

FINALE VERSLAG

ABATTOIR VASTE AFVAL: ONTWIKKELING EN IMPLEMENTERING VAN 'N BEHANDELINGSTELSEL

deur

**J H NELL
M VAN DER MERWE**

Divisie vir Watertegnologie
WNNR
Abattoirkorporasie

WNK NO. 277/1/92
ISBN 1 874858 55 1

OPSOMMING

Nege eksperimentele lopies is by die Kimberley abattoir uitgevoer om die komposteerbaarheid van pensmis te bepaal. Deur gebruik te maak van vullingsmateriale wat op die terrein beskikbaar was (kraalmis, gras en houtskaafsels) kon mengsels voorberei word wat voldoen het aan die chemiese en fisiese vereistes van kompostering deur middel van suigbelugting. Resultate het getoon dat die proses relatief ongevoelig is vir veranderinge in samestelling van die lopies. Alle lopies het 'n aanvaarbare eindproduk gelewer in terme van estetiese voorkoms, pasteurisasie, stabilisasie, ondersteuning van ontkieming en gewasgroei. Sorg moet egter gedra word dat oormatige uitdroging van die komposterende materiaal as gevolg van meganiese belugting nie die dekomposisietempo verlaag nie. Ontwerpkriteria vir volskaalse bedryf word gegee.

SUMMARY

Nine experimental runs were completed at the Kimberley abattoir to determine the compostability of paunch manure. By using filler materials available on site (kraal manure, grass and wood shavings) mixtures could be prepared which complied with the chemical and physical requirements of force-aerated composting. Results have shown that the process is relatively tolerant to changes in composition of the runs. All runs produced an acceptable endproduct in terms of aesthetical appearance, pasteurisation, stabilisation and support of germination and crop growth. Care must however be taken that excessive drying of the composting material due to mechanical aeration does not lower the decomposition rate. Design criteria for full-scale operation are given.

oooOooo

DANKBETUIGINGS

Die skrywers wil graag die volgende persone en instansies bedank vir hulle belangrike bydraes:

- (i) Die Suid-Afrikaanse Abattoirkorporasie wat die studie aangevra en geborg het;
- (ii) Mnr L Boshoff wat namens die Suid-Afrikaanse Abattoirkorporasie die ondersoek gelei het;
- (iii) Mnre G Bower en A Sherriff van die Kimberley Abattoir vir hulp en ondersteuning;
- (iv) Mnr A J du Toit van die Divisie vir Watertegnologie in Stellenbosch vir ondersteuning;
- (v) Mnre J M Louw en A Pascall vir chemiese ontledings;
- (vi) Mej M Franck vir mikrobiologiese ontledings;
- (vii) Mev M du Toit vir voorbereiding van die manuskrip.

oooOooo

INHOUDSOPGAWE

OPSOMMING/SUMMARY	(i)
DANKBETUIGINGS	(ii)
1. INLEIDING	1
2. OMVANG VAN ONDERSOEK	1
2.1 Fase 1: Karakterisering	1
2.2 Fase 2: Eksperimenteel	2
2.3 Fase 3: Ingebruikstelling	2
3. AANBEVELINGS VAN FASE 1	2
4. MODUS OPERANDI	2
4.1 Eksperimenteel	2
4.2 Materiale	3
4.3 Ontledings	3
5. RESULTATE EN BESPREKING	3
5.1 Reeks 1	3
5.2 Reeks 2	6
5.3 Reeks 3	7
6. GEVOLGTREKKINGS	9
7. AANBEVELINGS	9
8. VERWYSINGS	10
TABELLE	
ADDENDA	

1. INLEIDING

Die abattoirnywerheid in Suid Afrika produseer ongeveer 200 duisend ton vaste afval per jaar (Binnie en Vennote, 1984). Tradisioneel word hierdie materiaal hoofsaaklik begrawe of op land weggedoen. Hierdie metodes ondervind egter al hoe meer weerstand van omgewingsbewuste groepe en instansies. Alternatiewe beskikkingsmetodes is beperk tot verbranding, dierevoedselherwinning en kompostering vir landboukundige benutting. Eersgenoemde twee metodes het die nadeel van hoë koste en onderontwikkelde tegnologie. Kompostering hou die meeste belofte in (Keeley en Skipper, geen datum), maar pogings om vaste abattoirafval te komposteer het in die verlede gefaail ten spyte van die feit dat vaste abattoirafval as sulks 'n hoë biologiese afbreekbaarheidskoëffisiënt het. Hierdie resultate was die gevolg van gebrekkige metodiek wat lae porositeit met gevolglike oorlasprobleme tot gevolg gehad het (Oostrom *et al*, geen datum).

Die tegnologie van gemeganiseerde kompostering het die afgelope vyftien jaar groot vordering getoon (Nell en Ross, 1987). Die gebruik van vullingsmateriale kan nou koolstof : stikstof (C/N)-verhouding, porositeit en strukturele integriteit verbeter, terwyl die belugte statiese hoop-tegniek versnelde ontbinding en die uitskakeling van gereelde omkeer van hope tot gevolg het. Die resultaat is 'n droë, stabiele en ontsmette eindproduk met waardevolle landboukundige eienskappe.

Die Abattoirkorporasie het gevolglik die Divisie vir Watertegnologie (DWT) van die WNNR versoek om die behandeling van vaste abattoirafval (hoofsaaklik pens- en kraalmis en sentrifugeslyk) deur middel van geforseerde belugtingskompostering (GBK) te ondersoek (Kyk Addendum I).

2. OMVANG VAN DIE ONDERSOEK

Die DWT het voorgestel dat die ondersoek in drie fases afgehandel word wat soos volg weergegee kan word:

2.1 Fase 1: Karakterisering van Vaste Afval

Gedurende hierdie fase word saamgestelde monsters van pens- en kraalmis vanaf die Johannesburg, Pyramied en Kimberley abattoirs asook sentrifugeslyk vanaf die Johannesburg abattoir chemies, fisies en mikrobiologies ontleed. Die resultate word beoordeel in terme van die vereistes vir GBK (Addendum I) en die nodige verstellings wat benodig mag word, word bepaal. Behoeftes vir die tweede fase van die ondersoek word aangetoon.

2.2 Fase 2: Eksperimentele ondersoek

Die tweede fase behels die bedryf en monitering van prototipe lopies by 'n uitgesoekte abattoir volgens die vereistes wat gedurende die eerste fase bepaal is. Veranderlikes soos belugtingstempo, tydperk van belugting, vrye lugruimte en hoopkonfigurasie word getoets, terwyl proseskonstantes soos afbreekbaarheidskoëffisiënt (k_r) en afdodingskoëffisiënt (k_d) bereken word. Die ontwerp- en bedryfsparameters vir volskaalse bedryf word opgestel vir gebruik gedurende Fase 3.

2.3 Fase 3: Ingebruikstelling

Nadat die lewensvatbaarheid van die GBK-proses vir vaste abattoirafval bepaal is word die proses op volskaal by 'n uitgesoekte abattoir toegepas. Die DWT staan die Abattoirkorporasie vir 'n tydperk van 6 maande by met konsultasie en analitiese dienste om ingebruikstelling so glad as moontlik te laat verloop.

Op versoek van die Abattoirkorporasie het die DWT die eerste fase uitgevoer en 'n verslag geproduseer (Nell en van der Merwe, 1988).

3. AANBEVELINGS VAN FASE 1

Vaste abattoirafval (pens-, kraalmis en sentrifugeslyk waar van toepassing) is nie komposteerbaar sonder die byvoeging van 'n amendament by enigeen van die drie abattoirs wat ondersoek is nie. Beperkte vrye lugruimte, termodinamiese wanbalans (W-verhouding) en hoe C/N-verhoudings moet reggestel word voordat kompostering suksesvol uitgevoer kan word (Nell en van der Merwe, 1988).

Daar word voorgestel dat Fase 2 uitgevoer word by 'n abattoir wat gerieflik geleë is vir beide die Abattoirkorporasie en die DWT en waar voldoende vullingsmateriaal beskikbaar is. Na oorweging het die Abattoirkorporasie bevind dat die Kimberley abattoir die mees geskikte is alhoewel slegs houtskaafsels en gras wat op die terrein afgesny is as vullingsmateriaal beskikbaar was. Die nodige eksperimente is gevolglik deur die DWT op Kimberley uitgevoer. Hierdie verslag bespreek die resultate van hierdie ondersoek.

4. MODUS OPERANDI

4.1 Eksperimentele Prosedure

Die ondersoek is in 3 reekse verdeel. Reeks 1 het bestaan uit 4 eksperimentele lopies wat identies vermeng is en van dieselfde grootte (3 m^3) was. Verskillende belugtingstempo's is egter gebruik (kyk Tabel 1). Reeks 2 het uit 'n verdere 4

lopies van 3 m^3 elk bestaan maar het verskillende hoeveelhede van dieselfde bestanddele bevat (kyk Tabel 2). Gedurende Reeks 3 is 'n enkele volskaalse verlengde lopie (10 m^3) onder optimale toestande volgens die bevindinge van die vorige twee reekse uitgevoer (kyk Tabel 3).

Hopies is gekonstrueer deur 'n 10 cm dik laag vullingsmateriaal skyfvormig (Reekse 1 en 2) of vierkantig (Reeks 3) op 'n betonblad as basis neer te lê en 'n geperforeerde belugtingspyp (10 cm deursnit) in die vullingsmateriaal te plaas (kyk Fig 1). Nadat die komposmengsel op die basis gegooi is is die hoop met 'n 10 cm laag vullingsmateriaal (Reeks 1) of verouderde kompos (Reekse 2 en 3) bedek. Hopies was dus kegelvormig in die geval van Reekse 1 en 2 maar langwerpig in die geval van Reeks 3.

Die hope is belug deur middel van suiging vir 'n tydperk van 21 dae waarna belugting afgeskakel is en die hope in dieselfde posisie gelaat is vir 'n verdere 21 dae van veroudering. Waaiers is deur die DWT verskaf terwyl Kimberley abattoir die arbeid voorsien het. Temperatuur is daaglik deur abattoirpersoneel gemeet.

4.2 Materiale

Houtskaafsels is vanaf 'n nabygeleë houtfabrikant verkry terwyl gras wat op die terrein afgesny is in hope versamel is vir gebruik in die eksperimente. Pens- en kraalmis is deur Kimberley abattoir verskaf.

4.3 Ontledings

Monsters is aan die begin en daarna weekliks deur abattoirpersoneel geneem en per lugpos in koelsakke na die DWT in Stellenbosch gestuur. Onmiddelik na ontvangs is die monsters chemies (pH, vaste stowwe, vlugtige vaste stowwe, Kjeldahlstikstof, totale P en totale K) en mikrobiologies (totale kolivorme, fekale kolivorme, fekale streptokokke, *Salmonellae*, kolifage en *Ascaris lumbricoides* ova) ontleed volgens gestandaardiseerde DWT metodes. Massadigtheid is ook bepaal en C/N-verhouding, W-verhouding en vrye lugruimte bereken.

5. RESULTATE EN BESPREKING

5.1 Reeks 1

Chemiese resultate word in Addendum II weergegee, terwyl Addenda III en IV mikrobiologiese resultate en temperatuurdata respektiewelik aantoon.

5.1.1 *pH*

Al vier lopies van Reeks 1 het alreeds met aanvang 'n alkaliese pH van amper 8 getoon (kyk Addendum II). Die pH het verder gestyg gedurende dekomposisie en in die geval van Lopies 2 en 3 is selfs waardes van 9 of hoër aangeteken. Daar bestaan geen twyfel dat hierdie hoë pH's die komposteringsproses vertraag nie, maar die vertraging is onvermydelik en heelwaarskynlik nie van groot omvang nie.

5.1.2 *Voggehalte*

Indien aangeneem word dat 'n voggehalte van 40 persent (totale vaste stowwe inhoud van 60 persent) die minimum is vir optimale dekomposisie het al vier lopies na slegs 10 dae nie meer optimaal gekompoteer nie. So 'n situasie is die gevolg van 'n lae aanvanklike voggehalte en/of oormatige droging as gevolg van belugting. Lopies 3 en 4 wat albei relatief hoe belugtingstempo's gehad het toon dan ook die laagste voggehalte aan die einde van die eksperiment terwyl Lopie 1 wat nie meganies belug is nie die hoogste voggehalte gehad het (Addendum II). Hierdie resultate toon die belangrikheid van aanvanklike voggehalte en kompromittante belugting. Dit blyk dat aanvanklike voggehaltes van 51, 55, 66 en 61 persent respektiewelik vir Lopies 1 tot 4 moontlik oormatige uitdroging sou voorkom het.

5.1.3 *Vrye lugruimte*

Die vrye lugruimtewaarde van al die lopies was 0,6 met die aanvang van die eksperiment (kyk Tabel 4). Hierdie waarde is hoog en reflekteer die lae voggehalte van die lopies aan die begin van die eksperiment. Die hoë porositeit het heelwaarskynlik ook 'n bydrae gemaak tot die hoë uitdrogingstempo in die vorige paragraaf genoem.

5.1.4 *W-verhouding*

Die eksperiment is begin met 'n W-verhouding van 1,9 vir al die lopies (kyk Tabel 4). Hierdie waarde is heelwat laer as die vereiste maksimum van 10 wat verseker het dat genoeg hitte-energie beskikbaar is vir verdamping van vog (droging) en verhoging van die temperatuur van die biomassa.

5.1.5 *Stabilisasie*

In terme van afbraak van vlugtige vaste stowwe (stabilisasie) het Lopies 1 en 3 die beste gevaar (Addendum II). Wat nutrientverliese betref het Lopies 2 en 4 egter die minste stikstof verloor en die hoogste fosfaatkonsentrasies aan die einde van die eksperiment getoon. Kaliumkonsentrasies en C/N-verhoudings het nie beduidend tussen lopies verskil nie. Al die lopies het egter 'n bevredigende eindproduk gelewer ten spyte van oormatige uitdroging.

5.1.6 *Pasteurisasie*

Lopie 1 het die hoogste temperature getoon met Lopies 2 en 3 die laagste (Addendum IV). Gedurende veroudering (dag 22 tot dag 42) was temperature van al die lopies egter na aanmekaar. Die hoë temperature van Lopie 1 is heelwaarskynlik die gevolg van minder afkoeling (geen belugting) as by die ander lopies. Temperature korreleer nie met disinfeksie nie. In terme van die uitwissing van totale en fekale kolivorme het Lopie 2 die beste resultate getoon ten spyte van laer temperature (Addendum IV). Met al die lopies is egter betekenisvolle verlagings in getalle verkry. Kolifage was na slegs 10 dae by alle lopies afwesig. Fekale streptokokke het wisselende resultate getoon maar is nogtans in alle gevalle beduidend verminder. *Salmonellae* en *Ascaris lumbricoides* ova was afwesig in alle monsters insluitende die beginmonsters. Rondewurmeiers van 'n ander spesie as *Ascaris lumbricoides* was teenwoordig in beide die pens- en kraalmis wat aanvanklik gebruik is terwyl *Trichuris trichuria* ova in die gesteriliseerde pensmis waargeneem is. Die lewensvatbaarheid van hierdie eiers kon nie bepaal word nie. Geen parasieteiers het egter na die eerste 10 dae in enige hoop voorgekom nie.

5.1.7 *Oorlasprobleme*

Geen afstootlike reuke is by enige hoop waargeneem nie. Gedurende die eerste week van die eksperiment is vlieë op al die hope opgemerk, maar geen broeiery het plaasgevind nie. Nadat die bedekkingslaag (houtskaafsels) se dikte verdubbel is tot 10 cm het vlieë egter heeltemaal verdwyn.

5.1.8 *Gevolgtrekking*

Die byvoeging van beskikbare vullingsmateriaal het vrye lugruimte, W-verhouding en C/N-verhouding tot optimaal gekorrigeer. Voggehalte was met die aanvang van die eksperiment net voldoende maar meganiese suigbelugting gekoppel aan hoë porositeit het die hope vinnig uitgedroog veral teen die hoër belugtingstempo's. Alhoewel die lae voggehalte en die hoe pH's voorkom het dat biologiese dekomposisie teen die maksimum tempo verloop is 'n aanvaarbare eindproduk in alle gevalle verkry.

Op grond van mikrobiologiese oorweginge moet Lopie 2 as die mees geslaagste aanvaar word. Lopie 4 het egter die beste (pH en nutrientverliese) of tweede beste (vlugtige stowwe afbraak en temperatuur) gevaar in terme van stabilisasie. Voorlopig word aanvaar dat stabilisasie die meer belangriker oorweging is en die eksperimentele lopies van Reeks 2 sal dus 'n belugtingstempo van 12 m³ per droë ton per uur ontvang.

5.2 Reeks 2

Chemiese resultate word in Addendum V getoon terwyl Addenda VI en VII mikrobiologiese en temperatuurdata weergee.

5.2.1 *pH*

Soos gedurende die vorige reeks was die aanvanklike pH van al vier lopies van Reeks 2 ook alkalies (Addendum V). Behalwe in die geval van Lope 7 het pH gedaal gedurende dekomposisie, maar finale pH-waardes was egter nog steeds alkalies.

5.2.2 *Voggehalte*

As gevolg van die verskillende samestellings van die vier lopies het aanvanklike voggehaltes ietwat verskil (kyk Addendum V). Waardes was nogtans nader aan optimaal as wat die geval was met die lopies van Reeks 1. Belugting het dus slegs in die geval van Lope 5 die voggehalte tot onder 40 persent laat daal.

5.2.3 *Vrye lugruimte*

As gevolg van hoër voggehaltes was vrye lugruimte ietwat laer as tydens die vorige reeks lopies maar dit was nogtans voldoende vir suigbelugting.

5.2.4 *W-verhouding*

Die W-verhouding van al die lopies was laer as die maksimum van 10 wat benodig word vir voldoende droging en temperatuurstyging. 'n Maksimum temperatuur van 60 °C is deur Lope 8 behaal (laagste W-verhoudings) terwyl Lopies 5 en 6 met ietwat hoër W-verhoudings slegs 56 en 50°C respektiewelik bereik het (Addendum VII). Lope 7 het egter ook 'n maksimum temperatuur van 60°C bereik ten spyte van 'n relatief hoë W-verhouding van 6,1. Hierdie anomaliese resultaat is heelwaarskynlik die gevolg van 'n onverteenvoordigende beginmonster wat bevestig word deur afwykende vlugtige vaste stowwe resultate.

5.2.5 *Stabilisasie*

Dekomposisie van organiese materiaal (vlugtige vaste stowwe) was hoog in die geval van Lope 6 (Addendum V). Lopies 5 en 8 het geen verandering in vlugtige stowwekonsentrasies getoon nie terwyl Lope 7 'n styging getoon het wat soos reeds genoem moontlik op 'n onverteenvoordigende beginmonster vir hierdie lope dui. Geen stikstofverlies is in die geval van Lope 5 waargeneem nie. Fosfaat- en kaliumkonsentrasies het ook weinig verander gedurende hierdie lope. Die ander drie lopies het almal 'n styging in fosfaat- en 'n daling in kaliumkonsentrasies getoon. Die eindproduk van al die lopies was egter aanvaarbaar in terme van estetiese voorkoms en afwesigheid van oorlasprobleme.

5.2.6 *Pasteurisasie*

Geen *Salmonellae* of *Ascaris* ova is in enige monster gevind nie (Addendum VI). Kolifage was aanvanklik wel teenwoordig maar is uitgewis gedurende kompostering in die geval van al die lopies. Alhoewel fekale kolivorme en streptokokke in die eindproduk van Lopies 6, 7 en 8 teenwoordig was is getalle grootliks verminder gedurende kompostering. Lopie 5 het egter geen meer indikatorpatogene in die eindproduk bevat nie wat moontlik toegeskryf kan word aan 'n laer pensmisfraksie.

5.2.7 *Oorlasprobleme*

Geen probleme is met vliegbroeiery of reuke ondervind nie.

5.2.8 *Gevolgtrekkings*

Die byvoeging van vullingsmateriale het soos met die vorige reeks eksperimente vrye lugruimte, termodinamiese balans en C/N-verhouding reggestel vir optimale dekomposisie maar met Reeks 2 is ook daarin geslaag om aanvanklike voggehalte sodanig te verhoog dat uitdroging as gevolg van belugting dekomposisie nie benadeel het nie. Alhoewel resultate te verspreid was om enigeen van die eksperimentele samestellings as die mees suksesvolste uit te wys is 'n bevredigende eindproduk in alle gevalle verkry wat toon dat die proses 'n wye spektrum van samestellings kan hanteer. Gevolglik is besluit dat die samestelling van die volskaalse lopie (Reeks 3) gebasseer sal wees op die verhouding waarin die materiale normaalweg op die terrein beskikbaar is. Hierdie verhouding stem ooreen met die van Lopie 7 van Reeks 2.

5.3 **Reeks 3**

Chemiese en mikrobiologiese resultate van die enigste (volskaalse) lopie van Reeks 3 word in Addenda VIII en IX weergegee terwyl temperatuurdata in Addendum X aangetoon word.

5.3.1 *pH*

Die pH van hierdie lopie het soos voorheen alkalies begin maar verder gestyg gedurende dekomposisie.

5.3.2 *Voggehalte*

Die voggehalte was hoog om mee te begin (74,8 persent) en het dus nie laer as die minimum waarde van 40 persent gedaal nie (kyk Addendum VII). Alhoewel die aanvanklike voggehalte miskien as te hoog gereken mag word blyk dit noodsaaklik

te wees om te verhoed dat suigbelugting die materiaal te gou uitdroog. Aangesien vrye lugruimte en W-verhouding ook nie nadelig beïnvloed is deur die hoë voggehalte nie (kyk paragrawe 5.3.3 en 5.3.4) word daar voorgestel dat 'n voginhoud van so hoog as 75 persent altyd gebruik word.

5.3.3 *Vrye lugruimte*

Die hoë aanvanklike voggehalte het 'n vrye lugruimte van slegs 0,4 tot gevolg gehad wat egter nog hoog genoeg was vir die doeleindes van geforseerde belugting (kyk Tabel 4).

5.3.4 *W-verhouding*

Die W-verhouding van 6,1 was hoër as tydens die vorige reeks maar steeds heelwat laer as die maksimum vereiste van 10 (kyk Tabel 4). 'n Maksimum temperatuur van 60°C is gevolglik behaal.

5.3.5 *Stabilisasie*

Daling in organiese materiaalinhoud het 'n berekende afbreekbaarheidskoëffisiënt (kr) van 0,77 tot gevolg gehad (Tabel 5). Die ontkiemings- en groei-indekse van die eindproduk was gevolglik goed. Nutrientverliese was minimaal.

5.3.6 *Pasteurisasie*

Alhoewel geen *Ascaris* ova in enige monsters gevind kon word nie is *Trichuris trichiura* eiers na 14 dae opgemerk (Addendum IX). Hierdie soort parasieteiers is egter teen die einde van die eksperiment nie weer gevind nie. Anders as voorheen was *Salmonellae* (Tipe E4) in die beginmonster teenwoordig maar ook hierdie patogeen is gedurende kompostering vernietig. Kolifage is ook weereens uitgewis terwyl die getalle van fekale kolivorme en streptokokke beduidend verminder is.

5.3.7 *Oorlasprobleme*

Geen oorlasprobleme is gedurende die eksperiment waargeneem nie.

5.3.8 *Gevolgtrekkings*

Die byvoeging van vullingsmateriaal het 'n mengsel tot gevolg gehad wat voldoen het aan die chemiese en fisiese vereistes van meganies-belugte kompostering. 'n Relatief hoe kr-waarde is verkry wat voldoende was om 'n gestabiliseerde en gedisinfecteerde eindproduk te lewer.

6. GEVOLGTREKKINGS

Met die vullingsmateriale (kraalmis, houtskaafsels en gras) wat op die terrein van die Kimberley Abattoir beskikbaar was kon die chemiese en fisiese eienskappe van die pensmis sodanig verander word dat dit voldoen het aan die vereistes van suksesvolle meganiese-belugte kompostering.

Verskille in samestelling van eksperimentele lopies asook wisselende belugtingstempo's het nie altyd ooreenkomstige verskille in afbraaktempo's tot gevolg gehad nie maar die eindprodukte van al die lopies was nogtans aanvaarbaar in terme van estetiese voorkoms en afwesigheid van afstootlike reuke. Hierdie resultate toon dat die proses redelik ongevoelig is vir beduidende veranderinge in samestelling van die biomassa. Die volskaalse lopie wat vermeng is volgens die verhouding waarin die bestanddele beskikbaar is het 'n afbreekbaarheidskoëffisiënt van 0,77 getoon en 'n gepasteuriseerde en gestabiliseerde eindproduk gelewer wat saadontkieming en gewasgroei goed ondersteun het.

Teen die optimale belugtingstempo van 12 m per droë ton per uur is daar 'n gevaar dat oormatige uitdroging van die biomassa kan voorkom wat dekomposisietempo sal verlaag. Om dit te vermy blyk 'n aanvanklike voggehalte van ongeveer 75 persent nodig te wees.

Alhoewel fekale kolivorme en streptokokke nie heeltemaal deur kompostering vernietig is nie het omvattende verlagings in getalle van hierdie organismes voorgekom. Kolifage en *Salmonellae* (wanneer teenwoordig) is egter uitgewis. Geen *Ascaris* ova is ooit in enige monster gevind nie maar *Trichuris trichuria* eiers is in twee gevalle waargeneem. Hierdie parasieteiers is egter vernietig en was nie in die eindproduk van enige lopie teenwoordig nie. Die higiëniese kwaliteit van die eindproduk vergelyk goed met die van rioolslyk- en huisafvalkompos en word dus as geskik vir algemene gebruik beskou.

7. AANBEVELINGS

Die resultate wat gedurende Fase 2 van die ondersoek verkry is het getoon dat vaste abattoirafval met sukses gekomposteer kan word. Hierdie bevinding bevestig die resultate wat deur Keeley en Skipper (geen datum) verkry is. Daar word dus aanbeveel dat so gou as moontlik met Fase 3 van die ondersoek voortgegaan word. Hierdie fase behels die volskaalse toepassing van kompostering vir die behandeling van pens- en kraalmis (kyk Tabel 6). Voordat daar egter met hierdie stap voortgegaan kan word is dit nodig dat die nodige infrastruktuur geskep word veral ten opsigte van die beskikbaarheid van vullingsmateriale. Dit is ook nou die geleë tyd om aandag te skenk aan die bemerking van die eindproduk.

8. VERWYSINGS

- BINNE EN VENNOTE (1984). Solid Waste Management in the Abattoir and Food Processing Industries. Volumes 1 and 2. *Verslag voorgelê aan die Korporatiewe Wetenskaplike Program van die WNNR.*
- KEELEY, G.M. EN SKIPPER, J.L. (geen datum). The Use of Thermophylic Composting for the Stabilisation of Primary Meat Waste Solids. *Afdruk voorsien deur Waternavorsingskommissie.*
- NELL, J.H. EN ROSS, W.R. (1987). Forced-aeration Composting of Sewage Sludge; Prototype Study. *WNNR-verslag Nr. CWAT 71.*
- NELL, J.H. EN VAN DER MERWE, M (1988). Die Komposteerbaarheid van Vaste Abattoirafval; Fase 1: Karakterisering. *Kontrakverslag aan die SA Abattoir korporasie.*
- VAN OOSTROM, A.J., COOPER, R.N. EN VAN ROSSEM, J.E. (geen datum). Temperature Controlled, Aerated Static Pile Composting of Slaughterhouse Waste Solids. *Afdruk voorsien deur SA Abattoir korporasie.*

ooooooooOoooooooo

TABEL 1: VERMENGINGSDATA VAN REEKS 1
(Lopies 1 tot 4)

MATERIAAL	LOPIES 1 TOT 4
Pensmis	0,75
Kraalmis	0,75
Gras	0,6
Skaafsels	0,9
Totaal	3,0

Notas: 1. Volumes in m³
2. Belugingstempo's van 0, 3, 8 en 12 m³ dag/droë ton/uur
respektiewelik vir lopies 1 tot 4

TABEL 2: VERMENGINGSDATA VAN REEKS 2
(Lopies 5 tot 8)

MATERIAAL	LOPIE 5	LOPIE 6	LOPIE 7	LOPIE 8
Pensmis	1,2	1,5	1,5	1,5
Kraalmis	0,6	0,5	0,75	0,75
Skaafsels	1,2	1,0	0,75	0
Verouderde kompos	0	0	0	0,75
Totaal	3,0	3,0	3,0	3,0

Notas: 1. Volumes in m³
2. Belugingstempo 12 m³ dag/droë ton/uur vir alle lopies

TABEL 3: VERMENGINGSDATA VAN REEKS 3
(Lopie 9)

MATERIAAL	LOPIE 9
Pensmis	5,4
Kraalmis	2,7
Skaafsels	2,7
Totaal	10,4

Notas : 1. Volume in m³
2. Belugtingstempo 12 m³ dag/droë ton/uur

TABEL 4: KOMPOSTEERBAARHEID VAN ABATTOIRAFVAL

PARAMETER		VEREISTE	LOPIES					
			1-4	5	6	7	8	9
pH		4,5-11,0	7,9	8,7	8,6	8,7	8,8	7,7
Voggehalte	%	50-60	47,4	61,2	67,3	70,4	46,3	74,8
Vrye lugruimte	%	40	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4
W-verhouding		9,3	1,9	3,6	3,3	6,1	1,9	6,1
C/N-verhouding		40	16,0	27,0	19,9	18,4	20,2	28,7

TABEL 5: STABILITEIT VAN EINDPRODUK VAN LOPIE 5

PARAMETER	WAARDE
Afbreekbaarheidskoeffisiënt (kr)	0,77
Ontkiemingsindeks	1,0
Groei-indeks	1,3

TABEL 6: ONTWERP- EN BEDRYFS KRITERIA VIR VOLSKAALSE AANLEG TE KIMBERLEY

PARAMETER	WAARDE
Area benodig (optimaal)	m ³ 2800
Area benodig (minimum)	m ³ 2000
Belugtingstempo	m ³ /ton/uur 12
Komposteringsperiode	dae 21
Verouderingsperiode	dae 21
Waaierkapasiteit	m ³ /min 2
Aantal waaiers (minimum)	4
Pensmis:kraalmis:saagsels	(volume) 2:1:1
Aanvanklike voggehalte	% 70-75
Eind-voggehalte	% 40
Vrye lugruimte (minimum)	% 40
Aantal dae se produksie per Waaier (Maksimum)	5

ADDENDUM I : COMPOSTING SYSTEMS

Although this report is primarily concerned with the FAC system, it is necessary to consider the different composting processes in use at present before discussing details of the FAC system. A variety of techniques are used to classify composting systems. These are based on the reactor type, solids flow mechanism and method of air supply.

1 BASED ON REACTOR TYPE

In general a distinction can be made between "open and "closed" systems. In closed systems (also termed mechanical, enclosed, within-vessel, in-vessel and reactor types) the composting material is contained in either a vertical flow, horizontal flow or inclined flow reactor.

Open systems employ piles of compost exposed to the atmosphere although they may sometimes be covered with a layer of matured compost.

2 BASED ON SOLIDS FLOW MECHANISM

Closed systems may be plug-flow, completely-mixed or batch types. Agitation of the composting mixture (if practiced) is usually effected by scrapers, augers or tumbling motion (as in rotating drum reactors).

Open systems are all of the batch type and are agitated by turning of the pile if agitation is required. Piles not turned are termed static piles.

3 BASED ON METHOD OF AERATION

Natural ventilation may be used to supply oxygen to the composting heaps (windrows) provided that adequate free air space is maintained. During FAC air is supplied to the compost pile by forced (blown) or induced (vacuum) aeration. Aeration rate is controlled by either the adiabatic (Beltsville) method based on max mising the temperature or the constant temperature (Rutgers) method based on controlling temperatures at levels promoting maximum decomposition rates.

Figure 1A gives details of an open, static pile, FAC system utilising suction aeration according to the Beltsville method. The latter process is discussed in more detail in the following paragraphs.

4 THE FAC SYSTEM

The static pile FAC process differs from the windrow process in that the composting material is not turned. Aerobic conditions are maintained by mechanically moving air through the piles. Another difference is that previously composted material is usually not recycled to adjust the initial moisture content. Instead, solid waste is mixed with a bulking agent such as wood chips, which serves as a moisture absorbant, gives structure to the pile and provides porosity. The required ratio of waste to wood chips has been reported to be in the range of 1:2 to 1:3 on a volumetric basis.

A process flow diagram for the FAC is shown in Figure 2. Sequential steps in the formation of a pile are as follows:

- (i) Mix solid waste with bulking agent.
- (ii) Lay a prepared base of wood chips or other bulking agent together with perforated aeration piping.
- (iii) Place the waste /wood chips mixture on the prepared bed.
- (iv) Cover the outer surface of the pile with a layer of matured compost.
- (v) Attach a blower to the aeration piping.

At this point the pile is ready to be aerated. The blower is normally operated to draw air into the pile and is controlled to maintain aerobic conditions throughout the pile. An on-off sequence is usually employed to avoid excessive cooling of the compost. Exhaust air from the blower is usually deodorized before discharge by venting the gas through a filter of matured compost.

Composting (aeration) time is between fourteen and twenty-one days after which the blower is disconnected. The pile can then be left undisturbed for a further period of maturation (usually about twenty-one days) or removed to the maturation area. After maturation the mixture is screened to separate the bulking agent. Separation and re-use of bulking agent is required because of the large volumes normally used and the high cost of the material. Drying is accomplished by aeration during composting or even during maturation if necessary.

If degradable material is used as the bulking agent, some decomposition and physical breakdown can be expected during composting. Eventually the size reduction will be such as to allow bulking material to pass through the screen with the composted sludge. Thus, continual make-up of bulking agent is necessary.

Leachate is usually collected from the bottom of the piles. A water trap must also be placed on the air piping to collect condensate formed when hot, moist exhaust gas is cooled.

Several process modifications have been suggested to reduce land requirements. In one modification, the extended pile method, new piles are built on the structure of the preceeding piles as shown in Figure I.B. This modification reduces the surface area of the composting pad significantly.

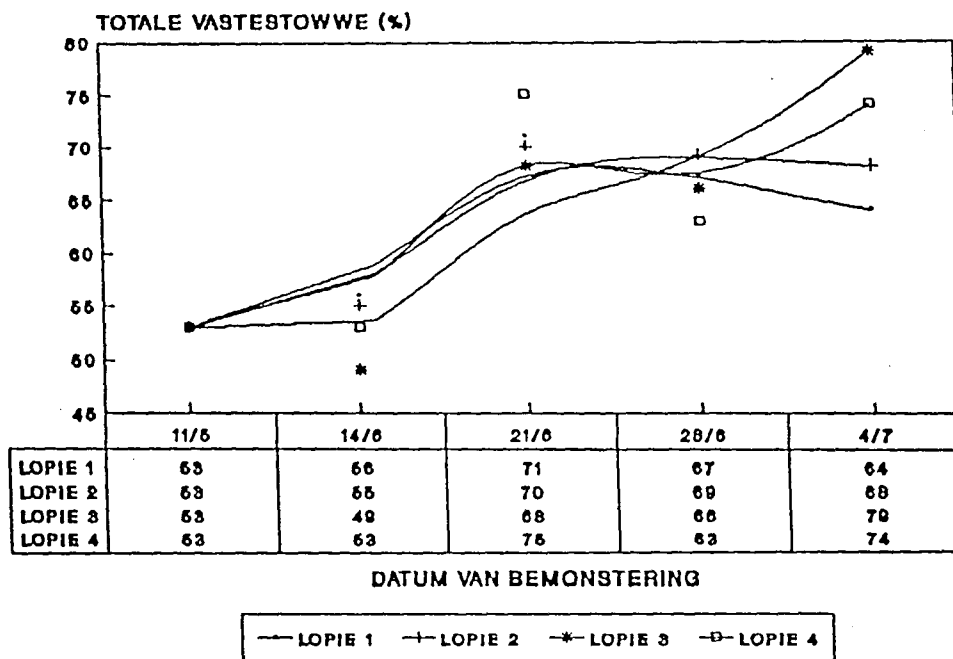


Fig.1

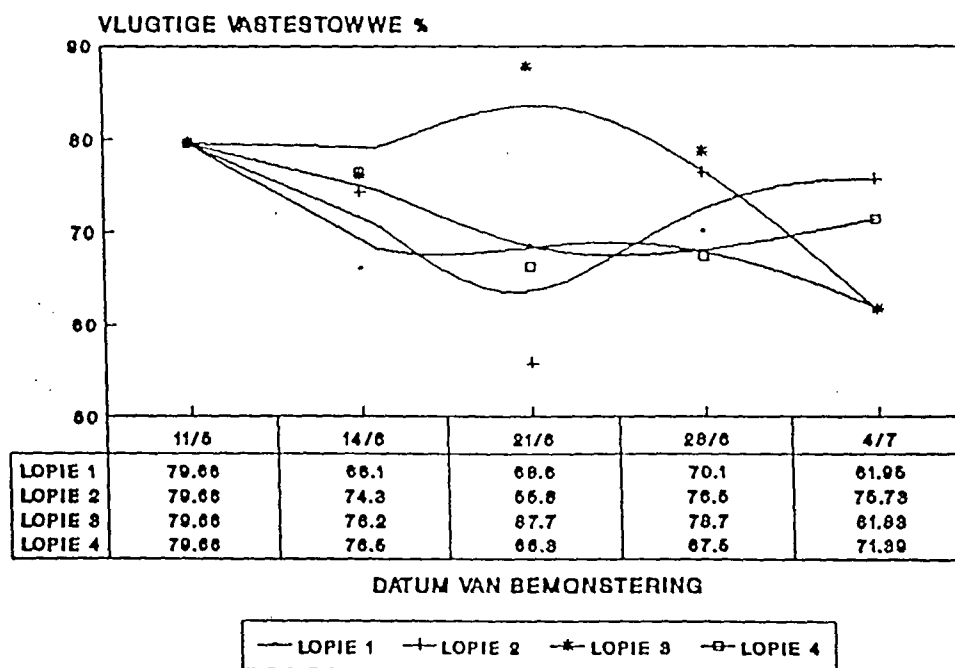


Fig.2

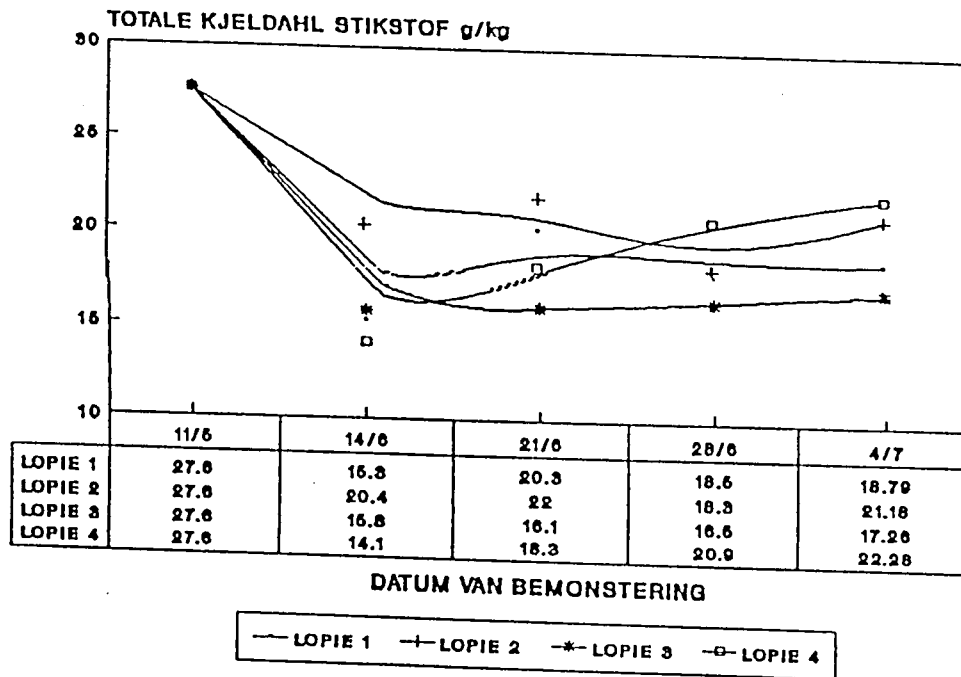


Fig.3

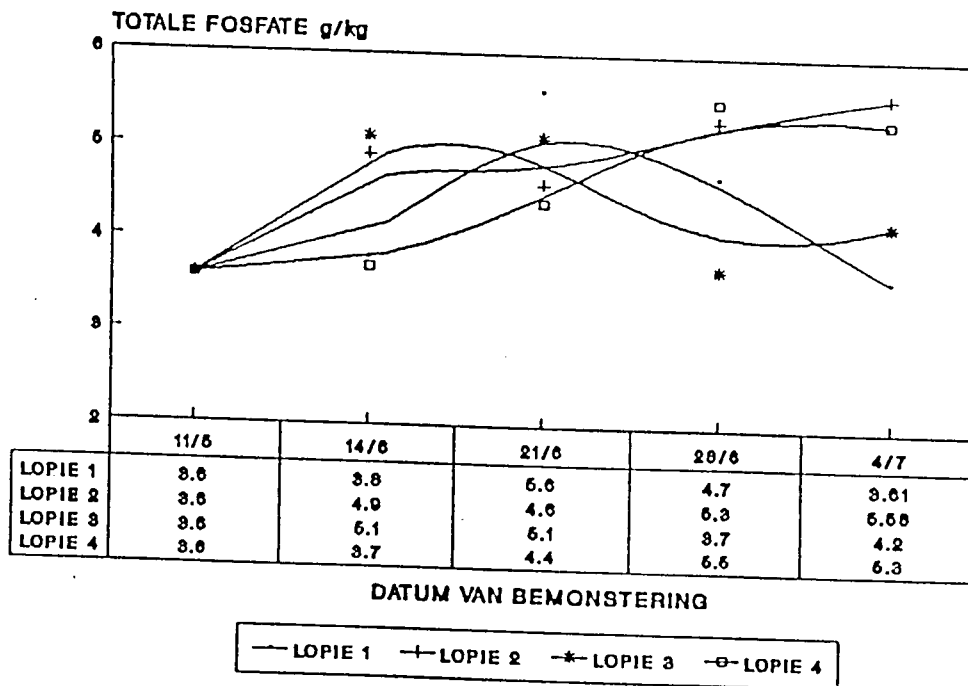


Fig.4

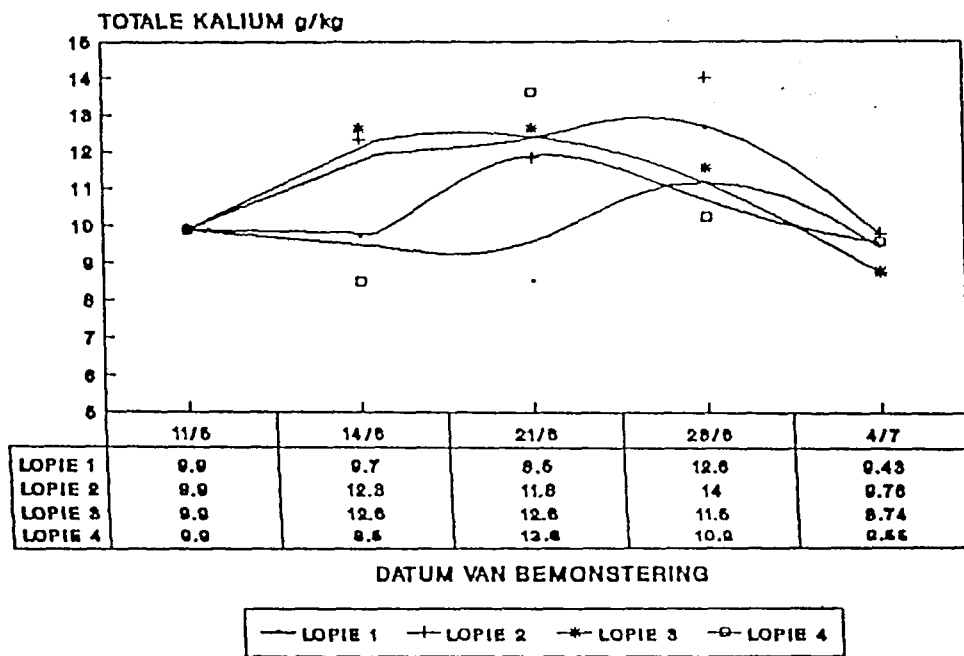


Fig.5

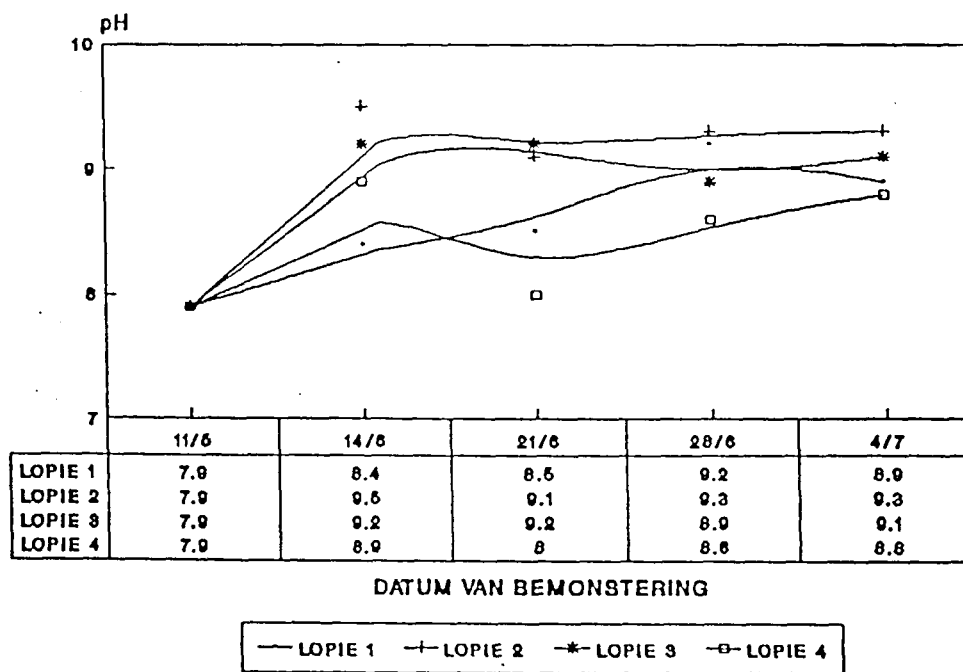


Fig.6

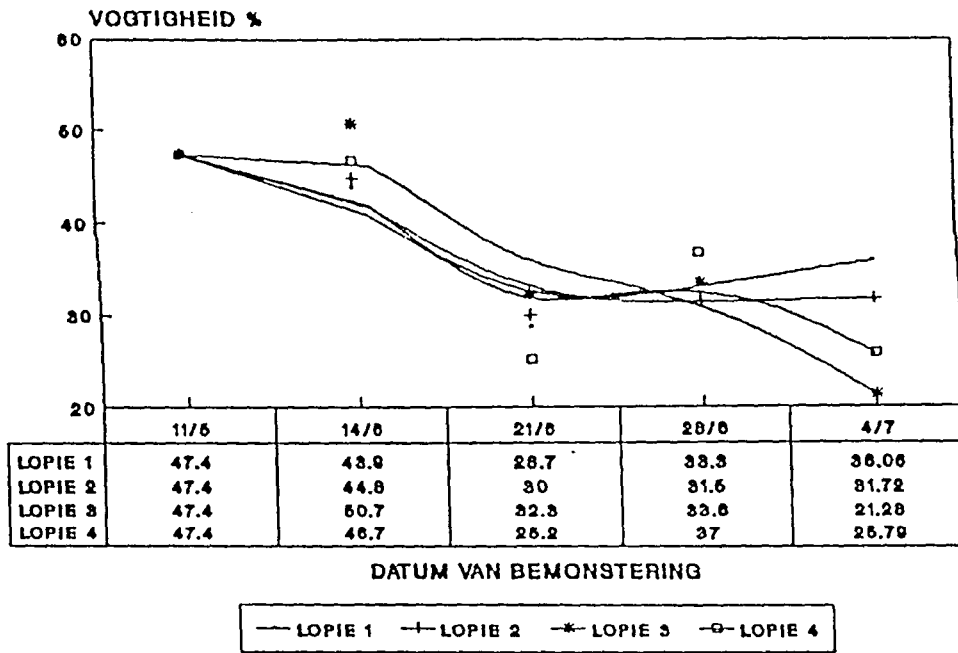


Fig.7

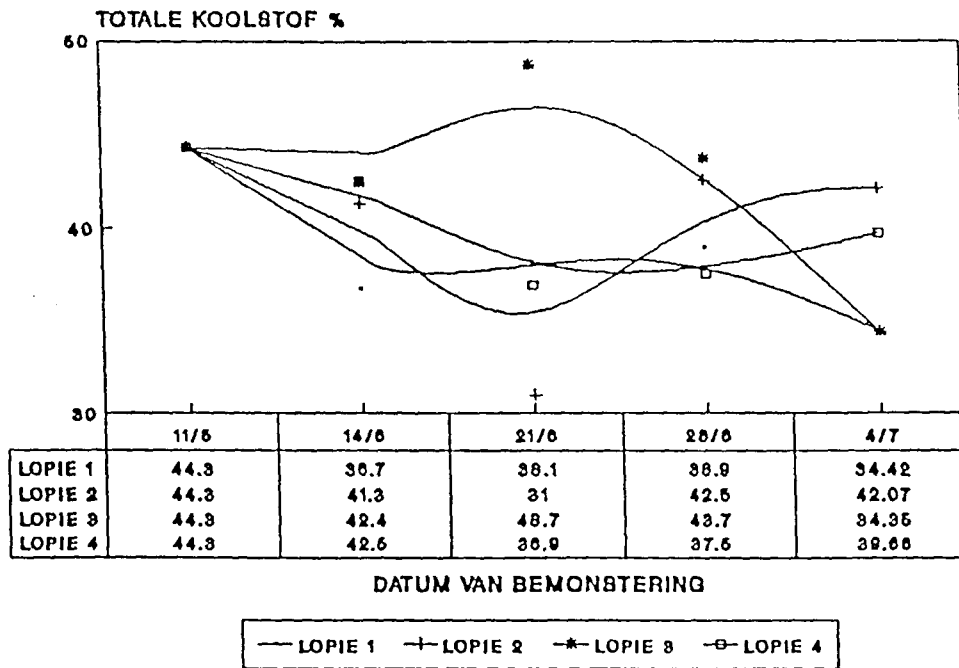


Fig.8

V

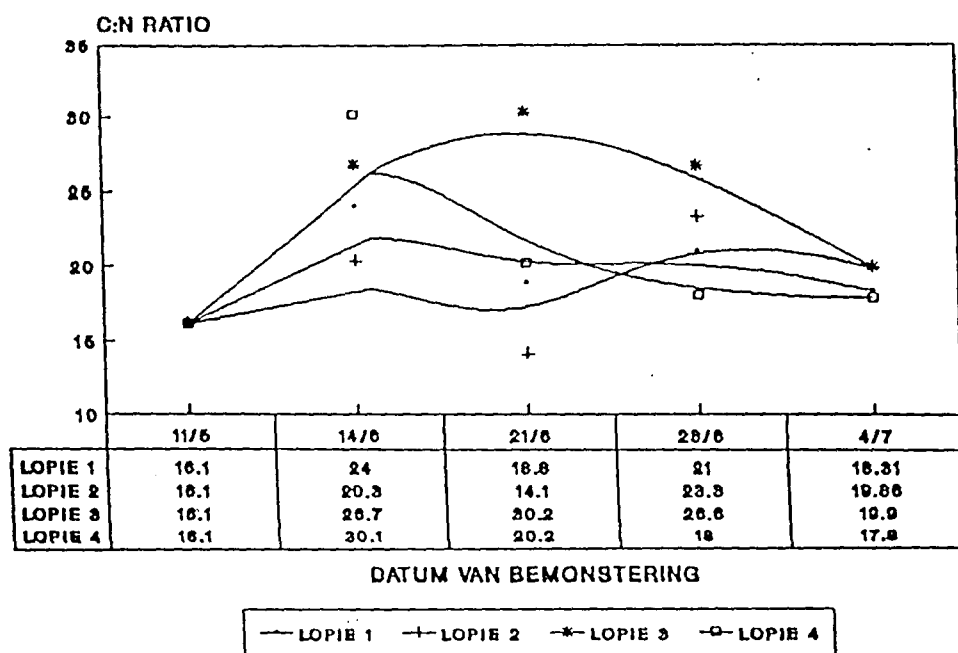


Fig.9

ADDENDUM III
MIKROBIOLOGIESE RESULTATE

Date received: May 1990

Sample	Total coliforms per 1 gram	Faecal coliforms per 1 gram	Faecal Streptoc. per 1 gram	Salmonellae	Coliphage per 1 gram	Ascaris	
						V	N-V
1	$1,29 \times 10^{10}$	$6,0 \times 10^6$	$1,32 \times 10^7$	N	$1,05 \times 10^6$	0	0
2	0	0	$2,6 \times 10^2$	N	$4,6 \times 10^2$	0	0
3	$1,65 \times 10^9$	$1,37 \times 10^9$	$4,41 \times 10^9$	N	$8,8 \times 10^4$	0	0
5	$1,14 \times 10^4$	$5,85 \times 10^3$	$6,3 \times 10^6$	N	oorgroei	0	0
6	$1,44 \times 10^9$	$1,09 \times 10^9$	$2,58 \times 10^9$	N	$2,78 \times 10^5$	0	0

1=pensmis, 2=kraalmis, 3=gras, 5=gesteriliseerde pensmis, 6=kompos
per 1 gram per 1 gram nat massa

Sample Date: 21/6/90

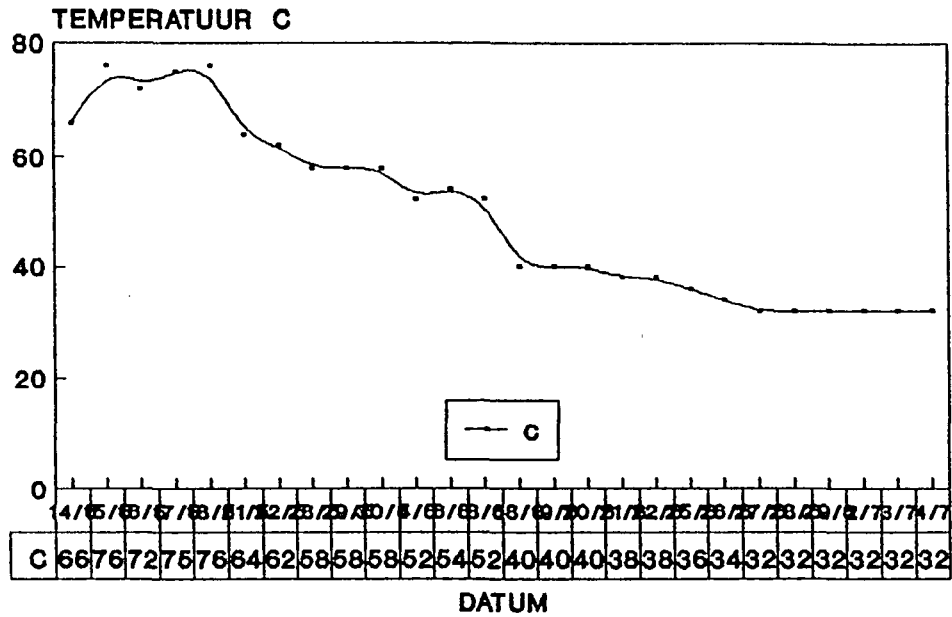
Sample	Total coliforms per 1 gram	Faecal coliforms per 1 gram	Faecal Streptoc. per 1 gram	Salmonellae	Coliphage per 1 gram	Ascaris	
						V	N-V
1	$5,45 \times 10^9$	$1,0 \times 10^2$	$7,5 \times 10^1$	N	0	0	0
2	$6,13 \times 10^7$	$4,0 \times 10^2$	$1,65 \times 10^3$	N	0	0	0
3	$3,85 \times 10^9$	$2,9 \times 10^4$	$1,25 \times 10^2$	N	0	0	0
4	$2,58 \times 10^9$	$3,55 \times 10^4$	0	N	0	0	0

Sample Date: 28/6/90

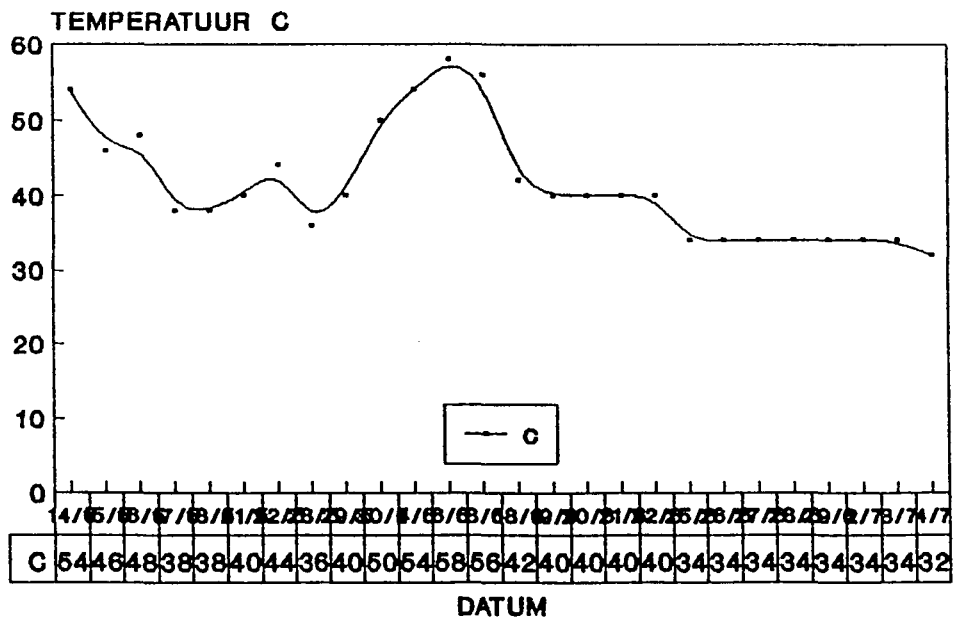
1	$3,85 \times 10^9$	$3,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^1$	N	0	0	0
2	$5,75 \times 10^7$	0	0	N	0	0	0
3	$9,25 \times 10^7$	$6,25 \times 10^7$	$4,3 \times 10^4$	N	0	0	0
4	$1,17 \times 10^9$	$3,84 \times 10^7$	$3,6 \times 10^4$	N	0	0	0

Sample Date: 4/7/90

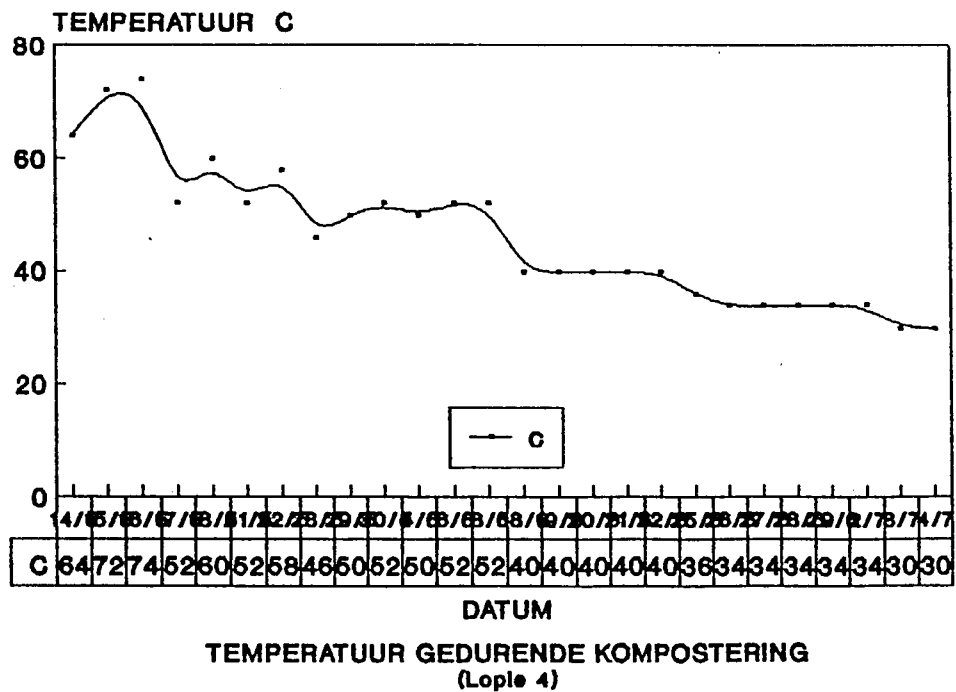
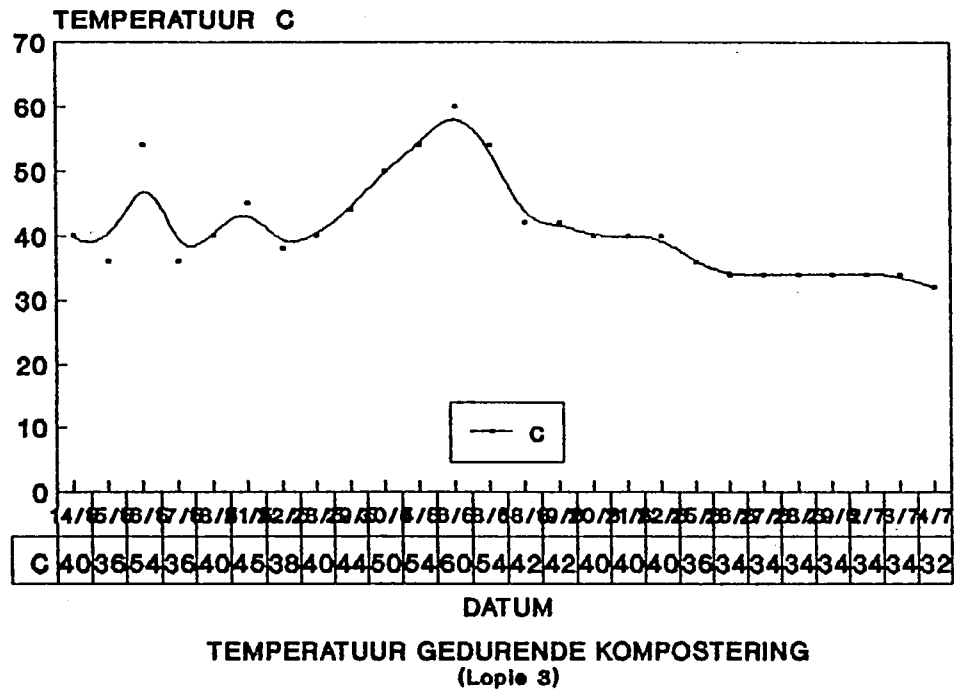
1	$1,5 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2$	N	0	0	0
2	0	0	$2,0 \times 10^2$	N	0	0	0
3	$1,47 \times 10^4$	$8,6 \times 10^3$	$3,5 \times 10^2$	N	0	0	0
4	$8,15 \times 10^7$	$3,25 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	N	0	0	0



TEMPERATUUR GEDURENDE KOMPOSTERING
(Lopie 1)



TEMPERATUUR GEDURENDE KOMPOSTERING
(Lopie 2)



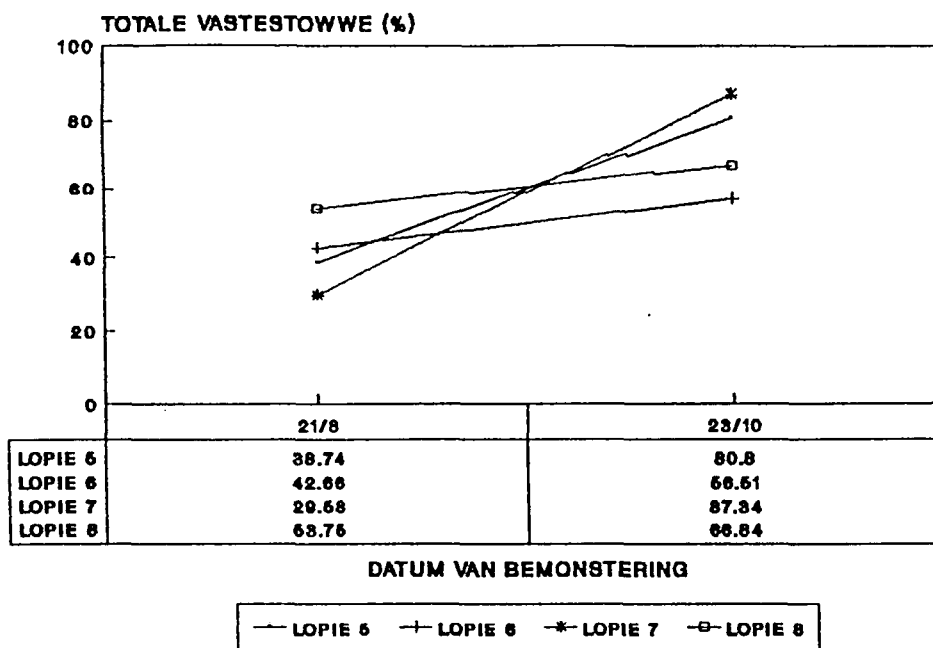


Fig.10

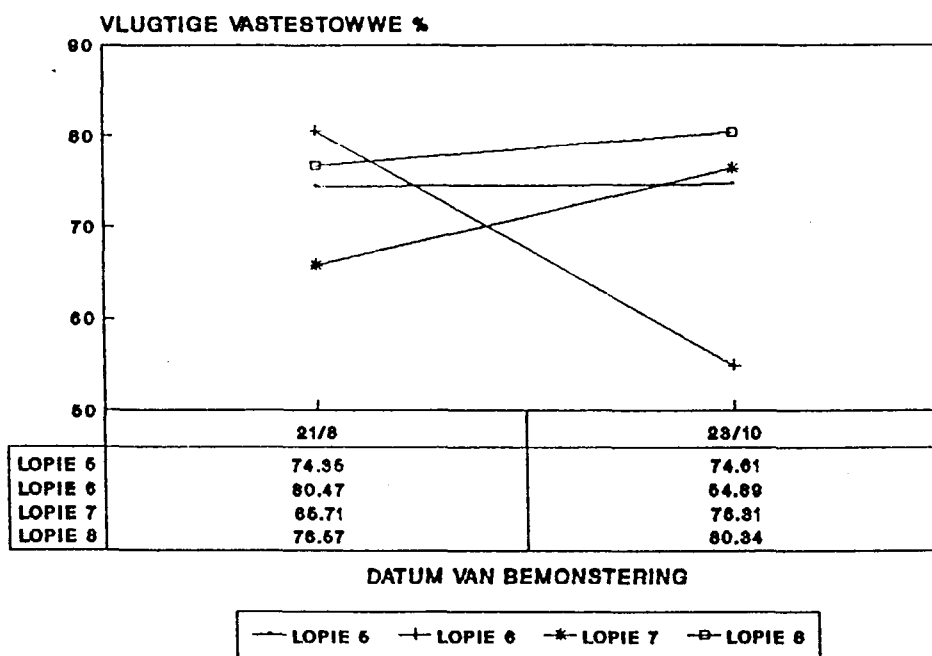


Fig.11

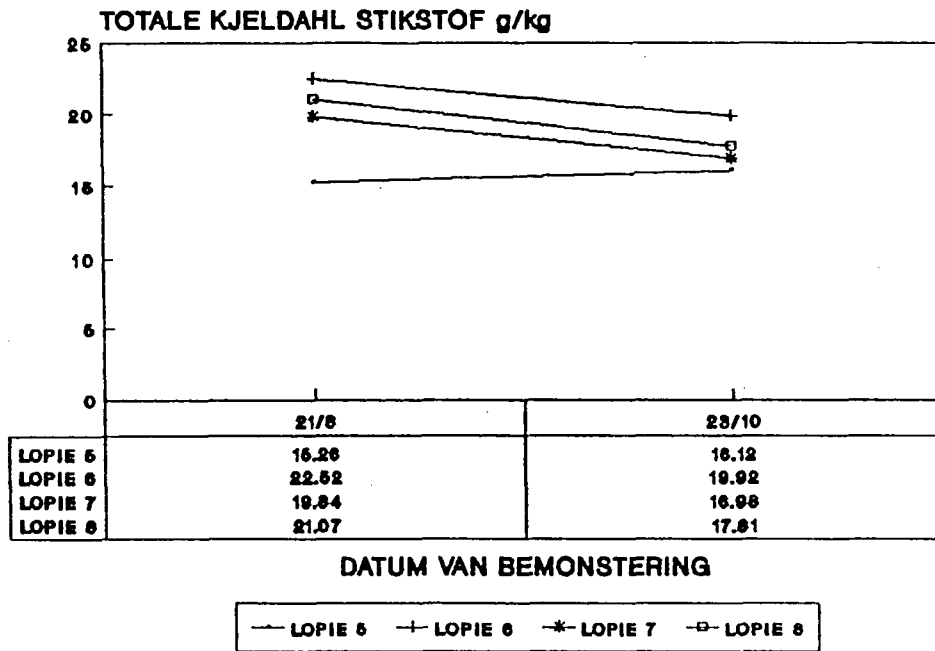


Fig.12

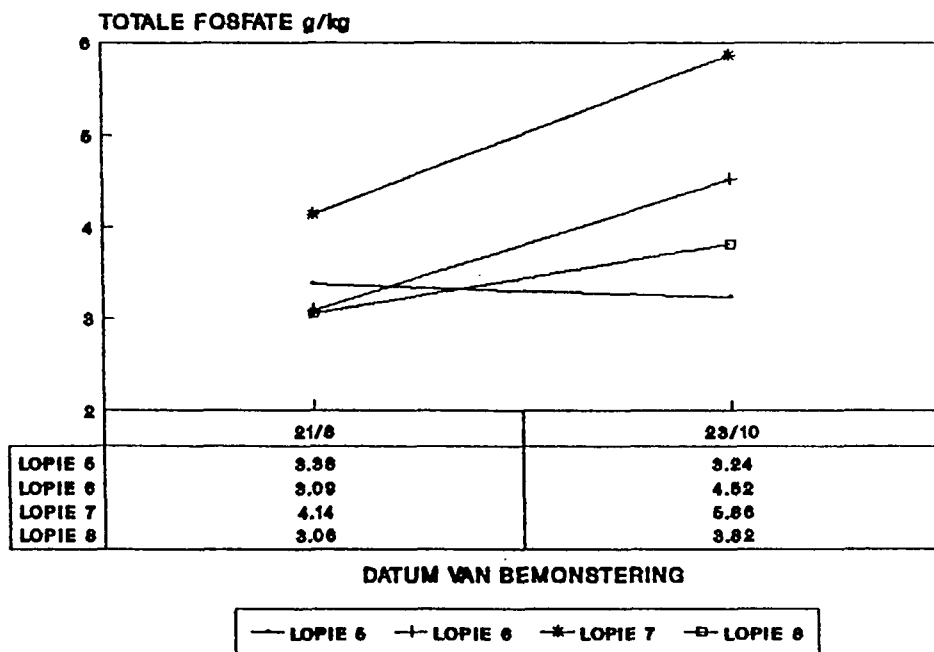


Fig.13

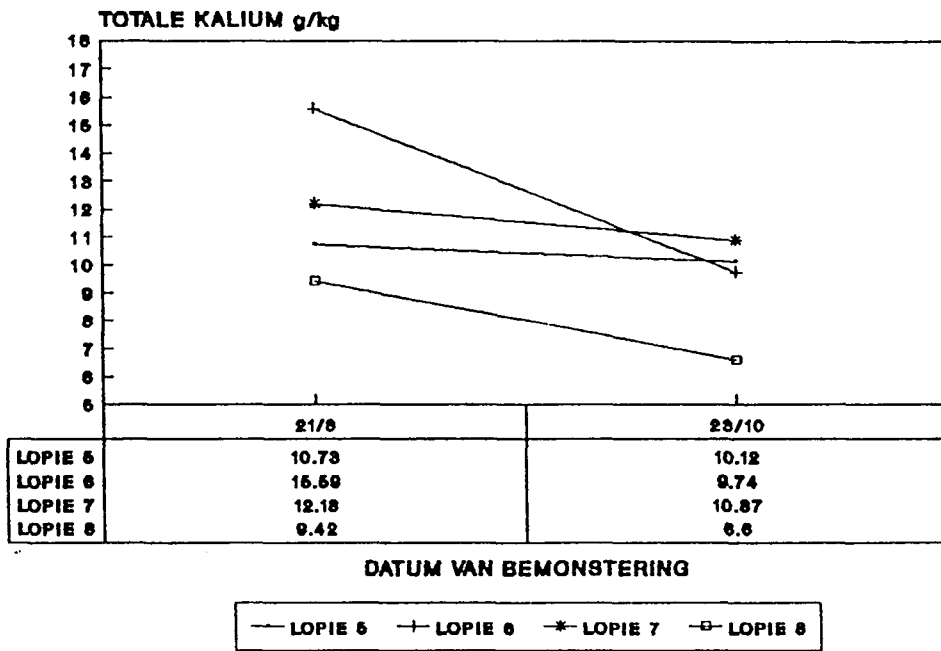


Fig.14

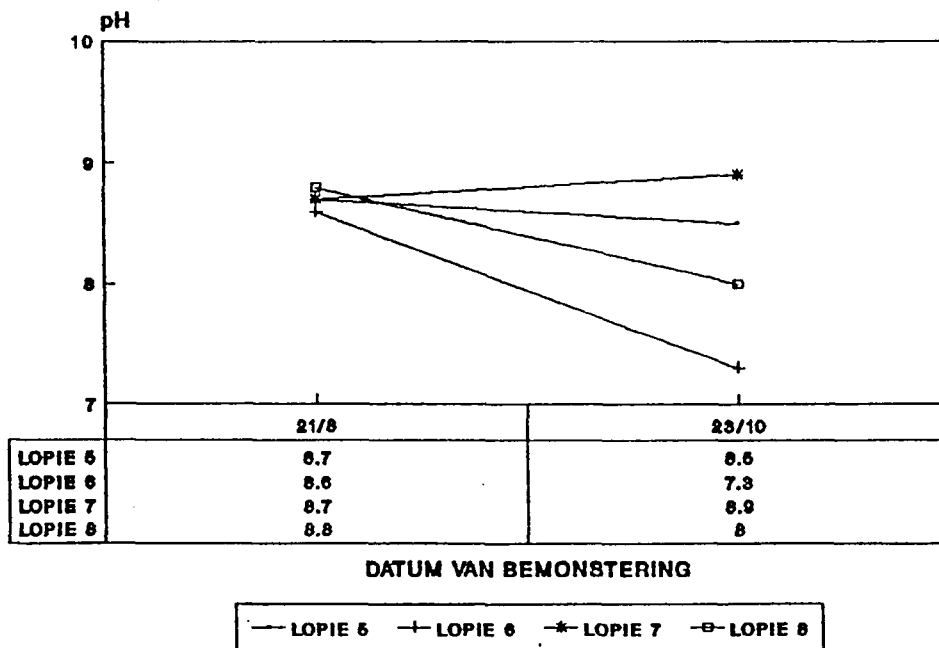


Fig.15

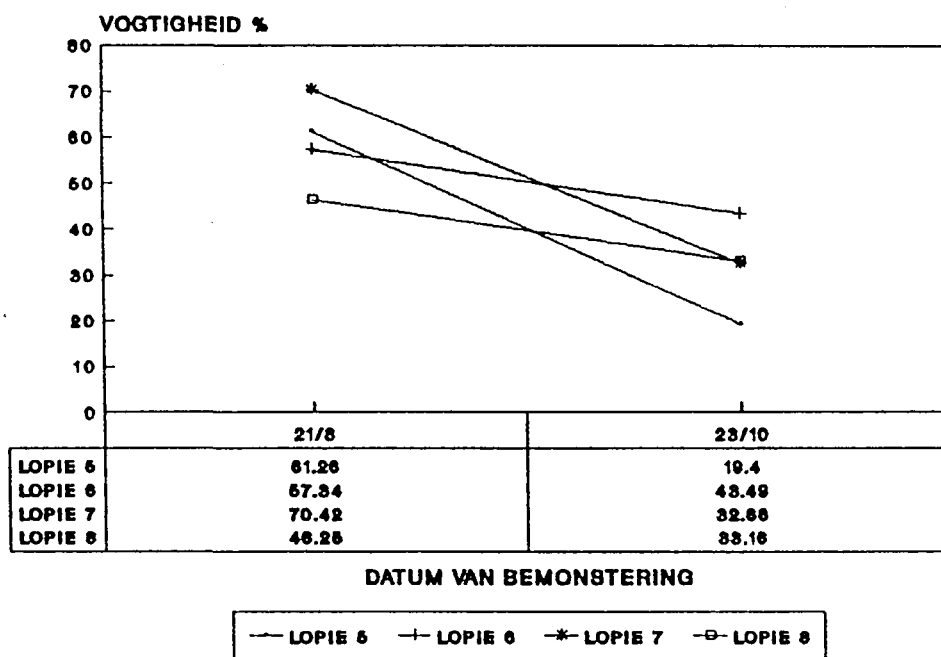


Fig.16

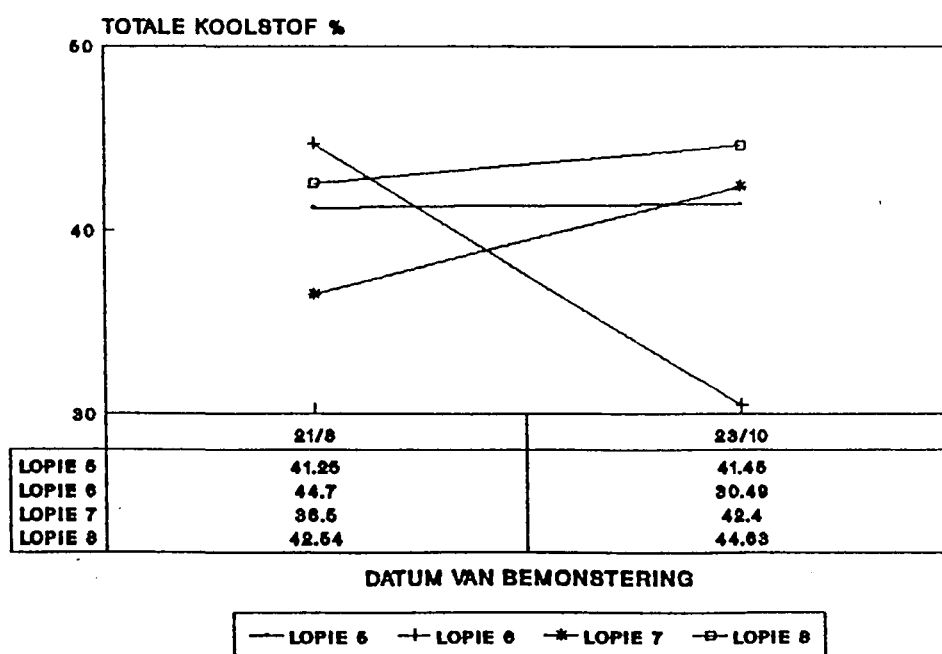


Fig.17

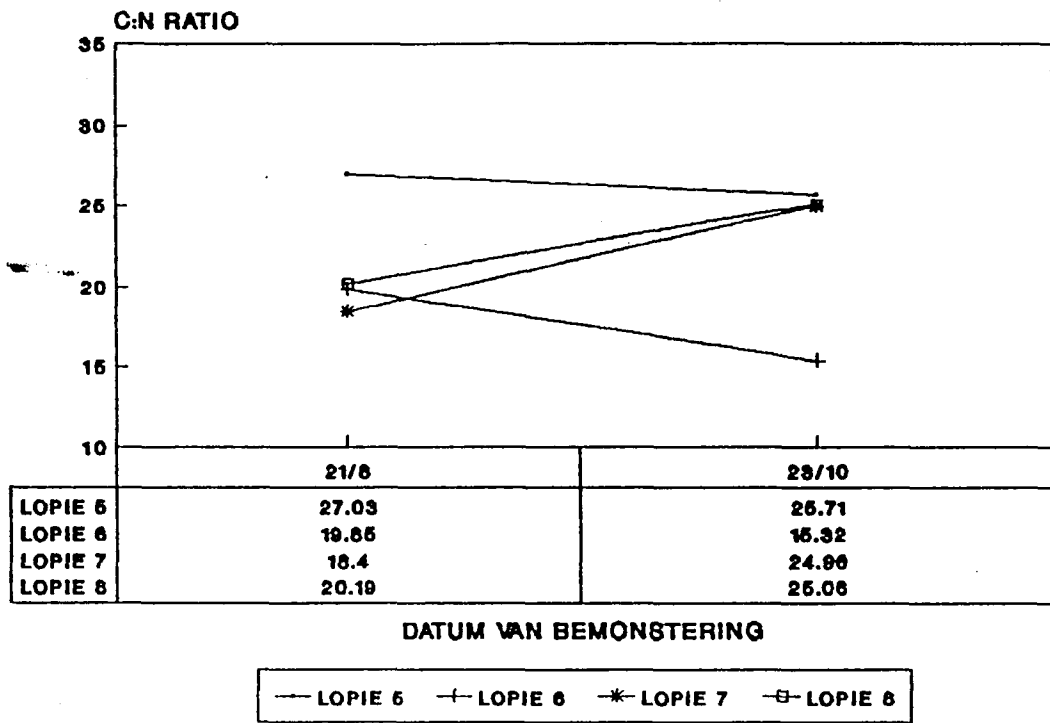


Fig.18

ADDENDUM VI
MIKROBIOLOGIESE RESULTATE

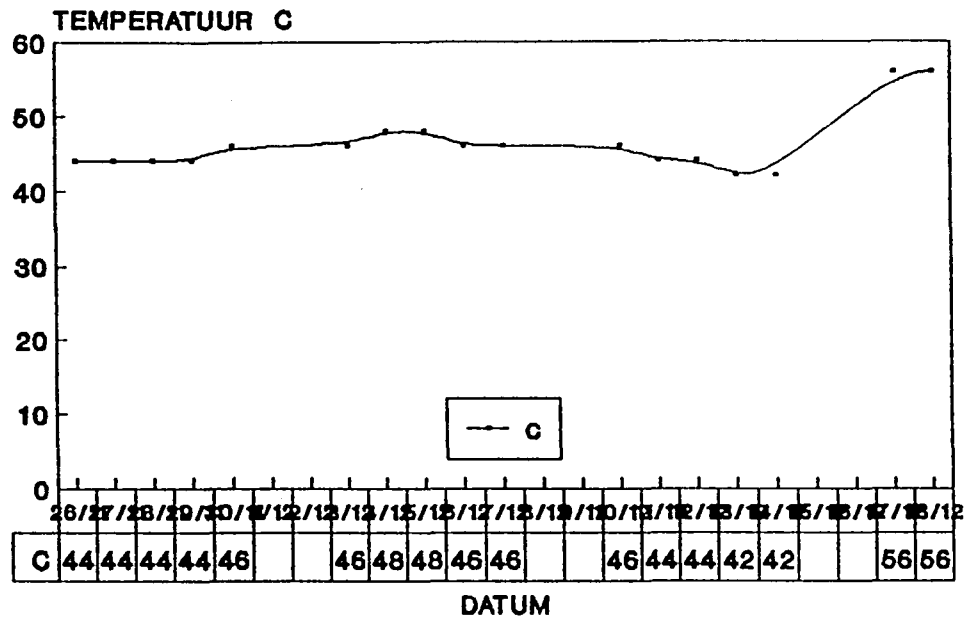
Date received: 21/08/1990

Sample	Total coliforms per 1 gram	Faecal coliforms per 1 gram	Faecal Streptoc. per 1 gram	Salmonellae	Coliphage per 1 gram	Ascaris	
						V	N-V
5	$1,65 \times 10^6$	$9,0 \times 10^5$	$1,48 \times 10^6$	N	$1,02 \times 10^5$	0	
6	$1,75 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$2,15 \times 10^6$	N	$2,0 \times 10^5$	0	
7	$1,08 \times 10^6$	$6,5 \times 10^5$	$1,6 \times 10^6$	N	$8,8 \times 10^3$	0	
8	$1,2 \times 10^5$	$6,75 \times 10^4$	$7,0 \times 10^5$	N	$6,19 \times 10^3$	0	

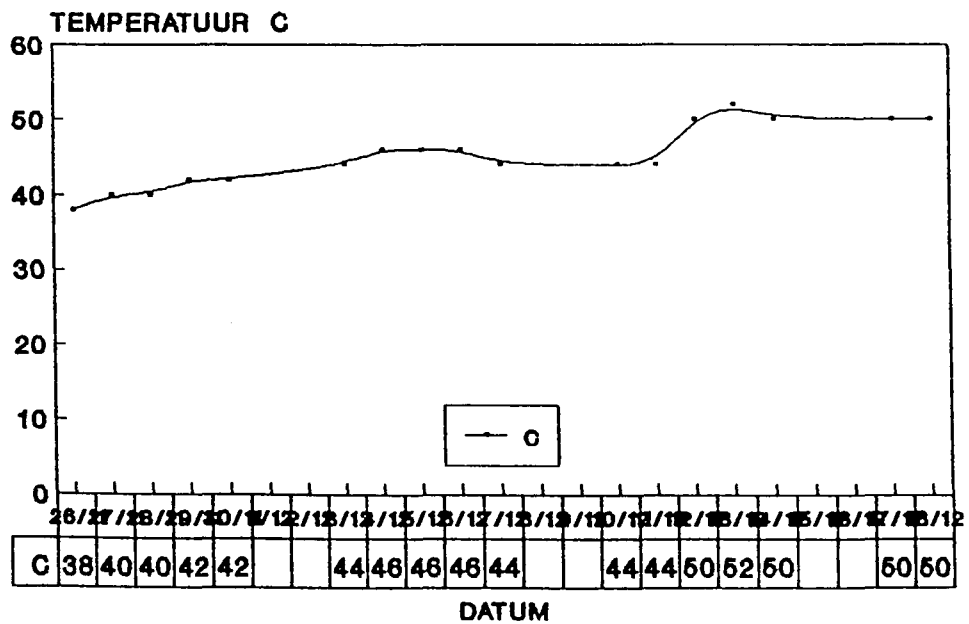
per 1 gram per 1 gram nat massa

Sample Date: 29/10/90

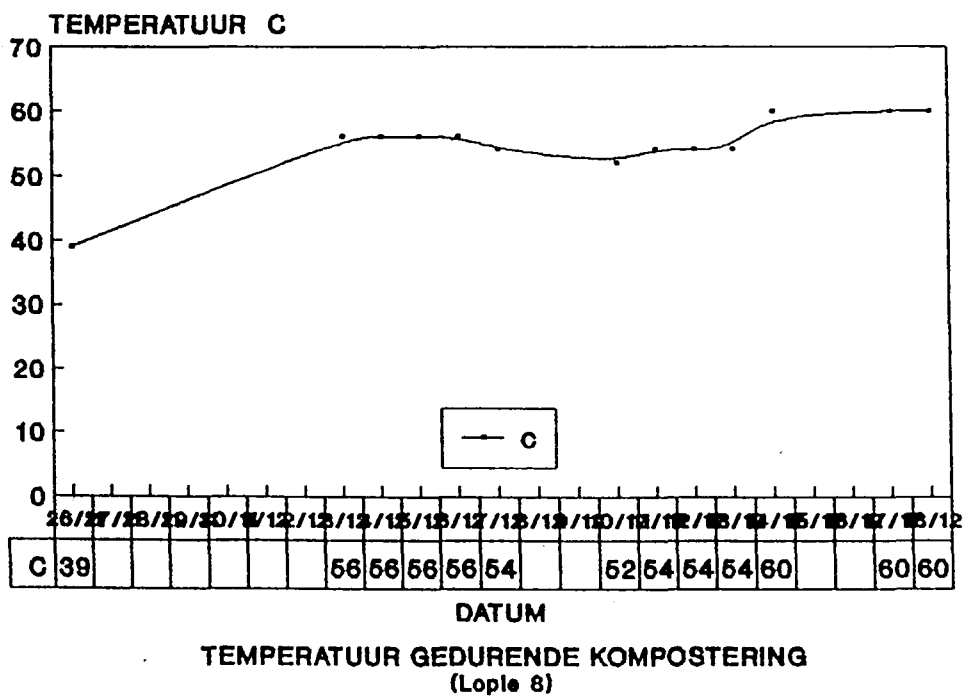
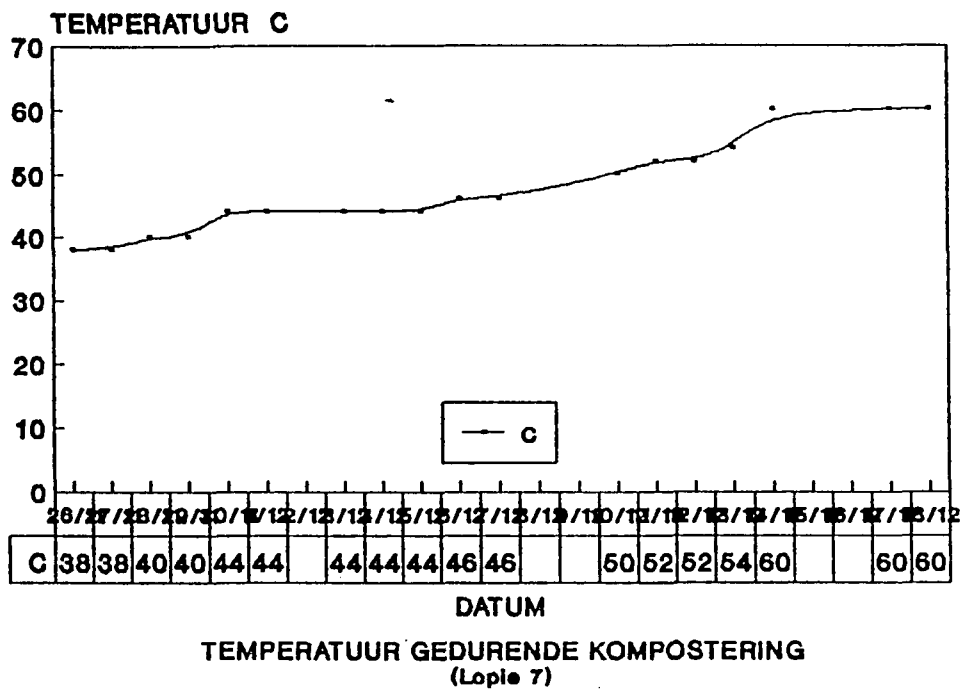
Sample	Total coliforms per 1 gram	Faecal coliforms per 1 gram	Faecal Streptoc. per 1 gram	Salmonellae	Coliphage per 1 gram	Ascaris	
						V	N-V
5	0	0	0	N	0	0	0
6	$1,83 \times 10^4$	$9,50 \times 10^3$	$9,25 \times 10^2$	N	0	0	0
7	$1,22 \times 10^5$	$7,25 \times 10^4$	$1,93 \times 10^3$	N	0	0	0
8	$2,50 \times 10^3$	$1,75 \times 10^3$	$1,05 \times 10^3$	N	0	0	0



TEMPERATUUR GEDURENDE KOMPOSTERING
(Lople 5)



TEMPERATUUR GEDURENDE KOMPOSTERING
(Lople 6)



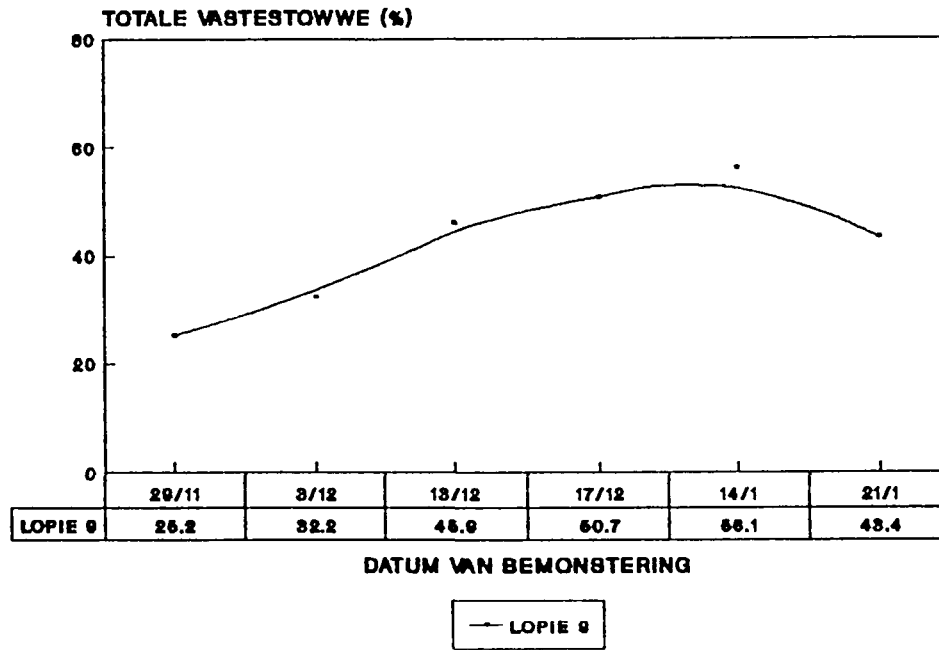


Fig.19

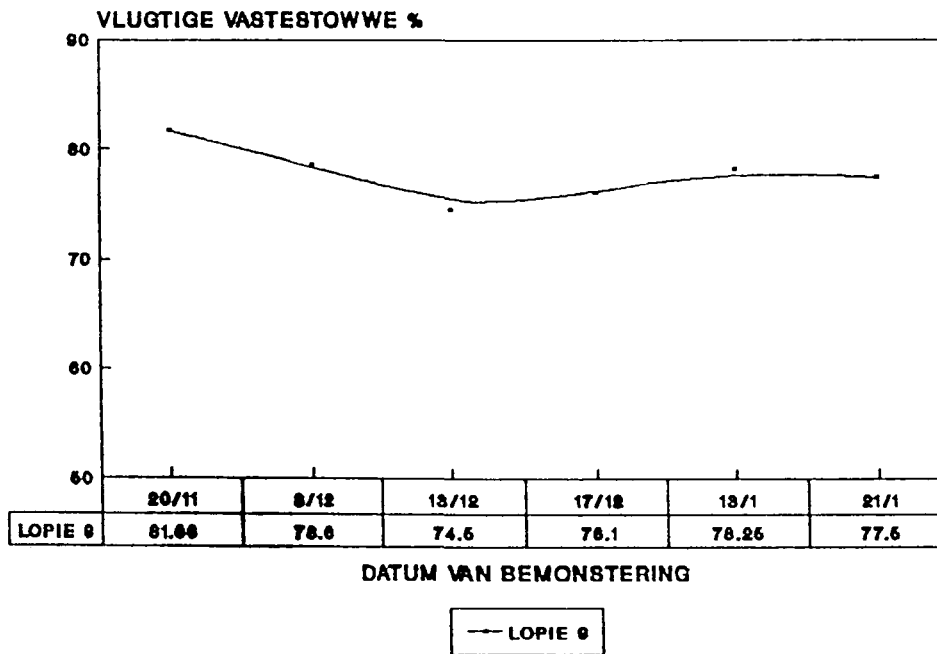
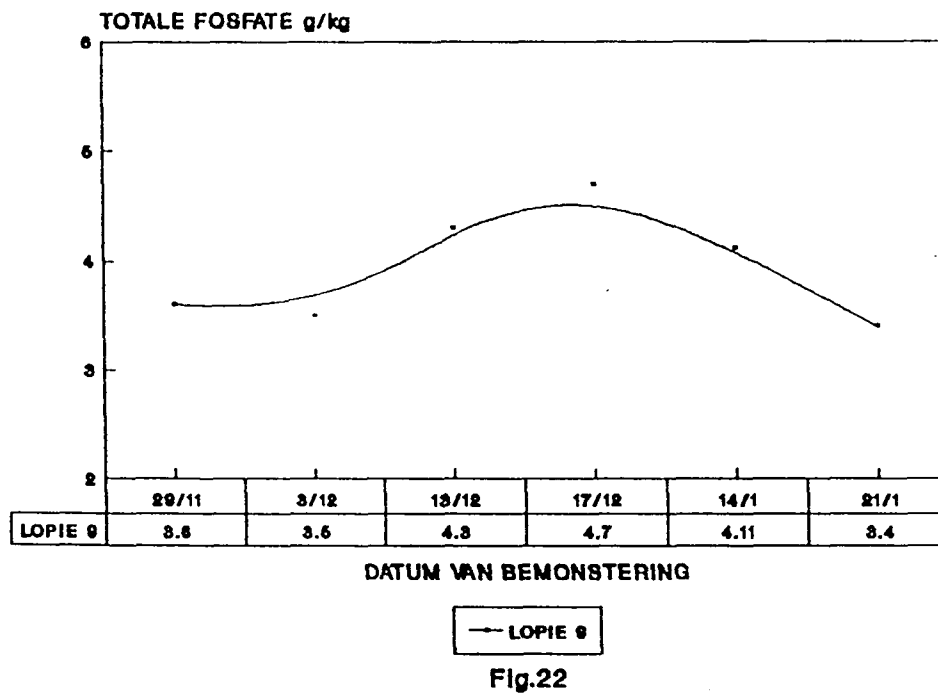
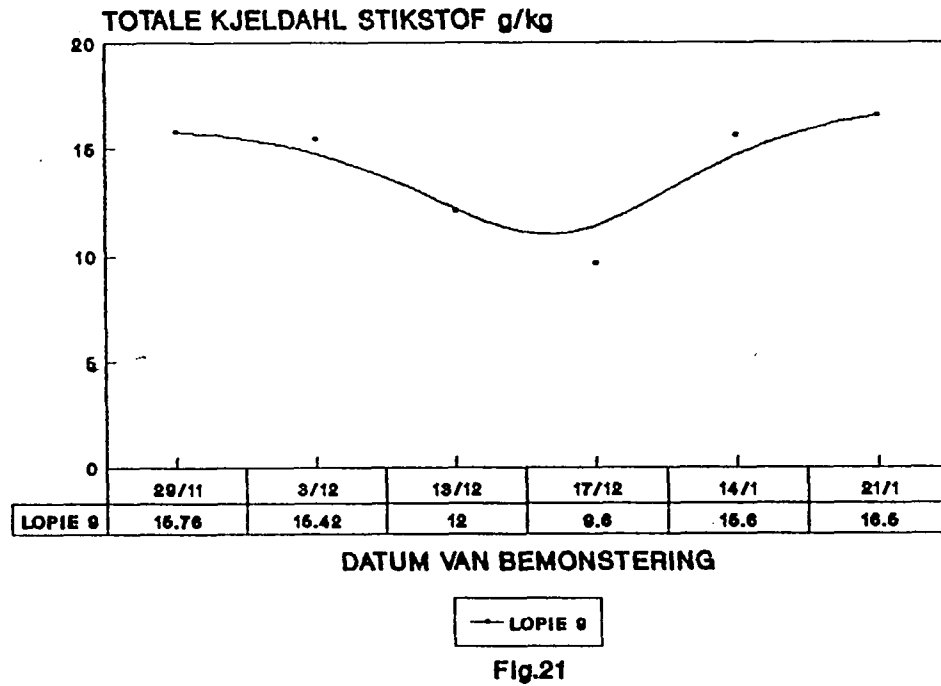
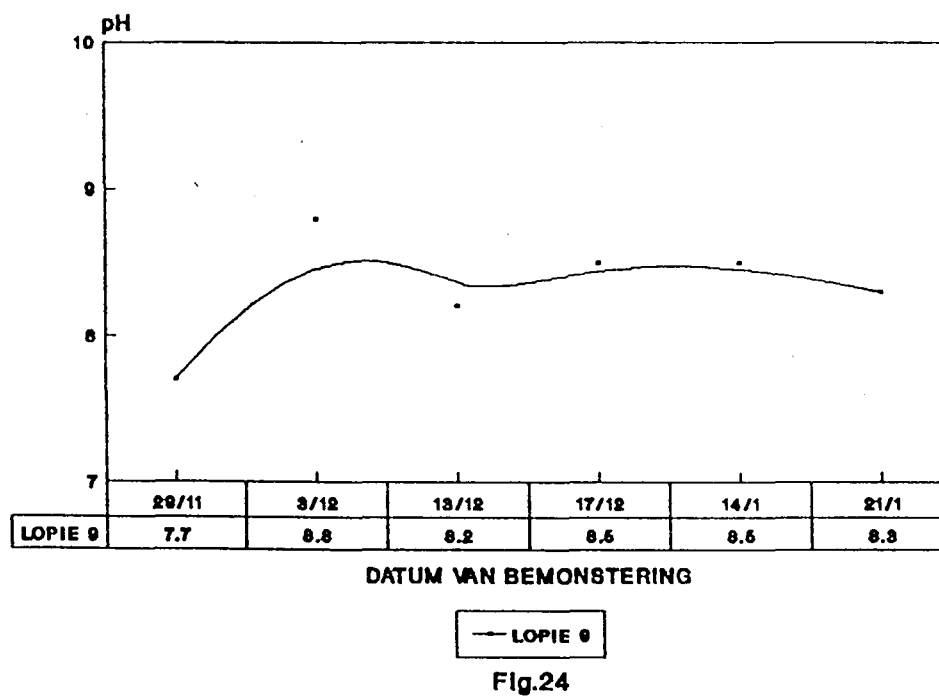
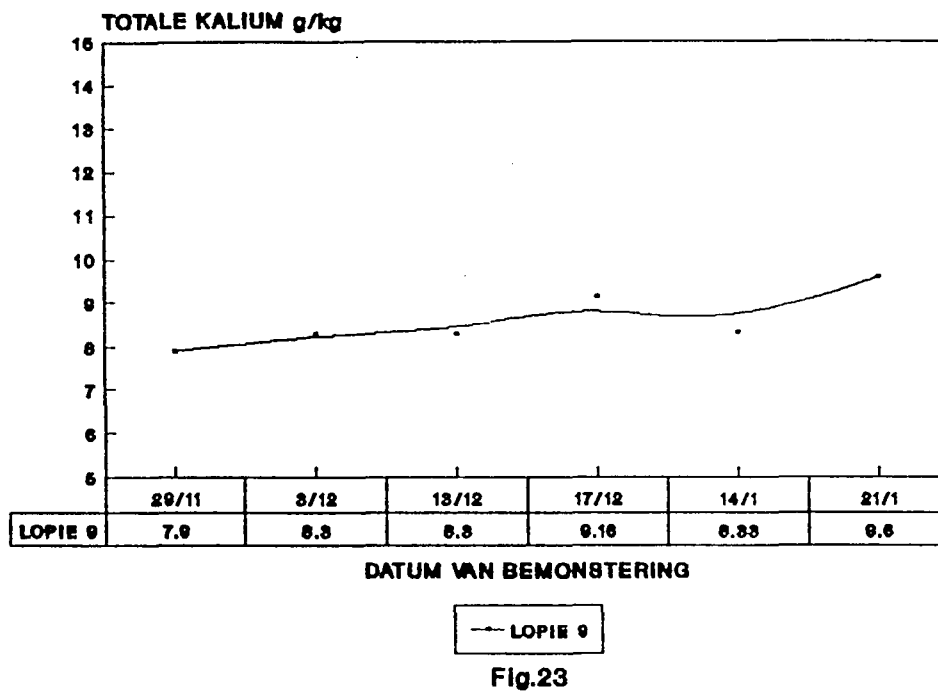
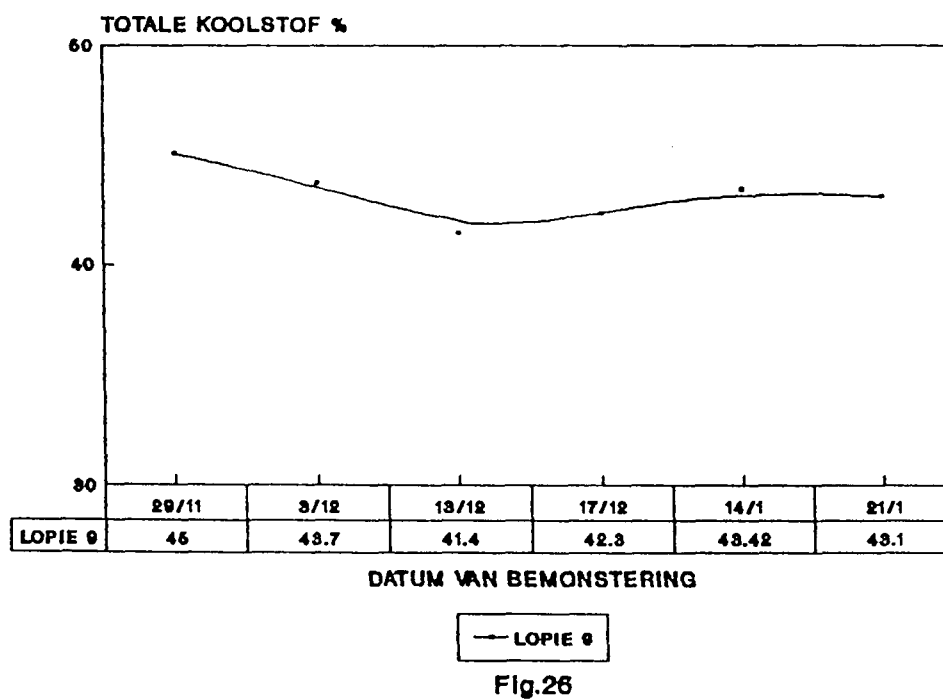
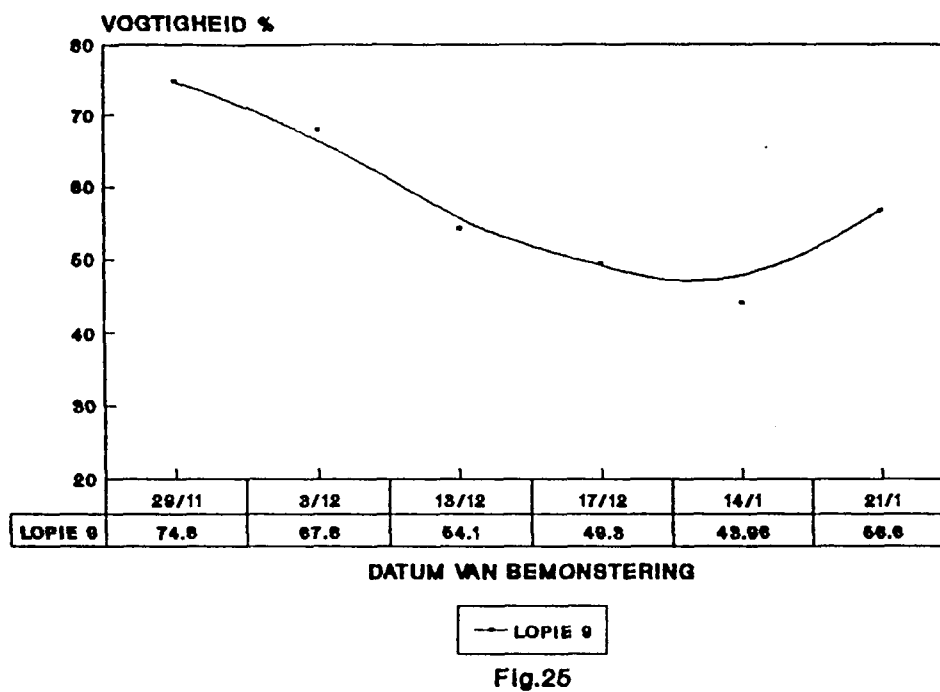


Fig.20







V

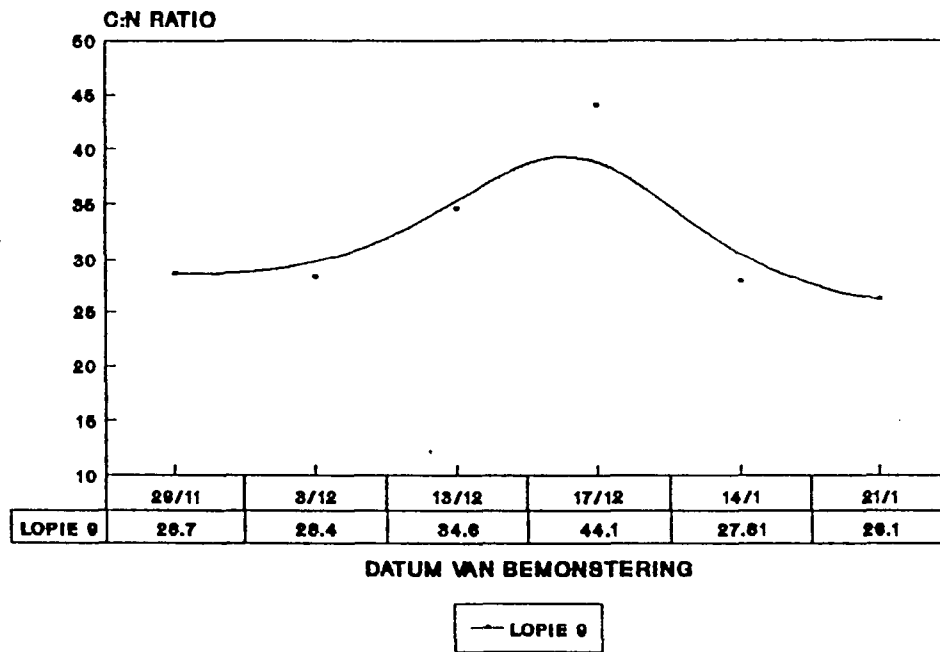


Fig.27

ADDENDUM IX
MIKROBIOLOGIESE RESULTATE

Date	Total coliforms per 1 gram	Faecal coliforms per 1 gram	Faecal Streptoc. per 1 gram	Salmo- nellae	Coliphage per 1 gram	Ascaris	
						V	N-V
28/11/90	$1,65 \times 10^{10}$	$1,13 \times 10^{10}$	$1,76 \times 10^8$	E4	$2,58 \times 10^6$	0	0
03/12/90	$3,45 \times 10^5$	$2,75 \times 10^5$	$4,40 \times 10^4$	Neg	$3,50 \times 10^2$	0	0
12/12/90	$3,75 \times 10^3$	0	$1,18 \times 10^2$	Neg	0	0	* 0
19/12/90	$1,50 \times 10^3$	$2,20 \times 10^3$	$5,50 \times 10^2$	Neg	0	0	0
14/01/91	$3,55 \times 10^7$	$1,95 \times 10^7$	$4,75 \times 10^3$	Neg	0	0	0
21/01/91	$2,45 \times 10^5$	$1,05 \times 10^3$	$1,60 \times 10^4$	Neg	0	0	0

* 7 *Tricuris trichiura* in 10 g monster (nat massa)

E4 : *Salmonella* groep E4

