se në mbetje të tjera. Nga vlerat eksperimentale, rezultoi se përmbajtja e oksigjenit për nëntë javë ishte më e madhe se 15%. Meqë përmbajtja e oksigjenit

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

ishte e lartë, komposto e frenjave u prodhua nën kushte aerobe. Fillimisht materiali organik në frenja kishte vlerë të lartë, me kalimin e kohës materiali u dekompozua dhe kjo vlerë u ul. Ndërsa, pH tregon se materiali sa vjen dhe bëhet alkaline. pH i frenjave ishte i ulët, dhe ndryshimi i këtij parametri tregon një mbarëvajtje të procesit të kompostimit. Poroziteti, në ditën e parë rezultoi 74% dhe pas nëntë javësh rezultoi 63%, e cila tregoi një rënie të saj. Rezultatet e arritura, janë paraqitur në grafikë, për të kuptuar mirë ndryshimet e tyre (grafiku 5.3 dhe grafiku 5.4).



Grafiku 5.3 Vlerat eksperimentale të temperaturës, lagështirës dhe përmbajtjes së oksigjenit



Grafiku 5.4 Vlerat eksperimentale të përmbajtjes së oksigjenit

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Eksperimenti i dytë u krye brenda një grope, në mjedis të hapur. Lëndët e para, që u përzgjedhën për procesin e kompostimit janë bërsia (100 kg) dhe vinasa (20 litra). Kjo metodë kushton pak dhe ka një përdorim të gjerë. Cilësia e kompostit, që prodhohet është e mirë dhe relativisht më e lirë se sa kompostimi në enë. Probleme mund të shfaqen në lidhje me erërat e rënda. Përmasat e gropës ku u hodhën mbetjet organike janë: gjerësi 1 m, gjatësi 2 m dhe lartësi 70 cm (figura 5.3). Grumbulli u përzie në mënyrë manuale (figura 5.5). Eksperimenti u realizua për 60 ditë gjatë periudhës vjeshtë dimër (shtator-nëntor), me mbetje të grumbulluara nga po i njëjti vit.

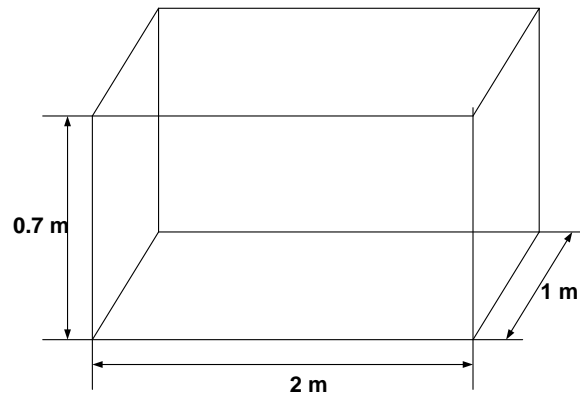


Figura 5.3 Vendi i prodhimit të kompostos. Përmasat e gropës

Bërsitë e rrushit të kompostuara, kur përdoren në tokë kanë aftësi ta pasurojnë tokën me element ushqyes dhe lëndë organike (figura 5.4). Përbërja fiziko-kimike e bërsive varet nga lloji i rrushit të përdorur. Në rastin e verërave të kuqe, bërsitë që përftohen pas procesit të fermentimit kanë përmbajtje të ulët të sheqerit dhe të tanineve. Bërsitë dekompozohen në mënyrë të ngadaltë, për shkak të përmbajtjes së lartë të ligninës në fara (Fernandez et al., 2008). Prandaj, zbërthimi mikrobik është i ngadaltë dhe kryhet për një periudhë 6-12 muaj. Megjithatë, bërsitë e ruajtura mund të emetojnë amoniak (NH_3), oksid azoti (N_2O) dhe metan, për shkak të përmbajtjes së karbonit dhe azotit, të cilat sjellin avullueshmëri, denitrifikim dhe metanogjenezim. Sasia më e madhe e azotit, ndodhet në formë organike, prandaj përpara aplikimit në tokë, duhet të mineralizohet në nitrate (NO_3^-) ose amonium (NH_4^+). Raporti C/N ndikon në këtë proces. Raporti më i përshtatshëm është 30:1. Përmbajtja karbon dhe azot, transformimi i tyre ndikohet nga temperatura, lënda e thatë dhe pH. Përmbajtja e lagështirës varet nga shkalla e presimit. Bërsitë e verës së kuqe në krahasim me verërat e bardha, për shkak të presimit të fortë janë më të thata. Bërsitë e rrushit përfaqësojnë një burim të pasur e me vlerë të lartë si: etanol, tartrat dhe malat, acid citrik, vajra dhe fibra dietike. Për më tepër, bërsitë e rrushit karakterizohen nga përmbajtje të larta fenolike, sepse ekstraktimet gjatë prodhimit të verës e bëjnë përdorimin e tyre të rëndësishëm dhe mbështetin prodhimin bujqësor. Vinasa prodhohet nga lëngu i fermentuar i rrushit, i cili i nënshtrohet procesit të distilimit (figura 5.4). Gjatë procesit të distilimit, nëpërmjet kolonës së distilimit, një pjesë e lëngut të fermentuar (pjesa alkoolike), kthehet në distilat alkoolik, ndërsa pjesa tjetër e mbetur quhet vinasë (Resende, 2006) [66]. Në këtë material, ndodhen të gjithë përbërësit e rrushit, që ka kaluar në lëng pas procesit të fermentimit. Meqë vinasa, prodhohet në sasi të mëdha dhe kontribuon në ndotjen e mjedisit, duhet të shfrytëzohet në sektorë të tjerë, për ta reduktuar atë. Sasia e vinasës së prodhuar varet nga procesi i përdorur dhe përbërja e verës.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Prodhoet nga 10-18 litër vinasë / për litër alkool (Silva et al, 2008) [76]. Vinasë është tretësirë e holluar, dhe përdorimi në tokë mund të kërkojë sasi të mëdha të saj, prandaj transportimi është i vështirë në distanca të mëdha. Megjithatë, vinasë mund të përqendrohet me anë të avullimit, duke përfunduar produkt ekonomik, që mund të transportohet në vende të largëta. Lëndë organike, kaliumi, azoti, kalciumi dhe magnezi janë përbërës kryesor kimik në vinasë. Kaliumi është elementi më i rëndësishëm mineral në vinasë, përdorimi i tij në agrikulturë mund të reduktojë nevojën e fertilizuesve me kalium inorganik. Vinasë është burim lëndësh ushqyese, lëndë organike dhe ujë, përdorimi i saj kontribuon në rritjen e produktivitetit. Megjithatë, përdorimi i vinasës në agrikulturë duhet të kryhet sipas një udhëzimi të caktuar, duke marrë parasysh karakteristikat e tokës. Karakteristikat e vinasës, që ndikojnë në ndotje janë pH acid, temperatura e lartë gjatë prodhimit, NBO (nevoja biologjike për oksigjen) e lartë, NKO (nevoja kimike për oksigjen) e lartë dhe fuqia e lartë korroduese (Laimë, 2011) [50]. Në Greqi, prodhimi i grurit u rrit nga përdorimi i vinasës, duke konfirmuar efektet e dobishme të mbetjes në agrikulturë.

Kërkimet e shumta, kanë treguar se mbetjet organike të biodegradueshme, mund të kompostohen në mënyrë të përshtatshme dhe ekonomike. Kompostimi i lëndëve organike është i thjeshtë dhe mënyrë efektive e transformimit agro-industrial i mbetjeve në produkte të përshtatshme, që përdoret si kondicioner toke.



Figura 5.4 Mbetjet organike të përzgjedhura për procesin e kompostimit



Figura 5.5 Kompostimi i mbetjeve organike

Të dyja eksperimentet u kryen në të njëjtën periudhë. Prandaj, kushtet klimatike për këtë eksperiment janë studiuar në grafikun 5.1 dhe 5.2. Një numër i madh testesh analitike u kryen gjatë procesit të kompostimit dhe në fund të tij. Temperatura u mat në dy thellësi të ndryshme, 20 dhe

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

50 cm dhe lagështia në 50 cm, në katër pika të ndryshme. Temperatura u mat me një termometër portabël me sensor 8x1000 mm (figura 5.6). Lagështia u përcaktua në laborator.

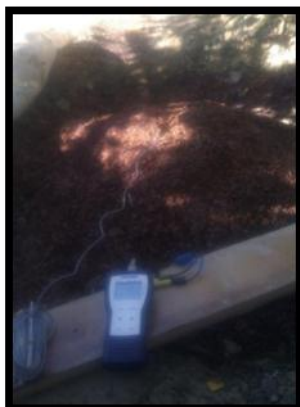


Figura 5.6 Matja e temperaturës me anë të aparatit matës

Nga provat dhe matjet laboratorike rezultojnë karakteristikat e bërsisë të marrë pas presimit të rrushit në presat shnek me veprim të pandërprerë dhe vinasës të marrë pas procesit të distilimit të lëngut të fermentuar. Karakteristikat fillestare të bërsive dhe vinasës paraqiten në tabelën 5.5. Nëse një mbetje është e përshtatshme për t'u aplikuar, si komposto në vreshta, përcaktohet më mirë nga parametrat fiziko-kimike

Tabela 5.6 Vlerat eksperimentale fiziko-kimike të frenjave

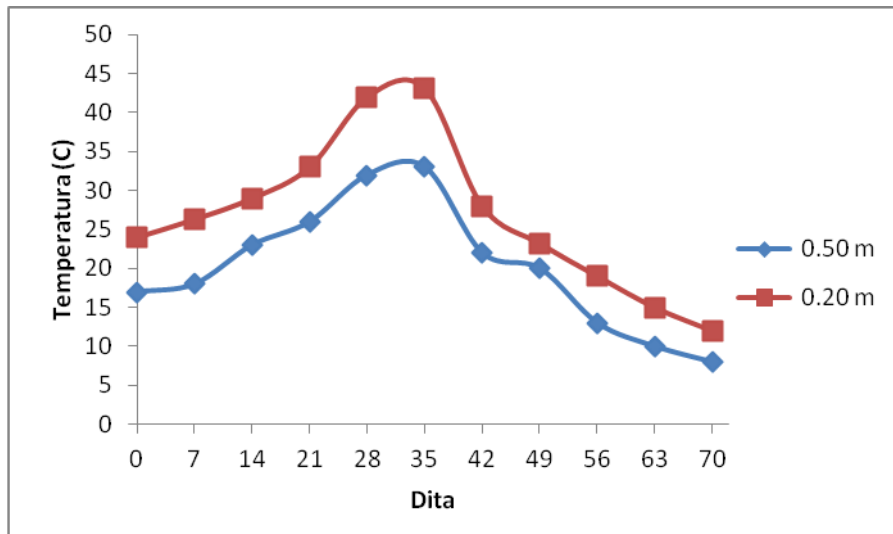
| | Lagështia (%) | Materiali organik (%) | Hiri (%) | C (%) | N (%) | C/N | pH | Përcjellshmëria Elektrike (dS/m) |
|---------------|---------------|-----------------------|----------|-------|-------|-------|-----|----------------------------------|
| Bërsi | 39.2 | 76 | 24 | 42.2 | 2.5 | 16.88 | 6.4 | 2.8 |
| Vinasë | 70.7 | 77 | 23 | 42.7 | - | - | 4.2 | 0.68 mS/m |

Tabela 5.7 Vlerat eksperimentale gjatë procesit të kompostimit

| Dita | Temperatura (C) (thellësi 0.5 m) | Temperatura (C) (thellësi 0.2 m) | Lagështia (%) |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|
| 0 | 17 | 24 | 60 |
| 7 | 18 | 26.3 | 61 |
| 14 | 23 | 29 | 60 |
| 21 | 26 | 33 | 63 |
| 28 | 32 | 42 | 66 |
| 35 | 33 | 43.1 | 69 |
| 42 | 22 | 28 | 67 |
| 49 | 20 | 23.2 | 61.6 |
| 56 | 13 | 19 | 62 |
| 63 | 10 | 15 | 60 |
| 70 | 8 | 12 | 58 |

Në grafikun 5.5, janë paraqitur vlerat mesatare eksperimentale të temperaturës së matur në dy thellësi të ndryshme, në grumbullin e mbetjeve organike gjatë procesit të kompostimit.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit



Grafiku 5.5 Vlerat mesatare eksperimentale të temperaturës në dy thellësi të ndryshme

Përfundimi i procesit të kompostimit mund të vërehet nga një rënie e dukshme e temperaturës. Në grumbull u shënuar një rritje e vogël e temperaturës. Në thellësi 0.2 m, maksimumi i parë u mor pas 21 ditësh, ndërkohë që vlera maksimale (45°C) u shënuar në ditën e 35, duke përfshirë këtu rrotullimin dhe njomjen. Pas 42 ditësh temperatura pëson rënie duke u barazuar me temperaturën e ambientit. Rrotullimi i grumbullit ishte i panevojshëm për rritjen e temperaturës, kjo rritej vetëm me anë të njomjes. Kjo tregon, se niveli i lagështirës nuk duhet të ketë një rënie nën 55 %, duke përfshirë aktivitetin mikrobial të përshtatshëm dhe si rezultat përqindja e lartë e degradimit nuk mund të mbahet. Kushte klimaterike të dimrit siguruan që lagështira të mbahej në vlerat 60%. Në thellësinë 0.5 m, temperatura maksimale arriti 33°C, më e ulët në krahasim me thellësinë 0.2 m, sepse ndikojnë kushtet në të cilat ndodhen shtresat e kompostos. Në dallim, nga eksperimenti i parë, temperatura maksimale në të dytin arriti 45°C, duke treguar se kompostimi u krye në kushte mezofilike. Në eksperimentin e dytë, duke kontrolluar nivelet e lagështirës dhe temperaturës dhe duke rrotulluar më shumë në ditët e para, u bë e mundur të përshpejtohej procesi kompostimit në respekt të eksperimentit të parë. Kështu në dy muaj ishte e mundur të merrej një komposto e përshtatshme. Komposto e përfutur është e rekomandueshme për aplikime në vreshtari, sepse natyra e lëndëve organike mund të lehtësojë inkorporimin e tij dhe kapaciteti mbajtës i tokës për ujin të rritet, që bën një faktor shumë të rëndësishëm për cilësinë dhe specifikimin e prodhimit të verës. Këto grumbuj duke përdorur frenja nuk kanë nevojë që të rrotullohen shpesh. Rezultatet gjithashtu tregojnë rëndësinë e rrotullimit të grumbullit çdo ditë për 10 ditët e para, në mënyrë që lëndët të homogjenizohen, ndërkohë që gjatë procesit të kompostimit rrotullimi është i nevojshëm pas një rënie të temperaturës ose kur niveli i oksigjenit bie poshtë vlerës 5 % për të siguruar vijueshmërinë e procesit të kompostimit. Niveli i lagështirës për lëndët e shqyrtuara nuk duhet të jetë poshtë vlerës 55 %, në mënyrë që të promovohet aktiviteti mikrobial.

PËRFUNDIME

Përdorimi i kompostit (ose plehut organik) ka treguar tashmë se është shumë eficient në rivitalizimin e tokës. Shtimi i lëndës organike, edhe në sasi të vogla ka treguar efekte pozitive në vetitë fizike, kimike dhe biologjike të tokës. Lëndët organike të kompostueshme dhe agjentët e tjerë ndihmës përzihen në një raport të caktuar. Megjithatë, duhet patur parasysh se jo çdo mbetje organike mund të kompostohet.

Komposto është tokë organike e përpunuar, për të minimizuar ose eliminuar aromat e pakëndshme, për të reduktuar ose eliminuar pathogjenët e gjallë dhe farat e barërave të këqija, për të lehtësuar ruajtjen dhe transportin, pa tërhequr insekte dhe agjentë tjerë transmetues, dhe për t'u siguruar bimëve lëndët ushqyese, që janë të vlefshme gjatë stinës së rritjes.

Një studim gjithë përfshirës është kryer mbi kompostimin e mbetjeve të ndryshme organike në kushte anaerobe dhe aerobe, si dhe nën kushte mezofilike dhe termofilike. Studimi eksperimental u përqendrua në kompostimin e kryer në kushte anaerobe të mbetjeve të organike të ndryshme (në kushte mezofilike apo termofilike). Tre komponentët e nevojshëm për përgatitjen e një kompostojë janë: materiali fillestar, materiali përmirësues dhe agjentët absorbues. Gjatë formimit të një përzierjeje, karakteristikat fizike dhe ushqyese të lëndëve të para të papërpunuara, manipulohen për të pasur kushte ideale për aktivitetin mikrobik. Dy karakteristikat kryesore të marra në konsideratë janë sasia e lagështirës dhe raporti C:N.

Në kushte anaerobe, përmbajtja e lagështirës fillon nga 50-55% dhe arrin në 80%. Kur përmbajtja e lagështirës e kalon 60%, vëllimi i ajrit reduktohet, prodhohen aroma (shkak të kushteve anaerobike), dhe dekompozimi ngadalësohet.

Raporti C/N ulët gjatë kompostimit të mbetjeve organike, për shkak të shndërrimit të karbonit dhe azotit, dhe stabilizohet në vlerat 10-15. Rezultatet janë brenda normës së lejuar, dhe tregojnë që nën kushte anaerobike mund të prodhohet komposto, por që mund të kenë nevojë për kohë më të gjatë stabilizimi.

Gjatë procesit të kompostimit vlerat e pH ndryshojnë, për shkak të ndryshimeve në përbërjen kimike. pH i kompostos përfundimtare duhet të jetë rreth vlerës 7-8. Vlerat eksperimentale rezultuan brenda këtij intervali, duke theksuar se ecuria e procese ishte pozitive. Gjatë kompostimit në kushte anaerobe (mezofilike dhe termofilike) pH fillestar u rrit, respektivisht në 35 ditë dhe pa ndonjë ndryshim të konsiderueshëm midis tyre. Aciditeti i disa mbetjeve organike është i lartë, që tregon nevojën e përzierjes së tyre me materiale me pH mbi 7, për të përfutur substrate me nivel pH të përshtatshëm për rritjen e bimëve. Përcjellshmëria elektrike është e ulët në shumicën e materialeve, por në mbetjet e kafshëve është i lartë, vlera të rekomanduara për rritjen e shumë bimëve.

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

Niveli i kripërave mund të jetë një problem serioz gjatë përdorimit të kompostos, sepse mund të çojë në dëmtimin e rritjes së bimës ose në fitotoksicitet. Ky parametër është rritur për disa mostra pas fazës aktive, ndoshta për shkak të lëshimit të kripërave të tretshme si amoniaku dhe fosfate, që rezultojnë nga dekompozimi i subtrateve organike të biodegradueshme. Rezultatet e përcjellshmërisë elektrike tregojnë që përzierjet janë brenda normës së lejuar, dhe mund të përdoren për një gamë të gjerë bimësh.

Përqendrimi i makro dhe mikro ushqyesve si azot, fosfor dhe kalium, është rritur si në kushte anaerobe mezofilike edhe në kushte anaerobe termofilike. Niveli i ulët i nutrientëve mund të tregojë dekompozim jo të plotë ose sasi e ulët e nutrientëve tek materiali origjinal (lëndët fillestare).

Komposto rekomandohet për vreshtat, sepse natyra humifikuese e materies organike do të lehtësonte përfshirjen dhe përmirësimin e kapaciteteve të tokës për mbajtjen e ujit. Shfrytëzimi i mbetjeve organike nga përpunimi i rrushit, duke përdorur një proces kompostimi më të thjeshtë dhe më pak të kushtueshëm, mund të prodhojë një komposto me cilësi të lartë për t'u aplikuar në vresht. Kompostimi i mbetjeve organike nga përpunimi i rrushit, u kryen në mjedis të hapur. Kompostimi i frenjave, u krye në mjedis aerob dhe kushte termofilike. Ndërsa, kompostimi i bërsive me vinasë, u krye në mjedis aerob dhe kushte mezofilike. Parametrat e monitoruara, në të dy eksperimentet paraqitën rezultate pozitive, duke treguar një proces kompostimi efikas.

Në këtë punim u studiua një model kinetik për pirolizën e mbetjeve drusore, duke iu referuar studimeve të zhvilluara nga autorë të tjerë. Studimi inxhinierik i procesit të pirolizës u realizua vetëm në mënyrë teorike për disa arsye:

- Aparaturat për realizimin e procesit të pirolizës janë komplekse dhe kërkojnë një investim kapital të madh.
- Ruajtja e parametrave dhe kontrolli i tyre kërkon specializim të punonjësve që operojnë. Në vendin tonë transferimi i kësaj teknologjie është ende i përealizueshëm.
- Analizimi i mostrave me metoda instrumentale (analiza termo gravimetrike) është i kushtueshëm, sepse kërkon pajisje speciale.

SHTOJCA A

METODAT EKSPERIMENTALE

Metodat eksperimentale të përdorura për përcaktimin e karakteristikave fiziko-kimike të mbetjeve organike agro-pyjore dhe përzierjeve të realizuara prej tyre, gjatë procesit të kompostimit u marrën nga Drejtoria e Përgjithshme e Standardizimit

A.1 Përcaktimi i lëndës së thatë, i lagështirës

Analizat u kryen në bazë të standardit shqiptar EN 13040:2007. Fillimisht, kroxholi thahet në temperaturë $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, për një minimum prej katër orësh. Më pas e lemë të ftohet në një eksikator. Peshojmë kroxholin bosh. Përziejmë mostrën dhe pastaj peshojmë një sasi të caktuar (3-5 gr). Shënojmë masën e mostrës së bashku me masën e enës peshuese. Analizojmë secilën mostër të paktën dy herë. Vendosim mostrën në termostatat në $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, për një minimum prej katër orësh. Heqim mostrën nga termostati, e vendosim në eksikator dhe e lemë të ftohet deri në temperaturën e dhomës. Peshojmë masën. E vendosim mostrën sërish në termostatat në $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ dhe e thajmë në një masë konstante. Ndryshim $\pm 0.1\%$ në masë të mostrës gjatë një orë rinxehje të mostrës. Përdorim dorashka të përshtatshme kur kapim enët.



Pamje e aparaturës furrë tharëse

Llogaritja

Përmbajtja e lëndës së thatë të mostrës, llogaritet si më poshtë:

$$L.Th \% = \frac{(masa_{kroxholi+mostra\ e\ thare} - masa_{kroxholi\ bosh})}{(masa_{kroxhol+mostra\ e\ lagur} - masa_{kroxholi\ bosh})} \cdot 100$$

Lagështia llogaritet si mëposhtë:

$$L \% = \frac{(masa_{kroxholi+mostra\ e\ lagur} - masa_{kroxholi+mostra\ e\ thare})}{(masa_{kroxhol+mostra\ e\ lagur} - masa_{kroxholi\ bosh})} \cdot 100$$

A.2 Përcaktimi i përmbajtjes së lëndës organike dhe hirit

Analizat u kryen në bazë të standardit shqiptar EN 13039:2011. Mostra thahet në $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$, pastaj e djegim në $(450 \pm 25)^\circ\text{C}$. Hiri u përcaktua, si mbetje nga djegia e mostrës. Lënda organike është masa e humbur e mostrës nga djegia. Të dyja karakteristikat shprehen, si përqindje në masë e mostrës së tharë.

Fillimisht mostra thahet në një furrë tharëse, në $75^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. E bluajmë dhe e shoshitim në një sitë mesh 2 mm. Peshojmë 5 g mostër që do të analizojmë dhe e thajmë në temperaturë $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ për 4 orë. Heqim mostrën nga furra tharëse, e vendosim në eksikator dhe e lemë të ftohet deri në temperaturën e dhomës. Peshojmë masën. E vendosim mostrën sërish në termostat në $102 \pm 3^\circ\text{C}$ dhe e thajmë në një masë konstante. Ndryshim $\pm 0.1\%$ në masë të mostrës gjatë një ore rinxehje. Evidentojmë secilin kroxhol me një numër përkatës dhe i vendosim në furrën mufël në $450 \pm 25^\circ\text{C}$, për katër orë. Heqim kroxholat nga furra dhe i fusim direkt në eksikator. Në qoftë se përdorim furrë me temperaturë $450 \pm 25^\circ\text{C}$, bëjmë ftohjen për një periudhë kohe periodike, rekomandohet një orë. Regjistrojmë kohën e ftohjes. Peshojmë kroxholët deri në 0.001 g. Vendosim sërish mostrën në furrë në $450 \pm 25^\circ\text{C}$ dhe i thajmë deri në një masë konstante. Kjo masë përcaktohet si më pak se ± 0.3 mg ndryshim në masë gjatë një ore rinxehje.

Llogaritja

Përmbajtja e lëndës organike, e shprehur në masë në përqindje të mostrës së tharë, përcaktohet me formulën e mëposhtme:

$$LO\% = \frac{m_{\text{kroxhol}+\text{masa e thare}} - m_{\text{kroxhol}+\text{hiri}}}{m_{\text{kroxhol}+\text{masa e thare}} - m_{\text{kroxhol bosh}}} \cdot 100$$

Përmbajtja e hirit në përqindje, e shprehur në masë në përqindje të mostrës së tharë, përcaktohet me formulën e mëposhtme:

$$\% \text{ hirit} = \frac{\text{masa}_{\text{kroxhol}+\text{hiri}} - \text{masa}_{\text{kroxholi bosh}}}{\text{masa}_{\text{kroxhol}+\text{masa e thare}} - \text{masa}_{\text{kroxhol bosh}}} \cdot 100$$

Përmbajtja e karbonit organik përcaktohet me metodën e djegies në furrën Mufël. Përmbajtja e karbonit përcaktohet me formulën e mëposhtme:

$$\% C = \frac{100 - \% \text{ hirit}}{1.8}$$



Furrë mufël



Desikator

A.3 Përcaktimi i pH

pH u përcaktua në bazë të standardit shqiptar EN 13037:2011. Mostra ekstraktohet me ujë, në $(22 \pm 3)^{\circ}\text{C}$, në raport 1:5 (1 ml mostër + 5 ml ujë). pH i suspensionit matet me anë të pH-metrit. Mostra përgatitet në përputhje me standardin EN 13040. Mostra bluhet dhe shoshitet në sitë 20 mm. Përgatitja e tretësirave pH 4 dhe pH 10: një tabletë në 20 ml ujë të distiluar.



Tableta pH

Procedura e përcaktimit të pH

Kalibrojmë pH-metrin duke përdorur 2 tretësirat buffer me pH 4 dhe 10. Elektroda e qelqit nxirret nga tretësira në të cilën ruhet, shpëlahet me ujë të distiluar dhe më pas fshihet mirë për të larguar ujin, i cili do të na hollonte mostrën që do të matim pH. Zgjidhet opsioni kalibrim i aparatit dhe elektroda vendoset në tretësirën e parë kalibruese me pH 4 dhe më pas në tretësirën me pH 10. Masim temperaturën e suspensionit dhe të tretësirës kalibruese, ku ndryshimi midis tyre s' duhet të jetë më i madh se 1°C . Raporti mostër: ujë të distiluar është 1:1 ose 1:5. Përziejmë për 5 minuta (me përzierës magnetik) (në ambient të mbyllur), e lëmë në qetësi për 15 minuta dhe e filtrojmë. Në një gotë kimike (maksimumi 50 ml), shtojmë mostër dhe në të vendosim elektrodën e pH-metrit, përzierja bëhet në mënyrë automatike me përzierës magnetik. Shtypim opsionin matje dhe mbajmë shënim vlerën e treguar nga aparati. Vlera në aparat lexohet pasi të jetë stabilizuar. Pasi të kemi përfunduar, elektroda lahet përsëri me ujë një herë të distiluar, thahet dhe vendoset përsëri në tretësirën ruajtëse.

A.4 Përcaktimi i përcjellshmërisë elektrike

Përcjellshmëria elektrike është përcaktuar në bazë të standardit shqiptar EN 13038:2011. Mostra përgatitet në përputhje me standardin EN 13040. Mostra bluhet dhe shoshitet në sitë 20 mm. Mostra ekstraktohet me ujë, në $(22 \pm 3)^{\circ}\text{C}$, në raport 1:5 (1 ml mostër + 5 ml ujë), për shpërbërjen e elektroliteve. Rezultati do të rregullohet për temperaturë 25°C . E përziejmë për 1 orë. E lëmë në qetësi për 15 minuta. E filtrojmë. Marrim fazën e lëngët dhe përcaktojmë konduktivitetin.

Procedura e përcaktimit të përcjellshmërisë elektrike

Fillimisht kalibrojmë aparaturën. Elektroda nxirret nga tretësira në të cilën ruhet, shpëlahet me ujë të distiluar dhe më pas fshihet mirë për të larguar ujin, i cili do të hollonte mostrën. Në një gotë kimike (maksimumi 50 ml), shtojmë mostër dhe në të vendosim elektrodën, përzierja bëhet në mënyrë automatike me përzierës magnetik. Shtypim opsionin matje dhe mbajmë shënim vlerën e

Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit

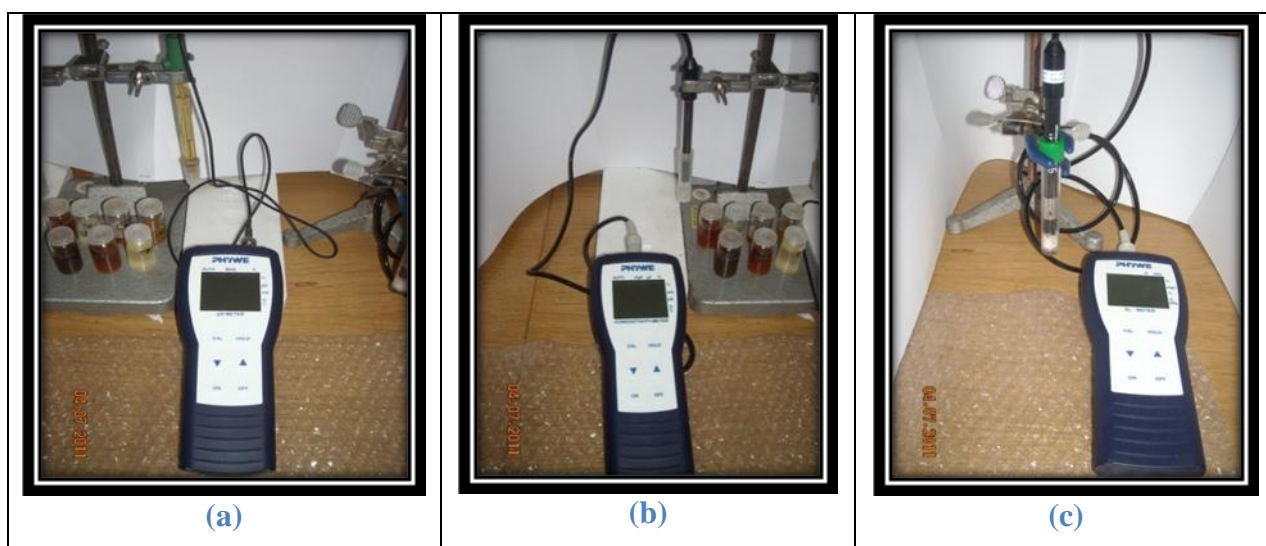
treguar nga aparati. Vlera në aparat lexohet pasi të jetë stabilizuar. Pasi të kemi përfunduar, elektroda lahet përsëri me ujë një herë te distiluar, thahet dhe vendoset përsëri në tretësirën ruajtëse.

A.5 Përcaktimi i përqendrimit të oksigjenit

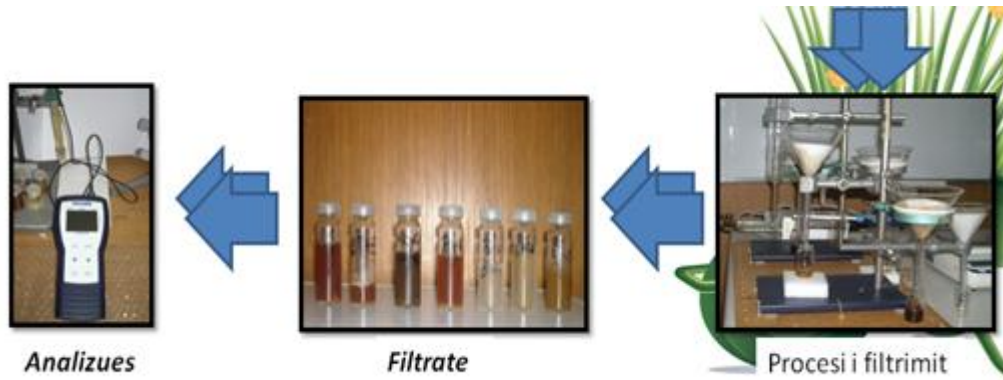
Në një gotë kimike me kapak hedhim 20 g mostër mbetje, e tresim me 20 ml ujë. Në qoftëse mostra është higroskopike mund të rritet sasia e ujit. E përziejmë për 5 minuta, në ambient të mbyllur. Lihet në qetësi për 15 minuta. E filtrojmë. Marrim fazën e lëngët dhe e analizojmë. Ky instrument shërben për të matur dhe vlerësuar sasinë e oksigjenit të tretur (%), temperaturën në °C ose presionin atmosferik në hPa, si në laborator, ashtu dhe jashtë tij.

Procedura e përcaktimit të përcjellshmërisë elektrike

Fillimisht kalibrojmë aparaturën. Elektroda nxirret nga tretësira në të cilën ruhet, shpëlahet me ujë të distiluar dhe më pas fshihet mirë për të larguar ujin, i cili do të hollonte mostrën. Në një gotë kimike (maksimumi 50 ml), shtojmë mostër dhe në të vendosim elektrodën, përzierja bëhet në mënyrë automatike me përzierës magnetik. Shtypim opsionin matje dhe mbajmë shënim vlerën e treguar nga aparati. Vlera në aparat lexohet pasi të jetë stabilizuar. Pasi të kemi përfunduar, elektroda lahet përsëri me ujë një herë te distiluar, thahet dhe vendoset përsëri në tretësirën ruajtëse.



Aparat për matjen (a) pH, (b) përcjellshmërisë elektrike dhe (c) përqendrimit të oksigjenit të tretur



Hapat e analizimit të karakteristikave në fazë të lëngët

A.6 Përcaktimi i Karbonit-Organik

Karboni organik është fraksion i Humusit, prandaj për llogaritjen e tij në fillim bëhet analiza e humusit me metodën Tjurin, për këtë përgatim materialin për analizën e humusit duke peshuar 5 gr material, e hedhim në elermajer, shtojmë pirofosfat Natriumi dhe i përziejmë mirë, filtrohet. Filtrati tarohet ne ballon 100ml. Për të përcaktuar karbonin marrim 2-15ml nga solucioni (solucioni të jetë i tejdukshëm) dhe e neutralizojmë me acid sulfurik 0.5N, duke e hedhur me pika derisa të shfaqet një turbullirë e lehtë, pastaj e vendosim në banjo Mari deri në tharjen e plotë. Më pas shtojmë përzierje kromike deri në 10ml, e kalojmë në vlim për 5min, e titrojmë me kripë Mohri dhe bëjmë llogaritjet sipas formulës.

Përcaktimi i Humusit (Metoda Tjurin)

Metoda bazohet ne oksidimin e karbonit të lëndëve organike me acid kromik 0.4N. Titrimi i diferencës së acidit kromik me solucion kripe Mohri në prani të feroines si indikator.

A.7 Përcaktimi i Azotit total

Azoti konsiderohet shpesh nga ana kimike si provë e ndotjes sanitare. Metoda bazohet në transformimin e azotit organik në azot amoniakal, nëpërmjet disgregimit të materialit në prani të acidit sulfurik (cc) dhe të një katalizatori në temperature 330⁰C, kur lëngu në balonë të kthjellohet bëhet përcaktimi i tij me distilim me aparatn Kjeldahl, pritja e tij me një solucion acid Borik 4%, titrimi i solucionit me acid bori, me solucion acid sulfurik 0.02N dhe në fund bëhet llogaritja.

A.9 Përcaktimi i fosforit total (forma totale)

Një sasi mostre zërthehet me acid sulfurik (cc) në të nxehtë në prani të disa pikave acid perklorik. Pas tarimit dhe filtrimit merret një sasi alikuote dhe zhvillohet me të reaksioni kompleksformues me sol që përmban amonimolibdate, potasium antimonuim tartrate dhe acid askorbik, intensiteti i ngjyrës matet me spektrofotometri.

Fosfori (Metoda OLSEN) i asimilueshëm

Metoda Olsen me bikarbonat natriumi 0.5 N ne raport 1/20. Tundet 30 min dhe filtrohet, merret një sasi alikuote dhe zhvillohet me të reaksioni kompleksoformues me solucion që përmban amonimolibdat, potasium antimoni tartrate dhe acid askorbik. Intensiteti i ngjyrës matet me spektrofotometër. Metoda bazohet në përcaktimin e fosforit me spektrokolorimeter. Në solucionin kompleksoformues, fosformolibdat formon ngjyrën blu dhe matjet bëhen në gjatësinë e valës 88.2 nm. Kjo metodë aplikohet vetëm për tokat me pH > 6.

A.10 Kaliumi total

Një sasi toke zërthehet me acid sulfurik (cc) në të nxehtë, në prani të disa pikave acid perklorik. Pas tarimit dhe filtrimit merret një sasi dhe matet në flamenfotometer.

Kaliumi i asimilueshëm

Ekstraktimi me bikarbonat natriumi 0.5 N ne raport 1/20. Tundet 30 min dhe filtrohet. Matja me flamfotometer e kaliumit ne ekstrakt.

A.11 Matja e natriumit, kalciumit dhe magnezit (si mikroelementë)

Matja e tyre bëhet në ekstrakte ujore, pra si fillim përftojme ekstraktin ujqor, duke e trajtuar materialin me ujë në raport 1/5, tundet, filtrohet dhe më pas kryhet matja me flamfotometër. Për përcaktimin e Na, për Ca dhe Mg bëhet titrimi i ekstraktit me solucion EDTA, në prani te erikromit te Zi (për Ca) dhe të muroksidit për Mg.

LITERATURA

1. Abad, M.; Noguera, P. & Burés, S. (2001): National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. *Biores. Technol.*, 77:197-200.
2. Abad, M.; Noguera, P.; Puchades, R.; Maquieira, A. & Noguera, V. (2002): Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. *Biores. Technol.*, 82:241-245.
3. Allison, L. 1965. Organic matter and crop management problems, p. 1367. In: C.A. Black (ed). *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
4. Balanyà, T., Sana, J., González, M.L., De la Pena, M., 1994. Utilizaciòn on de compost de residuos sòlidos urbanos en un vinedo del Penedès. *Viticultura/Enologia Profesional* 31, 20–25.
5. Bardhan, S.; Watson, M. & Dick, W.A. (2008): Plant growth response in experimental soilless mixes prepared from coal combustion products and organic waste materials. *Soil Sci.*, 173:489-500.
6. Belderok, H.J.M. (2007): Experimental investigation and modeling of the pyrolysis of biomass, in *Faculty Mechanical Engineering.*, Eindhoven University of Technology: Eindhoven
7. Benito, M.; Masaguer, A.; Moliner, A. & De antonio, R. (2006): Chemical and physical properties of pruning èaste compost and their seasonal variability. *Biores. Technol.*, 97:2071-2076.
8. Bernal, M.P.; Paredes, C.; Sanches-monedero, M.A. & Cegarra, J. (1998): Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Biores. Technol.*, 63:91-99.
9. Brinton, Jr., W.F., and M.W. Droffner.(1994):Microbial approaches to characterization of composting process. *Compost Science and Utilization*, 12–17.
10. Brinton, W .F., Evans, E., Droffner, M.L., Brinton, R.B., 2001. A standardised Dew ar test for evaluation of compost self-heating. *Biocycle Report*. Woods End Research Laboratory, p. 16.
11. Burford, C. 1994. The microbiology of composting, p. 10–19. In: A. Lamont (ed.). *Down to Earth Composting*. Institute of Waste Management, Northampton, United Kingdom.
12. Carlyle, R.E. and A.G. Norman. 1941. Microbial thermogenesis in the decomposition of plant materials . Part II. Factors involved. *Journal of Bacteriology* 41:699–724.
13. Chang, Y. and H.J. Hudson. 1967. The fungi of wheat straw compost. I. Ecological studies. *Transcripts of the British Mycologia Society* 50(4):649–666.
14. Chefetz, B., F. Adani, P. Genevini, F. Tambone, Y. Hadar, and Y. Chen. 1998a. Humic acid transformation during composting of municipal solid waste. *Journal of Environmental Quality* 27:794–800.
15. Chefetz, B., P.G. Hatcher, Y. Hadar, and Y. Chen. 1998b. Characterization of dissolved organic matter extracted from composted municipal solid waste. *Soil Science Society of America Journal* 62:326–332.

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

16. Chen, Y., Y. Inbar, Y. Hadar, and R.L. Malcom. 1989. Chemical properties and solid-state CPMAS ¹³C-NMR of composted organic matter. *Science of the Total Environment* 81/82:201–208.
17. Citterio, B., M. Civilini, A. Rutili, A. Pera, and M. de Bertoldi. 1987. Control of a composting process in bioreactor by monitoring chemical and microbial parameters, p. 642.
18. Corominas, E., F. Perestelo, M.L. Perez, and M.A. Falcon. 1987. Microorganisms and environmental factors in composting of agricultural waste of the Canary Islands, p. 127–138.
19. De Bertoldi, M., Ferranti, M.P., L’Hermite, P., Zucconi, F., 1986. In: *Compost: Production, Quality and Use*. Elsevier Applied Science, London, p. 852.
20. Delas, J., 2000. *La fertilisation de la vigne*. Collection des Usuels Féret de la Vigne et du Vin. Editions Féret, Bordeaux. p. 159.
21. Diaz, M.J., Madejon, E., Lopez, F., Lopez, R., Cabrera, F., 2002. Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process. *Process Biochemistry* 37, 1143–1150.
22. Epstein, E. 1997. *The Science of Composting*. Technomic Publishing Inc., Lancaster, Pennsylvania, p. 83.
23. European Commission, 2001. Working document: Biological treatment of biowaste, 2nd Draft, p. 22.
24. European Commission EEC, 2000. Working document on sludge, 3rd Draft, p. 20.
25. Fermor, T.R. 1993. Applied aspects of composting and bioconversion of lignocellulosic materials: an overview. *International Biodeterioration & Biodegradation* 31:87–106.
26. Ferrer, J., Paez, G., Marmol, Z., Ramones, E., Chandler, C., Marin, M., Ferrer, A., 2001. Agronomic use of biotechnologically processed grape wastes. *Bioresource Technology* 76 (1), 39–44.
27. Finstein, M.S. 1992. Composting in the context of municipal solid waste management, p. 355–374. In: R. Mitchell (ed.). *Environmental Microbiology*. Wiley-Liss, Inc., New York.
28. Finstein, M.S. and M.L. Morris. 1974. Microbiology of municipal solid waste composting. *Advances in Applied Microbiology* 19:113–151.
29. Finstein, M.S., F.C. Miller, and P.F. Strom. 1986. Waste treatment composting as a controlled system, p. 363–398. In: W. Schenborn (ed.). *Biotechnology, Vol. 8-Microbial Degradations*. VCH Verlagsgesellschaft [German Chemical Society]: Weinheim F.R.G.
30. Finstein, M.S., F.C. Miller, P.F. Strom, S.T. MacGregor, and K.M. Psarlanos. 1983. Composting ecosystems management for waste treatment. *Biotechnology* 1:347–353.
31. Finstein, M.S., F.C. Miller, J.A. Hogan, and P.F. Strom. 1987. Analysis of EPA guidance on composting sludge. *Biocycle* 28(2):42–47.
32. Fraser, B.S., Lau, A.K., 2000. The effects of process control strategies on composting rate and odor emission. *Compost Science and Utilization* 8 (4), 274–292.
33. Genevini, P.L., F. Adani, D. Borio, and F. Tambone. 1997. Heavy metal content in selected European commercial composts. *Compost Science & Utilization* 5(4):31–39.
34. Gies, G. 1997. Developing compost standards in Europe. *Biocycle* 38(10):82–83.
35. Goldstein, N. and D. Block. 1999. Biocycle nationwide survey — Biosolids composting in the states. *Biocycle* 40(1):63–76.
36. Goldstein, N., J. Glenn, and K. Gray. 1998. Nationwide overview of food residuals composting. *Biocycle* 39(1):50–60.

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

37. Golueke, C.G. 1977. Biological Reclamation of Solid Wastes. Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania, p. 9.
38. Golueke, C.G., 1982. When is compost “safe”? A review of criteria for assessing the destruction of pathogens in composting. *BioCycle* 28, 28–38.
39. Golueke, C.G. 1989. Putting principles into successful practice, p. 106–110. In: The staff of *Biocycle* (eds.). *The Biocycle Guide to Yard Waste Composting*. The JG Press, Inc., Emmaus, Pennsylvania.
40. Gray, K. 1970. Research on composting in British universities. *Compost Science* 5:12–15.
41. Grundy, A.C., Green, J.M., Lennartsson, M., 1998. The effect of temperature on the viability of weed seeds in compost. *Compost Science and Utilization* 6 (3), 43–51.
42. Haines, J. 1995. *Aspergillus* in compost: straw man or fatal flaw? *Biocycle* 36(4): 32–35.
43. Hamoda, M.F., H.A. Abu Qdais, and J. Newham. 1998. Evaluation of municipal solid waste composting kinetics. *Resources, Conservation and Recycling* 23:209–223.
44. Haug, R.T. 1993. *The Practical Handbook of Composting Engineering*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
45. Hay, J. 1996. Pathogen destruction and biosolids composting. *Biocycle* 37(6):67–76.
46. Hoitink, H.A.J., Keener, H.M., 1993. *Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilisation Aspects*, first ed. Renaissance Publications, The Ohio State University, Ohio. p. 728.
47. Jorba, J., Trillas, M.I., 1983. Rapid bioassay to control maturity in pine bark compost. In: Caballero, A. (Ed.), *International Symposium on Substrates in Horticulture Other than Soils In Situ*. In: *Acta Horticulturae*, vol. 150. ISHS, Barcelona, pp. 67–74.
48. Kane, B.E. and J.T. Mullins. 1973a. Thermophilic fungi and the compost environment in a high-rate municipal composting system. *Compost Science* 14(6):6–7.
49. Kane, B.E. and J.T. Mullins. 1973b. Thermophilic fungi in a municipal waste compost system. *Mycologia* 65:1087–1100.
50. Laime E. M. O., P. D. Fernandes, D. C. S. Oliveira, and E. A. Freire, “Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão,” *Revista Trópica*, vol. 5, no. 3, p. 16, 2011.
51. Morisaki, N., C.G. Phae, K. Nakasaki, M. Shoda, and H. Kubota. 1989. Nitrogen transformation during thermophilic composting. *Journal of Fermentation and Bioengineering* 1:57–61.
52. Miller R.S., Bellan J. (1997): A Generalized Biomass Pyrolysis Model Based on Superimposed Cellulose, Hemicellulose and Lignin Kinetics. *Combustion Science and Technology*, 126(1): 97 – 137
53. Milosavljevic I., Suuberg E.M. (1995): Cellulose Thermal Decomposition Kinetics: Global Mass Loss Kinetics. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 34(4): 1081-1091
54. Mustin, M., 1987. *Le compost: gestion de la matiere organique*. Editions Francis et Taylor, Paris. p. 954.
55. Nakasaki, N., A. Watanabe, and H. Kubota. 1992a. Effects of oxygen concentration on composting organics. *Biocycle* 33(6):52–54.
56. Nakasaki, K., H. Yaguchi, Y. Sasaki, and H. Kubota. 1992b. Effects of C/N ratio on thermophilic composting of garbage. *Journal of Fermentation and Bioengineering* 1:43–45.
57. Naylor, L.M. 1996. *Composting*. Environmental and Science and Pollution Series 18(69):193–269.

58. Nogueira, W.A., Nogueira, F.N., Devens, D.C., 1999. Temperature and pH control in composting of coffee and agricultural wastes. *Water Science and Technology* 40 (1), 113–119.
59. Ortega, M.C.; Moreno, M.T.; Ordovás, J. & Aguado, M.T. (1996): Behaviour of different horticultural bioassays of bark substrates. *Sci. Hortic.*, 66:125-132.
60. Poincelot, R.P., 1975. The biochemistry and methodology of composting. Bulletin 754. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Heaven, pp. 1–13.
61. Poincelet, R.P. 1977. The biochemistry of composting, p.33–39. In: *Composting of Municipal Sludges and Wastes. Proceedings of the National Conference*, Rockville, Maryland.
62. Proyenzano, M.R., N. Senesi, and G. Piccone. 1998. Thermal and spectroscopic characterization of composts from municipal solid waste. *Compost Science & Utilization* 1(6):67–73.
63. Ranalli, G., Bottura, G., Taddei, P., Garavani, M., Marchetti, R., Sorlini, C., 2001. Composting of solid and sludge residues from agricultural and food industries. Bioindicators of monitoring and compost maturity. *Journal of Environmental Science and Health A* 36 (4), 415–436.
64. Rao T.R., Sharma A. (1998): Pyrolysis rates of biomass materials. *Energy*, 23(11), 973-978
65. Regan, R.W. and J.S. Jeris. 1970. A review of the decomposition of cellulose and refuse. *Compost Science* 11(1):17–20.
66. Resende A. S., A. Santos, R. P. Xavier et al., (2006): “Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura,” *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 30, no. 6, pp. 937–941.
67. Richard, T.L. 1992. Municipal solid waste composting: physical and biological processing. *Biomass and Bioenergy* 3(3–4):163–180.
68. Ribereau-Gayon, J., Peybaud, E., 1982. *Ciencias y técnicas de la vi na: Tratados de ampeologia. Tomo I: Biología de la vina. Suelos de Vinedo*. Editorial Hemisferio Sud S.A., Argentina. p. 671.
69. Schnitzer, M., H. Dinel, S.P. Mathur, H.R. Schulten, and G. Owen 1993. Determination of compost maturity. III. Evaluation of a calorimetric test by ¹³C-NMR spectroscopy and pyrolysis field ionization mass spectrometry. *Biological Agriculture and Horticulture* 10:109–123.
70. Schulze, K.L. 1962a. Continuous thermophilic composting. *Applied Microbiology* 10:108–122.
71. Schulze, K.L. 1962b. Continuous thermophilic composting. *Compost Science* 3(1):22–34.
72. Senesi, N., T.M. Miano, M.R. Provenzano, and G. Brunetti. 1991. Characterization, differentiation and classification of humic substances by fluorescence spectroscopy. *Soil Science* 152(4):259–271.
73. Sharma, V.K.; Cauditelli, M.; Fortuna, F. & Cornacchia, G. (1997): Processing of urban and agroindustrial residues by aerobic composting: *Rev. Energy Conserv. Manag.*, 38:453-478.
74. Sheng C., J.L.T. Azevedo (2005): Estimating the higher heating value of biomass fuels from basic analysis data. *Biomass and Bioenergy*, 28(5): 499-507
75. Singley, M.E., A.J. Higgins, and M. Frumkin-Rosengau. 1982. *Sludge Composting and Utilization - A Design and Operating Manual*. New Jersey Agricultural Experimental Station, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey.

**Studimi inxhinierik i proceseve të kompostimit dhe pirolizës të mbetjeve
organike agro-pyjore dhe projektimi i reaktorit**

76. Silva M. A. S., N. P. Griebeler, and L. C. Borges, (2008): “Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático,” *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 11, no. 1, pp. 108–114.
77. Snell, J.R. 1957. Some engineering aspects of high-rate composting. *Journal of the Sanitary Engineering Division of the American Society of Civil Engineers* 83, No. SA 1, paper no. 1178.
78. Soliva, M., 2001. Compostatge i gestió de residus organics. *Estudis I monografies no. 21. Area de Medi Ambient, Diputació de Barcelona*, p. 111.
79. Soliva, M., Felip o, M.T., 2002. Organic ã astes as a resource for Mediterranean soils. Workshop “Biological Treatment of Biodegradable Wastes—Technical Aspects”. DG Environment and the JRC, Brussels, p. 19.
80. Stentiford, E.I. 1996. Composting control: principles and practice, p.49–59. In: M. de Bertoldi (ed.). *The Science of Composting, Part 1*. Blackie Academic and Professional, Glasgow, United Kingdom.
81. Stentiford E.I and Pereira Neto, J.T., 1987. Comparative survival of pathogenic indicators in windrow and static pile, p. 276–295.
82. Strom, P.F. 1985a. Effect of temperature on bacterial species diversity in thermophilic solid-waste composting. *Applied and Environmental Microbiology* 50(4):899–905.
83. Strom, P.F. 1985b. Identification of thermophilic bacteria in solid-waste composting. *Applied and Environmental Microbiology* 50(4):906–913.
84. Suler, D.J. and M.S. Finstein. 1977. Effect of temperature, aeration and moisture on CO₂ formation in bench-scale, continuously thermophilic composting of solid waste. *Applied and Environmental Microbiology* 33(2):345–350.
85. Thunman H., Leckner B. (2002): Thermal conductivity of wood--models for different stages of combustion. *Biomass and Bioenergy*, 23(1): 47-54. 5
86. Tiquia, S.M., Tam, N.F.Y., Hodgkiss, I.J., 1996. Microbial activities during composting of spent pig-manure saw dust litter at different moisture contents. *Bioresource Technology* 55, 201–206.
87. Tiquia, S.M., Richard, T.L., Honeyman, M.S., 2000. Effect of windrow turning and seasonal temperatures on composting of hog manure from hoop structures. *Environmental Technology* 21, 1037–1046.
88. Zissi, M. dhe Buci, A., 2014: *Bazat e bujqësisë organike*, ISBN: 978-99927-0-673-2

ARTIKUJ SHKENCORË

1. **Botim në buletin shkencor:** Manaj H, Malollari I, **Dhroso A**, Arapi E, Beqiraj I. (2011); Studimi i kapjes së dyoksidit të karbonit me absorbim. Buletini i Shkencave Natyrore, Nr 12.
2. **Botim në buletin shkencor:** (2013): Identifikimi, vlerësimi dhe karakterizimi analitik i mbetjeve organike agropyjore për përfitim të kompostos, Buletini i Shkencave të Natyrës, Nr.15, 245-253.
3. **Botim në buletin shkencor:** **A.Dhroso**, I. Malollari, H. Manaj (2014): Studim për modelimin e procesit të pirolizës së mbetjeve organike agro-pyjore të vendit, Buletini i Shkencave të Natyrës, Nr.18, 199-206.
4. **Botim në buletin shkencor:** **A.Dhroso**, I. Malollari, H. Manaj, Xh. Saliko (2014): Studimi i kompostimit anaerobik të mbetjeve organike të gjelbra, nën kushte termofilike dhe mezofilike, Buletini i Shkencave të Natyrës, Nr.18, 207-215.
5. **Botim jashtë vendit:** **Dhroso A.**, Malollari I., Drushku S., Malja A., Manaj H., Hasandoçaj Z., Gjyriqi F., (2012); Production of biodiesel from natural vegetable oils, Journal of Environmental Protection and Ecology 13, No 4, 2338-2346.
6. **Botim jashtë vendit:** **A. Dhroso**, I. Malollari, H. Manaj, Xh. Saliko (2014): Composting characteristics of cow manure with bulking Agent in a batch composter, International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES), Volume 3, Issue 12, PP.15-19, ISSN 2319-183X

PJESËMARRJE NË KONFERENCA

1. **Konferenca Ndërkombëtare:** Manaj H., **Dhroso A.**, Malollari I., (2010): Absorbimi i CO₂ në ajër me tretësirë ujore të hidroksidit të Natriumit, Takimi i pestë vjetor ndërkombëtar i Institutit Alb-Shkenca, Tiranë, 244.
2. **Konferenca Ndërkombëtare:** Malollari I., Xhagolli L., Kotori P., Uku S., Bacu A., Drushku S., Manaj H., **Dhroso A.**, Koraj Dh., Liço E., Piluri E., Ferko I., (2011): Sustainable management of bio-resources in Albania and perspective in biotechnology development for energy efficiency and CO₂ reduction. Proceedings International Conference “Biotechnological developments”, 14-26, ISSN 224-1779; Albania
3. **Konferenca Kombëtare:** **Dhroso A.**, Malollari I., Manaj H., Koraj Dh., (2012); Identifikimi i kontigjentëve të përshtatshëm të mbetjeve organike agro-pyjore dhe përcaktimi i karakteristikave fiziko-kimike të tyre për përfitim të kompostos, Konferencë Shkencore “Fakulteti i Shkencave të Natyrës në 100 vjetorin e pavarësisë”, 84.
4. **Konferenca Ndërkombëtare:** Malollari I., Bacu A., Drushku S., Xhagolli L., Manaj H., **Dhroso A.**, Uku S., Floqi T., Bekteshi A., Kotori P., (2012): Organizatonal set up an effective organic waste management system for energy profit, BENA Istanbul Conference Proceedings “Sustainable landscape planning and safe environment”, 581-594.
5. **Konferenca Ndërkombëtare:** Gjyriqi F., Malollari I., Xhagolli L., Manaj H., **Dhroso A.**, Koraj Dh., Baruti B., Kotori P., Bekteshi A., Bala T. (2013): New trends for biomass to energy and environment for sustainable development of Albania, Proceedings of 2nd International Conference “Research and Education in Natural Sciences”, 546-558, Shkodër.
6. **Konferenca Ndërkombëtare:** Malollari I., Xhagolli L., Manaj H., **Dhroso A.**, Gjyriqi F., Uku S., (2014): Bio-resources in Albania and Engineering trends for energy efficiency and CO₂ reduction, Euroasia 2014 Waste Management Symposium, Istanbul

PËRMBLEDHJE

Mbetjet organike agro-pyjore janë burime të rëndësishme për përfitim e produkteve jetësore, duke ndikuar në anën ekonomike, dhe mjedisore. Në këtë temë disertacioni, u studiuan dy procese të rëndësishme të përpunimit të mbetjeve organike agro-pyjore, kompostimi dhe piroliza. Studimi inxhinierik i dy proceseve, jep një pasqyrë të plotë dhe të kuptueshme mbi realizimin dhe faktorët që ndikojnë në ta. Studimet eksperimentale të kryera në fushën e kompostimit, paraqitën disa mënyra të përshtatshme të përpunimit të mbetjeve organike agro-pyjore, për prodhimin e kompostos, një material i rëndësishëm në rivitalizimin e tokës. Identifikimi i kontigjentëve të përshtatshëm të këtyre mbetjeve nevojitet për përgatitjen e përzierjeve, për përfitim e një produkti cilësor dhe ekonomik. Mbetjet organike agro-pyjore, që u studiuan janë me bazë karboni dhe azoti: kashta e grurit, gjethe, bar, tallash, mbetje kafshësh. Në tërësinë e metodave të kompostimit, vëmendja u përqendrua në metodën me enë të mbyllur në shkallë laboratorike, duke përdorur: mini-reaktor nën kushte anaerobe mezofilike-termofilike dhe reaktor periodik anaerob, nën kushte mezofilike. Gjithashtu, u realizua prodhimi i kompostit në mjedis të hapur, nga mbetjet organike të marra nga përpunimi i rrushit. Në ditët e sotme, ka një interes në rritje për shfrytëzimin e këtyre mbetjeve, duke i rrikthyer në vreshtë si lëndë ushqyese, duke krijuar një sistem riciklimi. Përdorimi i kompostos në vreshtari është mjaft i rëndësishëm, për shkak të varfërisë së tokës, nivel të ulët humusi dhe ekspozimit të tyre ndaj erozionit. Parametrat fiziko-kimike që u studiuan gjatë procesit kompostimit janë: përmbajtja e lëgështirës, temperatura, pH, përcjellshmëria elektrike, hiri, lënda e thatë, përmbajtja e nutrientëve.

Fjalëkyçe: mbetje organike, agro-pyjore, kompostim, pirolizë

ABSTRACT

Agro-forestry organic residues are important sources for obtaining vital products, influencing on the economy and environment. In this dissertation are presented, appropriate way of processing agro-forest organic waste, composting and pyrolysis. Engineering studies of these two processes gives a comprehensive overview and understand of the implementation, and factors that affects them. Experimental studies conducted in composting, presented some appropriate ways of processing organic agro-forestry wastes, for compost production, which is an important material in land revitalization. Identification of the appropriate contingency of these residues, it is necessary for the preparation of important mixtures, enables to obtain a high quality and economical compost. Agro-forestry organic wastes, that were studied, are carbon and nitrogen based: wheat straw, leaves, grass, sawdust, animal wastes. In general methods of composting, our attention is focused on the method in laboratory scale, using: mini-reactor under anaerobic mesophilic – thermophilic conditions and periodic anaerobic reactor, under mesophilic conditions. Also, we realized production of compost in the open method, using organic residues obtained from the processing of grapes. Nowadays, the interest for the use of such waste is increased by re-establish on the vine as nutrient, creating a recycling system. The use of compost in the vineyards is so important, because of the poverty of the land, the lowest level humus and exposure to erosion. Physical-chemical parameters that were studied during the composting process are: moisture content, temperature, pH, electrical conductivity, ash, dry matter, nutrient contents.

Keywords: organic residue, agro-forestry, composting, pyrolysis