

**Tallinna Reaalkool**

**VERMIKOMPOSTIMINE NING VERMIKOMPOSTI MÕJU  
KURGITAIMEDELE**

**Uurimistöo**

**Julia Rattur**

**11A**

**Juhendaja: õp Piret Karu**

**Tallinn 2008**

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	4
1. VERMIKOMPOSTIMINE.....	6
1.1. Vermikompostimise olemus .....	6
1.2. Vermikompostimisel enamkasutatavad vihmaussiliigid .....	7
1.2.1. Parasvöötme liigid .....	7
1.2.1.1. <i>Eisenia foetida</i> ja <i>Eisenia andrei</i> .....	7
1.2.1.2. <i>Dendrobaena veneta</i> .....	8
1.2.1.3. <i>Dendrobaena rubida</i> .....	8
1.2.1.4. <i>Lumbricus rubellus</i> .....	8
1.2.2. Troopilised liigid .....	9
1.2.2.1. <i>Eudrilus eugeniae</i> .....	9
1.2.2.2. <i>Perionyx excavatus</i> .....	9
1.2.2.3. <i>Pheretima elongata</i> .....	9
1.3. Vermikompostimiseks sobivad keskkonnatingimused.....	10
1.3.1. Temperatuur .....	10
1.3.2. Niiskus .....	11
1.3.3. Õhustatus .....	11
1.3.4. Mulla happesus .....	12
1.3.5. Ammoniaak ja anorgaanilised soolad.....	12
1.4. Vermikompostimisel kaasnevad organismid.....	12
1.5. Vermikompostimise peamised saadused .....	13
1.5.1. Vermikompost .....	13
1.5.2. Vihmaussid proteiinisöödana .....	14
1.5.3. Vihmaussitee (worm tea) ehk vermikomposti leotis .....	15
2. VERMIKOMPOST KASVUSUBSTRAADINA.....	16
2.1. Töö meetodika.....	16
2.2. Mulla viljakuse määramine .....	16
2.2.1. Lämmastiku määramine .....	17

2.1.2. Fosfori määramine .....	17
2.1.3. Kaaliumi määramine .....	17
2.3. Mulla konsistentsi määramine .....	18
2.4. Kasvustraatide kirjeldused .....	18
2.4.1. Mustmuld.....	18
2.4.2. Vermikompost .....	19
2.4.3. Aiamuld .....	19
2.5. Vermikomposti mõju taimekasvule.....	20
2.6. Vermikomposti mõju saagikusele .....	23
<b>KOKKUVÕTE .....</b>	<b>26</b>
<b>RESÜMEE .....</b>	<b>28</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>29</b>
<b>KASUTATUD MATERJALID.....</b>	<b>30</b>
LISA 1 Vermikompostimisel kasutatavate vihmaussiliikide mõnede bioloogiliste aspektide võrdlus .....	32
LISA 2 Kurgitaimede pikkused (cm) .....	33
Kurgitaimede pikkused (cm) .....	34
LISA 3 Kurgitaimede keskmine õite arv taimedel .....	35
LISA 4 Keskmine kurkide arv taimedel .....	36
LISA 5 Kurgitaimede kaal koos substraadi ja veega.....	37
Kurgitaimede kaal koos substraadi ja veega.....	38

## SISSEJUHATUS

Tänapäeva kiiresti arenevas ühiskonnas tekivad alatasa probleemid. Üheks suurimaks probleemiks on suur kogus jäätmeid, mis seavad meie kauni looduskeskkonna ohtu. Teiseks tähtsaks probleemiks on intensiivne põllumajandus, kus alati soovitakse saada suuremat saaki, kuid selleks on vaja kas suuremat põllulappi või kasutada väetisi. Suurema põllupinna puhul kurnatakse mullad kiirest ära ja väetiste puhul on ohuks üleväetamine ning taimehaiguste levik. Vermikompostimine on üks alternatiivseid võimalusi jäätmete likvideerimiseks ning saadud vermikomposti võib kasutada põllumajanduses, kuna toode on täielikult looduslik ja puudub oht üle väetada.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on tutvustada vermikompostimise olemust, anda lühike ülevaade vermikompostimise saadustest ja kasutamisest ning uurida vermikomposti mõju taimedele.

Seda teemat on suhteliselt palju uuritud, eelkõige Ameerika Ühendriikides, Kanadas ja Euroopa juhtivates riikides. Igal aastal tuleb juurde uusi uurimusi sellel teemal. Eestis on vermikompostimine suhteliselt uus asi, samas kui Ameerikas on pea igas kodus väike vermikomposter garaažis või köögis.

Uurimistöö allikateks on peamiselt inglisekeelsed raamatud, Interneti lingid, artiklid ja Globe'i õpetaja käsiraamat muldade kirjeldamiseks. Eesti keeles avaldatud kirjandus sellel teemal on napp. Käesolevas uurimistöös kasutati mitmeid uurimismeetodeid, sealhulgas ka eksperimenti, kus uuriti vermikomposti sobivust kasvusubstraadina, uurides erineva koostisega aiamalla ja vermikomposti segude seost taimekasvu ja saagikusega.

Töö koosneb kahest osast. Esimeses peatükis kirjeldatakse vermikompostimise olemust, vihmausskompostimise saadusi, nende kasutamist ning mõju taimedele. Samuti antakse kerge ülevaade vermikompostimise optimaalsetest tingimustest ja enimkasutatavatest vihmaussiliikidest. Teises peatükis kirjeldatakse eksperimenti uurimaks vermikomposti sobivust kurgitaimedele kasvusubstraadina.

Sooviksin tänada oma juhendajat Piret Karu, kes aitas leida vastuseid uurimistöö kirjutamisel tekkinud küsimustele ja probleemidele. Samuti sooviksin tänada Kristi Koitu ja Malle Kaske, kellest oli suurt abi uurimistöö koostamisel eesti keele ja inglise keele valdkonnas.

# 1. VERMIKOMPOSTIMINE

## 1.1. Vermikompostimise olemus

Vermikompostimine ehk vihmausskompostimine ehk vihmausskomposteerimine on lagunemisprotsess, mis on seotud nii vihmausside kui ka mikroorganismide tegevusega. Kuigi mikroorganismid vastutavad orgaanilise materjali biokeemilise lagundamise eest, on just vihmaussid protsessi peamised juhtijad, toimides mehaaniliste segistite ja peenestajatena. Lagundades orgaanilist materjali, muudavad nad selle bioloogilist, keemilist ja füüsikalist olekut, vähendades sellega märgatavalt süsiniku/lämmastiku suhet ning suurendades mikroorganismidele kättesaadavat materjali pinda, soodustades niiviisi mikroorganismide tegevust ja edasist lagundamist. (Dominguez 2004: 402-403)

Vermikompostimiseks sobivad peaaegu kõik orgaanilised jäätmed, kuid peaks vältima liha, tärklise, kala ja rasva lisamist vermikompostrisse. Keskmiselt töötleb päevas üks sõnnikuuss pool oma kehakaalust orgaanilist materjali, järelkult kaks kilogrammi sõnnikusse töötlevad läbi ühe kilogrammi jäätmeid päevas. (Kuresoo 2002: 49)

Vermikompostimise positiivseteks külgedeks võib välja tuua mitmed asjaolud: suurendab mikroobikoosluse aktiivsust, stimuleerib taimekasvu, suurendab seemnete idanemist ning sümbioosi taime juurtega, pärsib taimehaigusi, parandab taimekasvu (Kale 2004: 395-396) ja on lõhnavaba (Kuresoo 2002: 49).

Vermikomposti võib võrrelda väikese ökosüsteemina, kus esinevad keerulised omavahelised suhted orgaanilise materjali, mikroorganismide, vihmausside ja teiste selgrootute mullaorganismide vahel, mille tulemusel toimub kiire oksüdeerimine ja orgaanilise materjali stabiliseerimine. Vermikompostis on esindatud primaarsed, sekundaarsed ja tertsiaarsed tarbijad. (Dominguez 2004: 414)

Teadlaste poolt on täheldatud, et vermikompostimisel suureneb kompostitava materjali nitraatide kogus; väheneb raskemetallide hulk, kuna raskemetallid seotakse keerulisteks liitühenditeks humiinhapete ja kõrgelt polümeriseeritud orgaaniliste osakestega; suureneb huumuse teke tänu mikroobilise aktiivsuse suurenemisele, õhustamisele ja orgaanilise

materjali segunemisele, mis on tingitud vihmausside liikumisest ja toitumisest. Üldiselt on orgaaniline materjal taimedele mürgine, kuid seda mürgitust on võimalik eemaldada vihmausskomposteerimisel. Samuti väheneb ka inimese patogeensete (haigustekitajate) mikroorganismide populatsioon. Vermikompostimisel on alati soovitatav enne vermikomposti kasutamist töödelda seda termofiilselt (st vermikomposti on vaja töödelda kõrgemal temperatuuril teatud aja vältel), et hävitada ka alles jäänud patogeensid ehk haigustekitajad (Edwards, Arancon 2004: 357).

Vermikompostimise süsteeme kasutatakse väga laialdaselt. Neid võib kasutada väikeste kompostitena, kus kompostitakse majapidamises tekkinud orgaanilisi jäätmek (näiteks kontorites, koolides ja kodudes). Samuti on võimalik kasutada vermikompostimise põhimõtet ka vihmaussituatsioonides (Downus Composting Toilets), mis on täielikult ebameeldiva lõhna vabad ja loodussõbralikud. Sellised käimlad kavandati Austraalias ning praegu kasutatakse neid väga edukalt mitmel pool Ameerikas ja ka Euroopas (eelkõige parkides ja taludes). Vermikompostida saab ka välitingimustes, kuid ka sel juhul on vaja järgida optimaalseid tingimusi protsessi käigus. Välitingimustes komposteeritakse tavaliselt suurtootmiseks või suurte koguste orgaaniliste jäätmek ümbertöötlemiseks. (Ibid.: 367-369)

## **1.2. Vermikompostimisel enamkasutatavad vihmaussiliigid**

Vermikompostimisel kasutatakse mitmeid vihmaussiliike. Kuid vihmausskompostimiseks sobivad ainult sellised vihmaussiliigid, kes on harjunud toituma orgaanilise aine rikkast toidust, on võimelised elama kitsastes tingimustes ning suurel hulgal väikesel alal, taluma palju erinevaid keskkonnatingimusi, kiiresti paljunema ning olema tugevad ja vastupidavad käsitsemisele (Dominguez 2004: 405).

Ülevaade vihmausside erinevatest parameetritest asub käesoleva töös lisa 1.

### **1.2.1. Parasvõõtme liigid**

#### ***1.2.1.1. Eisenia foetida ja Eisenia andrei***

*Eisenia foetida* ja *Eisenia andrei* on maailmas enimkasutatud liigid orgaaniliste jäätmek lagundamisel. Nende laialdase kasutamise põhjuseks on rida omadusi, mis on andnud neile eelised teiste liikide ees: nad asustavad (koloniseerivad) aktiivselt looduslikke taimseid ja loomseid jäätmek, taluvad hästi niiskuse ja temperatuuri kõikumisi ning on levinud üle maailma. Nad on vastupidavad käsitsemisele ja teiste liikidega koos elades muutuvad

enamasti valitsevaks liigiks. *Eisenia foetida* ja *Eisenia andrei* on väga sarnased ja raskesti eristatavad, kuna nende morfoloogilised tunnused, talitlus ja keskkonnatingimuste nõue ei erine märkimisväärselt. (Edwards, Arancon 2004: 354)

Soodsates tingimustes on nende vihmausside elutsükkel, värskelt koorunud kookonist läbi suguküpsuse saabumise, kuni uue generatsiooni kookonite eraldamiseni, 45 kuni 51 päeva. Maksimaalne eeldatav eluiga on 4,5 kuni 5 aastat, kuid keskmine eluiga on 594 päeva temperatuuril 28°C ja 589 päeva temperatuuril 18°C, kuid looduslikes tingimustes on need näitajad tunduvalt madalamad, kuna neil on palju parasiite ja kiskjaid looduses. (Dominguez 2004: 405)

#### **1.2.1.2. *Dendrobaena veneta***

*Dendrobaena veneta* on suur vihmauss, kes on võimeline taluma suuremat niiskuse kõikumist kui teised vihmaussiliigid, kuid eelistab mõõdukaid temperatuure (15 kuni 25 °C). Tema elutsükli pikkus on 100 kuni 150 päeva ja suguküpsus saabub keskmiselt 65 päevaga ning on võimeline elama ka tavalises mullas. *Dendrobaena veneta* on ilmselt vähem sobilik liik võimalikest vermikompostimisel kasutatavatest vihmaussiliikidest oma vähese sigivuse ja aeglase kasvu tõttu, kuid tal on potentsiaali proteiinisisöoda tootmisel ja kasvatusel põllumajanduses mulla parandajana. (Ibid.: 406)

#### **1.2.1.3. *Dendrobaena rubida***

*Dendrobaena rubida* on parasvöötme liik, kes elutseb kõdunevas puidus ja põhus, männi varises, kompostis ja turbas, teda on leitud ka reoveetiikide lähedalt ja loomasõnnikust. *Dendrobaena rubida* võib lõpetada oma elutsükli 75 päevaga ja tema kiire suguküpsuse saabumine ning kiire paljunemine teevad temast sobiva vihmaussiliigi vermikompostimiseks. Kuid samas ei ole laialdaselt kasutusel, kuna võrreldes teiste vermikompostimisel kasutatavate vihmaussiliikidega kasvab ta siiski võrdlemisi aeglaselt, kuigi saavutab suguküpsuse kiirelt (54 päeva pärast koorumist). (Ibid.: 405)

#### **1.2.1.4. *Lumbricus rubellus***

*Lumbricus rubellus* elutseb tavaliselt niisketes muldades, eriti kui neile on lisatud loomasõnnikut või reovett. Punasel vihmaussil on suhteliselt pikk elutsükkel 120 kuni 170 päeva, aeglane kasvukiirus ja pikk suguküpsuse saabumisaeg 74 kuni 91 päeva. Aeglane suguküpsuse saabumine ja reproduktsiooni kiirus viitavad sellele, et tegemist ei ole ideaalse liigiga vermikompostimiseks, ehkki tema suurus, elujõud ja võime elada mullas viitavad



võimalusele kasutada teda edukalt kalasöödana või mullaparandajana. (Dominguez 2004: 406)

## **1.2.2. Troopilised liigid**

### ***1.2.2.1. Eudrilus eugeniae***

*Eudrilus eugeniae* on Aafrika kohalik liik, kes elab mullas ja orgaanilistes jäätmetes, kuid teda on kasvatatud laialdaselt kalapüügi söödana USA-s, Kanadas ja mujal maailmas. Tegemist on suure, tugeva ja eriti kiiresti kasvava ning paljuneva liigiga. Optimaalsetes tingimustes kasvatades võib teda pidada ideaalseks liigiks proteiinisööda tootmisel. Peamiseks puuduseks on suhteliselt kitsas temperatuuriluvuse amplituud ja teatud tundlikkus käsitlemisel. Ta on suuteline lagundama kiiresti suuri koguseid orgaanilisi jäätmeid, segades neid mulla pindmise kihiga. (Dominguez 2004: 407)

*Eudrilus eugeniae* elutsükkel kestab 50 kuni 70 päeva ja eluiga võib ühest kuni kolme aastani. Kuigi *Eudrilus eugeniae* suured mõõtmed teevad tema käsitlemise ja kogumise palju kergemaks, võrreldes teiste vihmaussiliikidega nagu näiteks *Eisenia foetida* ja *Perionyx excavatus*, tundub ta siiski olema palju tundlikum häirimise suhtes ning ta võib stressitingimustes komposteeritavast materjalist minema roomata. (Ibid.: 407)

### ***1.2.2.2. Perionyx excavatus***

*Perionyx excavatus* on troopiline liik, kes on eriti kiiresti paljunev ja teda on peaaegu sama lihtne käsitleda kui sõnnikuussi. Peamiseks piiranguks mõõdukas kliimas kasutamisel on see, et ta ei talu pikka aega +5 °C madalamat temperatuuri. Troopilistes tingimustes on ta aga ideaalne vermikompostimisel kasutatav liik. Väga tavaline Aasia troopilises piirkonnas, samuti laialdaselt kasutatav vermikompostimisel Filipiinidel, Austraalias ja Indias. (Edwards, Arancon 2004: 355)

Tegemist on vihmaussiliigiga, kes elab ainult orgaanilises materjalis, mis on suure niiskusesisaldusega ja piisava toitainete sisaldusega. Tema elutsükkel kestab 40 kuni 71 päeva ja eelistab kõrget temperatuuri. (Dominguez 2004: 407)

### ***1.2.2.3. Pheretima elongata***

*Pheretima elongata* on seotud troopilise kliimavöötme ja ei pruugi üle elada parasvöötme külmi talvesid. Seda vihmaussiliiki on kasutatud Indias olme- ja

tapamajajäätmete, inimese-, linnu- ja lehmäsõnniku ning seenekasvatustajajäätmete kompostimisel. (Edwards, Bohlen 1996: 252)

Indias töötati välja projekt, kus *Pheretima elongata* isendeid kasutati edukalt kaheksa tonni vedelate orgaaniliste jäätmete stabiliseerimiseks ühe ööpäeva jooksul. Töölised valmistasid nn vermifiltri, mis koosnes vermikompostist ja elusatest vihmaussidest ning mis tootis korduvkasutatavat vett reoveesetest, sõnniku lägast ja toiduainetetööstuse orgaanikarohkest reoveest. (Edwards, Arancon 2004: 355)

Seega kõige eelistatumad liigid troopilises kliimas vermikompostimiseks on *Eudrilus eugeniae* ja *Perionyx excavatus*.

### **1.3. Vermikompostimiseks sobivad keskkonnatingimused**

Vihmaussid on õhukesenahalised selgrootud, kellel on väikesed võimalused kaitsta end niiskuse ja temperatuurimuutuste eest, mis võivad pinnases aset leida. Vihmaussid ei suuda ennast kaitsta ka mulla füüsikaliste ja keemiliste muutuste eest, nagu näiteks pH taseme, õhustatuse, orgaanilise materjali sisalduse muutumine.

#### **1.3.1. Temperatuur**

Üheks oluliseks teguriks vihmausskomposteerimisel on temperatuur, mis suuresti mõjutab vihmausside aktiivsust, kasvu, sigivuse kiirust ja kookonite tootmist. Erinevatel vihmaussiliikidel on erinevad optimaalsed ja kriitilised temperatuurid. Temperatuurist sõltub ka kookonite inkubeerimise aeg ja suguküpsuse saabumine. (Edwards, Bohlen 1996: 135-137)

Enamikele vihmausside liikidele on elutegevuseks sobilik temperatuuride vahemik 15 kuni 25 kraadi vahel. Optimaalne temperatuur sõnnikuussi elutegevuseks on 25°C, kuid ta on võimeline taluma temperatuur vahemikus 0°C ja 35°C. Parasvöötme liigile *Dendrobaena veneta* on omane madalam temperatuurioptimum ja ta ei ole nii vastuvõtlik ekstreemsetele temperatuuridele kui sõnnikuuss. Optimaalne temperatuur troopilistel liikidel *Eudrilus eugeniae* ja *Pheretima elongata* on 25°C ümber, kuid nad surevad, kui temperatuur langeb alla 9°C või tõuseb üle 30°C. (Dominguez 2004: 409) Vihmausside kasv ja suguküpsuse saabumine ei ole niivõrd rangelt piiritletud temperatuuridega kui kookonite produktsioon. Näiteks *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae* ja *Perionyx excavatus*'e optimaalne temperatuur on vahemikus 15 kuni 25°C, kuid nende kookonite produktsioon oli maksimaalne 25°C juures. (Edwards, Bohlen 1996: 248)

Kui vihmausside keskkonna temperatuur langeb alla 10°C, langeb harilikult ka nende toitumisaktiivsus ning kui temperatuur langeb alla 4°C, peatub kookonite tootmine ja noorte vihmausside areng peatub täielikult. Ebasobilike tingimuste tõttu võivad vihmaussid jääda talveunne või rännata sügavamate kompostri- või mullakihtidesse. (Dominguez 2004: 409)

Arvatakse, et ainult kõrged temperatuurid üle 30°C ei pruugi olla vihmausside elu limiteerivaks teguriks, tegemist võib olla hoopis hapnikupuudusega, mis tekib temperatuuri tõusmisega kaasneva keemilise ja mikrobioloogilise aktiivsuse kasvuga (Ibid.: 409).

Järelikult on vermikompostimisel vaja tagada igale vihmaussiliigile temale sobiv temperatuur. Temperatuur on vaja valida vastavalt püstitatud eesmärgile - kas toota võimalikult kiiresti ja palju vermikomposti või saada palju vihmausse proteiinisisaldust tootmiseks.

### **1.3.2. Niiskus**

Niiskus on teine oluline tegur vihmausside elutegevuses. Vihmaussid hingavad läbi pindmise naha. Õhu käes või kuivas pinnases niisutab kehapinda vähehaaval kehamahl (Timm 2002: 10). Seetõttu on oluline jälgida kompostitava materjali niiskuse sisaldust.

Vermikompostimises enamkasutatavatele vihmaussidele sobib niiskusesisaldus vahemikus 50 kuni 90%. Näiteks kasvab sõnnikuuss loomasõnnikus kõige kiiremini, kui niiskust on 80 kuni 90%. Võrdluseks võib tuua katse *Eisenia andrei* kultuuri kasvatamisega seasõnnikus, kus selgus, et ussid kasvasid ja arenesid kõige paremini niiskusesisaldusel 65 kuni 90%, optimumiga 85% juures. (Dominguez 2004: 409-410) Kõrge temperatuur madala niiskusega takistab vihmausside kasvu rohkem kui madal temperatuur koos suure liigniiskusega (Edwards, Bohlen 1996: 136-137).

### **1.3.3. Õhustatus**

Vihmaussidel puuduvad spetsiaalsed hingamisorganid, nad omastavad hapnikku ja eemaldavad süsihappegaasi difusiooni teel läbi naha. On täheldatud, et sõnnikuussi isendid on massiliselt ära liikunud veega küllastunud substraatidest, kus hapnikusisaldus on vähenenud või kus süsinikdioksiidi või vesiniksulfiidi kogus oli suurenenud. Kuid samas on vihmaussid võimelised elama ka pikka aega hapnikuga rikastatud vees nagu näiteks reoveepuhastusjaamade filtrites. (Dominguez 2004: 410)

Seega on tähtis, et vermikompostimisel oleks piisav hapniku juurdepääs. Seda saab kindlustada, puurides mõned augud vermikompostimise kasti või lisada struktuuri hoidvat materjali, näiteks heina või põhku.

#### **1.3.4. Mulla happesus**

Enamik mulla pindmistes kihtides elavatest vihmaussiliikidest on suutelised taluma suhteliselt suurt pH vahemikku (pH 5-9), aga kui anda neile võimalus valida, siis liiguvad nad nõrgalt happelise keskkonna poole, eelistatult pH on 5,0 (Edwards, Bohlen 1996: 249-251). Üldiselt reguleerivad vihmaussid substraadi happesust ise küllalt suures vahemikus. On teada, et värskete jäätmete lisamine vermikompostimise käigus suurendab vähesel määral happesust, kuid vihmaussid neutraliseerivad seda eritades kaltsiumi. (Dominguez 2004: 410)

Vermikompostimise käigus võib vajadusel lisada turvast, et suurendada happesust ning liiga kõrge happesuse vähendamiseks võib kasutada tuhka või lupja. Neid ained tuleb lisada ettevaatlikult, et mitte põhjustada järske pH kõikumisi, mis võivad olla eluohtlikud.

#### **1.3.5. Ammoniaak ja anorgaanilised soolad**

Vihmaussid on väga tundlikud ammoniaagi suhtes ning ei ole suutelised elama ammoniaagirikastes jäätmetes, näiteks värskes linnusõnnikus. Vihmaussid surevad ka siis, kui substraadis on liiga suur kogus anorgaanilisi soolasid. Nii ammoniaagil kui ka anorgaanilistel sooladel on väga kindlad ja kitsad piirid mürgisuse ja mittemürgisuse vahel. Vihmaussidele sobiv keskkond tohib sisaldada ammoniaaki alla viie milligrammi grammi kohta ja alla 0,5 % anorgaanilisi soolasid (Edwards, Bohlen 1996: 249). Orgaanilisi jäätmeid, mis sisaldavad liiga palju ammoniaaki, muutuvad kasutuskõlblikuks kui neid eelnevalt kas komposteerida või pesta ammoniaak välja (Dominguez 2004: 410).

### **1.4. Vermikompostimisel kaasnevad organismid**

Lisaks vihmaussidele kui peamistele elusolendite vermikompostimisel võtavad sellest osa ka nende kaaslejad. Kaaslejad organismid on need, keda vermikompostimiseks otseselt ei kasutata, kuid nad võtavad vermikompostimisest sellegipoolest osa ja satuvad sinna peamiselt jäätmete lisamisega. Sageli mängivad nad ka olulist rolli jäätmete lagundamisel. Enamik vermikomposteerimise süsteeme kujutavad endast keerulisi toiduahelaid, kus on esindatud primaarsed (esmased), sekundaarsed (teisesed) ja tertsiarsed (kolmandased) tarbijad. Esmased tarbijad, kes tarbivad vahetult orgaanilist materjali on: bakterid, seened,

aktinomütseedid ehk kiirikbakterid. Nende hulka võib lugeda ka nematoode, algloomasid, vihmausse, lestasid ja kärbeid, kui nad lagundavad otse orgaanilist materjali. Teise astme moodustavad organismid, kes toituvad primaarsetest tarbijatest või nende jäänustest, näiteks: hooghännalised ja pihumardiklased. Tertsiaarsed tarbijad ehk kiskjad toituvad primaarsetest või sekundaarsetest tarbijatest, kelleks võivad olla röövmardiklased, sajalalgsed või hiired, kes vermikomposti satuvad mööda minnes. (Dominguez 2004: 414-416)

## 1.5. Vermikompostimise peamised saadused

Vermikompostimisel on võimalik saada olenevalt eesmärgist erinevaid saadusi. Vermikompostimisel on üheks saaduseks alati vermikompost, kuid lisaks sellele on võimalik saada ka ainult vihmaussi väljaheiteid või vihmausse proteiinisöödana - loomadele või inimestele toiduks.

### 1.5.1. Vermikompost

Enamik orgaanilistest jäätmetest toodetud vermikompostist on tavaliselt hästi stabiliseerunud ja humifitseeritud, turbataoline materjal, koos suurepärase struktuuri, poorsuse, aeratsiooni, dreanaaži ning veemahtuvusega.

Vermikomposti toitaineterikkus sõltub suuresti sellest, millest ta oli esialgselt toodetud (tabel 1). Kõige toitaineterikkam vermikompost saadakse kartulijäätmete töötlemisel. Üheks tähtsamaks iseärasuseks on see, et vermikompost sisaldab suurel hulgal toitaineid sellises vormis, mida taimed ei pea edasi töötlema, vaid saavad seda otseselt kasutada. (Edwards, Arancon 2004: 355-357)

**Tabel 1. Vihmausside poolt töödeldud orgaanilise materjali toitainete sisaldus**

Orgaaniline materjal	Nitraatide sisaldus vesilahuses	K sisaldus kuivaines (%)	Ca sisaldus kuivaines (%)	Mg sisaldus kuivaines (%)
Veisekarja sõnnik	359,4	0,19	0,35	0,05
Seasõnnik	110,3	1,76	2,27	0,72
Kartulijäätmed	1428,0	3,09	1,37	0,34

Allikas: Edwards, Arancon 2004: 356

Paljude katsete tulemusel on kindlaks määratud, et taimed kasvavad paremini vermikomposti ja tavalise mulla segudes paremini kui sajabrotsendilises vermikompostis, kus taim kipub kokku kuivama (Edwards, Arancon 2004: 358). Mullasegude valmistamisel kasutatakse vermikomposti ja mulda vahekorras 1:5 kuni 5:1 (Kuresoo 2002: 49).

Vermikompost takistab taimekahjurite rünnakuid, eelkõige lehetäide ja kilptäide poolt. Samuti pärsib ta taimede haigestumist, mis on tingitud tänu mikroorganismide mitmekesisusele. Vihmausskompost vähendab ka taimeparasiitide (nematoodide) arvukust. (Edwards, Arancon 2004: 362-365)

On kindlaks tehtud, et kõige rohkem soodustab taime kasvu vermikomposti lisamine väikeste portsjonite kaupa. Vermikompost ei pärsi ainult taime patogeene ja parasiite tegevust, vaid soodustab ka taimede paremat idanemist, kasvu, varasemat õitsemist ja ka saagikust. (Dominguez 2004: 419-421)

### **1.5.2. Vihmaussid proteiinisöödana**

Paljud imetajad, linnud ja kalad toituvad vihmaussidest. Mitmed läbiviidud katsed on näidanud, et vihmaussi keha kudedes sisalduvad paljud aminohapped ja muud keemilised ühendid. Vihmausside kehas sisalduvad mitmed vitamiinid (näiteks vitamiin B12) ja pika ahelaga rasvhapped. Vihmaussi kudede toitainete spekter näitab, et neid saab hästi kasutada kalade, lindude, sigade ja koduloomade proteiinisöödana (Edwards, Arancon 2004: 365).

Vihmaussid kasvavad kõige kiiremini suhteliselt kõrgel niiskustasemel (80 kuni 90%). Miinuseks on vihmausside raskendatud eemaldamine niiskest pinnasest, mistõttu on soovituslik enne eemaldamist vermikomposti kergelt kuivatada. Enne edasist töötlust pestakse neid veega ning jäetakse vette mitmeks tunniks seisma. Pesemine ja vees hoidmine on vajalikud, et vihmaussid tühjendaksid soolestikku toidujääkidest ja ühtlasi pestakse maha ka keha pinnal olev mustus. Pärast pesemist võib vihmaussid allutada erinevatele töötlemisviisidele: asetamine keevasse vette, segamine suhkrusiirupiga, õhk- ja ahikuivatamine, 3%-lise sipelghappe kasutamine, külmutamine ja üheks tunniks atsetooni asetamine koos hilisema kuivatamisega. On läbi viidud mitmeid katseid, kus kanadele, kaladele, sigadele, rottidele, krevettidele ja kassidele söödeti vihmausse. Katsed tõendasid vihmausside sobivust söödaks. (Edwards, Bohlen 1996: 258-262)

Vihmausse saab kasutada ka inimtoiduks. Vihmausse on kasutatud toiduks pikka aega, eriti looduslähedaste rahvaste puhul, kellel polnud liikuva liha vastu midagi. Tänapäevalgi on võimalik tellida vihmausse erinevates variatsioonides (praetud, marineeritud, toored, kohupiimatäidisega või taigas) mitmetes restoranides nii Euroopas kui ka Ameerikas. (Timm 2002: 13)

### **1.5.3. Vihmaussitee (worm tea) ehk vermikomposti leotis**

Vihmaussiteed valmistatakse kõrgkvaliteetsest vermikompostist, mis juhitakse aereeritud vette, kuhu on lisatud toitainetelahust, mille tulemusel mikroorganismid kiiresti paljunevad. Vihmaussiteed kasutatakse taimehaiguste esinemisel, pritsides seda taimelehtedele ja kastes taimejuure piirkonda. On täheldatud, et vihmaussitee kasutamine on suurendanud taimede saagikust, suurendanud vastupidavust taimehaigustele ning on ka hävitanud taimehaigusi. (Worm Tea - Does it Last?)

Vihmaussitee ei tapa kahjurputukaid, kuid ta peletab nad eemale oma lõhnaga, mida inimese nina ei tunne. Vihmaussitee kasutamine suurendab saagikust neli kuni kümme korda ning ei kõrveta taimi. (Local Harvest - Worm Wranglers Worm Tea)

Vihmaussitee kasutamine suurendab mulla toitainete varu ja taimede toiduväärtust tänu mineraalide, ensüümide, vitamiinide ja aminohapete kättesaadavusele ning orgaanilise materjali edasise lagundamise mullas vihmaussiteega kaasnevate mikroorganismide poolt, mis soodustab toitainetevaru tekkimisele mullas. Mikroorganismid suudavad eemaldada raskemetalle, mida taimed ei kasuta. Samuti suureneb mulla veemahtuvus mikroobide tegevusel. Pritsides taime lehti vihmaussiteega, suureneb taime lehestik ja paksenevad varred. (Benefits of the Worm Tea)

Vihmaussitee valmistamisel tuleb olla tähelepanelik. Ei tohi segamini ajada vermikompostimisel eraldunud nõrgvedelikku ja vihmaussiteed. Vermikompostimise nõrgvedelik ei ole piisavalt hapnikurikas, et tagada aeroobsetele mikroorganismidele soodne elukeskkond, seetõttu moodustavad nõrgvedeliku suurema osa mikroorganismidest anaeroobsed mikroorganismid ning selles sisaldub ka märkimisväärne kogus lagunemata orgaanilist materjali. Anaeroobsed mikroorganismid toodavad aineid, mis on taimedele kahjulikud. Anaeroobse nõrgvedeliku tunneb ära ebameeldiva lõhna järgi. (Worm Digest)

## **2. VERMIKOMPOST KASVUSUBSTRAADINA**

Katse viidi läbi selgitamaks, kas vermikompost sobib kasvusubstraadiks, millist toimet omab väetisena ning millised tulemused tulenevad vermikomposti segamisel erinevates vahekordades aiamullaga. Katse käigus püüti selgusele jõuda, kas vermikomposti võiks soovitada taimekasvu soodustava substraadina, lisandina, väetisena.

### **2.1. Töö metoodika**

Katse viidi läbi uurimistöö autori kodus. Uuriti substraadi sobivust kurkide kasvatamisel. Kurgi seemned pandi polüstüreenist topsidesse (18 topsi), mille maht oli 0,5 liitrit. Iga topsi põhja oli tehtud neli viiemillimeetrise diameetriga auku nõrgvedeliku väljutamiseks. Kasutati erinevaid kasvusubstraate: mustmulda; tavalist aiamulda; vermikomposti, vermikomposti ja aiamulda suhtes 1:3; vermikomposti ja aiamulda suhtes 1:4 ning aiamulda, mida kasteti regulaarselt vermikomposti leotisega. Kokku oli kuus erinevat katset, mida tehti kolmes korduses. Igasse topsi pandi kasvusubstraati mahu järgi (0,4 liitrit). Mõõtmisi teostati kord nädalas; kaaluti topsi mass koos veega elektronkaaludel ja mõõdeti taimede pikkust.

Kurgitaimede seemned pandi idanema 4. juulil 2007 ja istutati 8. juulil 2007. Taimed asetati lauale päikesevalguse kätte, nende asukohta laual pidevalt muudeti, et taimed saaksid võrdselt päikesevalgust. Esimesed 3 nädalat kasteti taimi 100 ml nädalas, kuid kui taimed kasvasid suuremaks, kasteti neid iga päev vastavalt 100 kuni 200 ml. Taimed viidi õue 12. augustil 2007 ja toodi tuppa tagasi 16. septembril 2007. Väheste tolmeldajate tõttu oli vaja läbi viia vegetatiivne tolmeldamine, kus kõik taimeõied käidi läbi ühe tikuga. Katse lõpetati 7. oktoobril 2007; kokku kestis katse 14 nädalat.

### **2.2. Mulla viljakuse määramine**

Mulla viljakuse määramiseks kasutati Globe'i mulla viljakuse määramise komplekti (Soil kit; N, P, K; code 5880). Võetud mullaproovidel lasti kuivada 24 tundi, seejärel eemaldati käsitsi suuremad kivikesed, lehed, oksad jne ning kuiv muld sõeluti. Mõõdutopsi valati 30 ml destilleeritud vett, lisati kaks Flox- Ex tabletti, tops suleti kaanega ja loksutati, kuni tabletid lahustusid. Saadud lahusesse lisati üks teelusika täis ettevalmistatud mulda, tops suleti ning



loksutati ühe minuti jooksul ning lasti segul selgineda. Saadud lahust kasutati mulla viljakuse määramisel.

### 2.2.1. Lämmastiku määramine

Lämmastiku määramisel kasutati eelnevalt ettevalmistatud lahust. Mõõtesilindrisse lisati pipetiga 10 ml lahust, kuhu lisati üks Nitrate WR CTA tablett (sisaldas 1% tsiingi tolmu) ning raputati kuni tablett lahustus. Viie minuti pärast võrreldi lahuse värvi lämmastiku värvikaardiga. Mida tumepunasem on lahus, seda suurem on lämmastiku sisaldus lahuses (vt joonis 1).



Joonis 1. Mustmulla keemiline analüüs enne katse alustamist. Autori foto

### 2.1.2. Fosfori määramine

Mõõtesilindrisse lisati pipetiga 25 tilka selginenud lahust, mida pikendati destilleeritud veega 10 milliliitriini. Seejärel lisati üks Phosphorus'e tablett (sisaldas < 2% ammoonium molüüdaati ja < 2% askorbiinhapet). Lahust raputati, kuni tablett lahustus. Viie minuti pärast võrreldi lahuse värvi fosfori värvikaardiga. Mida tumesinisem on lahus, seda suurem on fosfori sisaldus.

### 2.1.3. Kaaliumi määramine

Mõõtesilindrisse lisati pipetiga 10 ml selginenud lahust, kuhu lisati üks Potassium'i tablett (sisaldas < 10% tetrafenüülbroomi). Lahust raputati, kuni tablett lahustus, seejärel viie minuti pärast võrreldi lahuse värvi kaaliumi värvikaardiga. Mida valgem on lahus, seda suurem on kaaliumi sisaldus.

## 2.3. Mulla konsistentsi määramine

Mulla konsistentsi määramiseks kasutati Globe'i õpetaja käsiraamatut muldade kirjeldamiseks. Selleks võeti väike tükike mulda, mida niisutati kergelt veega. Niisutatud mullatükike võeti pöidla ja nimetissõrme vahele ja suruti õrnalt, kuni mullatükike lagunes laiali. Mulla konsistents jagati vastavalt nelja rühma: pudedad mullad „loose“ (sellised mullad, mida on raske suurema tükikesena sõrmede vahele võtta); „friable“ (mullad, mis lagunevad kergel vajutamisel); „firm“ kõvastunud mullad (mullad, mis lagunevad peale tugevat surumist); „extremely firm“ tsementeerunud mullad (mullad, mida on võimalik purustada vaid haamriga). (Globe'i õpetaja käsiraamat)

## 2.4. Kasvustraatide kirjeldused

### 2.4.1. Mustmuld

Mustmulla ostsin poest. Mustmuld (vt joonis 2) on plaatja ja sõmerja struktuuriga. Konsistentsi põhjal kuulub ta pudedate muldade hulka. Mulla lõimise järgi võib substraadi liigitada keskmiste liivsavide või keskmiste liivsavide hulka, kus ülekaalus on aleuriid (tolmuosakesed). Enne katse alustamist oli mustmullal lämmastiku ja fosfori tase kõrge ning kaaliumi tase keskmine (vt tabel 2).

Katse jooksul langes lämmastiku tase kõrgelt madalale, fosforitase kõrgelt keskmisele ja kaaliumi tase ei muutunud.



**Joonis 2. Mustmuld.** Autori foto

### 2.4.2. Vermikompost

Katses kasutatud vermikompost saadi ehitustarvete poest. Vermikompostil on sõmerjas struktuur, mulla osakesed on graanuselise kujuga ning silmaga kergesti eristatavad (vt joonis 3). Märgata võib ka üksikuid liivaterakesi suurusega 0,5 kuni 1 mm. Konsistentsi põhjal kuulub vermikompost selliste muldade hulka, mis kergel vajutamisel lagunevad „friable“. Mulla lõimise poolest kuulub ta keskmiste liivsavide hulka, kus on ülekaalus aleuriid. Vermikompostil oli enne katse alustamist lämmastiku ja fosfori tase keskmine ja kaaliumi tase kõrge (vt tabel 2).

Katse jooksul langes aiamura lämmastiku tase keskmiselt madalale, fosfori tase jäi samaks ja kaaliumi tase langes kõrgelt madalale.



Joonis 3. Vermikompost. Autori foto

### 2.4.3. Aiamuld

Katses kasutatav muld oli pärit autori koduaiast. Aiamuld (vt joonis 4) kuulub konsistentsi poolest pudedate muldade hulka. Muld on sõmerja struktuuriga. Võib märgata ka kive suurusega 3 kuni 15 mm. Konsistentsi järgi kuulub ta pudedate muldade hulka. Lõimise poolest võib aiamura liigitada keskmiste liivsavide hulka, kus on ülekaalus liiv. Enne katse alustamist oli substraadi lämmastiku ja kaaliumi tase madal ka fosfori tase keskmine (tabel 2).

Katse jooksul langes aiamura lämmastiku ja kaaliumi tase jäi samaks ning fosfori tase langes keskmiselt madalale.



**Joonis 4. Aiamuld.** Autori foto

**Tabel 2. Kasvustraatide mulla viljakus enne ja pärast katset**

		<b>Mustmuld</b>	<b>Vermikompost</b>	<b>Aiamuld</b>
<b>Enne</b>	<b>Lämmastik</b>	Kõrge	Keskmine	Madal
	<b>Fosfor</b>	Kõrge	Keskmine	Keskmine
	<b>Kaalium</b>	Keskmine	Kõrge	Madal
<b>Pärast</b>	<b>Lämmastik</b>	Madal	Madal	Madal
	<b>Fosfor</b>	Keskmine	Keskmine	Madal
	<b>Kaalium</b>	Keskmine	Keskmine	Madal

Allikas: Autori andmed

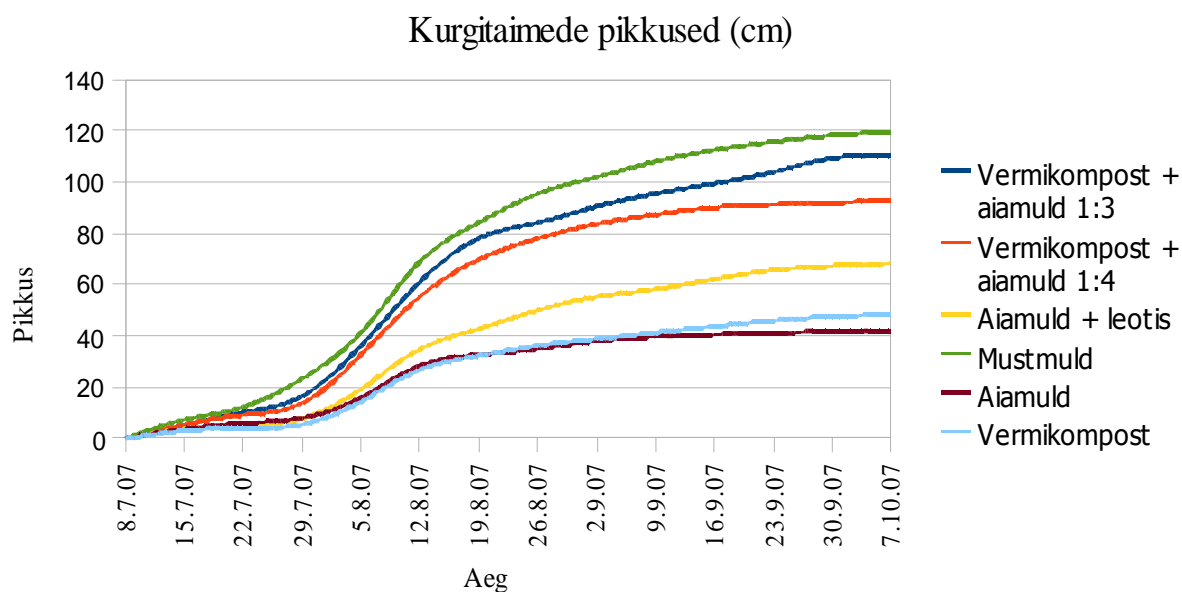
## **2.5. Vermikomposti mõju taimekasvule**

Antud uurimistöö üheks eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas mõjub vermikompost kasvustraadina kurgitaimedele võrreldes seda mustmullaga ja tavalise aiamullaga. Üheks võimalikuks mõju mõõtmiseks oli taimede kasvamise jälgimine katse käigus. (vt lisa 2, lisa 5)

Jooniselt 5 on näha, et katse alguses oli puhtas vermikompostis kasvanud taim ligi viis sentimeetrit lühem võrreldes tavalises aiamullas kasvanud taimega esimese seitsme nädala jooksul. See võis olla tingitud sellest, et vermikompost oli kurgitaimede jaoks liiga vänge. Järgmise seitsme nädala jooksul oli taim juba kuus sentimeetrit pikem tavalises aiamullas kasvanud taimest. Seega vastab tõele väide, et vermikompost stimuleerib taimekasvu. Tavalises aiamullas kasvanud taime pikkus jääb tagasihoidlikuks madala mulla viljakuse tõttu. See tõestab, et vermikompost tõesti suurendab taimekasvu.

Uurimise eesmärgiks oli leida seos vermikomposti lisamise ja taimekasvu vahel. Selleks katsetati erinevates suhetes vermikomposti ja aiamulla segude mõju taimekasvule.

Võeti kasutusele kasutusel vermikomposti ja aiamulla segu suhtes 1:3 ja 1:4 mahu järgi. Mõlemaid võrreldi tavalise aiamulla ja puhta vermikompostiga. Joonisel 5 avaldub selgelt vermikomposti ja aiamulla segude potentsiaal. Mõlemad segudes kasvanud taimed ületasid kiiresti tavalises aiamullas ja vermikompostis kasvavate kurgitaimede kasvu. Esimese kolme nädala jooksul olid segudes kasvanud taimed keskmiselt 8,5 cm pikemad aiamullas kasvanud taimedest. Kuuenda nädala lõpuks oli segu 1:3 taim juba ligi 50 cm pikem ja segu 1:4 taim ca 40 cm pikem aiamulla taimest. Võrdluseks võib tuua puhta vermikomposti taime pikkuse, mis oli samal ajal hoopis 0,4 cm lühem aiamulla taimest. Siit võib järeldada, et erinev kogus vermikomposti mõjutab suuresti taimekasvu. Antud juhul oli kõige sobivamaks kasvusubstraadiks vermikomposti ja aiamulla segu suhtes 1:3, milles kasvanud taim oli ca 2,5 korda pikem tavalises aiamullas kasvanud taimest.



**Joonis 5. Kurgitaimede pikkused (cm)**

Vermikompostist võib valmistada ka vihmaussiteed, mis on vermikomposti leotis. Katsetati aiamulla kastmise mõju vihmaussiteega. Jooniselt 5 on märgata vermikomposti leotisega kastetud taimede edu pikkuses võrreldes tavalise aiamulla ja puhta vermikomposti kasutamisel. Leotisega kastetud taimekasv hakkas silmnähtavalt pikenema alates viiendast nädalast, mil taime pikkus oli ligi kuus sentimeetrit pikem aiamulla kurgitaimest.



Neljateistkümne nädala lõpuks oli taim juba ca 26 cm pikem. Ent ometi jäid vihmaussiteega kastetud taimed alla vermikomposti ja aiamura segudele.

Tavalise aiamura, vermikomposti, vihmaussiteega hooldatud, vermikomposti ja aiamura segude taimede pikkusi võrreldi ka poest ostetud mustmullaga. Ükski eelnevatest substraatidest ei ületanud oma mullaviljakusega mustmulla viljakust ning seetõttu jäid kõik taimed mustmulla taimedele oma kasvu poolest alla. Mustmulla kurgitaim oli ca 2,8 korda pikem aiamura kurgitaimest, kuid vaid 9 cm pikem vermikomposti ja aiamura segust 1:3. Seega võib julgelt väita, et vermikomposti lisamine tavalisele mullale suurendab taimekasvu märgatavalt. Kõige parema tulemuse annavad vermikomposti ja aiamura segud, samuti ka vihmaussitee kasutamine. Puhas vermikompost võib olla taimedele liiga vänge, mistõttu tulemus jääb võrdlemisi tagasihoidlikuks.



**Joonis 6. Kurgitaimed 29. juuli 2007, kolm nädalat pärast katse algust. Autori foto**

**Taimed kasvavad vasakult paremale vaadates järgmistes substraatides: puhas vermikompost; vermikompost + aiamura suhtes 1:3; mustmull; vermikompost + aiamura suhtes 1:4; aiamura, mida kasteti vermikomposti leotisega; tavaline aiamura.**

Joonisel 7 on näha sama katset kolm nädalat hiljem. Taimed on jõudsalt kasvanud, nad näevad välja tugevad ja elujõulised. Kuna taimedele jäi ruumi toas väheseks, viidi nad õue. Mustmulla taimel võib märgata ka esimesi õisi.



**Joonis 7. Kurgitaimed 12. august 2007. Autori foto**

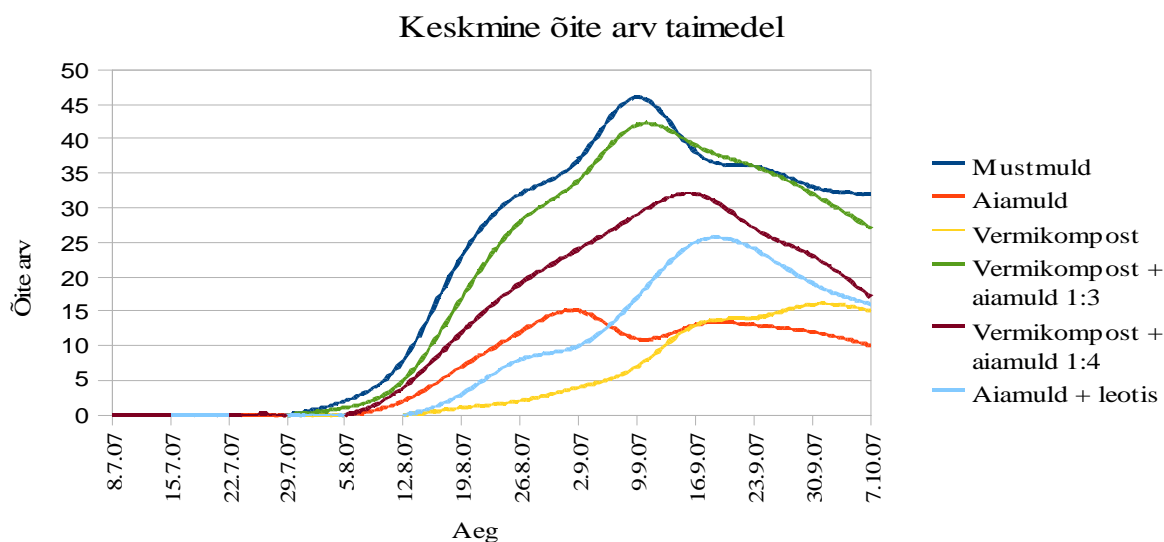
## **2.6. Vermikomposti mõju saagikusele**

Teiseks uurimise aspektiks võeti taimede saagikus, mida sai määrata õite ja saadud kurkide arvu põhjal.

Joonis 8 näitab, et keskmiselt kõige rohkem õisi oli mustmullas kasvanud taimedel, kus õite arv ulatus 9. septembril keskmiselt 46 õieni. Vermikomposti ja aiamulla segus suhtes 1:3 kasvanud taimel oli keskmiselt 4 õit vähem, kuid katse lõpuks oli taimede õitearv vähenenud. Aiamullas kasvanud taime õitearv jäi 11 õie piirsesse taime kohta, mis on ca 2 korda vähem kui vermikomposti ja aiamulla segul vahekorras 1:3.

Vermikomposti igasugusel kasutamisel suurenes õite arv märgatavalt. Seega järjestades katse lõpus kasvusubstraatide taimed õite arvu järgi alustades vähimast, võime saada sama pingerea

nagu ka taime pikkusi uurides: aiavuld, vermikompost, aiavuld koos vermikomposti leotisega, segu suhtes 1:4, segu suhtes 1:3 ja mustmuld. Kõige esimestena hakkasid taimed õitsema mustmullas ning vermikomposti ja aiavulla segus suhtes 1:3. Kasvanud taimed. Seejärel ilmusid õied tavalises aiavullas ning vermikomposti ja aiavulla segus suhtes 1:4 kasvanud taimedel. Kõige viimastena puhkesid õied puhtas vermikompostis ja vermikomposti leotisega kastetud aiavullas kasvanud taimedel.

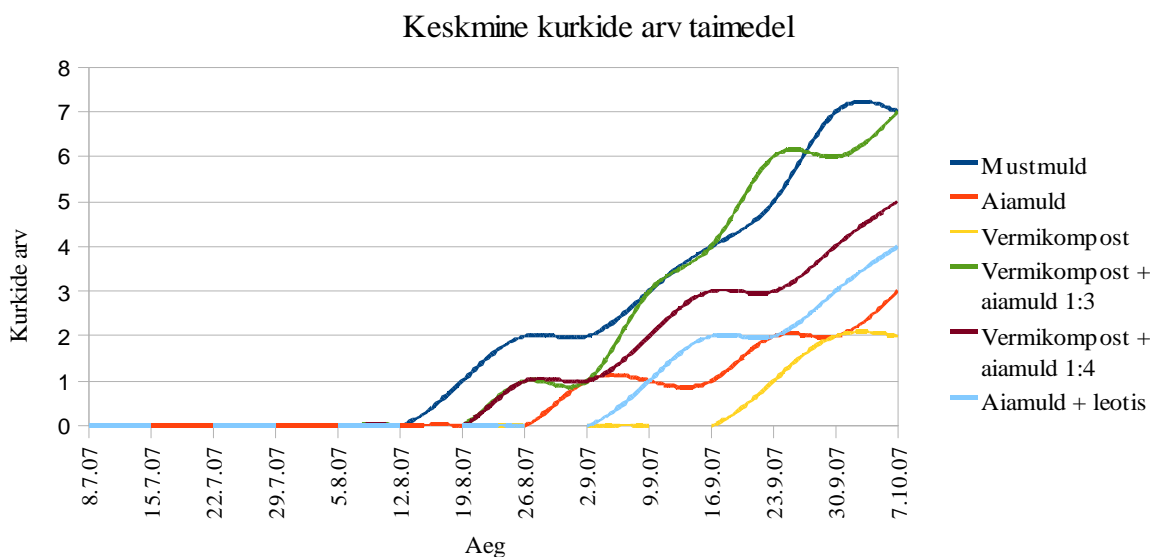


**Joonis 8. Keskmine õite arv kurgitaimedel**

Joonisel 9 on ära toodud kurgide arv erinevatel substraatidel. Esimene kurg kogu katse jooksul ilmus 19. augustil mustmullas kasvanud taimel. Järgmise nädala jooksul oli märgata kurke ka vermikomposti kahel segul. Kulus veel üks nädal, et puhtal aiavullal areneks välja üks kurg. Vermikompostis ja aiavullas mida kasteti vermikomposti leotisega tulemused, kasvanud taimed saagikus jäi kõige tagasihoidlikumaks. Leotisega hooldatud taimel ilmus esimene kurg 9. septembril ja vermikompostis kasvanud taimel kulus veel kaks nädalat oma esimese kurgi ilmumiseks, mis võis olla seotud ka tolmendajate vähesusega.

Siit võib järeldada, et puhas vermikompost ja vermikomposti leotisega hooldatud muld ei pruugi olla sobivaks kasvusubstraadiks, kui soovitakse suurt saaki saada. Ehkki õite arvu poolest ületasid nad mõlemad tavalises aiavullas kasvanud taime keskmist õite arvu. Suurema saagi saamiseks sobib eelkõige vermikomposti ja aiavulla segud, kuna katse lõppedes oli segus suhtes 1:3 kasvanud taimel keskmiselt 7 kurki. Sama tulemus oli ka mustmullal kasvanud taimel. Seega suure saagikuse saamiseks võib kasutada ka optimaalses koguses isevalmistatud vermikomposti. Katse lõpuks oli esimese kurgi suuruseks 6 cm (vt joonis 10). Kurgiks loeti kurke, mille suurus oli üle ühe sentimeetri (vt joonis 11).





**Joonis 9. Keskmine kurkide arv taimedel**



**Joonis 10. Kuuesentimeetrine kurk**

Autori fotod



**Joonis 11. Ühesentimeetrine kurk**

Katsete tulemuses selgub, et vermikomposti lisamine mullale suurendab taimekasvu, õitsemine algab varem ja saagikus suureneb. Puhta vermikomposti kasutamine kasvusubstraadina ei ole soovituslik, kuna see võib olla taime jaoks liiga vänge. Vänguse all mõeldakse liiga suurt hulka mikroorganisme ja liigniiskust, kuna värske vermikompost sisaldab palju vett. Katsete põhjal võib soovitada vermikomposti pigem väetisena ning seda peaks lisama optimaalselt- liiga vähe vermikomposti ei stimuleeri piisavalt taimekasvu ning liiga palju takistab taimekasvu. Kuna kontrolltaimi oli vähe ei saa sajaprotsendiliselt väita, et sellieid tulemusi annavad ka järgmised samalaadsed uurimised, kuna 3 taime puhul on võrdlemisi suur osa juhusel. Seega see valdkond vajaks põhjalikumaid uurimisi.

## KOKKUVÕTE

Uurimistöö eesmärgiks oli anda ülevaade vermikomposti olemusest, välja selgitada vermikomposti sobivus taimedele kasvusubstraadina ja uurida erinevate vermikompostist ning aiamullast segatud kasvusubstraatide seost taime kasvu ning saagikusega.

Vermikompostimine ehk vihmausskompostimine on lagunemisprotsess, kus toimub orgaanilise materjali biokeemilise lagundamise. Vihmaussid on protsessi peamised juhtijad, toimides mehaaniliste segistite ja peenestajatena.

Vermikompostimise positiivseteks külgedeks võib välja tuua mitmed asjaolud: suurendab mikroobikoosluse aktiivsust, stimuleerib taimekasvu, suurendab seemnete idanemist ning sümbioosi taime juurtega, pärsib taimehaigusi ja parandab taimekasvu. Vermikompostimiseks sobivad pea kõik orgaanilised jäätmed: näiteks olme-, tapamajajäätmed, linnu-, inimese-, loomasõnnik, reoveed ja seenekasvatusjäätmed, samuti sobivad ka orgaanilised jäätmed.

Vermikompostida saab nii sise- kui ka välistingimustes, peab looma vaid optimaalsed tingimused vihmaussidele: niiskuse sisaldus peaks olema vahemikus 50 kuni 90%, optimaalne temperatuur on vahemikus 15 kuni 25 kraadi, keskkonna pH peab olema vahemikus viis kuni üheksa, eelsitatult viis ning muld peab olema piisavalt õhustatud. Vihmaussidele sobiv keskkond tohib sisaldada ammoniaaki alla viie milligrammi grammi kohta ja alla 0,5 % anorgaanilisi soolaid. Parasvöötmes on peamiseks takistavaks teguriks vihmausskomposteerimisel välistingimustes jahe kliima, seda eriti talvel. Vihmaussiliikide valimisel tuleb lähtuda püstitatud eesmärgist ning vastavalt valitud liigile tuleb luua optimaalsed tingimused. Parasvöötmes vermikomposti tootmiseks on kõige sobivam liik *Eisenia foetida* ja *Eisenia andrei* ning proteiinisisöoda tootmiseks sobib *Dendrobaena veneta*.

Vermikompostimisel tekkinud saadus: vermikompost – on väga väärtuslik materjal, mida saab kasutada taimede väetamiseks ning seejuures puudub üleväetamise oht, kuna toode on täielikult looduslik ja tema viljakustase on keskmine. Vermikompostimisel on võimalik saada ka vihmausse proteiinisisöodaks.

Vihmausskompostist valmistatud vihmaussiteed kasutatakse taimehaiguste vastu ning taime kasvu suurendamiseks.

Uurimistöös läbiviidud katses selgus, et vermikomposti on võimalik kasutada kasvusubstraadina, kuid parima tulemuse saavutamiseks on soovitatav kasutada vermikomposti ja aiamulla segu optimaalses koguses. Katse edukust hinnati kurgitaimede pikkuse, õite ja kurkide arvu põhjal. Uurimistöös selgus, et kõige paremaid tulemusi annavad vermikomposti ja tavalise aiamulla segud erinevates suhetes. Antud juhul oli parimaks substraadiks vermikomposti ja aiamulla vahekord 1:3, häid tulemusi andis ka vahekord 1:4 ja aiamuld, mida kasteti regulaarselt vermikomposti leotisega. Puhta vermikomposti kasutamisel jäid tulemused kõige tagasihoidlikumaks, ent ometi ületasid need tulemused tavalises aiamullas kasvanud taimede kasvu ja saagikust. Ei tohiks mainimata jätta fakti, et mustmullas kasvanud taimed ületasid kõigis parameetrites teisi kasvusubstraate.

Kokkuvõtvalt – uurimistöo eesmärgiks oli tõestada vermikomposti sobivust keskkonnasõbraliku väetisena taimedele. Vermikomposteerimine võimaldab meil ära kasutada biolagunevaid jäätmeid ja luua mahepõllundusele uut tootmisvahendit. Loodetavasti populariseerib antud uurimistöo seda praktilist väljundit ning nii mõnigi õpilane hakkab oma kodus edukalt vermikompostima oma jäätmeid.

# RESÜMEE

## VERMKOMPOSTIMINE JA VERMIKOMPOSTI MÕJU TAIMEDELE

Vermikompostimine ehk vihmausskompostimine on lagunemisprotsess, kus toimub orgaanilise materjali biokeemilise lagundamine. Vihmaussid on protsessi peamised juhtijad, toimides mehaaniliste segistite ja peenestajatena. Lagunemisprotsessi käigus muutub orgaanilise materjali bioloogiline, keemiline ja füüsikaline olek. Vermikompostimise positiivseteks külgedeks võib välja tuua mitmed asjaolud: suurendab mikroobikoosluse aktiivsust, stimuleerib taimekasvu, suurendab seemnete idanemist ning sümbioosi taime juurtega, pärsib taimehaigusi ja parandab taimekasvu. Vermikompostimiseks sobivad pea kõik orgaanilised jäätmed. Vermikompostimise saadustena võib välja tuua vermikomposti, vihmaussid (proteiinisöödana) ja vihmaussitee.

Käesolevas uurimistöös kasutati erinevaid kasvusubstraate: A) tavaline aiavulda, B) mustmulda, C) vermikompost, D) vermikompost ja aiavulda suhtes 1:3, E) vermikompost ja aiavulda suhtes 1:4 ja F) aiavulda, mida kasteti regulaarselt vermikomposti leotisega. Katse kurgitaimedega viidi läbi kolmes korduses uurimistöös autori kodus.

Antud katses parimaks kasvusubstraadiks võib pidada vermikomposti ja aiavulla segu suhtes 1:3, kus taim oli katse lõpuks 2,5 korda pikem, keskmine õite arv taimel oli 1,7 korda ning keskmine kurkide arv oli 2,2 korda suurem kui tavalises aiavullas kasvanud taimel. Ent ometi jäi substraadi segu suhtes 1:3 mustmullas kasvanud kurgitaimedele alla kõikide parameetrite alusel. Kasvusubstraadile suhtes 1:3 järgnes paremuse poolest vermikomposti ja aiavulla segu suhtes 1:4, seejärel aiavulda, mida kasteti vermikomposti leotisega. Kõige tagasihoidlikuma tulemuse andis puhta vermikomposti kasutamine, ent ka tema tulemused ületasid tavalise aiavulla tulemusi.

Sellest võib järeldada, et vermikomposti kasutamine mõjutab kurgitaimede kasvu. Kõige paremini sobivad kasvusubstraadiks vermikomposti ja aiavulla segud optimaalses suhtes. Iga taimeliigi jaoks on arvatavasti erinev optimaalne segu suhe.

# SUMMARY

## VERMICOMPOSTING AND THE EFFECT ON VEGETATION

Vermicomposting, or sometimes referred to as worm composting, is a decomposition process, where biochemical breakdown of organic matter takes place. Earthworms are the main leaders of the process, acting as mechanical blenders and grinders. During the decomposition the biological, chemical and physical state of the organic matter changes. From the advantages of vermicomposting several positive aspects can be highlighted: it increases microbial activity, stimulates seed germination and symbiosis with plant roots, inhibits plant diseases and enhances vegetation. Almost all organic wastes are suitable for vermicomposting. The products of vermicomposting are vermicompost, worm casts, earthworms used as protein feed and worm tea.

In current research paper different soils were used: A) ordinary garden soil, B) chernozem, C) worm casts, D) worm casts and ordinary garden soil in terms 1:3, E) worm casts and ordinary soil in terms 1:4 and F) ordinary garden soil, that was moistened with worm tea. The experiment with cucumbers was carried out in triplicate in the home of the author.

As the experiment showed, the best soil was worm casts and ordinary garden soil in proportion 1:3, where at the end of the experiment the plant was 2.5 times taller, with the average number of blossoms 1.7 and average number of cucumbers 2.2 times bigger than on the plants that grew in the ordinary mould. However, the mould in proportion 1:3 was the second-best after the chernozem that exceeded it in all parameters. The third-best was mould in proportion 1:4, followed by the ordinary mould that was moistened with worm tea. Utilization of the pure worm cast gave the most modest results, although, they exceeded the results of the ordinary soil.

Hence we can conclude that utilization of vermicompost affects plants vegetation. The best soils are vermicompost and ordinary mould mixtures in optimal terms. Presumably, there are different compound terms for every species.

## KASUTATUD MATERJALID

1. Dominguez, J. (2004) State- of- the- Art and New Perspectives on Vermicomposting Research. Earthworm Ecology, edited by Edwards, C. A., Second Edition, CRC Press: USA, lk 402-421
2. Edwards, C. A., Arancon, N. Q. (2004) The Use of Earthworms in the Breakdown of Organic Wastes to produce Vermicomposts and Animal Feed Protein. Earthworm Ecology, edited by Edwards, C. A., Second Edition, CRC Press: USA, lk 356-371
3. Edwards, C. A., Bohlen, J. P. (1996) Biology and Ecology of Earthworms. Third Edition, Chapman, Hall, St Edmundsbury Press: Suffolk, lk 134-155
4. Frankel, Z. S. (2005) Worm Digests- Compost Tea or Leachate? Kättesaadav: <http://www.wormdigest.org/content/view/60/2/>, 28.12.2007
5. Globe õpetaja käsiraamat. Kättesaadav: <http://ael.physic.ut.ee/globe/Kasiraamat/>, 12.10.2007
6. Kale, R. D. (2004) The Use of Earthworms: Nature's Gift for Utilization of Organic Wastes in Asia. Earthworm Ecology, edited by Edwards, C. A., CRC Press: USA, lk 395-396
7. Kuresoo, T. (2002) Vermikompost ehk vihmausskompost.- Aed, nr 3, lk 49
8. Local Harvest- Worm Wranglers Worm Tea. Kättesaadav: <http://www.localharvest.org/store/item.jsp?id=4435>, 2.02.2008
12. Timm, T. (2002) Väsimatu kaevuri elu. – Eesti Loodus, jaanuar, nr 1, lk 13
9. White, E. Taimetoitlusest nii ja teisiti. Kättesaadav: <http://www.advent.ee/tervis/?op=artikkel&id=6>, 06.02.2008
10. Worm Tea- Does it Last? Benefits of Worm Tea (Continued). Kättesaadav: <http://www.yelmworms.com/compost-tea/page1.htm>, 2.02.2008

11. Worm Tea- Does it Last? Kättesaadav:

<http://www.yelmworms.com/compost-tea/>, 22.12.2007

## LISA 1 Vermikompostimisel kasutatavate vihmaussiliikide mõnede bioloogiliste aspektide võrdlus

	<i>Eisenia foetida</i>	<i>Eisenia andrei</i>	<i>Dendrobaena rubida</i>	<i>Dendrobaena veneta</i>	<i>Lumbricus rubellus</i>	<i>Drawida nepalensis</i>	<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
<b>Värvus</b>	pruun ja tuhmkollased	punane	Punakas violetne	Punakas ja tuhmkollased	punakas pruun	?	punakas pruun	punakas pruun
<b>Täiskasvanud isendi suurus</b>	4 kuni 8 mm x 50 kuni 100 mm	4 kuni 8 x 50 kuni 100 mm	3 kuni 4 x 35 kuni 60 mm	5 kuni 7 x 50 kuni 80 mm	4 x 70 kuni 150 mm	?	5 kuni 7 x 80 kuni 190 mm	4 kuni 5 x 45 kuni 70 mm
<b>Aeg suguküpsuse saabumiseni (päevades)</b>	28-30	21-28	54	65	74-91	34-42	40-49	28-42
<b>Kookonite arv (päevas)</b>	0,35-0,5	0,35-0,5	0,2	1,28	0,15	0,15	0,42-0,51	1,2-2,7
<b>Kookonite keskmine suurus</b>	4,85 x 2,82 mm	4,86 x 2,64 mm	3,19 x 1,97 mm	3,14 x 1,93 mm	?	?	?	?
<b>Inkubatsiooni aeg (päevades)</b>	18-26	18-26	15-40	42,1	24	24	12-16	18
<b>Koorunud isendite eluvõime (%)</b>	73-80	72	85	20	75-81	75-81	75-84	90
<b>Üsside arv kookonis</b>	2,5-3,8	2,5-3,8	1,67	1,1	1,93	1,93	2-2,7	1-1,1
<b>Iseviljastumine</b>	+	+	+	?	-	+	-	?
<b>Elutsükkel (päevades)</b>	45-51	45-51	75	100-150	120-170	100-120	50-70	40-50
<b>Äärmuslik ja optimaalne temperatuur</b>	25°C (0-35°C)	25°C (15-25°C)	?	25°C (15-25°C)	?	?	25°C (16-30°C)	25-37°C
<b>Äärmuslik ja optimaalne niiskus</b>	80-85% (70-90%)	80-85% (70-90%)	?	75% (65-85%)	?	?	80% (70-85%)	75-85%

Allikas: (Dominguez 2004: 408)



## LISA 2 Kurgitaimede pikkused (cm)

Kuupäev	Mustmuld				Aiamuld				Vermikompost			
	I A	I B	I C	Mustmuld	II A	II B	II C	Aiamuld	III A	III B	III C	Vermikompost
8.07.2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15.07.2007	7,0	8,0	7,0	7,3	4,0	4,0	3,0	3,7	3,5	2,5	3,0	3,0
22.07.2007	12,0	13,0	12,0	12,3	6,5	6,0	5,5	6,0	5,0	3,5	4,0	4,2
29.07.2007	23,0	25,0	22,0	23,3	8,5	8,0	7,5	8,0	6,0	5,0	5,5	5,5
5.08.2007	41,0	45,0	38,0	41,3	17,0	16,0	15,0	16,0	15,0	14,0	14,5	14,5
12.08.2007	69,0	72,0	65,5	68,8	27,0	32,0	26,0	28,3	28,0	26,0	26,0	26,7
19.08.2007	85,0	87,0	81,0	84,3	31,0	36,0	31,0	32,7	34,0	31,0	32,0	32,3
26.08.2007	96,5	103,0	87,0	95,5	32,0	38,0	35,0	35,0	37,5	34,5	37,0	36,3
2.09.2007	100,0	109,0	97,0	102,0	34,0	41,0	39,0	38,0	40,0	38,0	38,5	38,8
9.09.2007	107,0	114,0	103,0	108,0	35,0	42,0	42,0	39,7	44,0	39,5	40,5	41,3
16.09.2007	111,0	119,0	107,5	112,5	35,5	43,0	43,0	40,5	48,0	41,0	42,0	43,7
23.09.2007	114,0	121,0	112,0	115,7	36,0	44,0	43,5	41,2	50,0	44,0	44,0	46,0
30.09.2007	117,0	122,5	115,0	118,2	36,5	45,0	44,0	41,8	52,0	44,5	46,0	47,5
7.10.2007	118,0	124,0	117,0	119,7	37,0	46,0	44,0	42,3	53,0	45,0	47,0	48,3

Allikas: Autori andmed

## Kurgitaimede pikkused (cm)

Kuupäev	Vermikompost + aiamuld 1:3				Vermikompost + aiamuld 1:4				Aiamuld + leotis			
	IV A	IV B	IV C	Vermikompost + aiamuld 1:3	V A	V B	V C	Vermikompost + aiamuld 1:4	VI A	VI B	VIC	Aiamuld + leotis
8.07.2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15.07.2007	5,0	5,0	5,5	5,2	6,0	5,0	5,0	5,3	3,5	4,0	4,0	3,8
22.07.2007	10,0	9,0	11,5	10,2	9,5	8,0	10,0	9,2	5,0	5,0	6,0	5,3
29.07.2007	16,0	15,5	18,0	16,5	14,0	12,5	15,0	13,8	5,5	8,5	9,5	7,8
5.08.2007	37,0	33,5	38,0	36,2	32,5	31,5	34,0	32,7	16,0	19,0	23,0	19,3
12.08.2007	62,0	56,0	65,0	61,0	55,5	53,0	57,0	55,2	33,5	34,0	37,0	34,8
19.08.2007	77,5	76,5	80,0	78,0	70,0	67,0	72,5	69,8	40,5	42,0	46,0	42,8
26.08.2007	82,0	84,5	86,0	84,2	79,0	73,0	82,0	78,0	47,0	49,0	54,0	50,0
2.09.2007	89,0	89,5	93,0	90,5	85,0	78,0	88,0	83,7	52,0	54,0	60,0	55,3
9.09.2007	94,0	94,5	98,0	95,5	89,0	80,0	93,0	87,3	55,0	56,5	63,0	58,2
16.09.2007	97,0	98,0	103,5	99,5	93,0	82,0	95,5	90,2	63,5	58,0	65,0	62,2
23.09.2007	102,0	102,0	108,0	104,0	94,0	83,0	97,0	91,3	66,0	62,0	69,0	65,7
30.09.2007	106,0	108,5	113,5	109,3	95,0	84,0	97,0	92,0	67,0	64,0	71,0	67,3
7.10.2007	107,0	109,0	114,0	110,0	96,0	84,0	98,0	92,7	68,0	65,0	72,0	68,3

Allikas: Autori andmed

### LISA 3 Kurgitaimede keskmine õite arv taimedel

<b>Kuupäev</b>	<b>Mustmuld</b>	<b>Aiamuld</b>	<b>Vermikompost</b>	<b>Vermikompost + aiamuld 1:3</b>	<b>Vermikompost + aiamuld 1:4</b>	<b>Aiamuld + leotis</b>
<b>8.07.2007</b>	0	0	0	0	0	0
<b>15.07.2007</b>	0	0	0	0	0	0
<b>22.07.2007</b>	0	0	0	0	0	0
<b>29.07.2007</b>	0	0	0	0	0	0
<b>5.08.2007</b>	2	0	0	1	0	0
<b>12.08.2007</b>	8	2	0	5	4	0
<b>19.08.2007</b>	23	7	1	17	12	3
<b>26.08.2007</b>	32	12	2	28	19	8
<b>2.09.2007</b>	37	15	4	34	24	10
<b>9.09.2007</b>	46	11	7	42	29	17
<b>16.09.2007</b>	38	13	13	39	32	25
<b>23.09.2007</b>	36	13	14	36	27	24
<b>30.09.2007</b>	33	12	16	32	23	19
<b>7.10.2007</b>	32	10	15	27	17	16

Allikas: Autori andmed

## LISA 4 Keskmise kurkide arv taimedel

Kuupäev	Mustmuld	Aiamuld	Vermikompost	Vermikompost + aiamuld 1:3	Vermikompost + aiamuld 1:4	Aiamuld + leotis
8.07.2007	0	0	0	0	0	0
15.07.2007	0	0	0	0	0	0
22.07.2007	0	0	0	0	0	0
29.07.2007	0	0	0	0	0	0
5.08.2007	0	0	0	0	0	0
12.08.2007	0	0	0	0	0	0
19.08.2007	1	0	0	0	0	0
26.08.2007	2	0	0	1	1	0
2.09.2007	2	1	0	1	1	0
9.09.2007	3	1	0	3	2	1
16.09.2007	4	1	0	4	3	2
23.09.2007	5	2	1	6	3	2
30.09.2007	7	2	2	6	4	3
7.10.2007	7	3	2	7	5	4

Allikas: Autori andmed

## LISA 5 Kurgitaimede kaal koos substraadi ja veega

Kuupäev	Mustmuld				Aiamuld				Vermikompost			
	I A	I B	I C	Mustmuld	II A	II B	II C	Aiamuld	III A	III B	III C	Vermikompost
8.07.2007	400	400	400	400	630	630	630	630	700	700	700	700
15.07.2007	426	424	420	423	637	637	636	637	705	703	703	704
22.07.2007	463	452	443	453	644	648	647	646	709	712	707	709
29.07.2007	495	514	475	495	651	657	654	654	714	719	711	715
5.08.2007	529	537	523	530	687	692	689	689	743	752	738	744
12.08.2007	564	582	559	568	712	724	717	718	784	764	761	770
19.08.2007	597	609	585	597	727	737	733	732	816	789	798	801
26.08.2007	581	605	578	588	724	732	727	728	823	802	810	812
2.09.2007	572	586	564	574	715	724	719	719	814	798	807	806
9.09.2007	557	552	543	551	706	719	704	710	803	796	793	797
16.09.2007	514	516	507	512	693	701	679	691	794	783	773	783
23.09.2007	467	509	482	486	676	688	681	682	771	761	756	763
30.09.2007	441	462	426	443	656	659	665	660	742	737	731	737
7.10.2007	430	448	413	430	645	643	651	646	713	728	715	719

Allikas: Autori andmed

Kurgitaimede kaal koos substraadi ja veega

Kuupäev	Vermikompost + aiamuld 1:3				Vermikompost + aiamuld 1:4				Aiamuld + leotis			
	IV A	IV B	IV C	Vermikompost + aiamuld 1:3	V A	V B	V C	Vermikompost + aiamuld 1:4	VI A	VI B	VIC	Aiamuld + leotis
8.07.2007	670	670	670	670	650	650	650	650	630	630	630	630
15.07.2007	693	694	690	692	668	673	663	668	638	637	638	638
22.07.2007	729	721	712	721	703	692	701	699	647	651	649	649
29.07.2007	763	771	743	759	734	741	732	736	654	663	658	658
5.08.2007	794	784	791	790	768	756	762	762	694	702	699	698
12.08.2007	829	804	826	820	804	774	787	788	719	729	717	722
19.08.2007	863	847	849	853	837	821	813	824	734	746	738	739
26.08.2007	845	878	852	858	820	853	821	831	729	754	763	749
2.09.2007	837	854	839	843	810	823	814	816	715	731	748	731
9.09.2007	822	821	815	819	799	791	801	797	706	725	727	719
16.09.2007	779	785	773	779	756	757	761	758	694	710	715	706
23.09.2007	729	773	748	750	708	744	723	725	683	699	703	695
30.09.2007	704	731	699	711	683	706	689	693	664	672	675	670
7.10.2007	697	714	687	699	671	689	682	681	648	645	653	649

Allikas: Autori andmed