

De compostering van dikke fractie van digestaat

Het composteringsproces en karakterisering van de eindproducten

Vanden Nest Thijs, Vandaele Elke, Lebuf Viooltje, Snauwaert Emilie,
Vanden Auweele Wim, Willekens Koen, Van Waes Chris, Vandecasteele Bart

ILVO

Instituut voor Landbouw-
en Visserijonderzoek



Juni 2015

Dit onderzoek heeft steun ontvangen van EFRO, VEA, Agentschap Ondernemen en de provincie West-Vlaanderen via de Interreg IVB-projecten ARBOR en Biorefine.

Inhoud

I.	Inleiding	9
II.	Deel 1. Compostering van dikke fractie	12
A.	Proefopzet	12
B.	Dikke fractie en stro (dif+stro).....	17
C.	Dikke fractie, stro en gedroogd digestaat (dif+DD).....	20
D.	Dikke fractie, stro en jonge gft-compost (dif+JC)	22
E.	Dikke fractie, stro en vlaslemen (dif+VL).....	26
F.	Compostering van plantaardige dikke fractie uitgevoerd op het vergistingsbedrijf.....	28
G.	Samenstelling van de eindproducten van de compostering op 7 januari 2015	29
H.	Stikstof-balans op 7 januari 2015	37
I.	Fosfaat-balans op 7 januari 2015	38
J.	Kalium-balans op 7 januari 2015	39
K.	Samenstelling van de eindproducten van de compostering op 9 februari 2015	41
L.	Stikstof-balans op 9 februari 2015	45
M.	Fosfaat-balans op 9 februari 2015.....	46
N.	Kalium-balans op 9 februari 2015	47
III.	Deel 2. N-mineralisatie	50
A.	Proefopzet	50
B.	Vergelijking van de Vlaamse en Franse procedure ter bepaling van snel vrijkomende organische N uit organische meststoffen.....	52
C.	Resultaten.....	55
IV.	Deel 3. C-mineralisatie	59
A.	Proefopzet	59
B.	Vergelijking van de Vlaamse en Franse procedure ter bepaling van stabiele organische stof in organische meststoffen.....	62
C.	Resultaten.....	64
V.	Deel 4. Stabiliteit van de organische materialen.....	68
A.	Proefopzet	68
B.	Resultaten.....	69
VI.	Besluit.....	75

VII.	Bijlage 1: verloop van de N-mineralisatieproef.....	78
VIII.	Bijlage 2: verloop van de C-mineralisatieproef	81

Afkortingen

Arbor: Accelerating Renewable Energies through the valorisation of Biogenic Organic Raw Material

DS: Droge stof

EOS/EOC: effectieve organische stof/effectieve organische koolstof

Dif: Dikke fractie van digestaatscheiding

DD: gedroogd digestaat

ISMO: Indice de stabilité de la matière organique

ILVO: Instituut voor landbouw- en visserijonderzoek

JC: jonge gft-compost

NB: niet bepaald

Oba: organisch biologisch bedrijfsafval

OS: organische stof

OUR: oxygen uptake rate

TOC: total organisch C-gehalte

VL: vlaslemen

VLACO: Vlaco vzw

VCM: Vlaams coördinatiecentrum mestverwerking

ABSTRACT

Digestates are by-products of anaerobic digestion of biowastes, energy crops and animal manure. These products are rich in nutrients and contain large amounts of organic matter. Digestate is often dried or mechanically separated into an NK rich liquid fraction and a solid fraction, with a larger organic matter content. The crude solid fraction is an organic fertilizer with potential to increase the soil organic carbon content and to close nutrient cycles. The solid fraction of digestate has however little structure and the dry matter content is still low. Composting of organic waste streams is a well-known practice to increase the product quality by improving the structure and product stability. We investigated the feasibility of composting the solid fraction of digestate with outside windrow composting. A compost trial with four objects was conducted: (i) the crude solid fraction (SF), (ii) solid fraction + dried digestate (21 w/w%) (SF+DriDig), (iii) solid fraction + immature biowaste compost (35 w/w%) (SF+compost) and (iv) solid fraction + flax shives (13 w/w%) (SF+FlaSh). The solid fraction of digestate separation we used was highly decomposed during anaerobic digestion. The structure of this solid fraction can best be described as 'pasty'. The compost products were tested in C- and N-mineralization incubation experiments and were analyzed for nutrient composition and organic matter stability.

Composting of crude solid fraction was difficult. The SF compost product was less structured and proper hygienisation of the compost was not achieved as temperatures remained <45°C. Although the compost windrows were covered with porous compost felt, >50% of the total N content was lost during composting. Co-composting of solid fraction with dried digestate, immature biowaste compost and flax shives largely improved the composting process. Temperatures remained >60°C for 4, 7 and 9 days in SF+DriDig, SF+compost and SF+FlaSh respectively. N-losses were reduced: SF+DriDig (10%)<SF+compost (36%)<SF+FlaSh (38%). K-losses during composting were with 30-39% elevated for all 4 compost windrows.

The N incubation experiment revealed that N mineralization from SF+compost and SF+FlaSh compost products in the soil was close to zero. Composted SF induced N immobilization (-0.25%/week of total N). The crude (not composted) solid fraction and SF+DriDig had a N mineralization of 0.56 and 0.97% N/week, respectively. In the C-incubation experiment we observed that the effective organic matter content was quite high in the crude solid fraction and only increased to a limited extent by composting: crude solid fraction (92.7%/OM) < SF+FlaSh (92.7%/OM) < SF (95.6%/OM) < SF+DriDig (96.1%/OM) < SF+compost (96.3%/OM).

We determined the stability of the composts by measuring the 'indice de stabilité de la matière organique' (ISMO), following the French AFNOR U44-162 procedure, the biodegradation potential as the ratio $\frac{(cellulose+hemicellulose)}{lignin}$, the self heating test (Tmax) and the oxygen uptake rate (OUR). The self heating test and OUR were respectively <30°C and <10 mmol O₂/kg OM/h for all four compost products, which indicates that they are highly stable and little microbial decomposition activity occurs. The ISMO index and the biodegradation potential indicate furthermore that the crude solid fraction of digestate was already highly stable, and that there was only a minor increase in stability by composting. The ISMO index was crude solid fraction (219 kg OM/1000 kg DM) < SF+VL (221 kg OM/1000 kg DM) < SF (221 kg OM/1000 kg DM) < SF+compost (258 kg OM/1000 kg DM) < SF+DriDig (284 kg OM/1000 kg

DM). The biodegradation potential hardly changed during composting and was 1.60 for crude solid fraction and between 1.19 and 1.78 for the compost products.

We conclude that good composting practices of the solid fraction of digestate are achievable if dried digestate, immature biowaste compost or flax shives are added and mixed in the compost windrow. The product structure is clearly increased by composting. The stability of the solid fraction is however already high and only improved to a limited extent by composting.

SAMENVATTING

Digestaat is een bijproduct van de anaerobe vergisting van organisch-biologisch afval, energiegewassen en mest, dat rijk is aan nutriënten en grote hoeveelheden organisch materiaal bevat. Digestaat wordt dikwijls gedroogd of mechanisch gescheiden in een NK-rijke dunne fractie en een dikke fractie met een hoog organisch stofgehalte (OS). De ruwe dikke fractie van digestaat kan ingezet worden als organische meststof om het bodemorganische stofgehalte te verhogen en de nutriëntenkringloop te sluiten. Dikke fractie is echter dikwijls pasteus, bevat weinig structuur en het drogestofgehalte is gewoonlijk laag. Compostering is een goed gekende techniek om de stabiliteit van organisch afval te verhogen. In dit onderzoek werd de haalbaarheid van het composteren van dikke fractie van digestaat op rillen in open lucht onderzocht. Hierbij werden 4 compostexperimenten uitgevoerd: (i) ruwe dikke fractie (dif+stro), (ii) ruwe dikke fractie + gedroogd digestaat (dif+DD) (21 w/w%), (iii) ruwe dikke fractie + jonge gft-compost (dif+JC) (35 w/w%) en (iv) ruwe dikke fractie + vlaslemen (dif+VL) (13 w/w%). De dikke fractie die we hiervoor gebruikten was sterk afgebroken in de vergister en erg pasteus. De eindproducten van compostering werden getest in N- en C-incubatieproeven en werden verder ook uitvoerig geanalyseerd op nutriëntensamenstelling en stabiliteit van organisch materiaal.

Het composteren van ruwe dikke fractie verliep moeilijk. De compost was weinig structuurrijk en hygiëniseren van het compostproduct kon niet gegarandeerd worden, aangezien de temperatuur steeds onder 45°C bleef. Bovendien ging >50% van de totale N uit de compostriil verloren, ondanks dat de rillen werden afgedekt met compostdoeken. Co-composteren van de dikke fractie met gedroogd digestaat, jonge gft-compost en vlaslemen optimaliseerde de compostering sterk. De temperatuur steeg >60°C bij dif+DD, dif+JC en dif+VL respectievelijk gedurende 4, 7 en 9 dagen. N-verliezen werden gereduceerd: dif+DD (10%) < dif+JC (36%) < dif+VL (38%). De K-verliezen waren voor alle compostriillen met 30 tot 39%, hoog.

Het N-incubatie experiment toonde aan dat N-mineralisatie uit de compostproducten dif+JC en dif+VL quasi nul was. Het toevoegen van het compostproduct van dif+stro leidde tot N-immobilisatie (-0,25%/week van de totale N). De ruwe dikke fractie voor compostering en het compostproduct van dif+DD vertoonden een N-mineralisatie van respectievelijk 0,56%/week en 0,97%/week. In de C-incubatieproef werd vastgesteld dat het gehalte aan effectieve organische stof (EOS) van de ruwe dikke fractie van digestaat voor compostering relatief hoog was (92,7%/OS) en slechts weinig steeg door compostering: dif+VL (92,7%/OS) < dif+stro (95,6%/OS) < dif+DD (96,1%/OS) < dif+JC (96,3 %/OS).

De stabiliteit van de organische stof in de compostproducten werd ingeschat door het bepalen van de 'indice de stabilité de la matière organique' (ISMO), op basis van de Franse AFNOR U44-162 procedure, het biodegradatiepotentieel volgens de ratio $\frac{(cellulose+hemicellulose)}{lignine}$, de rijpheidsgraad via de zelfverhittingstest (Tmax) en de 'oxygen uptake rate' (OUR). Tmax en OUR waren respectievelijk <30°C en 10 mmol O₂/kg OS/h voor alle composten. Dit geeft aan dat de compost volledig uitgerijpt en stabiel was. De ISMO index was met 219 kg OS/1000 kg DS voor de ruwe dikke fractie van digestaat al vrij hoog en werd slechts beperkt verhoogd door compostering: dif+VL (221 kg OS/1000 kg DS) < dif+stro (221 kg OS/1000 kg DS) < dif+JC (258 kg OS/1000 kg DS) < dif+DD (284 kg OS/1000 kg DS). Ook het biodegradatiepotentieel wijzigde door compostering bijna niet. Het biodegradatiepotentieel van ruwe dikke fractie van digestaat was 1,60, dat van de compostproducten was tussen 1,19 en 1,78.

We concluderen dat compostering van dikke fractie van digestaat in open lucht een haalbare kaart is indien naast een beperkte hoeveelheid gerststro, gedroogd digestaat, jonge gft-compost of vlasleem worden bijgemengd en mee worden gecomposteerd. Deze praktijk leidt tot een structuurrijk eindproduct. De stabiliteit van de initiële dikke fractie is echter al hoog en wordt slechts beperkt verder verhoogd door compostering.

I. Inleiding

Het doel van deze studie was het onderzoeken of en op welke wijze verse dikke fractie van digestaatscheiding kan gecomposteerd worden en welk effect de compostering op de samenstelling van de dikke fractie heeft. Voor dit composteringsonderzoek werden op 5 december 2014, 4 mengsels van biomassastromen gemaakt en gecomposteerd op de ILVO-composteursite te Merelbeke:

- Dikke fractie met gerststro (dif+stro)
- Dikke fractie met gedroogd digestaat en gerststro (dif+DD)
- Dikke fractie met jonge gft-compost en gerststro (dif+JC)
- Dikke fractie met vlaslemen en gerststro (dif+VL)

Het verloop van het composteringsonderzoek wordt gerapporteerd in deel 1.

Nadat de afbraakactiviteit in de composthopen sterk was afgenomen (wat uit de temperatuurdaling kon afgeleid worden), werd op 7 januari 2015 een staal genomen van de composthopen ter bepaling van de chemische samenstelling en ter karakterisering van de biochemische samenstelling van het organische materiaal via de bepaling van de celwandcomponenten, nl. de bepaling van hemicellulose, cellulose en lignine. Met deze stalen werd tevens een N- en C-incubatieproef uitgevoerd ter bepaling van respectievelijk de N- en C-mineralisatie van deze producten. De N- en C-mineralisatie experimenten worden respectievelijk in deel 2 en deel 3 van dit rapport toegelicht.

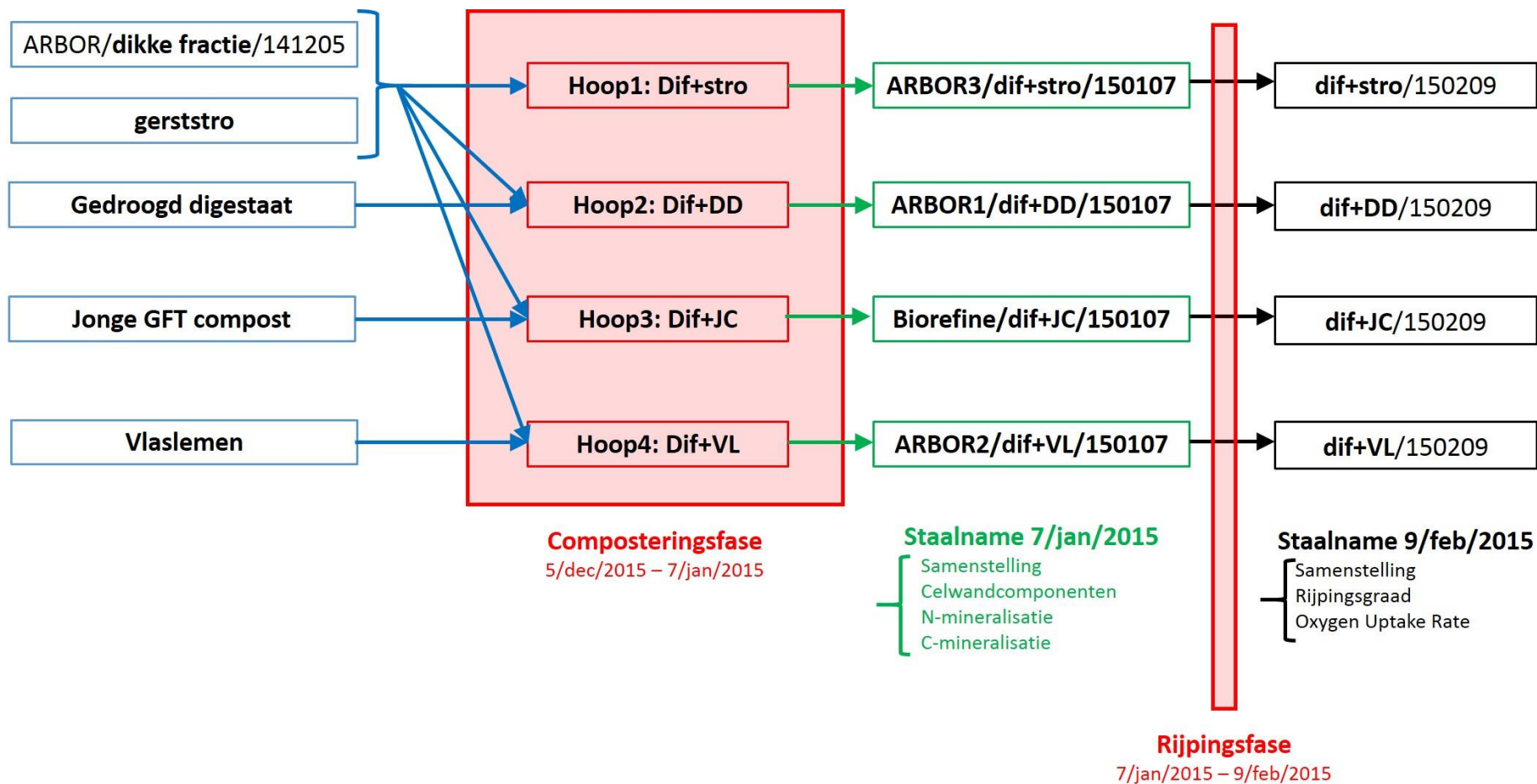
De composthopen bleven echter aanliggen tot 9 februari 2015, wanneer de temperatuur in de hopen nog verder gedaald was t.o.v. de situatie op 7 januari 2015. De compost kon dus verder uitrijpen. Op 9 februari 2015 werd opnieuw een staal genomen ter bepaling van het gehalte aan droge stof, organische stof, N, P, K, Ca en Mg, maar ook om de stabiliteit van het organische materiaal te testen via de oxitop-methode en de rijpheidsgraad. Deze analyses worden toegelicht in deel 4. Een schematisch overzicht van het verloop van de composteringsproef wordt in Figuur 1 gegeven.

Naast de stalen die gerelateerd waren aan het composteringsonderzoek op het ILVO, is ook het composteren van de dikke fractie van digestaat op de vergistingssite onderzocht. De resultaten uit deze proefopzet werden ook opgenomen in dit rapport. De samenstelling van de dikke fracties en gecomposteerde dikke fracties werden vergeleken met een biothermisch gedroogde oba-mest in deel 2, 3 en 4 van dit rapport.

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de stalen die werden geanalyseerd in het kader van dit onderzoek. De chemische samenstelling van meerdere van deze stalen werd bepaald in het laboratorium van ECCA, Universiteit Gent en Inagro. Meermaals wordt in dit rapport de chemische samenstelling van de verschillende stalen aangehaald om duiding te kunnen geven bij de resultaten van het hier gerapporteerde onderzoek.

Tabel 1. Overzicht van de uitgevoerde experimenten en analyses per staal. De vette tekst in de naam van het staal verwijst naar de benaming van het product of de benaming naar het compostproduct dat op basis van de 4 composteerproeven werd geproduceerd. Data werden genoteerd als yymdd (OUR: oxygen uptake rate).

	Benaming staal	N-mineralisatie	C-mineralisatie	Celwandcomponenten	Oxitop (OUR) & Rijpheidsgraad
Uitgangproducten compostering	ARBOR/ dikke fractie /141205	X	X	X	X
	gerststro			X	
	ARBOR/ droog digestaat /141205			X	X
	jonge GFT-compost vlaslemen			X	X
Composthopen bemonsterd op 7 januari 2015	ARBOR3/ dif+stro /150107	X	X	X	X
	ARBOR1/ dif+DD /150107	X	X	X	X
	Biorefine/ dif+JC /150107	X	X	X	X
	ARBOR2/ dif+VL /150107	X	X	X	X
Composthopen bemonsterd op 9 februari 2015	dif+stro /150209				X
	dif+DD /150209				X
	dif+JC /150209				X
	dif+VL /150209				X
Composteerproef vergister	Plantaardige dikke fractie			X	X
	ARBOR4/ dikke fractie start /141210				
	Gecomposteerde plantaardige dikke fractie			X	X
Biothermisch gedroogde oba-mest	ARBOR4/ DIF /150108				
	ARBOR5/ OBA /150108	X	X	X	X



Figuur 1: Overzicht van de fasen in de composteringproef met dikke fractie op de ILVO-composteringssite. De namen van de verschillende stalen uit deze composteerproef staan ook vermeld in dit schema.

II. Deel 1. Compostering van dikke fractie

A. Proefopzet

Deze composteerproef bestond uit verschillende onderdelen. Het grootste gedeelte werd uitgevoerd door het ILVO. Daarnaast is bij een vergistingsinstallatie ook op een extensieve manier een plantaardige dikke fractie nagecomposteerd. In deel 1 worden de composteringsexperimenten op de ILVO-composteursite en bij de vergister verder toegelicht. De samenstelling van de plantaardige dikke fractie en het eindproduct van het composteerexperiment met plantaardige dikke fractie bij de vergister worden mee opgenomen in de bespreking.

Op 5 december werden 4 composteringsproeven met de dikke fractie van gescheiden digestaat gestart op de ILVO-composteursite. Een eerste proef werd opgestart op basis van zuivere dikke fractie en een beperkte hoeveelheid gerststro. Dit is de controlebehandeling. Bij de 3 andere hopen werd naast de een beperkte hoeveelheid gerststro respectievelijk, gedroogd digestaat, jonge gft-compost en vlaslemen gemengd. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de jonge gft-compost het product is van een industriële composteerinstallatie zonder dat de compostering voltooid was. Deze compost had slechts een eerste zeping over een zeef met maaswijdte 7 cm gehad. Heel wat grove stukken bruin materiaal en plastic/andere verontreiniging uit het gft-afval waren nog aanwezig. Het vlaslemen dat werd aangewend, was niet ontstoft. Het al dan niet ontstoften van de vlaslemen heeft vermoedelijk geen invloed op het composteerproces. Door de ontstopping achterwege te laten kunnen de kosten gedrukt worden. In Foto 1 wordt het uitzicht van de uitgangsmaterialen weergegeven. In Tabel 2 wordt een beschrijving van de verschillende uitgangsmaterialen weergegeven. Tabel 3 geeft een overzicht van de samenstelling van de uitgangsmaterialen.

Tabel 2: Beschrijving van de uitgang producten die werden gebruikt in de composteerproef op de ILVO-composteersite en bij de vergistingsinstallatie en de biothermisch gedroogde oba-mest waarmee in het rapport wordt vergeleken.

Uitgangproduct	Productbeschrijving
Dikke fractie composteerproef ILVO (dif)	De gebruikte dikke fractie werd bekomen na mesofiele vergisting van 60% mest, energiegewassen en 40% organisch-biologisch afval. Deze stromen verbleven ongeveer 80 dagen in de vergister. De dierlijke bijproducten worden voor vergisting gepasteuriseerd. Na vergisting wordt het digestaat gescheiden in een dikke en dunne fractie. De vergisting op deze site is gekenmerkt door een zeer verregaand afbraakproces, waardoor er nog maar weinig structuur in de dikke fractie zit.
Plantaardige dikke fractie composteerproef vergister (pl dif)	Dikke fractie van de mesofiele vergisting van energiegewassen en plantaardig organisch-biologisch afval. De gemiddelde verblijftijd bedraagt 80 tot 90 dagen. Na vergisting wordt het digestaat gescheiden in een dikke en dunne fractie.
Gedroogd digestaat (DD)	Het gedroogd digestaat is afkomstig van de thermofiele vergisting van mest, energiegewassen en organisch-biologisch afval. Deze stromen verbleven ongeveer 40 tot 45 dagen in de vergister. Na het vergisten wordt het ruw digestaat gescheiden in een dikke en dunne fractie. De dikke fractie wordt ingedroogd tot gedroogd digestaat.
Jonge gft-compost (JC)	Het huis-aan-huis ingezamelde gft-afval wordt na een voorbehandeling (verkleinen, ontijzeren, ...) in composteertunnels gebracht. In deze composteertunnels verblijft het gft-afval ongeveer 2 weken. De temperatuur, vochtgehalte en zuurstofgehalte wordt continu geregistreerd en gebruikt om de beluchting van de tunnels te sturen. Voor deze proef werd de jonge gft-compost na 2 weken in de composteertunnel afgezeefd over een zeef met maaswijdte 7 cm om de hele grove stukken eruit te verwijderen.
Vlaslemen (VL)	Vlaslemen zijn de gebroken stengels van de vlasplant. Het is een bijproduct van de vlasverwerkingsindustrie dat normaal wordt ontstoft voor het o.a. gebruikt wordt als strooisel in stallen. De vlaslemen werden hier echter zonder voorafgaande ontstopping bijgemengd, waardoor het product goedkoper is.
Biothermisch gedroogde oba-mest (OBA)	Deze organische meststof is geproduceerd op basis van 17% dikke fractie varkensdrijfmest, 56% kippenmest, 21% gedroogd digestaat en 6% dikke fractie digestaat. Deze stromen werden gedurende 3 dagen in een composteertunnel intensief belucht en gedurende minstens 1 uur aan 70°C gehygiëniseerd.

De hoeveelheden uitgangsmateriaal die werden gehanteerd, waren afhankelijk van composthoop tot composthoop (voor precieze cijfers, zie verder). Er werd gestreefd om ongeveer 20 ton dikke fractie te hanteren per composthoop. De dikke fractie was erg pasteus. Met het inmengen van een beperkte hoeveelheid gerststro werd wat structuur aangebracht waardoor het mogelijk werd de andere uitgangsmaterialen met de dikke fractie te mengen via de mestspreider en een compostering op te starten met enkel de dikke fractie en die beperkte hoeveelheid stro. Preferentieel wordt hiervoor tarwestro gebruikt dat vrij sterk en stijf is. Aangezien er echter geen tarwestro beschikbaar was, werd in de proeven wintergerststro gebruikt. Per composthoop werd 400 kg gerststro (2 grote balen)

bijgemengd. Na het afdraaien van iedere hoop (dikke fractie + gerststro) (zie Foto 2), werd elke hoop nog eens opgeladen op de mestspreader tezamen met de bij te mengen andere uitgangsmaterialen: gedroogd digestaat (hoop 2), jonge gft-compost (hoop 3) en vlasleem (hoop 4). De hoeveelheid van deze laatste drie producten werd zo afgestemd dat er in iedere hoop ongeveer evenveel droge stof aanwezig was (dikke fractie, stro en gedroogd digestaat/jonge gft-compost/vlasleem samen). In iedere hoop was bij de start van de composteringproeven ongeveer 10 ton drogestof aanwezig en schommelde het DS% tussen 40 en 45%.



Foto 1. Voorstelling van de uitgangspullen voor de composteerproeven.

Tabel 3. Overzicht van de samenstelling van de uitgangproducten (op vers gewicht) op basis waarvan de composteringsexperimenten op de ILVO-composteursite en bij de vergistingsinstallatie werden gestart. De samenstelling is uitgedrukt op verse basis. NB: niet bepaald. * Er was twijfel bij het P-gehalte bij dit product en daarom werd het P-gehalte opnieuw gemeten bij ILVO-laboratorium voor Teelt & Omgeving. Deze hermeting lag hoger dan de oorspronkelijke meting en werd gebruikt in deze tabel en bij verdere berekeningen.

Benaming product	DS (%)	OS (%)	N totaal (kg N/ton)	NH ₄ ⁺ -N (kg N/ton)	NO ₃ ⁻ -N (kg N/ton)	P (kg P ₂ O ₅ /ton)	K (kg K ₂ O /ton)	Ca (kg CaO /ton)	Mg (kg MgO /ton)
Dikke fractie composteerproef ILVO ARBOR/ dikke fractie /141205	39,5	11,1	5,59	2,19	0,0039	5,74*	4,14	17,45	6,33
Plantaardige dikke fractie composteerproef vergister ARBOR4/ dikke fractie start /141210	17,0	14,8	4,62	1,2	0,0741	3,0	4,3	2,0	1,1
gerststro	87,4	79,4	5,03	NB	NB	1,9	28,2	4,9	0,9
gedroogd digestaat	76,8	56,1	27,3	1,86	0,0698	25,3*	9,9	42,5	7,5
jonge gft-compost	58,0	38,0	12,0	0,22	<0,016	5,5	10,7	20,8	4,1
vlaslemen	88,6	79,5	5,63	NB	NB	1,8	3,6	4,8	1,2



Foto 2. Opzetten van de composthopen met de stationair draaiende mestspreider (boven). De dikke fractie gemengd met stro (onderaan links) en het homogeniseren van de composthopen net voor de start van de composteerproeven.

De composthopen werden afgedekt met TopTex doek om neerslagwater van de composthopen te laten aflopen en om ammoniumverliezen te beperken. De temperatuur en het CO₂-gehalte in de hopen werden gemeten om te bepalen wanneer de hoop zeker diende gekeerd te worden. Een temperatuur van 65°C-70°C en een CO₂-gehalte van 16% werden als grenswaarde gehanteerd. Tot 23 december 2014 werden temperatuur en CO₂-gehalten van de hopen iedere werkdag gemeten op 4 plaatsen per hoop. Daarna werden deze parameters één keer per week gemeten. Na opzetten van de composthopen werden deze onmiddellijk gehomogeniseerd door deze te keren met een compostkeerder. Er werd bij de proefopzet vooropgesteld om de composthopen minstens éénmaal per week te keren. Van 5 tot en met 30 december werden de alle composthopen effectief minstens éénmaal per week gekeerd, zelfs wanneer temperatuur en CO₂ metingen aangaven dat keren niet noodzakelijk was. De temperaturen in de composthopen met bijmenging van gedroogd digestaat en vlaslemen liepen echter een stuk hoger op, zodat het noodzakelijk was deze hopen meer dan één keer per week te keren. Na 30 december was keren niet meer noodzakelijk. Net voor de tweede staalname van 9 februari 2015 werden de composthopen nogmaals gekeerd om een homogeen staal te kunnen nemen. In de bespreking van de resultaten wordt het verloop van de temperatuur en het CO₂-gehalte ook besproken.

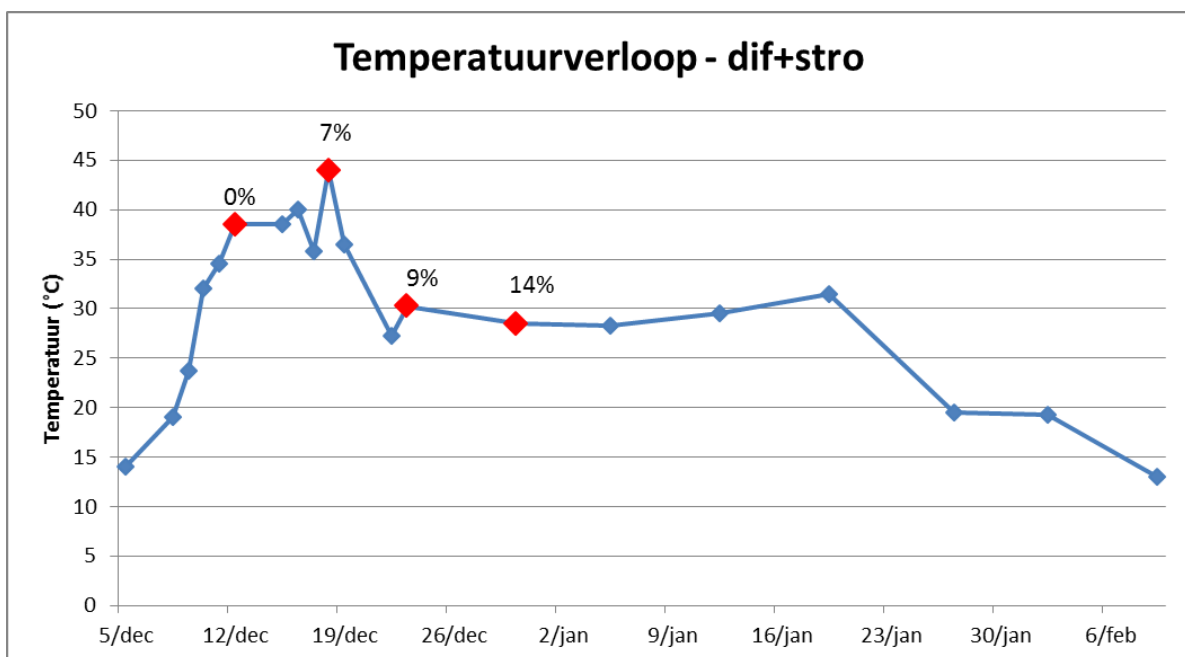
Er werd van iedere compositril een DS-balans opgesteld aan het einde van de composteerproef (9 februari) en N-, P-, K-balansen tussentijds (7 januari) en aan het einde van de composteerproef (9 februari). Doordat de massa van de compositril slechts werd bepaald aan het begin en einde van de composteerproef, werden de tussentijdse N-, P- en K-balansen op 7 januari berekend op basis van de

massa van de compoststrijlen op 9 februari. Aangezien er nog een zekere afbraak van organische stof was in de periode 7 januari-9 februari (zie verder), dienen de tussentijdse N-, P- en K-balansen van 7 januari eerder als indicatie te worden geïnterpreteerd.

B. Dikke fractie en stro (dif+stro)

Oorspronkelijk werd vooropgesteld om een composthoop aan te houden met zuivere dikke fractie om enerzijds de mogelijkheid tot composteren van dit product in zuivere vorm te testen en om anderzijds een controlebehandeling aan te houden. Dit was echter technisch gezien niet mogelijk. Daarom werd gerststro doorheen de dikke fractie gemengd. In Foto 2 linksonder staat een foto van het uitzicht van het mengsel dif+stro bij de start van deze compostering.

In Figuur 2 wordt het temperatuurverloop in de composthoop weergegeven. Overeenkomstig de proefopzet, werd de composthoop in de beginfase ongeveer 1 keer per week gekeerd. Op basis van de temperatuur bleek het keren van de composthoop niet nodig. De gemiddelde temperatuur is nooit boven de 45°C gestegen. Omdat er weinig structuur in de hoop was, was gasuitwisseling duidelijk moeilijk, waardoor het %CO₂ in de gasfase van de composthoop duidelijk toenam. Keren van deze composthoop was dus vooral noodzakelijk om O₂ in de composthoop te krijgen, eerder dan om de temperatuur onder controle te krijgen. Na 2 weken nam de activiteit in de hoop duidelijk af en bleef de temperatuur op ±30°C gedurende een 4-tal weken. Een week na de staalname voor de N- en C-incubatieproeven (7 januari), daalde de temperatuur sterk, wat er op wijst dat de compostingsactiviteit in de hoop op dit moment was beëindigd. Op geen enkel moment werd water aan de hoop toegevoegd, aangezien de hoop na visuele controle steeds voldoende vochtig was.



Figuur 2. Het temperatuurverloop van de referentie composthoop met dikke fractie en gerststro (dif+stro). De temperatuur is het gemiddelde van 4 metingen over de lengte van de volledige compostrijl. De rode punten geven aan wanneer de composthoop werd gekeerd. Op de grafiek wordt op deze punten ook weergegeven wat het %CO₂ was in de gasfase van de hoop.

In Tabel 4 wordt de massabalans van de composthoop, uitgerekend op vers gewicht en drogestof weergegeven. Tijdens de compostering werd een drogestof verlaging van 1 489 kg vastgesteld en droogde de composthoop licht op van 40,3 tot 41,3% DS.

Tabel 4. Massabalans op basis van verse en drogestofmassa van de referentie composthoop op basis van dikke fractie gemengd met gerststro (dif+stro).

	Uitgangproduct		Composthoop start	Compost eindproduct
	Dikke fractie	gerststro		
Vers gewicht (kg)	23 660	400	24 060	19 860
DS%	39,5	86,4		
Droog gewicht (kg)	9 346	350	9 695	8 202
	%DS composthoop/compost eindproduct		40,3*	41,3**

*berekend **Op basis van een DS-bepaling op 9 februari 2015 bij het laboratorium voor Teelt & Omgeving, ILVO.



Foto 3. De referentie composthoop dikke fractie en gerststro (dif+stro) op 5 december 2014 (start composteringsproef) bovenaan en op 9 februari 2015 (einde composteringsproef).

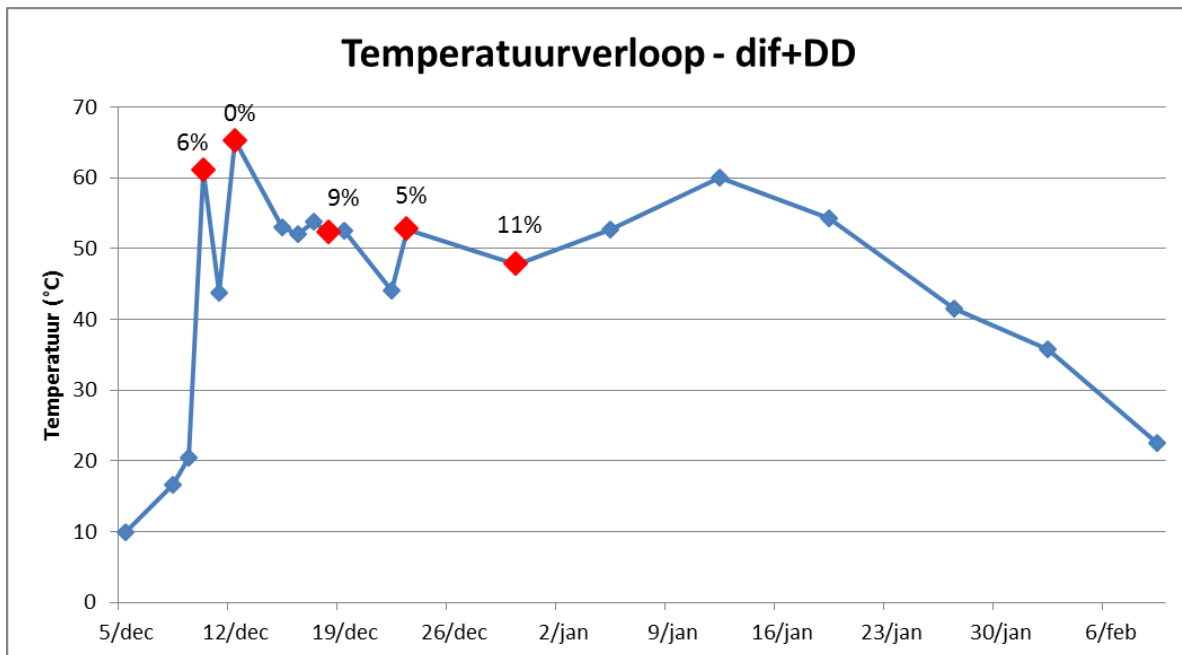
Gedurende de hele compostering bleef deze composthoop moeilijk te keren met de compostkeerder en was er weinig structuur in de composthoop. Het volume van de hoop nam duidelijk af, maar het bleef een zware natte massa. Tijdens het keren werd ook duidelijk dat de dikke fractie samenkleefde in bolletjes van enkele mm tot enkele cm (golfbal) groot. Het stro was duidelijk verkleind en voor een groot stuk afgebroken.

C. Dikke fractie, stro en gedroogd digestaat (dif+DD)

In Figuur 3 wordt het temperatuurverloop van de composthoop weergegeven waar dikke fractie werd gemengd met gedroogd digestaat en gerststro. Het is duidelijk dat de temperatuur heel snel toenam in deze composthoop vanaf het begin van het experiment. Deze composthoop werd in de eerste week na de start van het experiment tweemaal gekeerd omdat de temperatuur opklom tot boven de 65°C. Op 12 december werd op 1 punt in de hoop een temperatuur gemeten van >70°C, maar bij de andere 3 metingen op andere plaatsen in de hoop was dit niet het geval. Na de initiële temperaturen >60°C, daalde de temperatuur 2 weken na de start van het experiment (18 december) tot een niveau tussen 45 en 60°C. Na de staalname voor C- en N-incubatieproeven van 7 januari, begon de temperatuur in de composthoop te dalen. Dit wijst er op dat de composteringsactiviteit grotendeels was afgelopen. Toch zal de compost verder uitgerijpt zijn na 7 januari. Dankzij de verbetering van de structuur na enkele dagen composteren –de samengekleefde bolletjes dikke fractie kwamen hier veel minder voor- en het regelmatig keren van de hoop kam de zuurstofaanvoer nooit in het gedrang. Op geen enkel moment werd water aan de hoop toegevoegd, aangezien de hoop na visuele controle steeds voldoende vochtig was. Bij het keren van de composthoop viel het steeds op dat een dunne (2-3cm) zeer natte en pasteuze laag dikke fractie steeds op het beton bleef kleven tijdens het keren en dus niet mee composteerde (zie Foto 4). Tussen 7 januari en 9 februari werd de compost niet meer gekeerd. Tijdens deze periode droogde de buitenste laag van de composthoop onder het doek op en werden duidelijk witte schimmeldraden visueel vastgesteld.



Foto 4. De pasteuze laag dikke fractie onderaan iedere compostrijl bleef liggen en niet kon worden gekeerd in de rijl.



Figuur 3. Het temperatuurverloop van de composthoop van dikke fractie gemengd met gedroogd digestaat en gerststro (dif+DD). De temperatuur is het gemiddelde van 4 metingen over de lengte van de volledige compostriil. De rode punten geven aan wanneer de composthoop werd gekeerd. Op de grafiek wordt op deze punten ook weergegeven wat het %CO₂ was in de gasfase van de hoop.

In Tabel 5 wordt de massabalans gegeven van de composthoop uitgerekend op vers gewicht en drogestof. Tijdens de compostering werd een drogestof verlaging van 1 364 kg vastgesteld en droogde de composthoop licht op van 44,9 tot 45,9% DS. Ondanks de veel hogere activiteit in deze composthoop in vergelijking met de controle (dif+stro), was de afbraak aan drogestof iets lager.

Tabel 5. Massabalans op basis van verse en drogestof massa van de composthoop met dikke fractie gemengd met gedroogd digestaat en gerststro (dif+DD). *berekend **Op basis van een DS-bepaling op 9 februari 2015 bij het laboratorium voor Teelt & Omgeving, ILVO.

	Uitgangspunt			Composthoop start	Compost eindproduct
	Dikke fractie	gerststro	Gedroogd digestaat		
Vers gewicht (kg)	20 660	400	3 000	24 060	20 580
DS%	39,5	87,4	76,8		
Droog gewicht (kg)	8 161	350	2 304	10 814	9 446
%DS composthoop/compost eindproduct				44,9*	45,9**

*berekend **Op basis van een DS-bepaling op 9 februari 2015 bij het laboratorium voor Teelt & Omgeving, ILVO.

Zoals te zien op Foto 5 is ook bij deze composthoop, het gerststro verkleind en voor een groot stuk afgebroken. De compost is merkbaar beter verkruid en droger dan de controle (dif+stro). Hoewel er bij de start van de compostering ook weinig structuur in deze hoop was, bleek dit niet echt een probleem te zijn voor het verloop van de compostering. Het bekomen product is visueel merkbaar van een veel hogere kwaliteit dan de compost op basis van de controle (dif+stro). Het is dus duidelijk dat de combinatie van de structuur/fijnheid van het materiaal en het DS-gehalte belangrijke factoren zijn bij de keuze van uitgangsmaterialen voor de compostering van dikke fractie.



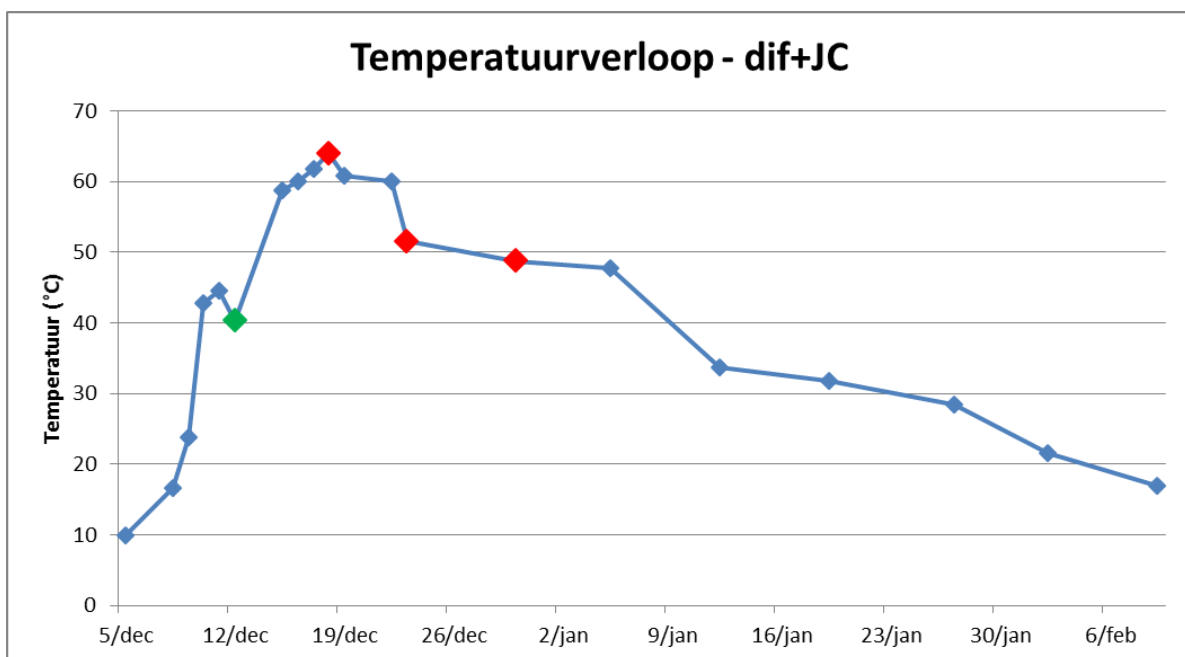
Foto 5. De composthoop met dikke fractie gemengd met gedroogd digestaat en gerststro (dif+DD) op 5 december 2014 (start composteringsproef) bovenaan en op 9 februari 2015 (einde composteringsproef) onderaan.

D. Dikke fractie, stro en jonge gft-compost (dif+JC)

In dit composteringsexperiment werd de dikke fractie gemengd met gerststro en jonge gft-compost. Nog voor het composteerproces was beëindigd ('jonge gft-compost'), werd deze compost uit de composteerhal gehaald om bij de dikke fractie te mengen. Hoewel deze jonge gft-compost reeds

relatief ver stond in het compostingsproces (8,6 mmol O₂/kg OS/h respiratie volgens oxitop methode) kan hier toch het effect spelen van het enten van de compostrijl met goede compostbacteriën en daarmee microbiële activiteit stimuleren. De compost was enkel grof gezeefd (maaswijdte 7cm) om zo grote houtstukken in de compost te houden die structuur geven aan de dif+JC composthoop. Het enkel grof afzeven had echter als nadeel dat plastic, stenen en andere klein niet-organisch afval mee in de composthoop terecht kwamen, wat zeker niet ten goede komt aan de slijtage van de machines en wat het ook noodzakelijk maakt om de dif+JC composthoop na compostering te zeven voor uitspreiden op landbouwpercelen. Het zeven was niet nodig bij andere hopen.

Er werd 7 560 kg jonge gft-compost (3 841 kg DS) ter beschikking gesteld voor dit composteerexperiment. Om de hoeveelheid aan DS in de dif+JC composthoop niet te sterk te laten afwijken van de hoeveelheid DS in de andere 3 composthopen, werd slechts een deel van de compost (4 700 kg) in de dif+JC composthoop gemengd bij aanvang van het experiment. De temperatuurstijging in de dif+JC composthoop was langzamer dan in de dif+DD composthoop (zie Figuur 4). Pas 2 weken na opzetten van de hoop werd een temperatuur van >60°C bereikt. De temperatuur bereikte echter op geen enkel moment en op geen enkele plaats in de composthoop 70°C. Het was ook niet noodzakelijk om de hoop meer dan 1 keer per week te keren. Bij het keren van de composthoop was er ook hier een dunne (2-3cm) zeer natte en pasteuze laag dikke fractie die steeds op het beton bleef kleven tijdens het keren en dus niet mee composteerde. Tussen 7 januari en 9 februari werd de compost niet meer gekeerd en kon de compost verder uitrijpen.



Figuur 4. Het temperatuurverloop van de composthoop met dikke fractie, stro en jonge gft-compost (dif+JC). De temperatuur is het gemiddelde van 4 metingen over de lengte van de volledige compostrijl. De rode punten geven aan wanneer de composthoop werd gekeerd. Het groene punt geeft aan wanneer de extra hoeveelheid jonge gft-compost werd door de composthoop gemengd. Op de grafiek wordt op deze punten ook weergegeven wat het %CO₂ was in de gasfase van de hoop.

Omdat er enerzijds duidelijk activiteit in de composthoop werd vastgesteld (temperatuurontwikkeling) en daar anderzijds de temperatuur leek te stagneren, werd beslist om op 12 december (bij eerste compostkering) de resterende hoeveelheid jonge gft-compost (2 860 kg vers) bij te mengen. Door deze bijmenging nam de temperatuur verder toe. Het is duidelijk dat het houtmateriaal in de composthoop

voor meer structuur zorgde. De %CO₂ in de gasfase van de dif+JC composthoop waren op geen enkel moment >5% tijdens de compostering. Tijdens de compostering werd een drogestof verlaging van 1 233 kg vastgesteld en evolueerde het %DS van 43,8 tot 44,3%

Tabel 6. Massabalans op basis van verse en drogestof massa van de composthoop op basis van dikke fractie, stro en jonge gft-compost (dif+JC).

	Uitgangproduct			Composthoop	Compost eindproduct
	Dikke fractie	gerststro	Jonge gft-compost		
Vers gewicht (kg)	19 720	400	4 700 + 2 860	27 680	24 600
DS%	39,5	87,4	58,0		
Droog gewicht (kg)	7 789	350	2 726 + 1 659	12 524	11 291
%DS composthoop/compost eindproduct				43,8*	44,3**

*berekend op 5 december 2014 (houdt geen rekening met extra hoeveelheid jonge gft-compost die werd bijgemengd na de start van de proef **Op basis van een DS-bepaling op 9 februari 2015 bij het laboratorium voor Teelt & Omgeving, ILVO.

Ondanks de aanwezigheid van stukken houtmateriaal die structuur aan de composthoop gaven, werden de bollen klevende dikke fractie –zoals dat bij de controle (dif+stro)- maar slecht uit elkaar gehaald. Ter vergelijking, in de composthoop dif+DD (zie eerder) en dif+VL (zie verder) werd de pasteuze dikke fractie tijdens het keren veel beter verkruid. Gezien het DS-gehalte van dif+DD en dif+VL, vergelijkbaar waren met deze van dif+JC, kan dit niet toegeschreven worden aan een verschil in vochtgehalte van de initiële composthoop. Vermoedelijk is dit ten gevolge van een betere vochtverdeling, beter vochtopname door de drogere materialen en een betere opmenging door hun fijnheid.



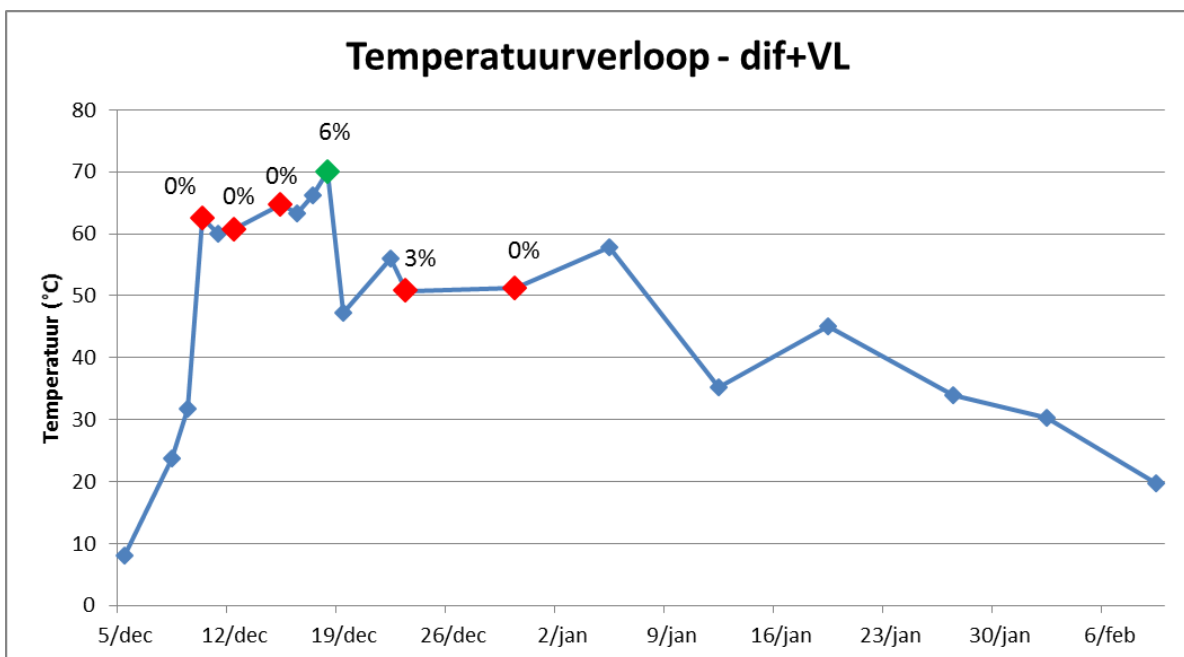
Foto 6. De composthoop met dikke fractie, stro en jonge gft-compost (dif+JC) op 5 december 2014 (start composteringsproef) bovenaan en op 9 februari 2015 (einde composteringsproef).

De visuele beoordeling leert dat tijdens de compostering het stro sterk verkleinde en afgebroken werd. Het houtmateriaal onderging weinig of geen afbraak (zie Foto 6). Ondanks dat het product naar het einde van de compostering toch relatief goed verkruid was, bleven er zichtbaar overal in de composthoop samen geklitte bolletjes dikke fractie van enkele centimeter doormeter aanwezig.

E. Dikke fractie, stro en vlaslemen (dif+VL)

In dit composteringsexperiment werd dikke fractie met gerststro en vlaslemen gemengd. Doordat dit product een laag volumegewicht heeft mede door zijn hoge DS-gehalte, was deze composthoop volumineus een stuk groter dan de andere composthoven. Reeds van de start was de structuur van de dif+VL composthoop duidelijk goed.

De temperatuur nam net als in de dif+DD composthoop snel toe en maakte het ook noodzakelijk om de composthoop meer dan één keer per week te gaan keren. Ondanks dat de gemiddelde temperatuur niet >70°C werd (zie Figuur 5), werd er op meerdere plaatsen in de composthoop op 12, 17 en 18 december 2014 een temperatuur van net boven de 70°C vastgesteld. Aangezien de composthoven op rillen buiten aangelegd waren, is afkoeling van de hoop mogelijk. Het vermoeden is dan ook dat in een composteerhal de temperatuur makkelijk gedurende 1 uur of langer bij 70°C aangehouden kan worden. De temperatuur bleef 2 weken tussen 60° en 70°C schommelen. In de 2 volgende weken schommelde de temperatuur tussen de 50° en 60°C. Daarna nam de temperatuur in de composthoop geleidelijk aan af. Op 18 december werd visueel vastgesteld dat de composthoop te droog was, daarom werd 300 liter water door de composthoop gemengd. Na visuele controle in het latere stadium van de compostering bleek meer water toevoegen niet nodig. Bij het keren van de composthoop was er ook hier een dunne (2-3cm) zeer natte en pasteuze laag dikke fractie die steeds op het beton bleef kleven tijdens het keren en dus niet mee composteerde. Tussen 7 januari en 9 februari werd de compost niet meer gekeerd en kon de compost verder uitrijpen.



Figuur 5. Het temperatuurverloop van de composthoop op basis van dikke fractie, stro en vlaslemen (dif+VL). De temperatuur is het gemiddelde van 4 metingen over de lengte van de volledige compostrijl. De rode punten geven aan wanneer de composthoop werd gekeerd. Het groene punt geeft aan wanneer er 300l water door de composthoop werd gemengd. Op de grafiek wordt op deze punten ook weergegeven wat het %CO₂ was in de gasfase van de hoop.

De compost verkrumelde zeer goed en de composthoop had duidelijk een goede structuur. Net als bij de composthoop dif+DD werden geen samenklittende bolletjes dikke fractie gevormd tijdens het keren van de compost. De %CO₂ in de gasfase van de composthoop waren dan ook meestal laag. Tijdens de

compostering werd een drogestof verlaging van 1 801 kg vastgesteld (zie Tabel 7). Dit is meer dan in vergelijking met de 3 andere composteringsexperimenten. Het DS-gehalte evolueerde tijdens de compostering van 43,5 tot 41,4%. Dit was vermoedelijk ook te wijten aan de bijmenging van water tijdens de compostering (zie eerder).

Tabel 7. Massabalans op basis van verse en drogestof massa van de composthoop op basis van dikke fractie, stro en vlaslemen (dif+VL).

	Uitgangproduct			Composthoop	Compost eindproduct
	Dikke fractie	gerststro	vlaslemen		
Vers gewicht (kg)	21 100	400	1 500	23 000	19 870
DS%	39,5	87,4	88,6*		
Droog gewicht (kg)	8 335	350	1 329	10 013	8 226
	%DS composthoop/compost eindproduct			43,5**	41,4 [#]

* Op basis van een DS-bepaling op 5 december 2014 bij het laboratorium voor Teelt & Omgeving, ILVO **berekend op 5 december 2014 #Op basis van een DS-bepaling op 9 februari 2015 bij het laboratorium voor Teelt & Omgeving, ILVO.

Zoals te zien is op Foto 7 is ook bij deze composthoop het gerststro verkleind en voor een groot stuk afgebroken. De vlaslemen zijn weinig afgebroken, maar dit is visueel moeilijker te zien daar de vlaslemen sterk verdeeld zijn over de composthoop. De compost is visueel van een goede structuur en beter verkruid dan de composten van dif+stro en dif+JC. De structuur en verkruiding van de composten van dif+DD en dif+VL zijn vergelijkbaar.



Foto 7. De composthoop op basis van dikke fractie, stro en vlasleem (dif+VL) op 5 december 2014 (start comosteringsproef) bovenaan en op 9 februari 2015 (einde comosteringsproef).

F. Compostering van plantaardige dikke fractie uitgevoerd op het vergistingsbedrijf

Bij een vergister werd ook een composteerproef aangelegd met een pure plantaardige dikke fractie van digestaat. De plantaardige dikke fractie is op een grote composterril geplaatst. Ten opzichte van de dikke fractie die bij het ILVO gebruikt is, was deze dikke fractie veel structuurrijker. Dit komt onder meer door een grotere hoeveelheid maïs in de input. Deze ril lag in een maïssilo in open lucht. In tegenstelling tot de proef bij ILVO was de ril niet afgedekt. De hoop werd met een wiellader opgezet

op 10 december 2014 en liep tot 8 januari 2015. De composthoop is wekelijks met de wiellader omgezet en de temperaturen/DS-gehalte is wekelijks gemeten. De gemeten temperaturen varieerden van 41,7 tot 60,2°C. het DS-gehalte nam gedurende de composteerproef af van ongeveer 23% DS naar 19% DS. Dit was te wijten aan de vele neerslag gedurende de 4 weken van deze composteerproef. De temperatuurstijgingen geven aan dat structuurrijke dikke fractie ook puur te composteren is. De nodige hygiënisatie (4 dagen 60°C) is in deze composteerproef niet gehaald, maar is mits betere weersomstandigheden wellicht wel haalbaar.



Foto 8. De composteerrijl op basis van structuurrijke plantaardige pure dikke fractie van digestaatscheiding in een maïssilo bij de vergister.

G. Samenstelling van de eindproducten van de compostering op 7 januari 2015

Naast de bespreking van het composteringsproces zelf, is het ook belangrijk om de samenstelling zowel qua nutriënten (zie Tabel 8) als qua kwaliteit (zie Tabel 10) te vergelijken met elkaar en met de initiële dikke fractie. Er werd in deze vergelijking ook aandacht besteed aan een staal biothermische gedroogde oba-mest (arbor5/OBA/150108). Deze biothermische gedroogde oba-mest is geproduceerd op basis van 17% dikke fractie varkensdrijfmest, 56% kippenmest, 21% gedroogd digestaat en 6% dikke fractie digestaat. Deze stromen werden gedurende 3 dagen in een composteertunnel intensief belucht en gedurende 1 uur aan 70°C gehygiëniseerd.

Tabel 8: Overzicht van de NPK-samenstelling van de dikke fractie als belangrijkste uitgangproduct, de 4 eindproducten van de compostering op 7 januari 2015 van de ILVO composteerproef en de plantaardige dikke fractie en het eindproduct van de compostering van de composteerproef bij de vergister. Een bijkomend staal van biothermisch gedroogde oba-mest (arbor5/OBA/150108) werd bijgevoegd ter vergelijking. De samenstelling is uitgedrukt op droge stof-basis. * Er was twijfel bij het P-gehalte bij dit product en daarom werd het P-gehalte opnieuw gemeten bij ILVO-laboratorium voor Teelt & Omgeving. Deze hermeting lag hoger dan de oorspronkelijke meting en werd verder in dit rapport gebruikt.

Benaming product	N totaal (%N)	NH ₄ ⁺ -N (%N)	NO ₃ ⁻ -N (%N)	P (%P ₂ O ₅)	K (%K ₂ O)	Ca (%CaO)	Mg (%MgO)
arbor/ dikke fractie /141205	1,42	0,554	0,001	1,41*	1,05	4,42	1,60
gerststro	0,58	NB	NB	0,21	3,23	0,56	0,10
ARBOR/ droog digestaat /141205	3,56	0,242	0,009	3,30*	1,29	5,53	0,98
jonge gft-compost	2,07	0,038	<0,003	0,55	1,85	3,59	0,71
vlaslemen	0,64	NB	NB	0,20	0,41	0,55	0,13
arbor3/ dif+stro /150107	0,64	0,379	0,015	1,49	1,00	4,53	1,43
arbor1/ dif+DD /150107	1,75	0,970	0,015	2,41	1,15	4,93	1,41
Biorefine/ dif+JC /150107	1,35	0,059	0,023	1,31	1,42	4,72	1,17
arbor2/ dif+VL /150107	0,93	0,552	0,037	1,47	1,01	4,22	1,35
Plantaardige dikke fractie							
arbor4/ dikke fractie start /141210	2,72	0,706	0,044	1,77	2,53	1,18	0,65
Gecomposteerde plantaardige dikke fractie							
Arbor4/ DIF /150108	3,02	1,053	0,005	2,12	2,49	1,27	0,794
Biothermisch gedroogde oba-mest							
arbor5/ OBA /150108	3,71	1,101	0,003	4,74	2,64	4,63	1,69

NB: niet bepaald.

Tabel 9. Overzicht van de NPK-samenstelling van de dikke fractie als belangrijkste uitgangspunt, de 4 eindproducten van de compostering op 7 januari 2015 van de ILVO-composteerproef en de plantaardige dikke fractie en het eindproduct van de compostering van de composteerproef bij de vergister. Een bijkomend staal van biothermisch gedroogde oba-mest (arbor5/OBA/150108) werd bijgevoegd ter vergelijking. De samenstelling is uitgedrukt op verse basis * Er was twijfel bij het P-gehalte bij dit product en daarom werd het P-gehalte opnieuw gemeten bij ILVO-laboratorium voor Teelt & Omgeving. Deze hermeting lag hoger dan de oorspronkelijke meting en werd verder in dit rapport gebruikt.

Benaming product	N totaal (kg N/ton)	NH ₄ ⁺ -N (kg N/ton)	NO ₃ ⁻ -N (kg N/ton)	P (kg P ₂ O ₅ /ton)	K (kg K ₂ O /ton)	Ca (kg CaO /ton)	Mg (kg MgO /ton)
arbor/ dikke fractie /141205	5,59	2,19	0,004	5,74*	4,14	17,45	6,33
gerststro	5,03	NB	NB	1,9	28,2	4,9	0,9
ARBOR/ droog digestaat /141205	27,3	1,86	0,0698	25,3*	9,9	42,5	7,5
jonge gft-compost	12,0	0,22	<0,016	5,5	10,7	20,8	4,1
vlaslemen	5,63	NB	NB	1,8	3,6	4,8	1,2
arbor3/ dif+stro /150107	2,60	1,54	0,062	6,05	4,04	18,38	5,80
arbor1/ dif+DD /150107	8,09	4,48	0,070	11,13	5,32	22,76	6,50
Biorefine/ dif+JC /150107	6,23	0,27	0,106	6,00	6,54	21,69	5,40
arbor2/ dif+VL /150107	3,97	2,37	0,157	6,30	4,33	18,12	5,78
Plantaardige dikke fractie							
arbor4/ dikke fractie start /141210	4,62	1,20	0,0741	3,0	4,3	2,0	1,1
Gecomposteerde plantaardige dikke fractie							
Arbor4/ DIF /150108	5,70	1,99	0,0100	4,0	4,7	2,4	1,5
Biothermisch gedroogde oba-mest							
arbor5/ OBA /150108	24,23	7,19	0,018	30,96	17,21	30,24	11,04

NB: niet bepaald.

Het valt sterk op dat een groot deel van de totale N tijdens compostering van dif+stro verdween in vergelijking met de initiële dikke fractie (arbor/**dikke fractie**/14-12-05) (zie Tabel 8). Dit kan er op wijzen dat een gedeelte van de N als ammoniak vervluchtigde tijdens het composteren en het keren van de composthoop. Het ammoniumgehalte van dif+stro was lager dan dat van de initiële dikke fractie. Ook bij de compostering met vlaslemen (dif+VL) is een duidelijke daling merkbaar in het totale N-gehalte in vergelijking met de initiële dikke fractie. Omdat vlaslemen echter zeer weinig N bevatten, kan dit bij dif+VL ook gedeeltelijk te wijten zijn aan een verdunningseffect. Het bijmengen van gedroogd digestaat (dif+DD) had een duidelijk verhogend effect op het ammoniumgehalte, daar waar het bijmengen van jonge gft-compost duidelijk een verlagend effect had op het ammoniumgehalte in vergelijking met de initiële dikke fractie. Het bijmengen met vlaslemen (dif+VL) had weinig effect op het ammoniumgehalte in vergelijking met de initiële dikke fractie. In zowel dikke fractie als de compostproducten was weinig of geen nitraat aanwezig.

Het product van de dif+VL compostering heeft een gelijkaardig P-gehalte als het product van de dif+stro compostering. Het inmengen van gedroogd digestaat dat erg veel P bevat (zie Tabel 3), resulteerde in een verhoging van het P-gehalte van de compost op basis van de dif+DD compostering (Tabel 8).

Het bijmengen van gerststro, gedroogd digestaat, jonge gft-compost en vlaslemen hadden een beperkt effect op het K-, Ca- en Mg-gehalte in vergelijking met de initiële dikke fractie (Tabel 8). Het K-gehalte nam toe door het inmengen van gedroogd digestaat (dif+DD) en jonge gft-compost (dif+JC). Het K-gehalte door compostering in de controle (dif+stro) en dif+VL bleef nagenoeg gelijk. Het composteren en inmengen van stro (dif+stro), gedroogd digestaat (dif+DD) en jonge gft-compost (dif+JC) zorgde voor een verhoging van het Ca-gehalte. Het Mg-gehalte daalde in alle compostproducten ten opzichte van de initiële dikke fractie (Tabel 8). Het gehalte aan K, Ca en Mg kon op meerdere manieren worden beïnvloed. Deze elementen vervluchtigen niet, maar door de afbraak van organische stof tijdens de compostering vindt er een opconcentratie plaats. Het inmengen van biomassastromen die een lagere concentratie hebben van deze elementen kunnen echter het K-, Ca- en Mg-gehalte doen dalen. Er kunnen echter ook sapverliezen tijdens de compostering optreden waarbij een deel van deze nutriënten wegspoelen.

Bij de plantaardige dikke fractie die bij de vergister werd gecomposteerd, werd een stijging van N, P, Ca en Mg-gehalte vastgesteld. Het K-gehalte nam licht af (Tabel 8). Dit kan er op wijzen dat hier een opconcentratie plaats vond door afbraak van organisch materiaal voor alle nutriënten op K na. Het K-gehalte kan ook hier gedaald zijn door sapverliezen.

In Tabel 9 wordt de NPK samenstelling van de verschillende producten ook nog eens op verse basis gegeven.

De biothermisch gedroogde oba-mest bevat veel hogere gehalten aan alle nutriënten op verse basis (zie Tabel 9). Dit is gedeeltelijk een DS-effect, aangezien het DS-gehalte van dit product >20% (absolute %) hoger ligt dan de compostproducten (zie Tabel 10). Maar ook de totale NPK, Ca en Mg inhoud van de biothermisch gedroogde oba-mest op DS-basis blijft een stukje hoger dan die van de compostproducten (zie Tabel 8). Het valt ook op dat dit product weinig minerale N bevat onder vorm van nitraat, maar wel veel ammonium bevat in vergelijking met de andere organische meststoffen (zie Tabel 9). Dit is te wijten aan het feit dat de oba-mest werd geproduceerd op basis van dierlijke mest en digestaat, producten die weinig nitraat bevatten. Het hoge ammoniumgehalte is vermoedelijk te

delen te wijten aan de inmenging van kippenmest, een dierlijk mesttype met een hoog ammoniumgehalte.

Tijdens de compostering nam het %DS in alle composthopen toe, in vergelijking met de initiële dikke fractie (zie Tabel 10). Ondanks het feit dat de onderlinge verschillen tussen de eindproducten van de compostering relatief beperkt bleven, was zoals eerder vermeld de verkrumeling van dif+DD en dif+VL sterk beter dan bij de controle (dif+stro) en relatief beter dan bij dif+JC. Het OS-gehalte op drogestofbasis nam in alle composthopen toe (zie Tabel 10). Via het bijmengen van de biomassastromen gerststro, gedroogd digestaat, jonge gft-compost en vlaslemen werd dan ook een hoeveelheid organische stof aan de initiële dikke fractie toegevoegd. Deze producten kunnen echter enkel onder de noemer 'compost' worden ingedeeld als het product een OS-gehalte heeft van $\geq 16\%$ op verse basis. Dit gehalte wordt enkel gehaald in het eindproduct van dif+JC en dif+DD, maar niet bij de andere producten. De eindproducten van de compostering waren duidelijk gedaald in volumegewicht in vergelijking met de initiële dikke fractie (zie Tabel 10). Deze daling was het sterkst door composteren met vlaslemen (dif+VL) en het minst sterk door composteren met jonge gft-compost (dif+JC). Deze daling in volumegewicht was visueel goed te merken bij de composthopen dif+DD en dif+VL. De EC van de producten van de compostering waren weinig verschillend van deze van de initiële dikke fractie (zie Tabel 10). De EC van de initiële dikke fractie, dif+DD en dif+JC lag hiermee hoger dan de gemiddelde EC van Vlaco gft-compost, welke 2,5 mS/cm bedraagt (www.vlaco.be geraadpleegd op 18/02/2015). Tijdens composteringsprocessen wordt gewoonlijk een pH-stijging vastgesteld (tot basische pH >7). De pH van de initiële dikke fractie was met 8,81 echter al sterk basisch en tijdens het composteren nam de pH duidelijk af in vergelijking tot de initiële dikke fractie. De pH bleef echter in alle compostproducten neutraal tot basisch.

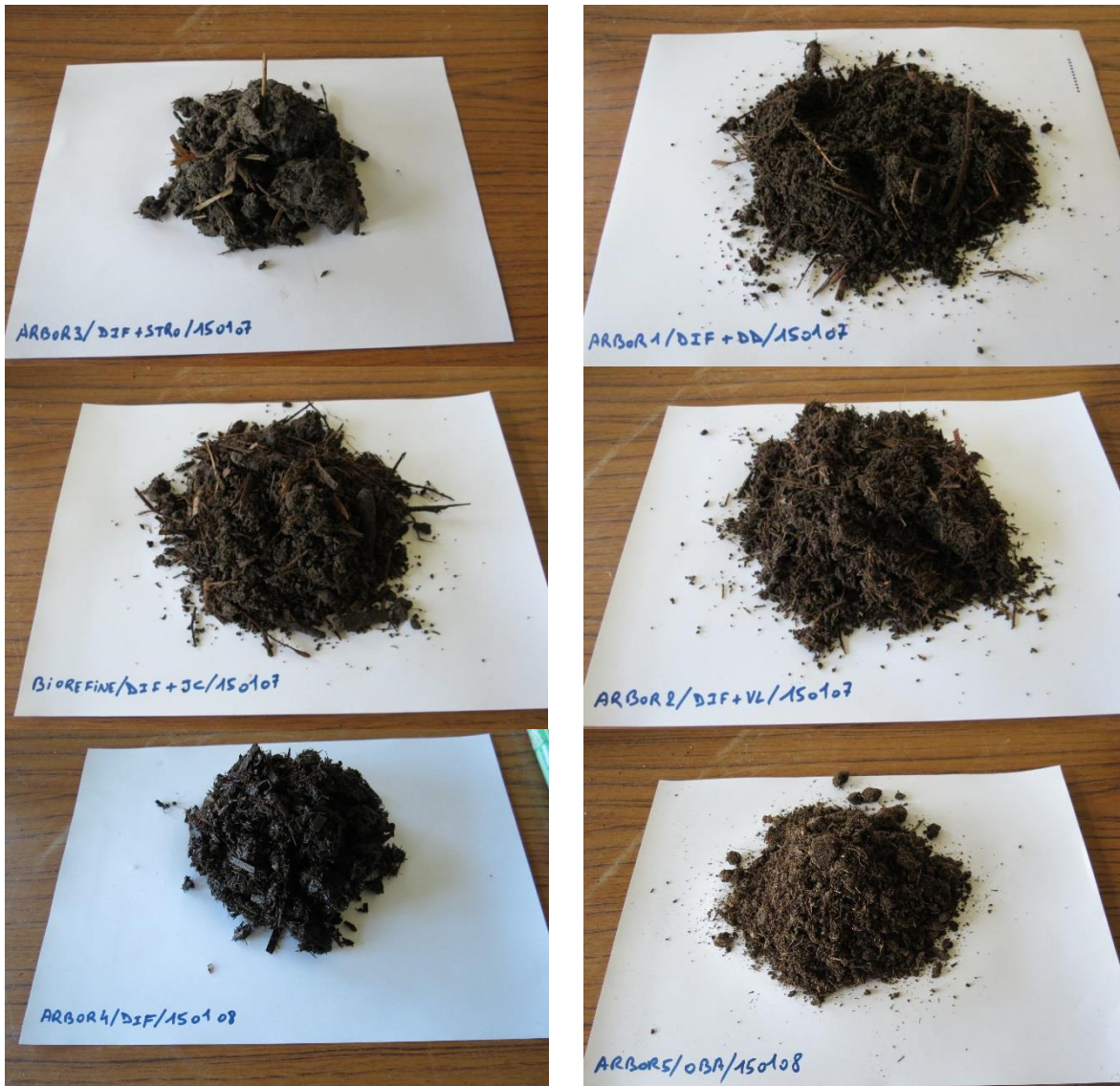


Foto 9. Detailfoto van de producten van de compostering van de composteerexperimenten op de ILVO-composteursite op 7 januari 2015, het composteerexperiment bij de vergister en een staal van biothermisch gedroogde oba-mest ter vergelijking.

In Foto 9 wordt een detailfoto weergegeven van de producten bekomen via de compostering. Hieruit blijkt dat de controle (dif+stro) nog steeds erg pasteus is. Dif+DD en dif+VL zijn goed verkruid en van zichtbaar goede kwaliteit. De producten lenen zich ook tot makkelijk spreiden met een stalmeetspreider. Dif+JC vertoont een relatief goede structuur, maar is toch heel wat minder verkruid dan dif+DD en dif+VL. Het lijkt er op dat het houtmateriaal van de jonge gft-compost wel voor structuur zorgt, maar dat de samenklittende dikke fractie niet voldoende wordt uit elkaar gehaald. Gedroogd digestaat en vlasleem dat beide droog materiaal zijn, bestaande uit kleine stukjes tot stof, kunnen het samenklitten van de dikke fractie in de composthoop tegengaan.

Het DS-gehalte van de plantaardige dikke fractie die werd gecomposteerd bij de vergister, ligt meer dan de helft lager dan de dikke fractie die bij ILVO werd gecomposteerd (Tabel 10). Ondanks het zeer lage DS-gehalte verliep de compostering van de plantaardige dikke fractie, zonder bijmenging van andere biomassastromen, goed. Dit wijst er op dat het DS-gehalte alleen onvoldoende is om te kunnen inschatten of de dikke fractie van digestaat kan gecomposteerd worden. Vermoedelijk is de structuur van het materiaal minstens zo belangrijk. Het OS-gehalte op drogestof basis van de plantaardige dikke

fractie lag bijna 4 keer zo hoog als bij de dikke fractie die bij het ILVO werd aangewend. Dit is te wijten aan de veel sterkere vertering van het organisch materiaal tijdens de vergistingsproces op de site waar de dikke fractie werd geproduceerd die bij de ILVO-composteerproef werd aangehaald (zie I. Inleiding, Tabel 2). Tijdens de compostering bij de vergister daalde het EC-gehalte duidelijk. Dit kan te wijten zijn aan een verlies van voedingszouten –zoals K- via sapverliezen. Dit was minder of zelfs helemaal niet het geval bij de ILVO-composteerproef. Compostering deed de pH dalen ten opzichte van de initiële dikke fractie zowel bij de ILVO-composteerproef als bij de proef van de vergister.

De biothermisch gedroogde oba-mest had in vergelijking met alle compostproducten van de compostproef op de ILVO-composteursite, een veel hoger DS- en OS-gehalte (zie Tabel 10). Dit is te wijten aan het kortstondige composteringsproces van slechts 2-3 dagen waarbij massareductie vooral te wijten is aan vochtverlies door indampen en waarbij slechts zeer weinig organische stof wordt afgebroken. Dit in tegenstelling tot bij compost- en digestaatproducten waarbij tijdens compostering en vergisting organische stof wel sterk werden afgebroken. Het EC-gehalte van de oba-mest was duidelijk hoger dan dit van de compostproducten en is dubbel zo hoog als de gemiddelde EC van Vlaco gft-compost. Deze EC-gehalten zijn echter representatief voor biothermisch gedroogde oba-mest. De pH van de oba-mest lag tussen deze van de verschillende compostproducten in.

Tabel 10. Overzicht van de grondstofeigenschappen van de dikke fractie als belangrijkste uitgangproduct, de 4 eindproducten van de compostering op 7 januari 2015 en een bijkomend staal arbor5/OBA/150108.

Benaming product	DS (%/vers)	OS (%/DS)	OS (%/vers)	Volumedichtheid (kg/l)	EC (mS/cm)	pH	C/N	C/P
Arbor/ dikke fractie /141205	39,5	28,1	11,1	1,20	3,41	8,81	11,0	24,6
ARBOR/ droog digestaat /141205	76,8	73,0	56,1	0,45	2,40	8,93	11,4	28,2
arbor3/ dif+stro /150107	40,6	29,3	11,9	0,86	2,39	7,77	25,4	25,0
arbor1/ dif+DD /150107	46,2	35,5	16,4	0,68	3,34	8,20	11,3	18,7
Biorefine/ dif+JC /150107	45,0	35,6	16,0	1,00	3,60	7,15	13,9	33,2
arbor2/ dif+VL /150107	42,9	31,7	13,6	0,60	2,34	7,37	19,0	27,5
Plant aardige dikke fractie								
arbor4/ dikke fractie start /141210	17,0	87,4	14,8	0,85	3,1	8,87	17,8	27,4
Gecomposteerde plantaardige dikke fractie								
Arbor4/ DIF /150108	18,9	87,5	16,5	0,55	1,6	8,64	16,1	22,9
Biothermisch gedroogde oba-mest								
arbor5/ OBA /150108	65,3	66,8	43,6	0,45	5,10	8,15	10,0	17,9

Bij C/N en C/P werd aangenomen dat OS = 1,8 x OC in navolging van protocol CMA/2/IV/3 (www.emis.vito.be).

De C/N verhouding van de referentie (dif+stro) nam duidelijk toe, vermoedelijk door ammoniakvervluchtiging (zie Tabel 10). Het toevoegen van vlasleem aan de dikke fractie (dif+VL) zorgde ook bijna voor een verdubbeling van de C/N-verhouding van het eindproduct in vergelijking met de initiële dikke fractie. Het bijmengen van gedroogd digestaat (dif+DD) en jonge gft-compost (dif+JC) had geen effect op de C/N verhouding. De C/P verhouding werd weinig beïnvloed tijdens de compostering ten opzichte van de initiële dikke fractie in de compostering van de referentie (dif+stro). Het gedroogde digestaat bevatte echter veel P, waardoor in de hoop dif+DD de C/P verhouding duidelijk afnam. Het inmengen van de jonge compost in dif+JC en compostering met vlasleem (dif+VL) had dan weer een C/P verhogend effect. De biothermisch gedroogde oba-mest had een hoog OS-gehalte, maar ook een hoog P-gehalte, waardoor de C/P verhouding lager lag dan dat van alle andere producten (zie Tabel 10).

H. Stikstof-balans op 7 januari 2015

Tijdens de composteerproeven werd er een N-verlies vastgesteld in de 4 composthoppen. Dit gebeurde waarschijnlijk onder de vorm van gasvormige ammoniumverliezen en uitspoeling van ammonium en nitraat via percolaatwater en sapverliezen. Het N-verlies was met 17% en 25% respectievelijk bij dif+DD en dif+JC het laagst. Ondanks de goede compostering in dif+VL, werd toch een verlies van 39% van de N vastgesteld. Dit zou er kunnen op wijzen dat N minder vastgelegd wordt door vlasleem, waardoor het toch vervluchtigt, of als sapverlies verloren gaat. De referentie (dif+stro) leidde tot de hoogste N-verliezen. 62% van de N ging tijdens de compostering verloren.

Dif+stro

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	N kg/ton vers	N kg N	Massa uit ton vers	N kg/ton vers	N kg N
Dikke fractie	23660	5,59	132	19860	2,60	52
Gerststro	400	5,03	2			
	Totaal (kg N)		134	Totaal (kg N)		52
				VERSCHIL (kg N)		-83
				VERLIES		62%

Dif+DD

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	N kg/ton vers	N kg N	Massa uit ton vers	N kg/ton vers	N kg N
Dikke fractie	20 660	5,59	115	20 580	8,09	166
Gerststro	400	5,03	2			
Gedroogd digestaat	3 000	27,3	82			
	Totaal (kg N)		199	Totaal (kg N)		166
				VERSCHIL (kg N)		-33
				VERLIES		17%

Dif+JC

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	N kg/ton vers	N kg N	Massa uit ton vers	N kg/ton vers	N kg N
Dikke fractie	19 720	5,59	110	24 600	6,23	153
Gerststro	400	5,03	2			
Jonge compost	7 560	12,0	91			
	Totaal (kg N)		203	Totaal (kg N)		153
				VERSCHIL (kg N)		-50
				VERLIES		25%

Dif+VL

IN				UIT		
Product	Massa	N	N	Massa uit	N	N
	kg vers	kg/ton vers	kg N		ton vers	kg/ton vers
Dikke fractie	21 100	5,59	118	19 870	3,97	79
Gerststro	400	5,03	2			
Vlaslemen	1 500	5,63	8			
	Totaal (kg N)		128		Totaal (kg N)	79
					VERSCHIL (kg N)	-50
					VERLIES	39%

I. Fosfaat-balans op 7 januari 2015

Het element P wordt in composteringsonderzoek dikwijls gebruikt als een controle op de metingen van nutriëntenstromen. P is een element dat niet als gasvormig verlies kan optreden tijdens compostering en P-verliezen via percolaatwater zijn vrij beperkt. Bij dif+stro, dif+JC en dif+VL zijn de verliezen verwaarloosbaar. Dit geeft aan dat de massa- en nutriëntenbalansen voor en na de compostering, een correct beeld weergeven. Bij de composthoop dif+DD is er schijnbaar 34 kg P₂O₅ bijgekomen in de hoop. Dit is theoretisch niet mogelijk. Er zijn echter geen indicaties dat de massa's van de inputstromen en de compost eindproductengewichten verkeerd werden opgemeten of dat de P-analyses foutief waren. Daarom rekenen we dit ook bij de meetfout op de analyse en de meetfout op de massameting van de compost.

Dif+stro

IN				UIT		
Product	Massa	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	Massa uit	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅
	kg vers	kg/ton vers	kg P ₂ O ₅		ton vers	kg/ton vers
Dikke fractie	23660	5,74	136	19860	6,05	120
Gerststro	400	1,9	<1			
	Totaal (kg P₂O₅)		137		Totaal (kg P₂O₅)	120
					VERSCHIL (kg P₂O₅)	-16
					VERLIES	12%

Dif+DD

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅	Massa uit ton vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅
Dikke fractie	20 660	5,74	119	20 580	11,13	229
Gerststro	400	1,9	<1			
Gedroogd digestaat	3 000	25,3	76			
	Totaal (kg P₂O₅)		196	Totaal (kg P₂O₅)		229
				VERSCHIL (kg P₂O₅)		34
				VERLIES		-17%

Dif+JC

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅	Massa uit ton vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅
Dikke fractie	19 720	5,74	113	24 600	6,0	148
Gerststro	400	1,9	<1			
Jonge compost	7 560	5,5	42			
	Totaal (kg P₂O₅)		156	Totaal (kg P₂O₅)		148
				VERSCHIL (kg P₂O₅)		-8
				VERLIES		5%

Dif+VL

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅	Massa uit ton vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅
Dikke fractie	21 100	5,74	121	19 870	6,3	125
Gerststro	400	1,9	<1			
Vlaslemen	1 500	1,8	3			
	Totaal (kg P₂O₅)		125	Totaal (kg P₂O₅)		125
				VERSCHIL (kg P₂O₅)		1
				VERLIES		-1%

J. Kalium-balans op 7 januari 2015

K is een element dat niet als gasvormig verlies kan optreden tijdens compostering. K is echter wel makkelijk oplosbaar in water, wat maakt dat K-verliezen via sapverliezen kunnen optreden tijdens de compostering. Het K-verlies schommelde tussen 7 en 17% voor dif+DD, dif+JC en dif+VL. Het K-verlies was net als het N-verlies het grootst in de referentie. Meer dan een kwart (27%) van de K ging verloren tijdens de compostering. Dit kan er op wijzen dat de sapverliezen bij deze hoop ook het hoogst waren.

Dif+stro

IN				UIT		
Product	Massa	K ₂ O	K ₂ O	Massa uit	K ₂ O	K ₂ O
	kg vers	kg/ton vers	kg K ₂ O			
Dikke fractie	23660	4,14	98	19860	4,04	80
Gerststro	400	28,2	11			
	Totaal (kg K₂O)		109	Totaal (kg K₂O)		80
				VERSCHIL (kg K₂O)		-29
				VERLIES		27%

Dif+DD

IN				UIT		
Product	Massa	K ₂ O	K ₂ O	Massa uit	K ₂ O	K ₂ O
	kg vers	kg/ton vers	kg K ₂ O			
Dikke fractie	20 660	4,14	86	20 580	5,32	109
Gerststro	400	28,2	11			
Gedroogd digestaat	3 000	9,9	30			
	Totaal (kg K₂O)		127	Totaal (kg K₂O)		109
				VERSCHIL (kg K₂O)		-17
				VERLIES		13%

Dif+JC

IN				UIT		
Product	Massa	K ₂ O	K ₂ O	Massa uit	K ₂ O	K ₂ O
	kg vers	kg/ton vers	kg K ₂ O			
Dikke fractie	19 720	4,14	82	24 600	6,54	161
Gerststro	400	28,2	11			
Jonge compost	7 560	10,7	81			
	Totaal (kg K₂O)		174	Totaal (kg K₂O)		161
				VERSCHIL (kg K₂O)		-13
				VERLIES		7%

Dif+VL

Product	IN			UIT		
	Massa	K ₂ O	K ₂ O	Massa uit	K ₂ O	K ₂ O
	kg vers	kg/ton vers	kg K ₂ O	ton vers	kg/ton vers	kg K ₂ O
Dikke fractie	21 100	4,14	87	19 870	4,33	86
Gerststro	400	28,2	11			
Vlaslemen	1 500	3,6	5			
		Totaal (kg K₂O)	104		Totaal (kg K₂O)	86
					VERSCHIL (kg K₂O)	-18
					VERLIES	17%

K. Samenstelling van de eindproducten van de compostering op 9 februari 2015

Op 7 januari werden stalen genomen van de composthopen ter bepaling van de samenstelling. Deze stalen werden ook gebruikt voor de N- en C-mineralisatieproeven en de bepaling van de celwandcomponenten (zie schema in inleiding). De composthopen kregen echter tot 9 februari de kans om verder uit te rijpen. Op 9 februari werd na keren van de composthoop opnieuw een staal genomen voor de samenstelling van de compost (zie hieronder) en bepaling van de oxygen uptake rate (via oxitop-methode) en rijpheidsgraad (T max) (Zie deel 4).

Tabel 11: Overzicht van de NPK-samenstelling van de 4 eindproducten van de compostering op 9 februari 2015. De samenstelling is uitgedrukt op droge stofbasis.

Benaming product	N totaal (%N)	P (%P ₂ O ₅)	K (%K ₂ O)	Ca (%CaO)	Mg (%MgO)
dif+stro/150209	0,79	1,39	0,81	4,49	1,39
dif+DD/150209	1,90	2,30	0,93	5,28	1,45
dif+JC/150209	1,21	1,23	1,11	4,23	1,10
dif+VL/150209	0,97	1,43	0,81	4,57	1,37

Tabel 12: Overzicht van de NPK-samenstelling van de 4 eindproducten van de compostering op 9 februari 2015. De samenstelling is uitgedrukt op verse basis

Benaming product	N totaal (kg N/ton)	NH ₄ ⁺ -N (mg N/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg N/l)	P (kg P ₂ O ₅ /ton)	K (kg K ₂ O /ton)	Ca (kg CaO /ton)	Mg (kg MgO /ton)
dif+stro/150209	3,28	15,0	12,7	5,75	3,35	18,53	5,75
dif+DD/150209	8,75	656,8	56,8	10,56	4,25	24,23	6,64
dif+JC/150209	5,33	6,9	141,8	5,43	4,92	19,04	4,89
dif+VL/150209	4,01	18,5	201,2	5,90	3,33	18,92	5,68

Tijdens de uitrijpingsfase van de compostering nam het totale N-gehalte toe in de composten dif+stro, dif+DD en dif+VL. Het K-gehalte per eenheid DS af en het P-gehalte per eenheid DS toe (Tabel 11 en Tabel 8). Dit wijst er op dat ook tijdens de uitrijpingsfase een deeltje van de K verloren ging. Het DS-gehalte evolueerde weinig tussen 7 januari en 9 februari en nam licht toe voor dif+stro en dif+DD en licht af voor dif+JC en dif+VL (Tabel 13 en Tabel 10). Verder werden het Ca- en Mg-gehalte zowel per ton verse stof als op DS-basis slechts beperkt beïnvloed.

Door de beperkte afbraakactiviteit in de uitrijpingsfase brak nog een deel van de organische stof af, waardoor het OS-gehalte per eenheid DS verder daalde bij dif+stro, dif+DD en dif+VL (Tabel 14 en Tabel 10). De verdere afbraak van OS tijdens de uitrijpingsfase was het sterkst bij dif+DD en dif+VL, de compoststrillen waar ook de meeste activiteit en temperatuursontwikkeling werd vastgesteld aan het begin van de composteerproef. Ook het EC-gehalte daalde tijdens de

uitrijpingsfase in alle composten. Dit kan op verdere uitspoeling van zouten wijzen. De pH daalde voor dif+stro en dif+DD, maar steeg voor dif+JC en dif+VL. De C/P-verhouding nam af voor alle composten, behalve voor dif+JC, waar een stijging werd geobserveerd (Tabel 14 en Tabel 10).

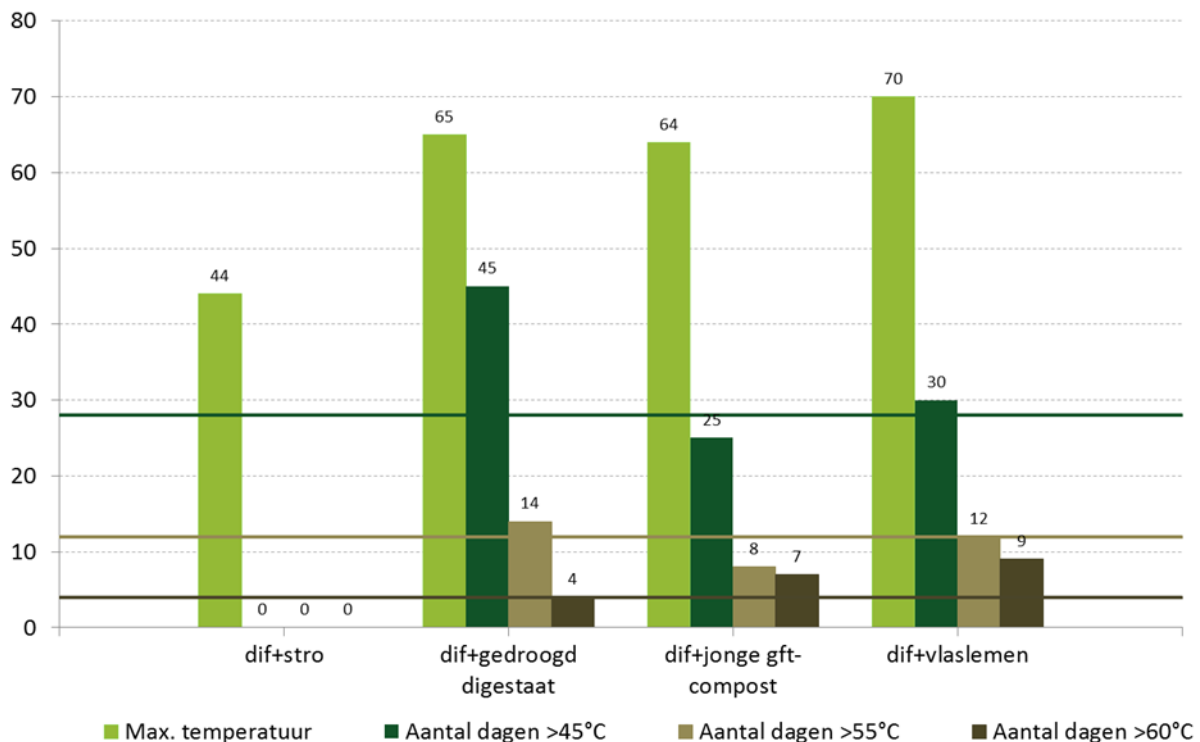
Tabel 13: Overzicht van de 4 eindproducten van de compostering op 9 februari 2015

Benaming product	DS (%/vers)	OS (%/DS)	OS (%/vers)	EC (mS/cm)	pH	C/N	C/P
dif+stro/150209	41,3	26,8	11,1	1,51	7,71	19,5	24,5
dif+DD/150209	45,9	29,2	13,4	2,83	7,64	8,8	16,1
dif+JC/150209	44,3	34,0	15,1	2,51	7,56	16,2	35,3
dif+VL/150209	41,4	28,6	11,8	1,67	7,47	16,7	25,5

Bij C/N en C/P werd aangenomen dat OS = 1,8 x OC in navolging van protocol CMA/2/IV/3 (www.emis.vito.be).

Tabel 14: Overzicht van de gemiddelde maximumtemperatuur die werd gehaald in de composthoop, het aantal dagen dat 45, 55 en 65°C werd overschreden, het % massareductie tijdens de compostering.

Composthoop	Max. temperatuur (°C)	Aantal dagen >45°C	Aantal dagen >55°C	Aantal dagen >60°C	Verse massareductie (%)	Drogestof massareductie (%)
dif+stro	44	0	0	0	17,5	15,0
dif+DD	65	45	14	4	14,5	12,6
dif+JC	64	25	8	7	12,4	14,9
dif+VL	70	30	12	9	13,6	18,0



Figuur 6: De gemiddelde maximum temperatuur die wordt bereikt in de composthoop en het aantal dagen dat de gemiddelde temperatuur >45°C, >55°C en >60°C is. De groene, beige en bruine lijn geven respectievelijk het aantal dagen weer dat de temperatuur >45°C, >55°C en >60°C moet liggen, om de composthoop te hygiëniseren.

In Tabel 14 en Figuur 6 wordt de maximale gemiddelde temperatuur die werd gemeten, en het aantal dagen dat de temperatuur gemiddeld hoger lag dan 45°, 55° en 60°C weergegeven. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze temperaturen gemiddelde waarden zijn. In de omstandigheden buiten werd meermaals vastgesteld dat de temperatuur in de middelste punten van de ril dikwijls enkele graden hoger lag dan aan de uiteindes van de ril. In de omstandigheden van een composteerhal zijn iets hogere gemiddelde temperaturen dus realistisch. Zoals verwacht kwam de gemiddelde temperatuur in de referentie (dif+stro) op geen enkel moment boven de 45°C uit. In de andere hopen was dit wel duidelijk het geval. In dif+DD, dif+JC en dif+VL stegen de temperaturen meerdere dagen boven de 60°C uit. Voor hygiëniseratie wordt vooropgesteld dat 28 dagen >45°C, 12 dagen >55°C of 4 dagen >60°C noodzakelijk is (zie groene, beige en bruine lijn in Figuur 6). In de composthopen dif+DD, dif+JC en dif+VL werd de temperatuur over een voldoende lange periode, voldoende hoog gehouden om te hygiëniseren. In de referentie compostering met zuivere dikke fractie (dif+stro) werd geen voldoende hygiëniseratie bereikt.

De massareductie op vers gewicht is vergelijkbaar voor alle behandelingen en ligt tussen 12,4 en 17,5%. De sterkste reductie is merkbaar in de referentie (dif+stro). De massareductie op DS-basis ligt iets verder uit elkaar met de laagste reductie van 12,6% voor dif+DD en de hoogste reductie met 18,0% voor dif+VL. Dit wijst er op dat in dif+DD er minder DS-afbraak was en meer vervluchtiging van water door de temperatuur die lang >45°C werd gehouden, terwijl in dif+vl er door hogere activiteit (hogere gemiddelde maximumtemperaturen) meer organische stof werd afgebroken (zie Tabel 14).

L. Stikstof-balans op 9 februari 2015

Tijdens de rijpingsfase van januari tot februari 2015 werden voor de compositrillen dif+stro, dif+DD en dif+VL weinig verschillen opgemerkt in de N-balans. Dit wijst er op dat tijdens de rijpingsfase geen verdere N-verliezen plaatsvonden uit deze compositrillen. In de compositrillen dif+stro en dif+DD werd zelfs een kleiner verlies aan N opgetekend op 9 februari dan op 7 januari. Dit heeft vermoedelijk te maken met meetonzekerheid en de meetfout op de analyse. Bij de compostering met jonge gft-compost daarentegen werden nog aanzienlijke N-verliezen opgetekend tijdens de uitrijping. Tussen 7 januari en 9 februari werd 22 kg N verlies opgetekend.

Dif+stro

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	N kg/ton vers	N kg N	Massa uit ton vers	N kg/ton vers	N kg N
Dikke fractie	23660	5,59	132	19860	3,28	65
Gerststro	400	5,03	2			
	Totaal (kg N)		134	Totaal (kg N)		65
				VERSCHIL (kg N)		-69
				VERLIES		51%

Dif+DD

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	N kg/ton vers	N kg N	Massa uit ton vers	N kg/ton vers	N kg N
Dikke fractie	20 660	5,59	115	20 580	8,75	180
Gerststro	400	5,03	2			
Gedroogd digestaat	3 000	27,3	82			
	Totaal (kg N)		199	Totaal (kg N)		180
				VERSCHIL (kg N)		-19
				VERLIES		10%

Dif+JC

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	N kg/ton vers	N kg N	Massa uit ton vers	N kg/ton vers	N kg N
Dikke fractie	19 720	5,59	110	24 600	5,32	131
Gerststro	400	5,03	2			
Jonge compost	7 560	12,0	91			
	Totaal (kg N)		203	Totaal (kg N)		131
				VERSCHIL (kg N)		-72
				VERLIES		36%

Dif+VL

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	N kg/ton vers	N kg N	Massa uit ton vers	N kg/ton vers	N kg N
Dikke fractie	21 100	5,59	118	19 870	4,01	80
Gerststro	400	5,03	2			
Vlaslemen	1 500	5,63	8			
	Totaal (kg N)		128	Totaal (kg N)		80
				VERSCHIL (kg N)		-49
				VERLIES		38%

M. Fosfaat-balans op 9 februari 2015

Na afloop van de uitrijpingsfase werden enkele beperkte verschillen opgetekend in vergelijking met de P-balansen die werden opgesteld voor 7 januari. Vermoedelijk is dit te wijten aan de meetonzekerheid en meetfout op de analyse.

Dif+stro

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅	Massa uit ton vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅
Dikke fractie	23660	5,74	136	19860	5,75	114
Gerststro	400	1,9	<1			
	Totaal (kg P₂O₅)		137	Totaal (kg P₂O₅)		114
				VERSCHIL (kg P₂O₅)		-22
				VERLIES		16%

Dif+DD

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅	Massa uit ton vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅
Dikke fractie	20 660	5,74	119	20 580	10,56	217
Gerststro	400	1,9	<1			
Gedroogd digestaat	3 000	25,3	76			
	Totaal (kg P₂O₅)		195	Totaal (kg P₂O₅)		217
				VERSCHIL (kg P₂O₅)		22
				VERLIES		-11%

Dif+JC

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅	Massa uit ton vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅
Dikke fractie	19 720	5,74	113	24 600	5,43	134
Gerststro	400	1,9	<1			
Jonge compost	7 560	5,5	42			
	Totaal (kg P₂O₅)		156	Totaal (kg P₂O₅)		134
				VERSCHIL (kg P₂O₅)		-22
				VERLIES		14%

Dif+VL

Product	IN			UIT		
	Massa kg vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅	Massa uit ton vers	P ₂ O ₅ kg/ton vers	P ₂ O ₅ kg P ₂ O ₅
Dikke fractie	21 100	5,74	121	19 870	5,90	117
Gerststro	400	1,9	<1			
Vlaslemen	1 500	1,8	3			
	Totaal (kg P₂O₅)		125	Totaal (kg P₂O₅)		117
				VERSCHIL (kg P₂O₅)		7
				VERLIES		6%

N. Kalium-balans op 9 februari 2015

Reeds tijdens de composteerfase werden relatief grote K-verliezen opgemerkt (zie eerder). Dit verlies aan kalium zet zich onverminderd door in alle composthopen tijdens de uitrijpingsfase. Uit de composthopen dif+stro, dif+DD, dif+JC en dif+VL gaat uiteindelijk respectievelijk 39, 31, 30 en 36% van de oorspronkelijke kalium verloren. Dit is een ernstig verlies dat waarschijnlijk wordt veroorzaakt door sapverliezen uit de compositrillen. Dit wordt bevestigd door de daling in EC-gehalte die werd vastgesteld tussen 7 januari en 9 februari.

Dif+stro

Product	IN			UIT		
	Massa	K ₂ O	K ₂ O	Massa uit	K ₂ O	K ₂ O
	kg vers	kg/ton vers	kg K ₂ O	ton vers	kg/ton vers	kg K ₂ O ₅
Dikke fractie	23660	4,14	98	19860	3,35	67
Gerststro	400	28,2	11			
	Totaal (kg K₂O)		109	Totaal (kg K₂O)		67
				VERSCHIL (kg K₂O)		-43
				VERLIES		39%

Dif+DD

Product	IN			UIT		
	Massa	K ₂ O	K ₂ O	Massa uit	K ₂ O	K ₂ O
	kg vers	kg/ton vers	kg K ₂ O	ton vers	kg/ton vers	kg K ₂ O
Dikke fractie	20 660	4,14	86	20 580	4,25	87
Gerststro	400	28,2	11			
Gedroogd digestaat	3 000	9,9	30			
	Totaal (kg K₂O)		127	Totaal (kg K₂O)		87
				VERSCHIL (kg K₂O)		-39
				VERLIES		31%

Dif+JC

Product	IN			UIT		
	Massa	K ₂ O	K ₂ O	Massa uit	K ₂ O	K ₂ O
	kg vers	kg/ton vers	kg K ₂ O	ton vers	kg/ton vers	kg K ₂ O
Dikke fractie	19 720	4,14	82	24 600	4,92	121
Gerststro	400	28,2	11			
Jonge compost	7 560	10,7	81			
	Totaal (kg K₂O)		174	Totaal (kg K₂O)		121
				VERSCHIL (kg K₂O)		-53
				VERLIES		30%

Dif+VL

IN				UIT		
Product	Massa	K ₂ O	K ₂ O	Massa uit	K ₂ O	K ₂ O
	kg vers	kg/ton vers	kg K ₂ O			
Dikke fractie	21 100	4,14	87	19 870	3,33	66
Gerststro	400	28,2	11			
Vlaslemen	1 500	3,6	5			
	Totaal (kg K₂O)		104	Totaal (kg K₂O)		66
				VERSCHIL (kg K₂O)		-38
				VERLIES		36%

III. Deel 2. N-mineralisatie

A. Proefopzet

Voor deze N-incubatieproef werd een goed gekarakteriseerde zandleembodem gebruikt, die voor het inschatten van de N-mineralisatie van een organische meststof/bodemverbeterend middel als referentie kan gehanteerd worden (Tabel 15). Deze bodem is eveneens niet uitermate rijk aan minerale N.

Tabel 15. Bodemeigenschappen van de gebruikte grond in de N- en C-incubatieproeven voor pre-incubatie. Beoordeling als akkerland volgens de bodemkundige dienst van België (ref; Maes, S., Elsen, A., Tits, M., Boon, W., Deckers, S., Bries, J., Vogels, N., Vandendriessche, H. 2012. Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011). Bodemkundige Dienst van België).

Parameter	eenheid	Gehalte	Beoordeling
bodemtextuur	-	Lichte zandleem	-
pH-KCl	-	6,23	streefzone
organisch koolstofgehalte	%	0,90	laag
P-gehalte (A.L. extractie)	mg P/ 100g grond	22,6	Tamelijk hoog
K-gehalte (A.L. extractie)	mg P/ 100g grond	17,2	streefzone
NO ₃ ⁻	mg N/kg DS	5,86	-
NH ₄ ⁺	mg N/kg DS	3,03	-

Voor deze incubatieproef werd het protocol gevolgd, zoals beschreven in: *BAM/deel1/12: Bodem - Bepaling van snel vrijkomende organische stikstof, versie 3.0 (juni 2010)*. De hoeveelheid organische meststof die werd toegediend, werd bepaald door het totaal N-gehalte van het product (zie Tabel 9). Er werd een dosis van 170 kg N/ha toegediend. Deze hoeveelheid werd gekozen, omdat dit ook de maximumdosis is die uit 'dierlijke meststoffen' mag worden toegediend in MAP IV. Bij een N-incubatieproef is er standaard geen correctie voorzien voor PK-input. De PK-input is dus volledig bepaald door de samenstelling van de organische meststof (Tabel 16). Per behandeling werden 3 parallellen aangelegd. Bij opzet van de incubatieproef werden de producten handmatig verkleind om met voldoende precisie de hoeveelheid digestaat analytisch te kunnen afwegen. Hiervoor werden de producten NIET gedroogd. De opzet van de N-mineralisatieproef wordt geïllustreerd in Foto 10. De N-mineralisatie werd bepaald na 0, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 en 112 dagen.

Tabel 16. Beschrijving van de totaal toegediende hoeveelheid organische meststof en NPK-input via de organische meststof per behandeling voor de N-incubatieproef.

Behandeling	Meststof (kg vers/ha)	Org. stof (kg/ha)	N-totaal (kg N/ha)	P-totaal (kg P ₂ O ₅ /ha)	K-totaal (kg K ₂ O/ha)
Dikke fractie ARBOR/dikke fractie/141205	30 393	3 377	170	71	126
Compost van dikke fractie ARBOR3/dif+stro/150107	65 483	7 805	170	396	264
Compost van dikke fractie en gedroogd digestaat ARBOR1/dif+DD/150107	21 003	3 445	170	234	112
Compost van dikke fractie en jonge gft-compost Biorefine/dif+JC/150107	27 287	9 278	170	151	178
Compost van dikke fractie en vlasleem ARBOR2/dif+VL/150107	42 790	5 822	170	270	185
Biothermisch gedroogde oba-mest ARBOR5/OBA/150108	7 015	3 057	170	217	121



Foto 10. Afmeten van het toe te voegen water (linksboven), mengen van de digestaatproducten doorheen de bodem (rechtsboven), gelabelde buisjes voor de N-mineralisatieproef (linksonder) en de buisjes in de klimaatkast (rechtsonder).

B. Vergelijking van de Vlaamse en Franse procedure ter bepaling van snel vrijkomende organische N uit organische meststoffen

Digestaat heeft potentieel om als organische meststof uitgevoerd te worden naar o.a. Frankrijk. Het digestaat dient echter aan een aantal kwaliteitseisen te voldoen om te mogen uitgevoerd te worden naar Frankrijk. De productkwaliteit wordt hierbij bepaald door de N-mineralisatie uit het product en de stabiliteit van de organische stof in het product. In navolging van de Franse XP U44-163 procedure, dienen hiervoor incubatieproeven opgestart te worden. Deze incubatieproeven zijn gebaseerd op dezelfde principes als de procedures die in Vlaanderen worden gebruikt voor de karakterisering van de N-mineralisatie (zie hieronder) en de stabiliteit van de organische stof (zie deel 3 en 4). De Vlaamse en Franse procedures die bij deze incubatieproeven worden gevolgd, vertonen echter verschillen. Deze verschillen worden voor de N-mineralisatie hieronder en voor de stabiliteit van de organische stof in deel 3.B toegelicht.

Tabel 17: Overzicht van de verschillen in de procedurestappen tussen de Vlaamse BAM/deel1/12 en de Franse XP U44-163 procedure ter bepaling van de snel vrijkomende N uit organische meststoffen en bodemverbeterende middelen.

	Vlaamse procedure BAM/deel1/12	Franse procedure XP U44-163
Samenstelling bodem	lemig zand, licht zandleem, zandleem of leem	100 < kleigehalte < 250 g/kg droge grond
	5,0 < pH-KCl < 7.5	6,0 < pH-H ₂ O < 7.3
	kalkgehalte niet gespecificeerd	kalkgehalte <2g/kg droge grond
	<20 mg NO ₃ -N/kg droge grond bodem met laag mineralisatiepotentieel	minerale N < 35 mg N/kg droge grond
	C-gehalte < 1,5%	0,5 < C-gehalte < 1,0%
Vorbereiding bodem	zeven/malen (<2 mm)	Zeven (<4mm)
Toevoeging extra N	Nee	Ja: KNO ₃ -oplossing tot 35 mg N/kg droge bodem
Pre-incubatie bodem	1 week pre-incubatie bij 15±2°C en 35% met water gevulde poriën	Geen pre-incubatie
Vochtgehalte van de bodem	50% met water gevulde poriën	100% van de watercapaciteit bij pF 2.5
Temperatuur	15±2°C	28±1°C
Duur	112 dagen	91 dagen
Hoeveelheid bodem per recipiënt	eq. van 233 g droge bodem	eq. van 25 g droge bodem
Tijdstip staalname	dag 0-14-28-42-56-70-84-98-112	dag 7, 14, 28, 49, 70, 91
dosis product	leidraad van wat in de praktijk gebruikt wordt	50 mg C/25 g bodem
buisjes afgesloten	met parafilm	doorprikte folie
blanco controle in proef	Blanco bodem	Blanco bodem
Positieve controle in proef	nee	minstens 1x per jaar te testen per bodem dat gebruikt wordt Toe te voegen stof: eiwit

In Tabel 17 wordt een overzicht gegeven van de verschillen en gelijkenissen tussen de Vlaamse BAM/deel1/12 en de Franse XP U44-163 procedure ter bepaling van de snel vrijkomende organische N uit organische meststoffen en bodemverbeterende middelen.

Beide procedures zijn gebaseerd op het toevoegen van een gekende hoeveelheid te analyseren product aan een bodem die onder gecontroleerde omstandigheden van temperatuur en bodemvochtgehalte worden gehouden, om zo de N-mineralisatie door de bodembioïologie te stimuleren. Omdat de N-mineralisatie tussen bodems onderling –zonder toevoeging van producten– ook verschillend is, is het belangrijk om niet te werken met bodems met extreme eigenschappen zoals hoog mineralisatiepotentieel en erg hoge of lage pH. Dit om te voorkomen dat de bodem waarmee in de incubatieproef wordt gewerkt, niet representatief zou zijn voor andere landbouwbodems. Ondanks dat beide procedures andere regels voorschrijven voor selectie van een geschikte bodem, is het duidelijk dat het gros van de bodems die voldoen aan de ene procedure ook geschikt zijn voor de andere procedure Tabel 17.

Het verloop van beide incubatieproeven verschilt op enkele punten van elkaar, namelijk toevoeging van extra minerale N, vochtgehalte van de bodem, temperatuur, duur van de proef, aantal staalnames, hoeveelheid bodem, dosis product en controle van de bodem over incubatieproeven heen.

- De Franse methode voorziet standaard toevoeging van extra minerale N. Dit in tegenstelling tot de Vlaamse procedure. Dit heeft als gevolg dat N-immobilisatie wel gedetecteerd kan worden in de Vlaamse procedure op voorwaarde dat de bodem reeds minerale N bevat, maar mogelijks kan de N-immobilisatie niet gekwantificeerd worden. De immobilisatie gaat immers door tot het moment dat alle minerale N in de bodem is opgebruikt. In de Franse methode wordt extra minerale N ter beschikking gesteld en gaat men er dus van uit dat nooit alle minerale N zal geïmmobiliseerd worden. De vraag blijft echter of men wenst te weten hoeveel N het product kan gaan mineraliseren of dat men enkel wenst te weten of immobilisatie plaats vindt, wat sowieso niet gewenst is bij organische meststoffen en bodemverbeteraars. Indien de N-immobilisatie van beperkte duur is, kan dit tijdens de incubatieproef ook vastgesteld worden.
- Ondanks het feit dat een verschillende hoeveelheid vocht wordt toegevoegd in beide procedures, wordt hiervan geen invloed verwacht. De bodembioïologie moet voldoende vocht hebben om aan mineralisatie te doen en het vochtgehalte mag niet van die aard zijn dat anaerobe situaties ontstaan. De hoeveelheid vocht binnen deze range is minder belangrijk, maar dient wel voor alle behandelingen en herhalingen binnen een proef gelijk te zijn.
- De temperatuur in de Franse procedure is met 28°C duidelijk hoger dan de 15°C in de Vlaamse methode. De mineralisatie zal in de laatste situatie daardoor trager gaan. Het concept van het lineaire model in mineralisatie verandert echter niet door verhoging van de temperatuur.
- De Vlaamse procedure schrijft een 21 dagen langere incubatieperiode voor en eveneens ook meer staalnames. De mineralisatiesnelheid wordt daardoor echter niet beïnvloed, maar door de langere periode en het hogere aantal staalnames kan de variabiliteit in de Vlaamse methode worden verkleind. Bovendien kan het wegvallen van één tijdstip door bv. technische problemen beter worden opgevangen.

- In de Vlaamse procedure wordt per tijdstip, per staal een 10-voudig hogere hoeveelheid bodem gebruikt. Dit beperkt de variabiliteit, maar zorgt er eveneens voor dat grotere hoeveelheden van het organische product kunnen worden afgewogen en toegevoegd. Dit is vooral belangrijk om representatief te werken met producten die grote stukken organisch materiaal bevatten zoals ongezeefde compost.
- In de Vlaamse procedure wordt de dosis toe te voegen product afgestemd op de dosis die in de praktijk wordt toegepast, dit zorgt enerzijds voor grote verschillen in toevoeging van organische stof tussen behandelingen van de incubatieproef. Anderzijds worden daardoor geen extreem hoge N-dosissen toegediend indien de organische meststof lage C/N-gehaltes heeft.
- Wanneer een bepaalde bodem voor verscheidene incubatieproeven na elkaar wordt gebruikt en dat resultaten van de toegevoegde producten over de incubatieproeven heen worden vergeleken, is het belangrijk te garanderen dat de N-mineralisatie in de bodem steeds hetzelfde stramien vertoont. Er is met andere woorden een controle nodig van de N-mineralisatie van de blanco bodem. Deze is echter enkel voorzien in de Franse procedure, waar de N-mineralisatie wordt nagekeken door de afbraak van een standaard hoeveelheid van een type eiwit. In de Vlaamse procedure kun je eventueel wel de N-mineralisatie in de blanco bodem over de proeven heen gaan vergelijken, dit wordt momenteel echter niet standaard uitgevoerd.

Gebaseerd op de verschillenpunten tussen beide procedures, wordt **verwacht dat de N-mineralisatie grote verschillen zal vertonen door het grote verschil in temperatuur**. In theorie zou de N-vrijstelling bij de Franse procedure dubbel zo hoog kunnen liggen dan bij de Vlaamse procedure. Door het verschil in hoeveelheid minerale N, welke gestandaardiseerd is in de Franse procedure en lager zal zijn bij de Vlaamse procedure, zal **sterke N-immobilisatie door het product bij de Franse methode duidelijker meetbaar zijn dan bij de Vlaamse**.

C. Resultaten

Door het minerale N-gehalte van de bodem in de N-mineralisatieproef op te volgen doorheen de tijd kan de N-mineralisatie in kaart gebracht worden. Via het beschreven protocol wordt aangenomen dat de N-mineralisatie lineair kan benaderd worden. Een lineaire regressie van de N-mineralisatie in functie van de tijd, kan dus als volgt omschreven worden:

$$N\text{-mineralisatie} = a * \text{tijd} + b$$

Hierbij is de N-mineralisatie en de tijd, respectievelijk uitgedrukt in % ten opzichte van de totaal toegediende hoeveelheid N (organisch + mineraal) en in weken. Bij de berekening van de N-mineralisatie werd ook rekening gehouden met de N-mineralisatie van een blanco-bodem. Aangezien ook een meting werd verricht op dag 0, direct na de inmenging van de organische meststof door de bodem, is parameter b (het snijpunt van de N-mineralisatie regressierechte met de y-as) ook een inschatting van de hoeveelheid N-mineraal/N-totaal van de organische meststof. De parameter a kan beschouwd worden als de mineralisatiesnelheid van het resterende gedeelte organische N.

Tabel 18. N-samenstelling van de verse digestaatproducten en het verloop van de N-mineralisatie na 16 weken (112 dagen) incubatie. De parameters a en b zijn respectievelijk de abscis en ordinaat van de lineaire regressie van de N-mineralisatie in functie van de tijd ($N\text{-mineralisatie} = a \cdot \text{tijd} + b$). De p-waarde (significantieniveau) van de richtingscoëfficiënt wordt telkens onderaan parameter a tussen haakjes meegegeven. De volledige grafieken van N-mineralisatie zijn terug te vinden in bijlage 1.

Meststof	Samenstelling digestaatproducten				N-mineralisatie		
	NH ₄ ⁺ -N (kg/ton vers)	NO ₃ ⁻ -N (kg/ton vers)	N _{tot} (kg/ton vers)	N _{min} /N _{tot} (%)	a (%N/week) (p-waarde)	b (%N)	N-mineralisatie na 16 weken (%)
Dikke fractie ARBOR/dikke fractie/141205	2,19	0,004	5,59	39,2	0,56 (p = 0,45)	55,11	61,20
Compost van dikke fractie ARBOR3/dif+stro/150107	1,54	0,062	2,60	61,6	-0,25 (p = 0,01)	4,74	-0,21
Compost van dikke fractie en gedroogd digestaat ARBOR1/dif+DD/150107	4,48	0,070	8,09	56,2	0,97 (p<0,01)	34,96	46,36
Compost van dikke fractie en jonge gft-compost Biorefine/dif+JC/150107	0,27	0,106	6,23	6,0	0,02 (p = 0,88)	8,64	10,38
Compost van dikke fractie en vlaslemen ARBOR2/dif+VL/150107	2,37	0,157	3,97	63,7	0,01 (p = 0,98)	39,86	35,07
Biothermisch gedroogde oba-mest ARBOR5/OBA/150108	7,19	0,018	24,23	29,7	0,06 (p=0,56)	16,72	16,86

Om te voldoen aan de voorwaarden van traagwerkende meststoffen dient een organische meststof te voldoen aan 2 voorwaarden (bron: VLM-voorlichting):

- De minerale N <15% van de totale N-inhoud zijn;
- De minerale N + vrijstelling van organische N in het jaar van opbrengen <30% van de totale N-inhoud zijn.

De zuivere dikke fractie bevat een groot gedeelte (39,2%) van de totale N onder minerale vorm. Dit wordt zowel via het analyseverslag als via de incubatieproef bevestigd (zie Tabel 18 en bijlage 1). Na toevoeging van de dikke fractie aan de bodem, vindt er verdere mineralisatie plaats van de organische N. Deze N-mineralisatiesnelheid is echter niet significant verschillend van nul. Vermoedelijk is dit te wijten aan de grote schommeling die werd vastgesteld over de volledige incubatieproef. Uit eerdere N-mineralisatieproeven weten we dat de N-mineralisatie fluctueert tussen ieder staalnamepunt. Bij de zuivere dikke fractie werd echter bij 3 staalnames op rij (6 weken) een sterke N-mineralisatie vastgesteld, gevolgd door een beperkte N-immobilisatie over 3 staalnamepunten (tot week 12). Het product van de referentiecompostering (dif+stro) bevat 61,6% van de N onder minerale vorm volgens het analyseverslag. Toch werd slechts een zeer kleine hoeveelheid N (4%) onder minerale vorm teruggevonden in de bodem net na toediening (zie bijlage 1). Er werden in Deel 1.H reeds grote N-verliezen vastgesteld tijdens de compostering. Ook hier is er het vermoeden dat een groot gedeelte van de minerale N uit dit product is ontsnapt onder de vorm van ammoniak aan de lucht. Het verdere verloop van het incubatie-experiment geeft duidelijk aan dat er een significante N-immobilisatie plaats vindt.

De analyse van het product van de co-compostering van dikke fractie met gedroogd digestaat (dif+DD) geeft aan dat 56,2% van de N in minerale vorm in het product aanwezig is (Tabel 18). Dit is hoger dan wat de incubatieproef aangeeft. Op dag 0 wordt iets meer dan 30% van de totale N onder minerale vorm in de bodem terug gevonden. Vermoedelijk is een beperkt gedeelte van de N vervluchtigd onder de vorm van ammoniak. Gedurende de incubatieproef vindt er een significante N-mineralisatie plaats a rato 0,97% mineralisatie van de totale N per week. Zowel het analyseverslag van het compostproduct op basis van dikke fractie en jonge gft-compost (dif+JC) als de incubatieproef met dit product, geven aan dat minder dan 7% van de totale N onder minerale vorm aanwezig is in het compostproduct en eveneens wordt teruggevonden in de bodem op dag 0 (Tabel 18 en bijlage 1). Het incubatie-experiment geeft verder aan dat er geen netto N-mineralisatie plaatsvindt ($p \gg 0,05$). Dit laatste is veelal ook het geval bij gft- of groencomposten. Door het lage minerale N-gehalte en de trage N-mineralisatie, kan dit product worden beschouwd als een traagwerkende organische meststof.

Het compostproduct op basis van de dikke fractie en vlasleem (dif+VL) bevat volgens het analyseverslag >60% van de totale N onder minerale vorm. Toch wordt een lager gehalte aan mineraal N teruggevonden op dag 0 van het incubatie-experiment (bijlage 1). Dit duidt vermoedelijk net als bij dif+DD op een beperkte ammoniakvervluchtiging bij toediening aan de bodem. In tegenstelling tot het compostproduct van dif+DD, is er geen netto N-mineralisatie ($p \gg 0,05$) van het compostproduct van dif+VL tijdens de incubatieproef (Tabel 18).

De biothermisch gedroogde oba-mest (OBA) bevat volgens het analyseverslag 29,7% van de totale N onder minerale vorm (Tabel 18). Bij de start van de incubatieproef wordt in de bodem een iets lager

minerale N/totale N verhouding teruggevonden (bijlage 1). Ondanks dat er geen netto N-mineralisatie ($p >> 0.05$) plaatsvindt gedurende de hele incubatieproef, kan het product niet als traagwerkende organische meststof worden beschouwd, omdat het initieel mineraal N-gehalte >15% van het totaal N-gehalte bedraagt.

IV. Deel 3. C-mineralisatie

A. Proefopzet

Voor deze incubatieproef werd dezelfde bodem gebruikt als in de incubatieproef ter bepaling van de N-mineralisatie (zie Tabel 15). Deze lichte zandleembodem heeft met een org. C-gehalte van 0,90% een laag C-gehalte en is daarmee ook geschikt voor deze C-incubatieproef ter bepaling van het EOC-gehalte. Voor deze incubatieproef werd het protocol gevolgd, zoals beschreven in: *OVAM, 2002. Oriënterend onderzoek naar de invulling van de begrippen mineralenrijk - mineralenarm, humusrijk. D/2002/5024/06. 33 blz.* Foto 11 geeft een beeld van het verloop van deze C-incubatieproef. De hoeveelheid digestaat die werd toegediend, werd bepaald door het organisch stofgehalte van de organische meststof (zie Tabel 10). Er werd een dosis van 4000 kg organische stof per hectare toegediend. Deze hoeveelheid werd gekozen omdat deze dosis voldoende hoog is om verschillen in C-mineralisatie te kunnen detecteren zonder dat NPK-input van de digestaatproducten te extreem hoog is. Bij een C-incubatieproef is er standaard geen correctie voorzien voor NPK-input. De NPK-input is dus volledig bepaald door de samenstelling van het digestaatproduct (Tabel 19). Per behandeling werden 3 parallellen aangelegd. Bij opzet van de incubatieproef werden de producten handmatig verkleind om met voldoende precisie de hoeveelheid digestaat analytisch te kunnen afwegen. Hiervoor werden de producten NIET gedroogd. De afbraak van organische stof werd bepaald na 1, 2, 3, 4, 7, 9, 11, 14, 17, 21, 25, 32, 39 en 46 dagen.

Tabel 19. Beschrijving van de totaal toegediende hoeveelheid organische meststof en NPK-input per behandeling voor de C-incubatieproef. NB: niet bepaald

Behandeling	Meststof (kg vers/ha)	Org. stof (kg/ha)	Org. C (kg C/ha)	N-totaal (kg N/ha)	P-totaal (kg P ₂ O ₅ /ha)	K-totaal (kg K ₂ O/ha)
Dikke fractie ARBOR/ dikke fractie /141205	35 997	4 000	2 222	201	84	149
Compost van dikke fractie ARBOR3/ dif+stro /150107	33 557	4 000	2 222	87	203	136
Compost van dikke fractie en gedroogd digestaat ARBOR1/ dif+DD /150107	24 386	4 000	2 222	197	271	130
Compost van dikke fractie en jonge gft-compost Biorefine/ dif+JC /150107	11 765	4 000	2 222	73	71	77
Compost van dikke fractie en vlasleem ARBOR2/ dif+VL /150107	29 401	4 000	2 222	117	185	127
Biothermisch gedroogde oba-mest ARBOR5/ OBA /150108	9 178	4 000	2 222	222	284	158

De afbraak van organische koolstof in de bodem gebeurt volgens onderstaand model:

$$OC(t) = OC_A(1 - e^{-kt})$$

Hierbij is $OC(t)$ de totale afbraak aan organisch koolstof (OC) op tijdstip t . In dit model is er voorzien dat een gedeelte van de organische meststof zeer snel afbreekt en een gedeelte langzaam afbreekt. De parameters OC_A en k kunnen respectievelijk beschouwd worden als de hoeveelheid mineraliseerbare koolstof op korte termijn en als de mineralisatiesnelheid. De hoeveelheid effectieve organische stof die opgebouwd kan worden door het toedienen van een organische meststof wordt bepaald door na te rekenen wat de hoeveelheid organische stof is die niet gemineraliseerd zal zijn na 1 jaar. Omdat bij organische mestproducten het gehalte aan effectieve bodemorganische stof wordt uitgedrukt in 'organische stof' en enkel C-metingen in de incubatieproef worden bepaald, dient er gebruik gemaakt te worden van een omrekeningsfactor. Gebaseerd op protocol CMA/2/IV/3 (www.emis.vito.be) wordt %org. Stof = $1,8 \times \%C$ aangenomen. Deze factor werd in de studie "Begroten van de gevaren en opportuniteiten van verschillende bio-energieproductiesystemen voor de organische koolstofvoorraden in de Vlaamse landbouwbodems" gecontroleerd voor een aantal digestaatproducten, en deze factor bleek bruikbaar voor zowel compost als digestaat.



Foto 11. Buisje met bodem-organische meststof mengsel en potje met NaOH-oplossing om de geproduceerde CO_2 in op te vangen samen in een afsluitbaar tonnetje (linksboven), tonnetjes in de klimaatkast (rechtsboven), filtreren van neergeslagen carbonaten uit de NaOH-oplossing na toevoeging van BaCl (linksonder) en de automatische titratie met HCl ter bepaling van de hoeveelheid geproduceerde CO_2 -C (rechtsonder).

B. Vergelijking van de Vlaamse en Franse procedure ter bepaling van stabiele organische stof in organische meststoffen

In Tabel 20 wordt een overzicht gegeven van de verschillen en gelijkenissen tussen de Vlaamse OVAM procedure en de Franse XP U44-163 procedure ter bepaling van de hoeveelheid stabiele organische stof in organische meststoffen en bodemverbeterende middelen. Beide procedures zijn gebaseerd op detectie van CO₂-uitstoot door C-mineralisatie uit een bodem met toevoeging van het product. In beide methodes wordt een exponentieel model vooropgesteld om deze C-mineralisatie te modelleren. In de eerste periode na toevoeging van het product aan de bodem, wordt de gemakkelijk afbreekbare organische stof snel gemineraliseerd. Later in de incubatieproef neemt de mineralisatie snelheid af. Door deze C-mineralisatie (cumulatief) op te volgen, kan worden berekend hoeveel organische stof niet werd afgebroken binnen de tijdsperiode van de incubatieproef. Dit kan beschouwd worden als de hoeveelheid effectieve organische stof in het product.

De Franse procedure XP U44-163 omvat zowel de procedure ter bepaling van de N-mineralisatie (zie Deel 2), als de C-mineralisatie. De bodem die geselecteerd wordt voor de incubatieproeven moet voldoen aan dezelfde voorwaarden, de hoeveelheid bodem die gebruikt wordt is gelijk. Ook temperatuur van de incubatieproef, vochtgehalte van de bodem en dosis toegevoegd product is gelijklopend voor beide. De Vlaamse procedure ter bepaling van de hoeveelheid stabiele organische stof staat echter volledig los van BAM/deel 1/12 en werd opgesteld door OVAM. Hoewel de Vlaamse procedure is gebaseerd op dezelfde principes en werkwijze, is de uitvoerder sterk vrij in zijn werkwijze en gebruik van bodem. Enkel de temperatuur en het vochtgehalte worden voorgeschreven (Tabel 20). Toch zouden bodems met extreme gehalte aan kalk, erg hoge of erg lage pH, TOC en N-mineralisatiepotentieel beter vermeden worden om representatieve resultaten te bekomen.

Om producten te gaan vergelijken met elkaar over verscheidene incubatieproeven heen, is het belangrijk dat de C-mineralisatie van hetzelfde product in incubatieproeven gescheiden in de tijd van elkaar, gelijklopend is. In de Franse procedure wordt hiervoor een controle voorzien door middel van een test met toevoeging van een gestandaardiseerd eiwit. Dit is niet het geval voor de Vlaamse procedure. In de Vlaamse procedure kun je eventueel wel de C-mineralisatie in de blanco bodem over de proeven heen gaan vergelijken, dit wordt momenteel echter niet standaard uitgevoerd.

Tabel 20: Overzicht van de verschillen in de procedurestappen tussen de Vlaamse OVAM procedure en de Franse XP U44-163 procedure ter bepaling van de hoeveelheid stabiele organische stof in organische meststoffen en bodemverbeterende middelen op basis van de C-mineralisatie.

Vlaamse procedure OVAM procedure (D/2002/5024/06)		Franse procedure XP U44-163
Samenstelling bodem	Niet gespecificeerd	100 < kleigehalte < 250 g/kg droge grond 6,0 < pH-H ₂ O < 7.3 kalkgehalte <2g/kg droge grond minerale N < 35 mg N/kg droge grond 0,5 < C-gehalte < 1,0%
Vorbereiding bodem	zeven/malen (<2 mm)	Zeven (<4mm)
Toevoeging extra N	Nee	Ja: KNO ₃ -oplossing tot 35 mg N/kg droge bodem
Pre-incubatie bodem	Geen pre-incubatie	Geen pre-incubatie
Vochtgehalte van de bodem	80% van veldcapaciteit	100% van de watercapaciteit bij pF 2.5
Temperatuur	21,5±0,5°C	28±1°C
Duur	35 tot 42 dagen	91 dagen
Hoeveelheid bodem per recipiënt	Niet gespecificeerd	eq. van 25 g droge bodem
Tijdstip staalname	Niet gespecificeerd	dag 7, 14, 28, 49, 70, 91
dosis product	Niet gespecificeerd	50 mg C/25 g bodem
blanco controle in proef	Beide	Blanco bodem
Positieve controle in proef	Nee	minstens 1x per jaar te testen per bodem dat gebruikt wordt Toe te voegen stof: eiwit

In de Franse procedure wordt standaard een hoeveelheid minerale N toegediend. Indien er weinig minerale N aanwezig is of het product in kwestie N gaat immobiliseren, zorgt deze extra N er voor dat het organische product toch kan gaan afbreken. Dit is niet het geval in de Vlaamse procedure wanneer een bodem met een laag gehalte aan minerale N wordt gebruikt. Indien in deze laatste er N-gebrek optreedt tijdens de incubatieproef, zal de C-mineralisatie stagneren. Hierdoor kan de hoeveelheid stabiele organische stof te hoog worden ingeschat. In producten die uit zichzelf minerale N bevatten, of waaruit snel een hoeveelheid organische N kan gaan mineraliseren, is er echter geen reden om aan te nemen dat er N-gebrek zal optreden.

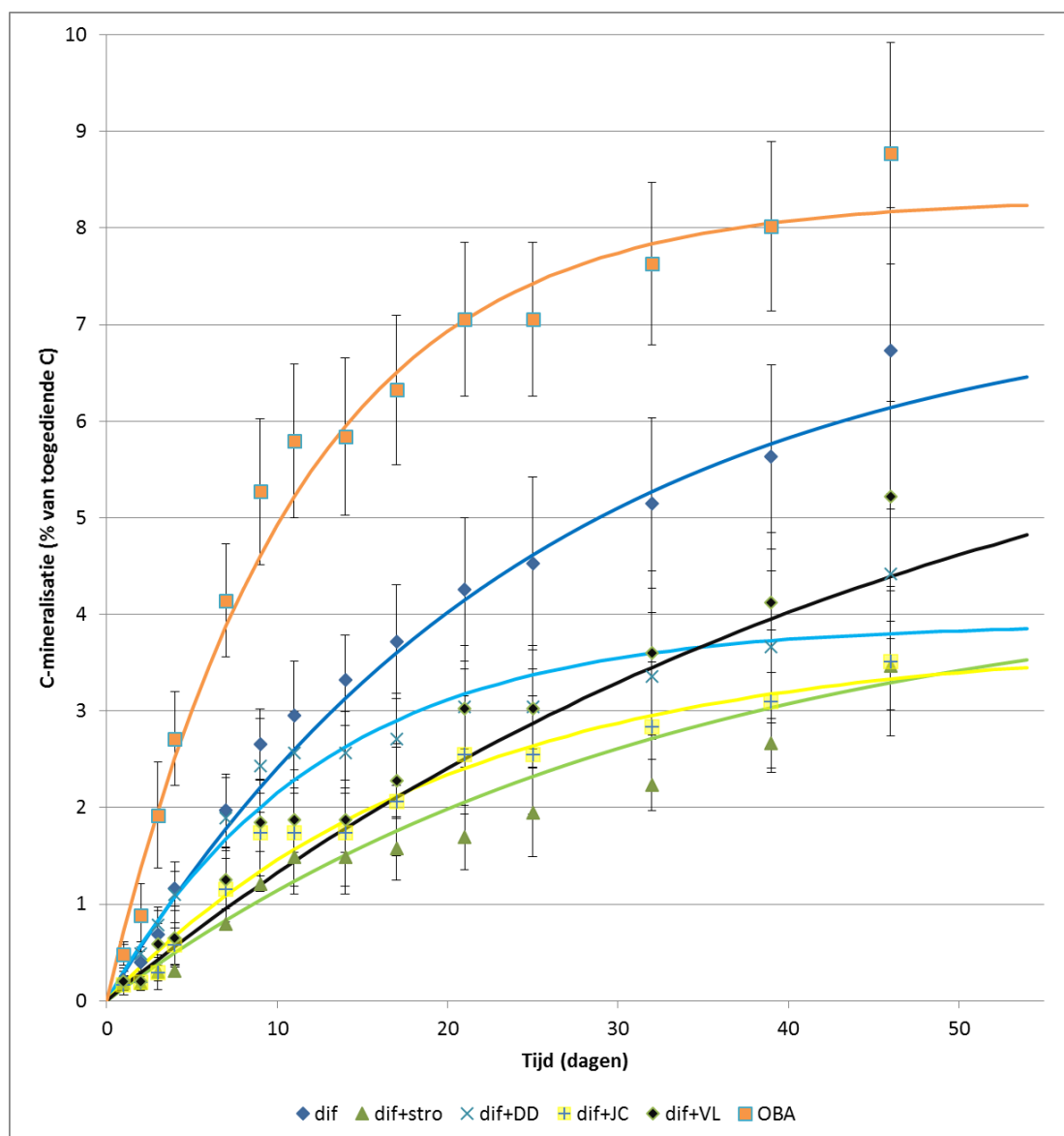
Er worden geen grote verschillen in C-mineralisatie verwacht tussen de Franse en Vlaamse procedure, tenzij voor producten die nog veel N vastleggen i.p.v. vrij te stellen. Bij de Vlaamse procedure mogen we een tragere C-mineralisatie verwachten wanneer een bodem met een laag mineraal N-gehalte gebruikt wordt (dit N-gehalte is niet gestandaardiseerd) omdat de afbraak kan vertraagd worden door N-gebrek. Het OVAM-protocol laat nog veel interpretatie aan het labo over voor de specifieke omstandigheden (bv. bodemtype, dosis, ...) van de proef.

C. Resultaten

Voor ieder product waren de parameters OC_A en k significant verschillend van nul na 46 dagen. In bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van de gemeten en gemodelleerde C-mineralisatie per product in functie van de tijd. In Tabel 21 worden beide parameters van het hierboven beschreven model weergegeven. In Figuur 7 worden de metingen en het model van C-mineralisatie weergegeven per product. De parameter OC_A geeft het percentage C weer in het product dat snel afbreekbaar is. Dit gehalte lag met 3,7% het laagste voor dif+JC en met 8,7% het hoogste voor biothermisch gedroogde oba-mest. De parameter k geeft weer hoe snel het gemakkelijk afbreekbaar organisch C wordt afgebroken. Dif+stro en biothermisch gedroogde oba-mest breken met respectievelijk 0,08% en 0,09% per dag het snelst af en dif+VL breekt met 0,02% per dag het traagst af.

Tabel 21. De gemakkelijk mineraliseerbare organische stof OC_A , mineralisatiesnelheid k en de inschatting van het EOC-gehalte van de producten volgens het model $OC(t) = OC_A(1 - e^{-kt})$. Parameters OC_A en k zijn beide significant ($p < 0,05$) in het model.

Benaming product	OC_A (%)	k (%/dag)	EOC of $100 - OC_A$ (% van organische C)	EOC (kg C /ton vers product)
Dikke fractie ARBOR/dikke fractie/141205	7,3	0,04	92,7	57,2
Compost van dikke fractie ARBOR3/dif+stro/150107	4,4	0,03	95,6	63,2
Compost van dikke fractie en gedroogd digestaat ARBOR1/dif+DD/150107	3,9	0,08	96,1	87,6
Compost van dikke fractie en jonge gft-compost Biorefine/dif+JC/150107	3,7	0,05	96,3	181,9
Compost van dikke fractie en vlasleem ARBOR2/dif+VL/150107	7,3	0,02	92,7	70,0
Biothermisch gedroogde oba-mest ARBOR5/OBA/150108	8,3	0,09	91,7	222,2



Figuur 7. Verloop van de C-mineralisatie van de producten volgens de metingen en volgens het model $OC(t) = OC_A(1 - e^{-kt})$.

De hoeveelheid stabiele organische koolstof is de fractie van de toegediende organische koolstof dat in de bodem nog aanwezig is na 1 jaar. Gelet op de duur van het experiment is het dus niet mogelijk om de hoeveelheid EOC direct te bepalen. De producten worden daarom beschreven via de grootte $100 - OC_A$, welke dus een inschatting geeft van het EOC-gehalte. De EOC-gehalten van de verschillende producten schommelen van 91,7% tot 96,3% en liggen dus allemaal vrij kort bij elkaar. De hoeveelheid effectieve organische koolstof die door het toepassen van een van deze producten wordt aangevoerd, is naast de afbreekbaarheid, natuurlijk ook sterk afhankelijk van het organische koolstofgehalte van het product. Daarom wordt het effectieve organische koolstof-gehalte in Tabel 21 ook uitgedrukt in kg per ton vers product. Het effectief organisch koolstofgehalte werd berekend als:

$$\text{Effectief organisch koolstofgehalte} = \frac{\% \text{organisch materiaal digestaatproduct}}{1,8} * (100 - OC_A)$$

Het % EOC lag het laagst voor de initiële dikke fractie en voor biothermisch gedroogde oba-mest. De andere producten hadden een hogere waarde met kleine onderlinge verschillen (Tabel 21). Dit was verwacht aangezien het productieproces (biothermisch drogen) van de oba-mest slechts een heel kortstondig composteerproces is gedurende 3 dagen. De afbraak is dan ook kleiner t.o.v. andere producten die gedurende >4 weken gecomposteerd zijn. Het percentage effectieve organische koolstof per eenheid van totale koolstof in de dikke fractie, de compostproducten en de biothermisch gedroogde oba-meststof ligt tussen dat van vlaco gft-compost (90%) en vlaco groencompost (97%) in (zie vlaco-rapport 'Karakterisatie eindproducten van biologische verwerking', raadpleegbaar op de vlaco website <http://www.vlaco.be/professionele-verwerking/eindproducten/karakterisering-eindproducten>). De initiële dikke fractie en de compost op basis van dikke fractie en vlaslemen (dif+VL) zijn vergelijkbaar met de dikke fractie van digestaat zonder mest zoals deze werd geanalyseerd in het hierboven vermelde vlaco-rapport. Het composteren van de zuivere dikke fractie (dif+stro), en de dikke fractie met gedroogd digestaat (dif+DD) of jonge gft-compost (dif+JC) verhoogde het gehalte aan effectieve organische koolstof ten opzichte van het totale koolstofgehalte. De grotere verschillen in EOC-gehalte per ton vers product, zijn vooral te wijten aan een verschil in organische stof gehalte.

Het EOC-gehalte per ton vers product was het laagste voor de initiële dikke fractie. Door het composteren werd een deel van de makkelijk afbreekbare organische C reeds afgebroken en werd er na compostering een hoger EOC-gehalte van het product bekomen. De referentie compostering (dif+stro) leidde slechts tot een geringe verhoging van het EOC-gehalte uitgedrukt als kg C per ton vers product. Compostering met gedroogd digestaat (dif+DD) en vlaslemen (dif+VL) leidde wel tot een duidelijke verhoging van het EOC-gehalte. Het inmengen en composteren met jonge compost van de dikke fractie (dif+JC) leidde tot een meer dan verdriedubbeling van het EOC-gehalte uitgedrukt op vers materiaal (zie Tabel 21). De biothermisch gedroogde oba-mest had het grootste EOC-gehalte per ton vers product.

V. Deel 4. Stabiliteit van de organische materialen

A. Proefopzet

De stabiliteit van het organische materiaal werd in dit project via verschillende methodes bepaald. Er kan enerzijds worden gekeken naar de samenstelling (celwandcomponenten), de rijpheidsgraad (Tmax) en de microbiële activiteit via metingen van zuurstofverbruik (oxitop). De celwandcomponenten bij de compostproef op de ILVO-compoststeersite werden gemeten op de compoststalen van 7 januari en 9 februari 2015. De rijpheidsgraad- en oxi-topmetingen werden uitgevoerd op de compoststalen van 9 februari 2015.

Door bepaling van het gehalte aan de celwandcomponenten cellulose, hemicellulose en lignine in de organische stof van het organische materiaal kan een idee gegeven worden van de afbreekbaarheid van het materiaal. Hoe hoger het cellulose en hemicellulose-gehalte en hoe lager het lignine-gehalte, hoe meer potentieel het organisch materiaal heeft om verder afgebroken te worden. Voor de bepaling van de celwandcomponenten werd gebruik gemaakt van de AFNOR methode U44-162 (2014): 'Amendements organiques et supports de culture – Caractérisation de la matière organique par fractionnement biochimique et estimation de sa stabilité biologique'. In deze methode wordt met 3 onafhankelijke extracties van het organische materiaal gewerkt. Een extractie met een neutraal detergent ter bepaling van de totale celwandcomponenten (NDF), een extractie met een zuur detergent ter bepaling van de cellulose en lignine samen (ADF) en ten slotte een extractie met zwavelzuur ter bepaling van het lignine gehalte (ADL). De gehalten cellulose (= ADF – ADL), hemicellulose (= NDF – ADF) en lignine (=ADL) kunnen op basis van deze extracties worden bepaald. Om het biodegradatiepotentieel van het organische product te bepalen wordt de verhouding $\frac{(cellulose+hemicellulose)}{lignine}$ bepaald. Hoe hoger deze ratio, des te meer potentieel het organische materiaal heeft om verder afgebroken te worden.

De rijpheidsgraad wordt bepaald door een gezeefd (<10mm) substaal van het organische materiaal in een dewar-vat te brengen en via een steekthermometer het temperatuursverloop continu op te volgen. Producten die te droog zijn volgens de knijptest worden bevochtigd. De maximum temperatuur die wordt bereikt tijdens de opvolgperiode (Tmax) geeft een idee van de uitrijping van het (compost)product. Deze methode werd uitgevoerd volgens het compendium CMA 2/IV/22. Het (compost)product is minder uitgerijpt naarmate Tmax hoger is.

Bij een oxi-top-meting wordt de (schijnbare) stabiliteit van een compostproduct bepaald door het zuurstofverbruik onder gestandaardiseerde omstandigheden te meten in een gesloten respirometer. Dit gebeurde volgens het compendium CMA 2/IV/25, OUR: Oxygen uptake rate. De term "stabiliteit" refereert hier naar de gemeten microbiële activiteit: een product met een laag zuurstofverbruik, dus een lage microbiële (afbraak)activiteit wordt volgens het Compendium voor Monsterneming en Analyse (CMA) als stabiel omschreven; een product met een hoge microbiële activiteit en dus een hoog zuurstofverbruik wordt als "onstabiel" beschreven. Men spreekt van de 'Oxygen Uptake Rate' (OUR) en drukt dit uit in mmol O₂ per kg organische stof per uur. Daarbij worden producten met een waarde lager dan 5 zeer stabiel genoemd, met een waarde tussen 5 en 10 stabiel, en tussen 10 en 15 matig stabiel. De kwaliteitsdoelstelling van VLACO-gecertificeerde compost is 10 mmol O₂ per kg organische stof per uur, de wettelijke norm is 15. Het is echter zo dat een oxi-top-meting enkel iets vertelt over de

huidige microbiële activiteit volgens de actuele condities. Indien minerale N de beperkende factor is voor microbiële activiteit, dan betekent een lage oxitop-meetwaarde niet noodzakelijk dat alle uitgangsmateriaal werd omgezet. Ook andere factoren, zoals toxische producten in het organische materiaal, kunnen de microbiële activiteit beperken.

B. Resultaten

In Tabel 22 worden de celwandcomponenten weergegeven van de initiële dikke fractie, gerststro, vlaslemen, de compostproducten, de dikke fractie voor en na compostering van het composteringsexperiment bij de vergister en de oba-mest. De celwandcomponenten zijn hier uitgedrukt per eenheid van droge stof.

Tabel 22. Celwandcomponenten en biodegradatiepotentieel (= (cellulose + hemicellulose)/lignine) per eenheid droge stof van de initiële dikke fractie, gerststro, vlaslemen, de compostproducten en drie bijkomende stalen aangeleverd door VLACO.

Benaming product	Cellulose (%/DS)	Hemicellulose (%/DS)	Lignine (%/DS)	Biodegradatiepotentieel
Gerststro	46,5	30,4	8,4	9,2
Vlaslemen	39,7	21,0	21,2	2,9
ARBOR/droog digestaat/141205	9,9	14,6	16,6	1,5
jonge GFT-compost	13,2	9,8	12,8	1,8
Arbor/ dikke fractie /141205	4,5	4,5	5,6	1,6
arbor3/ dif+stro /150107	7,4	2,7	5,7	1,8
arbor1/ dif+DD /150107	6,3	3,5	8,2	1,2
Biorefine/ dif+JC /150107	7,7	4,6	7,7	1,6
arbor2/ dif+VL /150107	10,6	3,6	8,7	1,6
Plantaardige dikke fractie				
arbor4/ dikke fractie start /141210	36,8	22,5	15,3	3,9
Gecomposteerde plantaardige dikke fractie				
Arbor4/ DIF /150108	40,0	15,6	18,8	3,0
Biothermisch gedroogde oba-mest				
arbor5/ OBA /150108	11,0	5,5	8,2	2,0

Het valt onmiddellijk op dat het biodegradatiepotentieel van de initiële dikke fractie met 1,6 lager ligt dan dat van gerststro en vlaslemen. Mogelijk is dit te wijten aan het feit dat veel van het makkelijk afbreekbare cellulose en hemicellulose al werd afgebroken tijdens de vergisting. Het biodegradatiepotentieel van enkele mestproducten, feedstock van composteerintsallaties en groencompost worden ter referentie weergegeven in Tabel 23. Wanneer het biodegradatiepotentieel van de initiële dikke fractie van de ILVO-composteerproef wordt vergeleken met deze richtwaarden, valt onmiddellijk op dat de feedstock van groencompost een duidelijk hoger biodegradatiepotentieel heeft dan de dikke fractie en dat het biodegradatiepotentieel van afgewerkte groencompost in de zomer met 1,4 slechts een weinig lager ligt dan deze van dikke fractie. Dit geeft goed aan dat de dikke

fractie die in de ILVO-composteerproef werd gebruikt slechts weinig verder kan worden afgebroken tijdens compostering. De composteringen met jonge compost (dif+JC) en vlasleem (dif+VL) hadden geen effect op het biodegradatiepotentieel. Bij composteren met gedroogd digestaat (dif+DD), daalde het biodegradatiepotentieel licht. Bij de compostering van de referentie (dif+stro) steeg het biodegradatiepotentieel zelfs. Waarschijnlijk is dit te wijten aan de bijmenging van gerststro dat een veel hoger biodegradatiepotentieel heeft, in combinatie met het feit dat er weinig compostingsactiviteit was in deze composit. De plantaardige dikke fractie bij de vergister had een veel hoger biodegradatiepotentieel en tijdens de extensieve compostering daalde het potentieel zoals verwacht.

Het valt op dat het gehalte aan alle celwandcomponenten in de dikke fractie en de compostproducten tot 5 lager waren bij de ILVO-proef dan bij de composteerproef bij de vergister, waar ook dikke fractie –weliswaar geproduceerd vanuit een andere verhouding biomassaströmen- werd gecomposteerd (Tabel 22). Het cellulose- en hemicellulosegehalte van de plantaardige dikke fractie die bij de composteerproef bij de vergister werden gebruikt, lagen respectievelijk 7 keer en 4 keer hoger dan deze van de dikke fractie die in de ILVO-composteerproef werd gebruikt. Dit wijst er op dat de vergisting veel minder intensief was bij de vergister waar de plantaardige dikke fractie werd geproduceerd. De dikke fractie van het materiaal van de proef bij de vergister had ook een veel hoger % OS. Visueel was bij deze plantaardige dikke fractie nog stro, gras, graanpellets en resten van tomatenplanten merkbaar. Zoals verwacht daalde het biodegradatiepotentieel tijdens de compostering bij de vergister. Het biodegradatiepotentieel van de gecomposteerde plantaardige dikke fractie bleef echter op 3,0 steken, wat toch het dubbele is van afgewerkte groencompost of gecomposteerde runderstam (Tabel 23). Dit geeft aan dat dit product nog heel wat verder kan afgebroken worden in de compostering. Vermoedelijk waren de composteeromstandigheden in deze proef niet optimaal om na 4 weken al een verteerde compost te bekomen.

De biothermisch gedroogde oba-mest heeft een biodegradatiepotentieel dat iets hoger ligt dan dat van de initiële dikke fractie en de compostproducten met dikke fractie (Tabel 22) van de composteerproef bij ILVO, maar lager dan de initiële plantaardige dikke fractie en gecomposteerde plantaardige dikke fractie van de proef bij de vergister.

Tabel 23: Het biodegradatiepotentieel $\left(\frac{\text{cellulose}+\text{hemicellulose}}{\text{lignine}}\right)$ en oxitop (Oxygen Uptake Rate) van een aantal mestproducten en de feedstock en compostproducten van composteerinstallaties uit eerdere projecten, waarin ILVO participeerde.

Benaming product	Biodegradatiepotentieel	Oxygen Uptake Rate (mmol O ₂ /kg OS/h)
Runderstalmest	4,8	29,1
Dikke fractie rundermengmest	3,7	36,4
Compost van runderstalmest	1,0	8,3
Feedstock groencompostsites winter ⁽¹⁾	2,1	-
Groencompost winter ⁽¹⁾	1,0	8,8
Feedstock groencompostsites zomer ⁽²⁾	2,3	-
Groencompost zomer ⁽²⁾	1,4	5,8

(1) gemiddelde van 6 installaties

(2) gemiddelde van 7 installaties

De celwandcomponenten worden dikwijls ook per eenheid organische stof weergegeven. Zo ook volgens de AFNOR-procedure (zie Tabel 24). Het biodegradatiepotentieel wordt niet beïnvloed door deze andere voorstelling van de gegevens.

Tabel 24: Celwandcomponenten per eenheid organische stof en het biodegradatiepotentieel $\left(\frac{\text{cellulose}+\text{hemicellulose}}{\text{lignine}}\right)$ van de initiële dikke fractie, gerststro, vlaslemen, de compostproducten van de composteerproef bij ILVO, de composteerproef bij de vergister en van de biothermisch gedroogde oba-mest.

Benaming product	Cellulose (%/OS)	Hemicellulose (%/OS)	Lignine (%/OS)	Biodegradatiepotentieel
Gerststro	51,3	33,5	9,2	9,2
Vlaslemen	44,2	23,4	23,6	2,9
ARBOR/droog digestaat/141205	13,6	20,0	22,7	1,5
jonge GFT-compost	20,2	15,0	19,5	1,8
Arbor/dikke fractie/141205	15,9	15,9	19,8	1,6
arbor3/dif+stro/150107	25,4	9,0	19,3	1,8
arbor1/dif+DD/150107	17,8	9,7	23,1	1,2
Biorefine/dif+JC/150107	22,50	13,4	22,5	1,6
arbor2/dif+VL/150107	33,5	11,2	27,3	1,6
Plantaardige dikke fractie				
arbor4/dikke fractie start/141210	42,1	25,7	17,5	3,9
Gecomposteerde plantaardige dikke fractie				
Arbor4/DIF/150108	45,7	17,8	21,5	3,0
Biothermisch gedroogde oba-mest				
arbor5/OBA/150108	16,43	8,21	12,30	2,0

Tabel 25: l'Indice de Stabilité de la Matière Organique (ISMO) van de initiële dikke fractie, de compostproducten en het bijkomende staal ARBOR5/OBA aangeleverd door VLACO. ISMO werd berekend op basis van de formule zoals deze beschreven is in de AFNOR methode U44-162 procedure. In deze formule is naast de celwandcomponenten ook Ct3 opgenomen, welke het percentage afbraak van organisch materiaal in de 3 dagen na toepassing aan de bodem is. Ct3 werd bepaald op basis van de C-incubatieproef. Aangezien een aantal producten uit deze tabel niet in de C-incubatieproef werd opgenomen, was het niet mogelijk om ISMO te berekenen voor deze producten.

Benaming product	NDF (%/OS)	ADF (%/OS)	ADL (%/OS)	SOL ⁽¹⁾ 100-NDF	Cellulose ADF-ADL	Ct3 (%/OS)	ISMO ⁽²⁾ (%/OS)	ISMO kg stabiele OS/ton droog	ISMO kg stabiele OS/ton vers
Arbor/ dikke fractie /141205	51,53	35,66	19,79	48,47	15,87	0,69	77,82	218,7	86,4
arbor3/ dif+stro /150107	53,79	44,74	19,35	46,21	25,39	0,29	75,40	220,9	89,7
arbor1/ dif+DD /150107	50,59	40,87	23,10	49,41	17,77	0,79	80,01	284,0	131,2
Biorefine/ dif+JC /150107	58,44	45,03	22,53	41,56	22,50	0,29	75,88	258,0	118,7
arbor2/ dif+VL /150107	72,02	60,82	27,29	27,98	33,53	0,58	69,54	220,5	94,6
Biothermisch gedroogde oba-mest ARBOR5/ OBA /150108	36,92	28,71	12,29	63,08	16,42	1,92	76,94	514,0	335,6

(1) Het gehalte aan Organische stof dat in neutraal solvent oplosbaar is.

(2) $ISMO = 44,5 + (0,5 \times SOL) - (0,2 \times Cellulose) + (0,7 \times \text{lignine}) - (2,3 \times Ct3)$, met lignine = ADL

De AFNOR methode U44-162 voorziet ook de berekening van een index die in één getal de stabiliteit van een organisch materiaal kan inschatten. Deze is ISMO genaamd (l'Indice de Stabilité de la Matière Organique). Deze wordt berekend op basis van de celwandcomponenten en de C-mineralisatie in de 3 dagen volgend op de toepassing van het organische materiaal op de bodem. Gerststro, vlaslemen, plantaardige dikke fractie en gecomposteerde plantaardige dikke fractie, waren geen onderdeel van de C-incubatieproef, wat maakt dat de ISMO niet kan berekend worden. Tabel 25 geeft de ISMO index weer, evenals de parameters op basis waarvan ISMO kan worden berekend.

De initiële dikke fractie heeft reeds een stabiliteit (ISMO) die sterk hoger ligt dan deze van runderstalmest (36,07) en licht hoger is dan deze van gecomposteerd zuiveringsslib (74,41), volgens richtwaarden van annex A van de AFNOR methode U44-162. Dit geeft aan dat de initiële dikke fractie reeds erg stabiel was en dat geen grote stijging van de stabiliteit verwacht wordt door compostering. De referentiecompostering (dif+stro) en inmenging en compostering met jonge gft-compost (dif+JC) had inderdaad weinig effect op ISMO. Het inmengen met gedroogd digestaat en verdere compostering leidde toch nog tot een lichte stijging in stabiliteit van het eindproduct in vergelijking met de initiële dikke fractie. Het inmengen en composteren met vlaslemen deed de ISMO echter licht dalen ten opzichte van de initiële dikke fractie. Vermoedelijk is dit te wijten aan het feit dat veel, makkelijk af te breken cellulose wordt toegevoegd onder de vorm van vlaslemen. De biothermisch gedroogde oba-mest heeft een ISMO die vergelijkbaar is met deze van de initiële dikke fractie. Doordat er grote verschillen in OS-gehalte zijn tussen de verschillende producten, is de massa stabiele organische stof, per ton droog en per ton verse stof duidelijk verschillend (Tabel 25).

Tabel 26: De rijpheidsgraad (T max) en oxitop (Oxygen Uptake Rate) van de compoststalen van 9 februari 2015.

Benaming product	T max (°C)	Oxygen Uptake Rate (mmol O₂/kg OS/h)
dif+stro/150209	24,6	7,1
dif+DD/150209	27,5	4,2
dif+JC/150209	25,2	2,4
dif+VL/150209	25,6	3,5
Plantaardige dikke fractie	<30,0	-
arbor4/ dikke fractie start/141210		
Gecomposteerde plantaardige dikke fractie	<30,0	13,1
Arbor4/DIF/150108		

Het zuurstofverbruik geeft aan dat op 9 februari alle 4 de composten op basis van dikke fractie <10 mmol O₂ per kg organische stof per uur en daarmee zowel aan de wettelijke norm als de norm van gecertificeerde VLACO-compost voldoen. In Tabel 23 worden enkele referentiewaarden voor oxitopmetingen weergegeven ter vergelijking met compostproducten van de ILVO-composteerproef en de composteerproef bij de vergister. De composten op basis van dikke fractie gecombineerd met gedroogd digestaat (dif+DD), jonge compost (dif+JC) en vlaslemen (dif+VL) zijn stabielier dan de referentiecompost die werd geproduceerd op basis van de zuivere dikke fractie en gerststro (dif+stro). Het zuurstofverbruik ligt steeds lager dan bij afgewerkte groencompost in de zomer (Tabel 23). Bij alle 4 de compostproducten steeg Tmax niet boven 30°C, wat aangeeft dat ze de hoogste rijpheidsgraad (graad V) hebben bereikt. Dit geeft aan dat de producten voldoende uitgerijpt zijn na compostering.

Het zuurstofverbruik van het compostproduct van de extensieve compostering bij de vergister ligt een heel stuk hoger dan die van afgewerkte groencompost en haalt de boven vermeldde kwaliteitsnorm niet. Net als het biodegradatiepotentieel (zie eerder) geeft dit aan dat de compostering niet tot een geheel stabiel heeft geleid. Mogelijk is de microbiële activiteit tijdens de compostering geremd door een beperkende factor zoals een zuurstofgebrek.

De verschillende methoden ter bepaling van de stabiliteit van organisch materiaal (EOC, biodegradatiepotentieel, ISMO, OUR en Tmax) hebben elk hun specificiteit en brengen elk ook een ander aspect van de stabiliteit van organisch materiaal in kaart. Het is dus niet ongewoon dat soms enigszins uiteenlopende resultaten worden bekomen van eenzelfde product. Het is dan ook aan te raden om meerdere van deze parameters te bepalen om de stabiliteit van de organische materialen juist in te schatten. Zo geeft een hoog biodegradatiepotentieel aan dat er een grote hoeveelheid makkelijk afbreekbare C aanwezig is als voedingsbron voor microbieel leven. Indien EOC toch erg hoog blijkt te zijn of OUR laag is, kan dit te wijten zijn aan het feit dat het microbieel leven is geremd door een beperkende factor zoals een N-gebrek.

VI. Besluit

In deze proefopzet werd getest of en op welke wijze verse dikke fractie van digestaatscheiding kan gecomposteerd worden en welk effect dit heeft op de samenstelling en stabiliteit van het product. Voor het composteringsonderzoek bij ILVO werden 4 mengsels van biomassaströmen gemaakt en gecomposteerd op de ILVO-composteursite, nl. dikke fractie met gerststro (dif+stro), dikke fractie met gedroogd digestaat en gerststro (dif+DD), dikke fractie met jonge gft-compost en gerststro (dif+JC), en dikke fractie met vlaslemen en gerststro (dif+VL). Een vergister composteerde op extensieve wijze een plantaardige dikke fractie. Deze gecomposteerde producten werden vergeleken met biothermisch gedroogde oba-mest.

Er werden duidelijke verschillen vastgesteld in het verloop van het composteerproces en de nutriëntenverliezen tijdens de compostering (bepaald op basis van de massabalans). De gemiddelde temperatuur in de referentiecompostering van zuivere dikke fractie (dif+stro) steeg op geen enkel moment boven 45°C, wat betekent dat de hygiëniserende niet gegarandeerd is bij compostering van dit product in open lucht. In de andere hopen waar dikke fractie werd gecomposteerd samen met gedroogd digestaat (dif+DD), jonge gft-compost (dif+JC) en vlaslemen (dif+VL) kon telkens 4 dagen of meer een temperatuur van >60°C worden aangehouden. De massareductie op DS-basis vertoont de laagste reductie van 12,6% voor dif+DD en de hoogste reductie met 18,0% voor dif+VL. Dit wijst er op dat bij dif+VL er door hogere activiteit (hogere gemiddelde maximumtemperaturen) meer organische stof werd afgebroken na 8 weken. Het N-verlies was met 10% en 36% respectievelijk bij dif+DD en dif+JC het laagst. De referentie composteerpraktijk (dif+stro) leidde tot de hoogste N-verliezen. 51% van de N ging tijdens de compostering verloren. K-verliezen kunnen optreden tijdens de compostering via sapverliezen. Het K-verlies was aanzienlijk en schommelde tussen 30 en 36% voor dif+DD, dif+JC en dif+VL. Het K-verlies was net als het N-verlies het grootst in de referentie (dif+stro), tot 39% van de K ging verloren tijdens de compostering, wat er kan op wijzen dat de sapverliezen bij deze hoop ook het hoogst waren.

De C/P-verhouding van de initiële dikke fractie was met 24,6 relatief laag, door het hoge P-gehalte. Daar de landbouwer wettelijk beperkt is in de totale P-aanvoer naar landbouwpercelen, is een hoge C/P ratio gewenst om zoveel mogelijk organische stof op de bodem te brengen per eenheid van P. Het bijmengen en composteren tezamen met gerststro en vlaslemen had slechts een beperkt effect op de C/P-ratio. De C/P-ratio nam zelfs nog verder af door gedroogd digestaat te gaan bijmengen en composteren. Het bijmengen van jonge gft-compost zorgde echter voor een matige stijging in C/P-verhouding tot 33,2. Dit is voornamelijk te wijten aan het hoge OS-gehalte van de jonge gft-compost, de hogere OS aanvoer in dif+JC, in vergelijking met andere composttrillen en de stabiliteit van de organische stof in de aangevoerde compost.

Uit het N-mineralisatie-experiment leren we dat de initiële dikke fractie van het ILVO-composteringsexperiment eerst een duidelijke N-mineralisatie vertoont, gevolgd door een N-immobilisatie. Aan het einde van het N-incubatieproef was er netto mineralisatie. De compost van zuivere dikke fractie (dif+stro) immobiliseert een significante hoeveelheid N uit de bodemoplossing (0,25% van de totale N-inhoud van het product per week). Het compostproduct op basis van gedroogd digestaat en dikke fractie (dif+DD) vertoont een significante N-mineralisatie van 0,97% van de totale N-inhoud van het product per week. De compostproducten op basis van dikke fractie met jonge gft-compost (dif+JC) en vlaslemen bijgemengd (dif+VL) en de biothermisch gedroogde oba-mest,

vertoonden geen significante N-mineralisatie. Het mineraal N-gehalte (vooral $\text{NH}_4^+\text{-N}$) van dif+VL en de oba-mest was vrij hoog, waardoor enkel de compost op basis van dikke fractie en jonge gft-compost (dif+JC) als traagwerkende organische meststof kan worden beschouwd.

Uit het C-mineralisatie-experiment blijkt dat de dikke fractie van digestaatscheiding gebruikt in deze proef reeds een hoog % aan effectieve organische koolstof had, en dat dit percentage verder steeg na (co-)composteren. Tussen de compostproducten onderling werd weinig verschil in percentage effectieve organische koolstof per eenheid van organische koolstof vastgesteld. De hoeveelheid effectieve organische stof per ton vers product was vooral te wijten aan verschillen in DS- en OS-gehalte.

Het bepalen van de ISMO-stabiliteitsindex en de biodegradatiepotentieel (gebaseerd op de verhouding tussen hemicellulose, cellulose en lignine), wezen er op dat de stabiliteit van de initiële dikke fractie uit het composteerexperiment bij ILVO hoog was. Bijmenging van gerststro, gedroogd digestaat, jonge compost en vlaslemen aan het composteerproces had slechts een beperkt effect op de stabiliteit van de organische stof in deze producten.

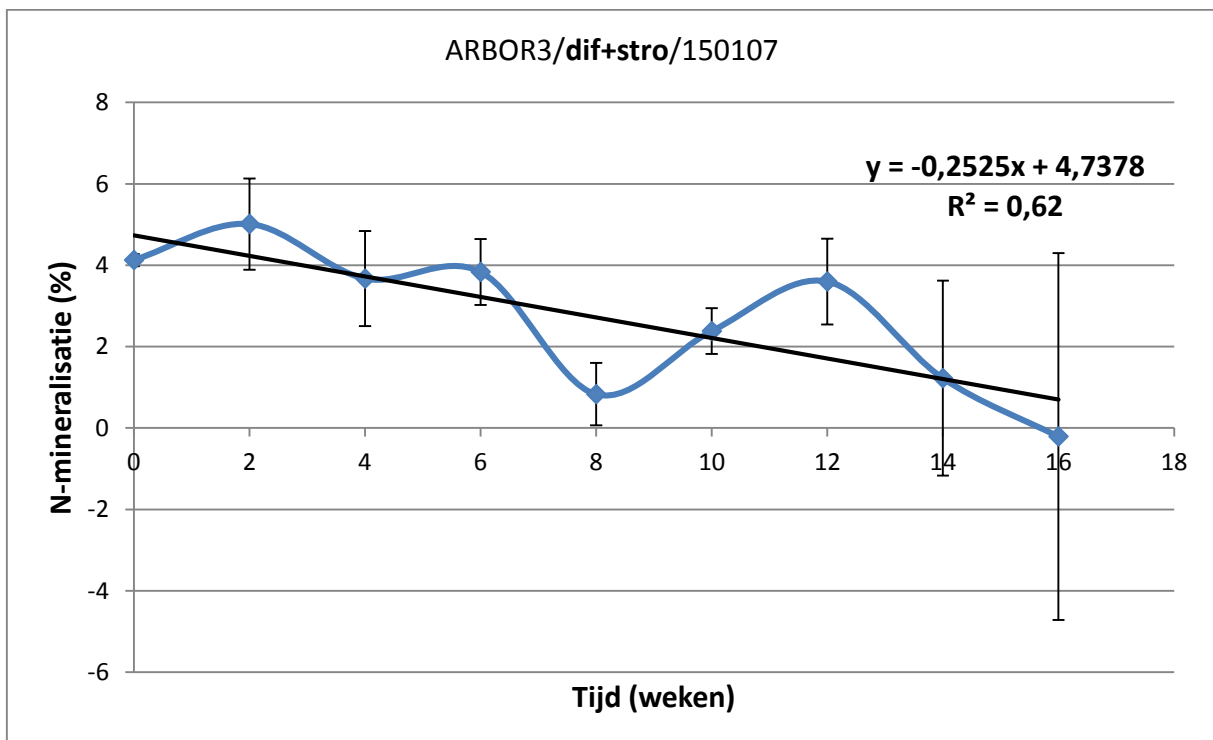
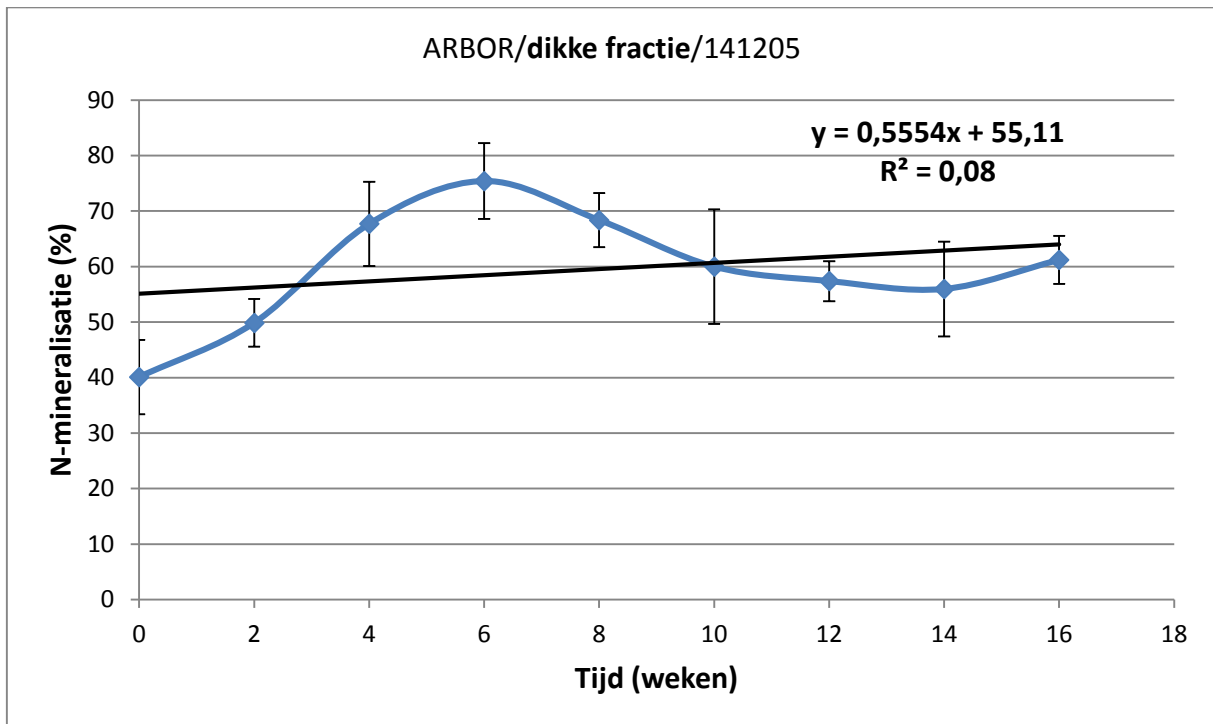
Op basis van de ILVO-composteerproef kunnen we stellen dat dikke fractie van digestaat kan gecomposteerd worden zonder geforceerde beluchting, mits inmengen van een extra biomassastroom. De samenstelling en structuur van de dikke fractie hebben echter een grote invloed op het composteerproces. Het DS-gehalte kan een indicatie geven of het composteerproces vlot kan verlopen of niet, maar de structuur van de dikke fractie is van groter belang. De dikke fractie die bij de composteerproef bij de vergister werd gebruikt, bevatte meer structuur, doch een veel lager DS-gehalte dan de dikke fractie die bij de composteerproef bij ILVO werd aangewend en kon wel in zuivere vorm worden gecomposteerd. Toch dienen we aan kanttekening bij deze compostering te maken. De stijgende temperatuur gaf aan dat er wel degelijk microbiële activiteit was, toch was de OS-afbraak per eenheid DS zeer minimaal. Tussen beide types dikke fractie van digestaat was er ook een opmerkelijk verschil in biochemische samenstelling, wat de resultaten van het composteren ook kan verklaren. De dikke fractie van de proef bij de vergister bevatte nog zeer veel organisch materiaal, en dat materiaal was biochemisch gezien nog zeer biodegradeerbaar. De dikke fractie bevatte dus veel OS dat potentieel kon worden afgebroken. De microbiologische activiteit in de compost van dikke fractie bij de vergister bleef echter na compostering met $13,1 \text{ mmol O}_2/\text{kg OS/h}$ nog steeds zeer hoog. Het is mogelijk dat de microbiële activiteit in de composthoop bij de vergister daalde voor al het makkelijk afbreekbare materiaal was afgebroken, omdat er een zuurstofgebrek plaatsvond in de hoop. Deze dikke fractie was immers zeer nat zowel voor als na de compostering. Compostering van de zuivere dikke fractie die werd gebruikt bij ILVO en die biochemisch gezien reeds zeer stabiel was, is geen optie. Hier liep de temperatuur tijdens compostering onvoldoende op om hygiënisatie te garanderen, het eindproduct bleef erg nat en pasteus en de N- en K-verliezen tijdens compostering waren aanzienlijk. Het bijmengen van gedroogd digestaat, jonge gft-compost of vlaslemen kon het composteerproces echter sterk optimaliseren. Hygiënisatie werd gegarandeerd en de N-verliezen waren beperkter. Het eindproduct van compostering had veel meer structuur wanneer gedroogd digestaat of vlaslemen werden gecocomposteerd. Dit was in mindere mate het geval wanneer jonge gft-compost werd bijgemengd. De K-verliezen bleven ondanks de betere compostering echter hoog.

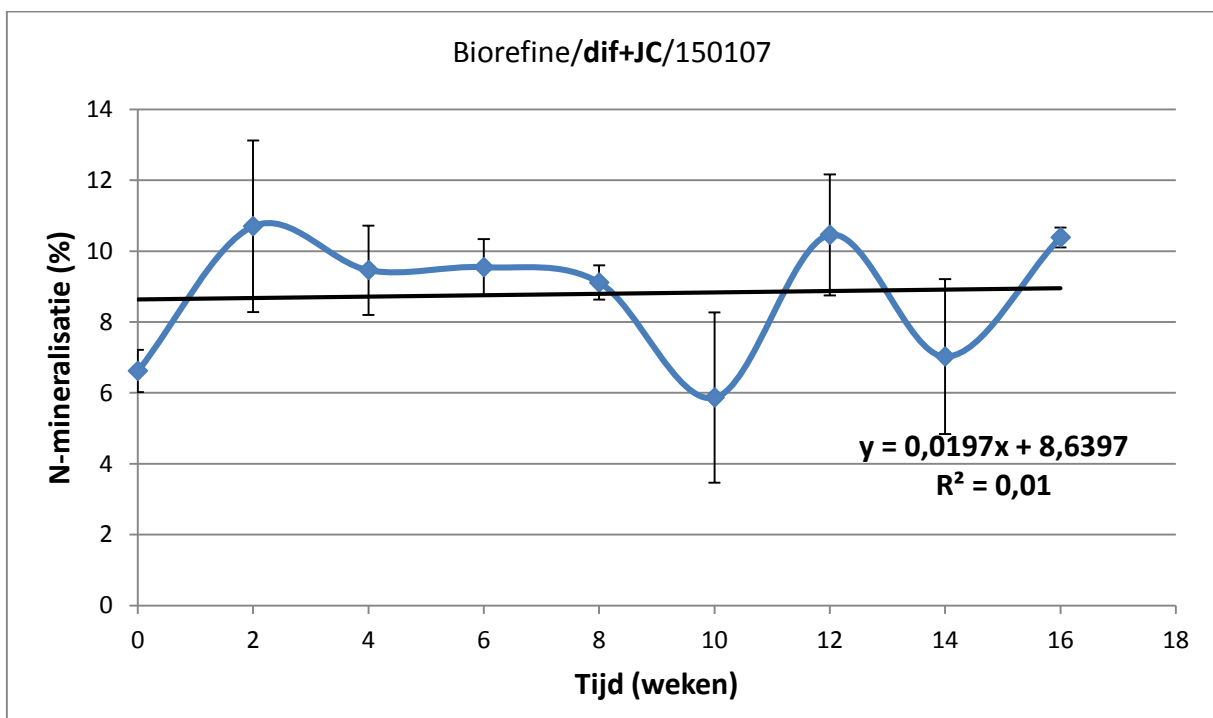
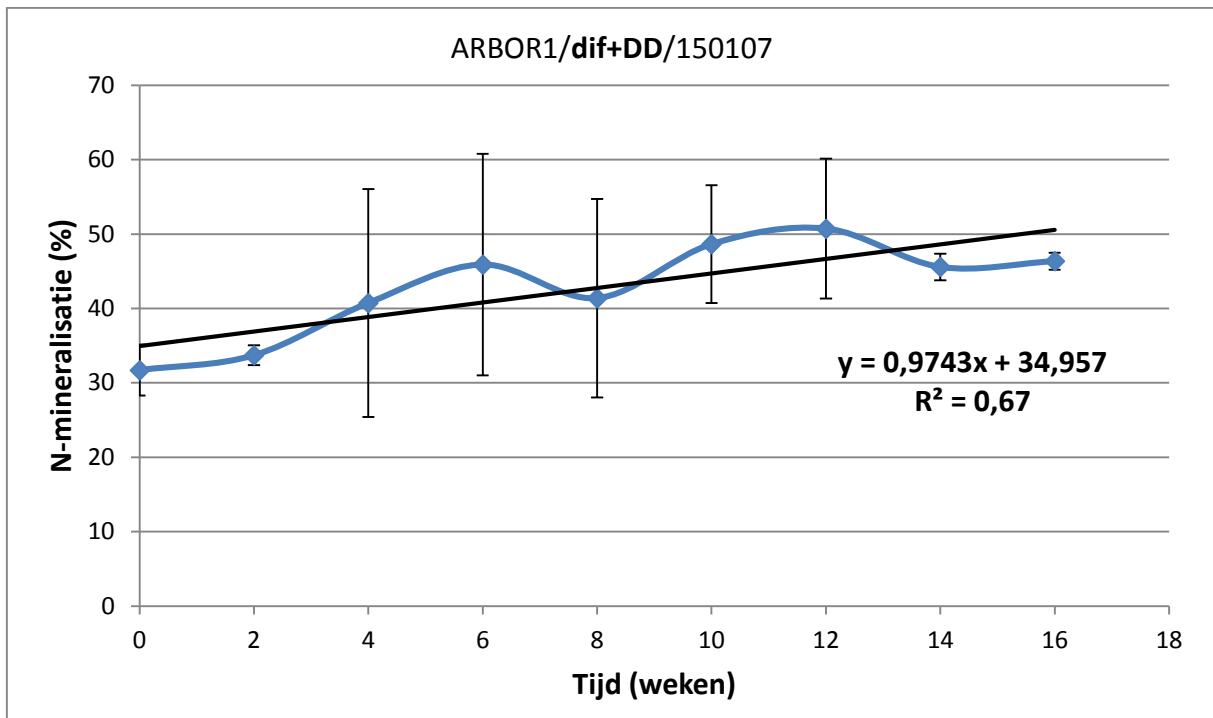
Het gehalte aan effectieve organische stof was slechts licht hoger in de compostproducten ten opzichte van de initiële dikke fractie. De stabiliteit van de compostproducten was hoger dan dat van de initiële dikke fractie, behalve in de compositril met vlaslemen waar een lichte daling in stabiliteit werd

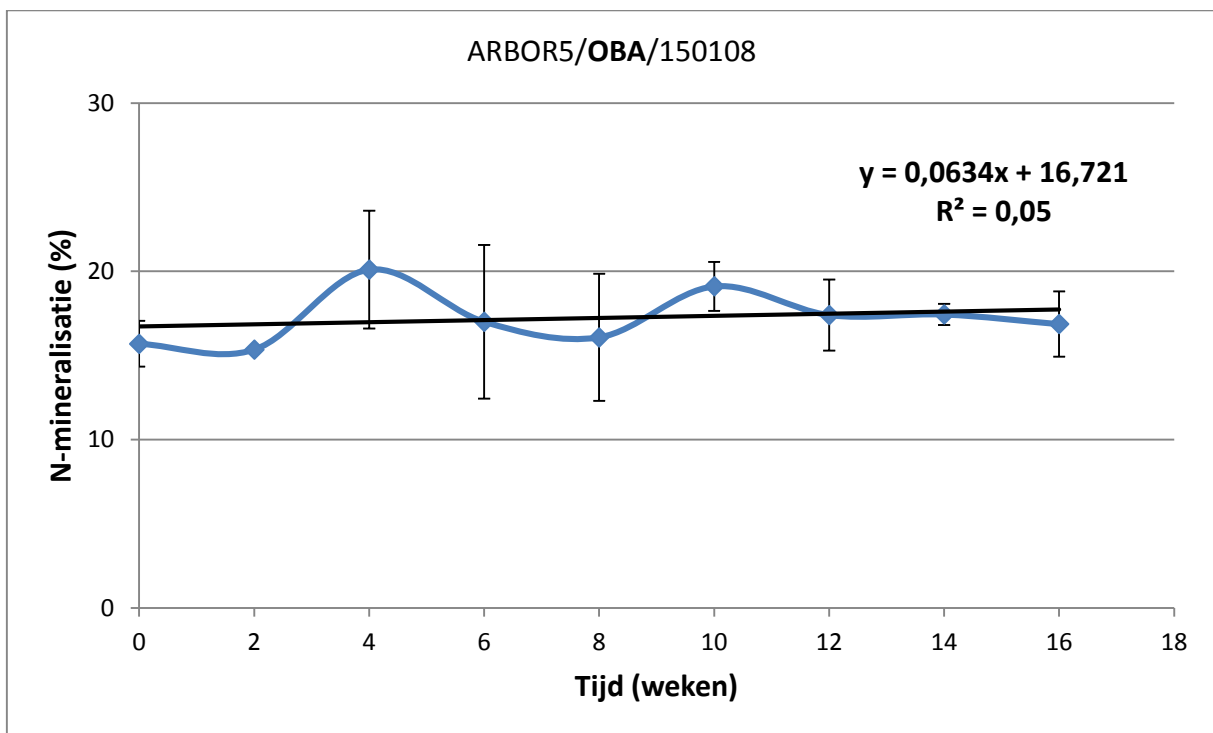
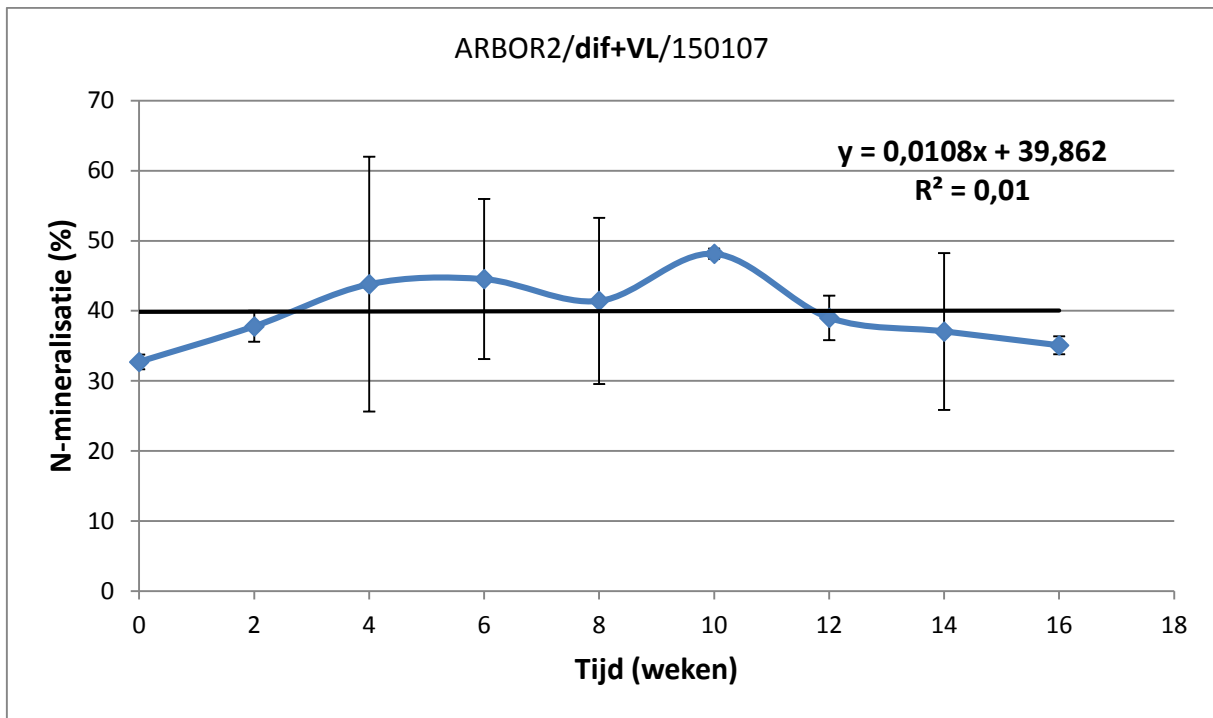
geconstateerd. Dit geeft aan dat nacompostering van de dikke fractie niet essentieel is voor het gebruik ervan als organische meststof in de akkerbouw. Dikke fractie van digestaatscheiding is op zich voldoende stabiel om aan te wenden als organische meststof in de landbouw. De N en K-verliezen die optreden tijdens de compostering zijn bovendien ongewenst en kunnen voor een minder nutriëntenrijk eindproduct zorgen. Via het kwaliteitsvol nacomposteren van de dikke fractie kan een oba-compost geproduceerd worden die verder gestabiliseerd is en rijk is aan effectieve organische stof. Het composteringsproces op zichzelf en de noodzaak aan bijmengen van (beperkte) hoeveelheden van andere organische materialen is sterk afhankelijk van vooral de structuur, de biochemische samenstelling en het DS-gehalte van de te composteren dikke fractie.

Gebaseerd op deze vaststellingen, dient de noodzaak van nacompostering gezien te worden in functie van het toepassingsgebied van de organische meststof/bodemverbeterend middel. Indien het product wordt ingezet als organische meststof in de landbouw is de nacompostering niet steeds essentieel. Wil men vooral veel effectieve organische stof op de bodem aanbrengen of het product in de groenvoorziening gaan afzetten is nacompostering een proces dat kan ingezet worden om het effectieve organische stofgehalte verder te verhogen en/of het product te hygiëniseren.

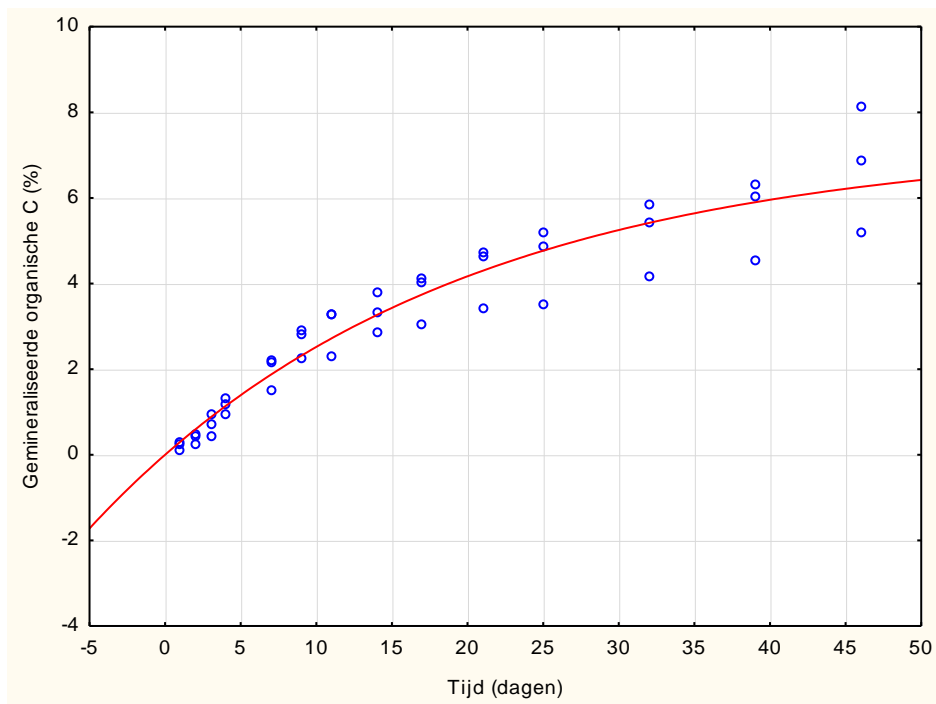
VII.Bijlage 1: verloop van de N-mineralisatieproef



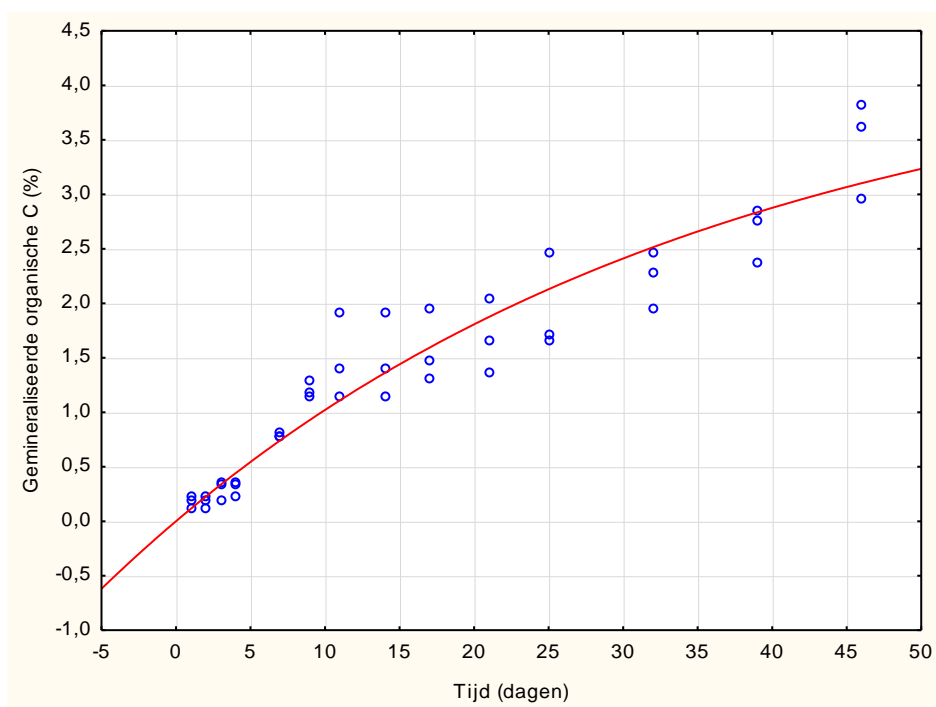




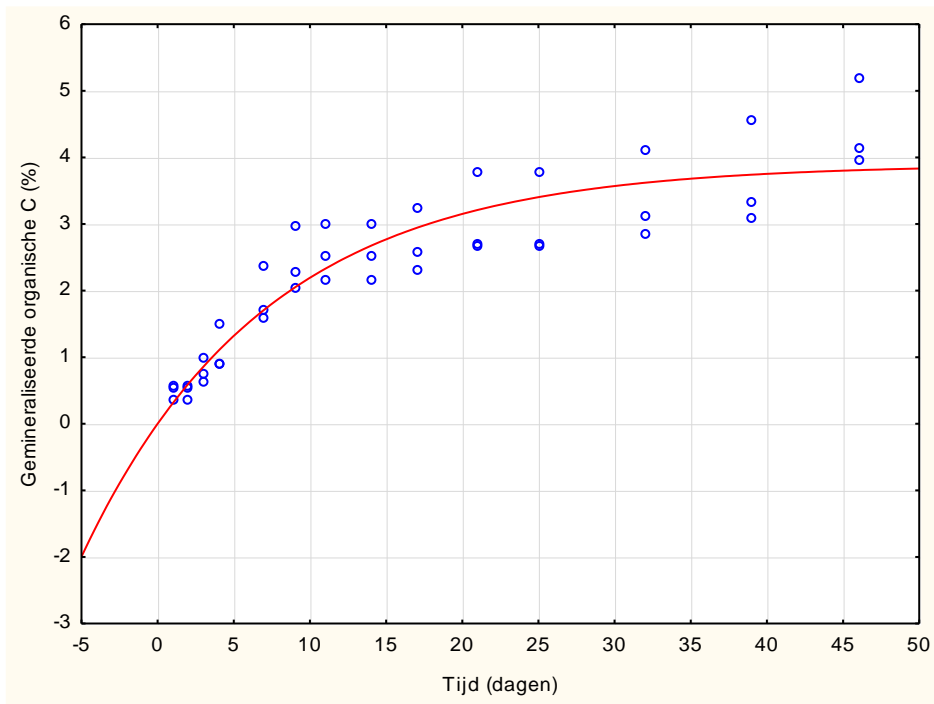
VIII. Bijlage 2: verloop van de C-mineralisatieproef



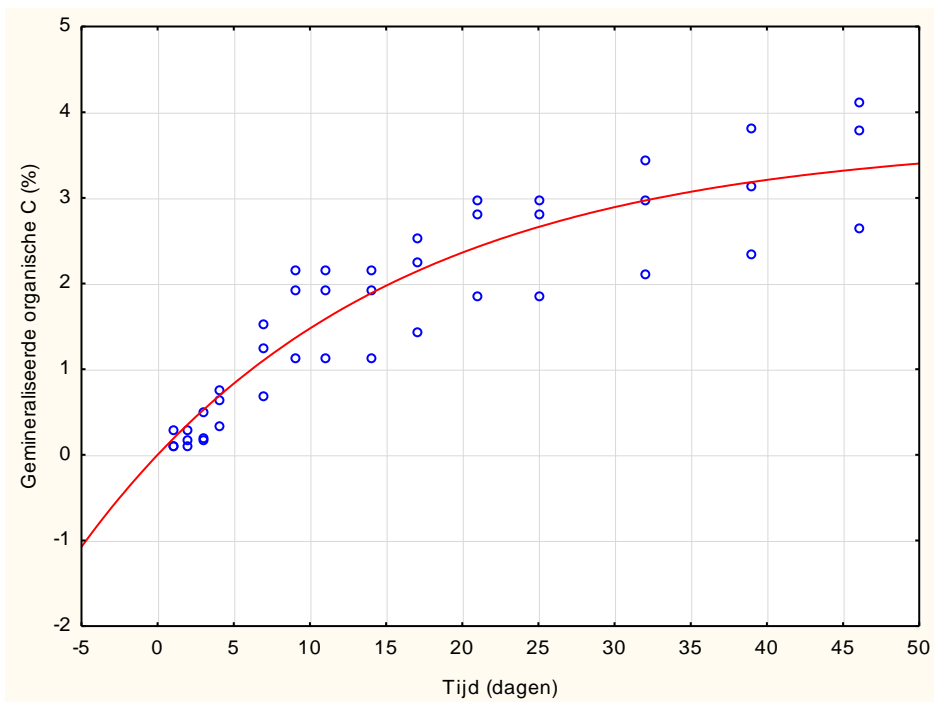
Verloop van de C-mineralisatie voor Arbor/dikke fractie/14-12-05. De blauwe cirkels geven de effectieve meetwaarden weer. De rode lijn geeft het model $OC(t) = 7,3(1-e^{-0,04t})$ van C-mineralisatie weer.



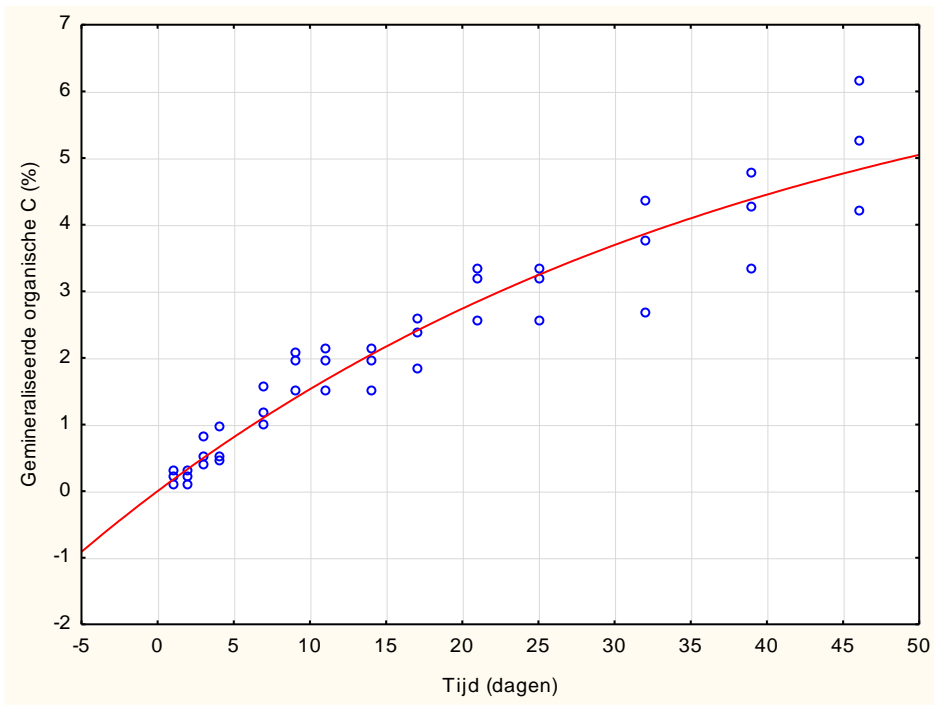
Verloop van de C-mineralisatie voor arbor3/dif+stro/150107. De blauwe cirkels geven de effectieve meetwaarden weer. De rode lijn geeft het model $OC(t) = 4,4(1-e^{-0,03t})$ van C-mineralisatie weer.



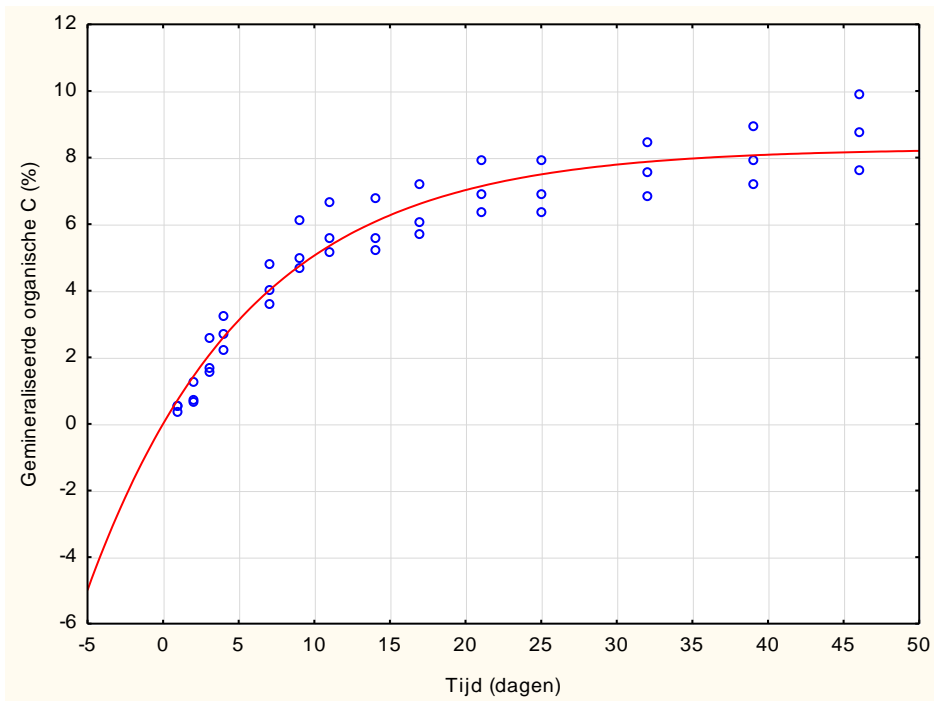
Verloop van de C-mineralisatie voor arbor1/dif+DD/150107. De blauwe cirkels geven de effectieve meetwaarden weer. De rode lijn geeft het model $OC(t) = 3,9(1-e^{-0,08t})$ van C-mineralisatie weer.



Verloop van de C-mineralisatie voor Biorefine/dif+JC/150107. De blauwe cirkels geven de effectieve meetwaarden weer. De rode lijn geeft het model $OC(t) = 3,7(1-e^{-0,05t})$ van C-mineralisatie weer.



Verloop van de C-mineralisatie voor arbor2/dif+VL/150107. De blauwe cirkels geven de effectieve meetwaarden weer. De rode lijn geeft het model $OC(t) = 7,3(1-e^{-0,02t})$ van C-mineralisatie weer.



Verloop van de C-mineralisatie voor arbor5/OBA/150108. De blauwe cirkels geven de effectieve meetwaarden weer. De rode lijn geeft het model $OC(t) = 8,3(1-e^{-0,09t})$ van C-mineralisatie weer.



ILVO
Instituut voor Landbouw-
en Visserijonderzoek

ILVO – Plant –Teelt en Omgeving
Burg. Van Gansberghelaan 109
9820 merelbeke



Vlaams Coördinatiecentrum voor mestverwerking
Abdijbkestraat 9
8200 Brugge



VLACO
Stationstraat 110
2800 Mechelen