



---

# Bioconversie van digestaat door wormen: productie van eiwit en compost

Hellen Elissen & Rommie van der Weide



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---

---

# Bioconversie van digestaat door wormen: productie van eiwit en compost

Hellen Elissen<sup>1</sup> & Rommie van der Weide<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van de PPS Biobased opwaarderen mest en digestaat AF-17052b uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten. Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, December 2019

---

Rapport WPR-815

Elissen, H. & R. van der Weide, 2019. *Bioconversie van digestaat door wormen: productie van eiwit en compost*. Wageningen Research, Rapport WPR-815. 24 blz.; 5 fig.; 3 tab.; 9 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/515044>

Samenvatting: Dit rapport beschrijft groei op en omzetting van de dikke fractie (28 % droge stof) van digestaat door *E. fetida* wormen (compostwormen) in 6 kweekbedden van elk 5 m<sup>2</sup>. De begindichtheid van de wormen was 5 kg/m<sup>2</sup>. Het digestaat was afkomstig uit de ACRRES vergister die gevoed werd met rundermest en natuurgras. In de vijf weken durende proef bij Lumbriculus te Oostwold werd het voorgecomposteerde digestaat continu omgezet in wormencompost waarbij 22 % (natgewicht) van het digestaat afgebroken werd. De omzettingssnelheid was 1.6-3.2 kg (3.2-6.4 L) per kg levende wormen (per m<sup>2</sup>) per week. Door het opeten van het digestaat veranderden structuur van en nutriënten in het digestaat: De ontstane wormencompost had een korrelige lichte structuur en ammoniak nam bijvoorbeeld met 65 % af. Ook groeiden de wormen in biomassa en produceerden ze cocons. De gemiddelde groei in natte wormenbiomassa was 4 % per week. De maximale snelheden werden nog niet bereikt in dit experiment, maar het is duidelijk dat vermicompostering tot een substantiële afbraak van de dikke fractie van digestaat leidt en de productie van een nieuwe meststof (wormencompost) en nieuw eiwit (wormenbiomassa).

Trefwoorden: wormencompost, vermicompost, *Eisenia fetida*, compostwormen, bioconversie, digestaat, dikke fractie, eiwit

© 2019 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 - 291 111; [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

KvK: 09098104 te Arnhem  
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-815

Foto omslag: Jean Mekelenkamp

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Materiaal en methoden</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Conclusie</b>	<b>15</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>17</b>
	<b>Bijlage 1 Compostanalyse dikke fractie digestaat</b>	<b>19</b>
	<b>Bijlage 2 Bemestende waarde analyse dikke fractie digestaat</b>	<b>21</b>
	<b>Bijlage 3 Compostanalyse vermicompost van digestaat</b>	<b>23</b>
	<b>Bijlage 4 Bemestende waarde analyse vermicompost van digestaat</b>	<b>25</b>

---

# Woord vooraf

In Nederland zijn er overschotten aan mest en digestaten (vergiste mest en reststromen) waardoor deze een negatieve waarde vertegenwoordigen. Tegelijkertijd bevatten deze reststromen waardevolle ingrediënten voor de productie van biomassa (als grondstof voor food- en feed producten), voor verbetering van bodemkwaliteit en voor energieproductie. Het aantal haalbare businesscases waarbij de reststroom opgewaardeerd wordt is tot dusver beperkt. Dit heeft zowel te maken met het rendement van de gehanteerde technologieën als de wet- en regelgeving gerelateerd aan de reststromen.

Recente informatie uit onderzoek, wetenschappelijke literatuur en van de bedrijven geeft nieuwe aanknopingspunten voor een biobased opwaardering van mest/digestaat stromen en het verbeteren van het rendement van vergisting. Het vernieuwende aan ons onderzoek is het telen van alternatieve biomassa op de reststromen en het gebruik van omzettingsproducten voor het verbeteren van de vergisting. Het gaat hier om het gebruik van gescheiden mest en digestaat producten voor de teelt van paddenstoelen/schimmels, wormen, insecten, specifieke bacteriën en aquatische biomassa. De ontstane biomassa kan verder geraffineerd en vermarkt worden als food, feed en biobased grondstof. Ook resteren er bewerkte mest en digestaat producten die bovendien waarde hebben als bemestingsproducten voor bodem en plantengroei, als substraat voor verbetering van vergisting of voor export/gebruik buiten de landbouw. Dit geeft een nieuwe invulling aan de verplichte mestverwerking.

Doel van dit project is om deze ideeën verder te exploreren en te onderbouwen/testen op lab- en praktijkschaal, leidend tot een proof of principle voor nieuwe biobased opwaarderingmethoden van mest en digestaat die in samenhang ingezet kunnen worden om kringlopen beter te sluiten en/of buiten de reguliere landbouw af te zetten. Hierbij worden knelpunten in wet- en regelgeving verkend en geagendeerd. Tevens worden kengetallen berekend die nodig zijn voor beoordeling van de duurzaamheid (o.a. kosten, milieueffecten) en voor dossiervorming over regelgeving (o.a. mineralen, voedselveiligheid).

De veehouderijsector krijgt inzicht in de mogelijkheden van biobased verwaarden en beter afzetten van hun belangrijkste reststromen. Voor de betrokken MKB bedrijven levert dit onderzoek o.a. proof of principle voor hun technologie en input in hun business cases. De gecombineerde effecten van de technologieën levert nieuwe kennis, methodes en onderzoeksrichtingen voor de wetenschap. In maatschappelijke context draagt het ook op andere manieren gebruiken en opwaarderen van mest en digestaten bij aan de transitie naar een circulaire bio-economie met een efficiënte en duurzame agrifoodsector.

Meer informatie:

- [http://www.acres.nl/projecten\\_acres/biobased-opwaarderen-mest-en-digestaat/](http://www.acres.nl/projecten_acres/biobased-opwaarderen-mest-en-digestaat/)
- Rommie van der Weide: rommie.vanderweide@wur.nl, +31320291631
- Hellen Elissen: hellen.elissen@wur.nl, +31320291223





---

# Samenvatting

Dit rapport beschrijft groei op en omzetting van de dikke fractie (28 % droge stof) van digestaat door *E. fetida* wormen (compostwormen) in 6 kweekbedden van elk 5 m<sup>2</sup>. De begindichtheid van de wormen was 5 kg/m<sup>2</sup>. Het digestaat was afkomstig uit de ACRRES vergister die gevoed werd met rundermest en natuurgras. In de vijf weken durende proef bij Lumbriculus te Oostwold werd het voorgecomposteerde digestaat continu omgezet in wormencompost waarbij 22 % (natgewicht) van het digestaat afgebroken werd. De omzettingssnelheid was 1.6-3.2 kg (3.2-6.4 L) per kg levende wormen (per m<sup>2</sup>) per week. Door het opeten van het digestaat veranderden structuur van en nutriënten in het digestaat: De ontstane wormencompost had een korrelige lichte structuur en ammoniak nam bijvoorbeeld met 65 % af t.o.v. het uitgangsmateriaal. Ook groeiden de wormen in biomassa en produceerden ze cocons. De gemiddelde groei in natte wormenbiomassa was 4 % per week. De maximale snelheden werden nog niet bereikt in dit experiment, maar het is duidelijk dat vermicompostering tot een substantiële afbraak van de dikke fractie van digestaat leidt en de productie van een nieuwe meststof (wormencompost) en nieuw eiwit (wormenbiomassa).





# 1 Inleiding

Van compostwormen (*Eisenia fetida*) is bekend dat zij een groot scala aan organische materialen kunnen omzetten (vermicomposting). De volgende wetenschappelijke publicaties specifiek over digestaat tonen aan dat *E. fetida* wormen geschikt zijn voor het vermicomposteren van digestaat: Hanc and Vasac, 2015; Krishnasamy et al, 2014; Nguyen, 2012; Sangwan et al, 2008; Suthar, 2009; Suthar, 2010; Vijaya, 2010; Yadav and Garg, 2014; Yadav et al, 2013 (Tabel 1).

**Tabel 1** Overzicht van resultaten uit artikels over vermicomposteren van digestaat door *E. fetida*.

Substraat	Belangrijkste resultaten	Referentie
Dikke fractie digestaat, agrarische vergister	Afname digestaat en snelle wormengroei	Hanc and Vasac, 2015
Dikke fractie digestaat, voedselafval en groente vergister	Afname pathogenen en toename waardevolle nutriënten	Krishnasamy et al, 2014
Dikke fractie digestaat drijfmest en maisvergister	Afname digestaat, toename wormengroei en toename waardevolle nutriënten. Afname van pathogenen.	Nguyen, 2012
Vers digestaat van een boerderijvergister (veeteelt)	Afname digestaat, toename wormengroei en toename waardevolle nutriënten	Sangwan et al, 2008
Gedroogd vers digestaat van koemest vergister	Afname digestaat, toename wormengroei en toename waardevolle nutriënten	Suthar, 2009
Gedroogd vers digestaat van koemest vergister	Afname digestaat, toename wormengroei en toename waardevolle nutriënten	Suthar, 2010
Vers digestaat van koemest vergister	Omzetting van digestaat in vermicompost met verbeterde eigenschappen	Yadav and Garg, 2014
Vers digestaat van koemest vergister	Omzetting van het digestaat in geurloos, homogeen, gestabiliseerd humusachtig product	Yadav et al, 2013

Digestaat wordt dus opgenomen door de wormen, gedeeltelijk verteerd en uiteindelijk omgezet in waardevolle vermicompost (wormencompost) en nieuwe wormenbiomassa. Om de haalbaarheid van deze technologie lokaal aan te tonen is door Lumbriculus en WUR ACRRES gekeken naar de omzetting van de dikke fractie van digestaat van de ACRRES co-vergister (rundermest/gras/co-producten) te Lelystad. Het doel was vast te stellen wat de compostwormen doen met de structuur/samenstelling/hoeveelheid van het digestaat en of de wormen kunnen groeien op de organische stof aanwezig in het digestaat. Hiervoor werden een aantal proeven in kweekbedden ingezet op locatie bij Lumbriculus te Oostwold (Nederland) zoveel mogelijk onder omstandigheden die schaalbaar zijn en/of gangbaar in huidige grootschalige vermicomposteerinstallaties/wormenkweekbedrijven (o. a. realistische laagdikte, wormendichtheden en doorvoersnelheden).

Voor een aantal parameters is het belangrijk dat het digestaat 'voorgecomposteerd' wordt: door dit (spontane) thermofiele proces ondergaat het materiaal een hittestap en wordt toxiciteit voor de wormen (hitte, ammonia, anaerobe gassen, te hoge/lage pH) voorkomen (Nguyen, 2012). Ook kunnen op deze manier pathogenen vernietigd worden. Verschillende onderzoeken passen dit toe zoals beschreven in Tabel 2.

**Tabel 2** Methodes voorcomposteren uit literatuur.

Methode	Referentie
2 weken mbv speciaal belucht composteringsvat	Hanc and Vasac, 2015
15 dagen door dagelijks keren van de mengsels, ook vochtig houden	Krishnasamy et al, 2014
1 week laten liggen, drogen bij kamertemperatuur en aanzuren met HCl	Nguyen, 2012
15 dagen door regelmatig keren	Sangwan et al, 2008
3 weken in bakken, om de drie dagen keren, nat houden 65 %	Suthar, 2009
3 weken in bakken, om de drie dagen keren, nat houden 65 %	Suthar, 2010
3 weken door dagelijks keren	Yadav and Garg, 2014
3 weken in ronde containers bewaren	Yadav et al, 2013



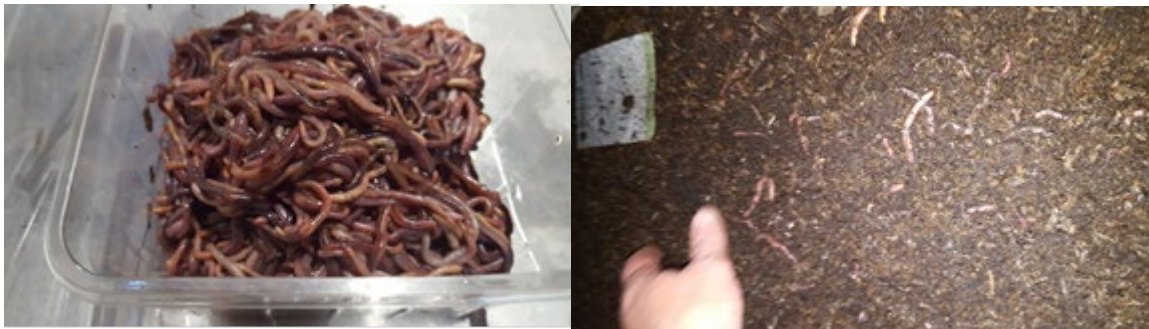
## 2 Materiaal en methoden

Deze proef is in zesvoud uitgevoerd in kweekbedden van 5 m<sup>2</sup> (Figuur 1).



**Figuur 1** Foto van de gebruikte bedden met op de voorgrond kruiwagen met dikke fractie digestaat.

De bedden zijn gemaakt van een houten geraamte met daarin stevig antiworteldoek. Onder de bak en doek is een 20 centimeter dikke laag van aangedrukt stro aangebracht om de temperatuur in de bakken constant te houden. Als substraat is de dikke fractie van ACRRES digestaat gebruikt (van een co-vergister in Lelystad op rundermest/gras/co-producten). Het digestaat werd na ophalen uit Lelystad afgedekt bewaard in een laag van ca. 30 centimeter en wekelijks gekeerd. In elk bed zijn bij de start 25 kg levende wormen gebracht (Figuur 2).



**Figuur 2** Afgewogen *E. fetida* wormen (links) en wormen nadat ze zich verspreid hebben in het digestaat (rechts).

De bedden werden afgedekt met een zeil. De proef liep gedurende 5 weken. De eerste drie weken werd per bed 80 L (dichtheid 500 kg/m<sup>3</sup>) digestaat opgebracht (laagdikte 16 cm) maar in de voorlaatste week (week 4) de dubbele hoeveelheid (160 L). In week 5 werd geen nieuw digestaat opgebracht.



### 3 Resultaten

De wormen gedijden gedurende de hele proef goed op het digestaat, bleven uniform verdeeld in het bed zitten (als de omstandigheden ongunstig zijn verlaten ze het bed) en groeiden in vijf weken met 1 kg levende wormen per m<sup>2</sup>. Dit betekent een gemiddelde groei van 4 % per week in wormenbiomassa, en ongeveer een verdubbeling van de totale biomassa elk half jaar. Gedurende de proeven werden er cocons en parende wormen aangetroffen in het digestaat wat wijst op een zich voortplantende en groeiende wormenpopulatie (Figuur 3).



**Figuur 3** Parende *E. fetida* wormen (links) en cocons (rechts) in de bedden met digestaat.

De wormen maken de structuur van het digestaat fijner (Figuren 4 en 5).



**Figuur 4** Kweekbedden met dikke fractie digestaat voor (links) en na (rechts) vermicomposteren.





**Figuur 5** Close-up dikke fractie digestaat voor (links) en na (rechts) vermicomposteren.

Zowel van begin- als eindmateriaal (digestaat resp. vermicompost) werden representatieve monsters genomen die geanalyseerd zijn door Eurofins Agro (Wageningen, Nederland). Tabel 3 laat de belangrijkste veranderingen zien en de gedetailleerde analyses staan in Bijlages 1 en 2 voor de samenstelling voor en Bijlages 3 en 4 voor de samenstelling na vermicomposteren.

**Tabel 3** Samenstelling van digestaat (Voor) en vermicompost (Na= na 1 week) gedurende proef in bedden.

Parameter	Voor	Na
pH	7.6	6.4
C/N ratio	19	14
N totaal	15.4 g/kg DS	20.5 g/kg DS
N-NH <sub>3</sub>	3.9 g/kg DS	1.6 g/kg DS
As	473 g/kg DS	490 g/kg DS
Organische stof	527 g/kg DS	510 g/kg DS
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	16.0 g/kg DS	16.0 g/kg DS
Droge stof	281 g/kg	310 g/kg

Duidelijk was dat pH, C/N ratio, ammoniakgehalte en organische stof afnamen terwijl N totaal, droge stof gehalte en asrest toenamen (allen op droge stof basis). Het fosfaatgehalte in de droge stof bleef gelijk. Dit wordt ook beschreven in diverse literatuurbronnen.

De temperatuur in de bedden was steeds tussen 17 en 19 °C en de pH rond 7.5 aan het begin van elke week. De dichtheid van het digestaat nam gedurende elke week af van 500 kg/m<sup>3</sup> naar 415 kg/m<sup>3</sup>. Het digestaat werd dus luchtiger. Echter nam het totaal toegevoegde volume digestaat (400 L per bed) af naar 376 L in 5 weken. Het volume nam dus af met 6 % terwijl het totale gewicht per bed afnam van 200 kg digestaat naar 156 kg vermicompost, een afname van 22 %.

Op basis van de massabalans (verdwenen hoeveelheid digestaat en bijbehorend veranderd droge stofgehalte) trad er een stijging van 15 % op in N totaal en dalingen van 65 % in ammoniak, 11 % in as, 17 % in organische stof en 14 % in fosfaat.

Het toevoegen van de dubbele hoeveelheid digestaat in week 4 ten opzichte van de voorgaande 3 weken gaf geen problemen, maar de verwerkingstijd nam ook proportioneel toe met de hoeveelheid toegevoegd digestaat, afgaande op de structuurverandering van het digestaat.

---

## 4 Conclusie

*E. fetida* wormen eten de dikke fractie van ACRRES digestaat met een snelheid van 1.6-3.2 kg (3.2-6.4 L) per kg levende wormen (per m<sup>2</sup>) per week. Er zijn uit de literatuur snelheden bekend van ruim 5 kg (voerproduct) per kg levende wormen per week (Ndegwa and Thompson, 2000). De omzetting van de verdubbelde hoeveelheid digestaat in week 4 gaf ook aan dat de maximale omzettingssnelheid nog niet bereikt is. Door het opeten van het digestaat veranderen structuur van en nutriënten in het digestaat. Ook groeien de wormen in biomassa en produceren ze cocons.





---

# Literatuur

- Hanc, A. and F. Vasak, 2015. Processing separated digestate by vermicomposting technology using earthworms of the genus *Eisenia*. *International Journal of Environmental Science and Technology* 12(4): 1183-1190
- Krishnasamy, K., J. Nair and R. Bell, 2014. Evaluation of anaerobic digestate as a substrate for vermicomposting. *International Journal of Environment and Waste Management* 14(2): 149-164
- Ndegwa, P. M. and S. A. Thompson, 2000. Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. *Bioresource Technology* 75(1): 7-12
- Nguyen, P.-N. 2012. Vermicomposting of organic solid wastes as a biological treatment for sanitation. Ph.D. thesis Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. 143 pp.
- Sangwan, P., C. P. Kaushik and V. K. Garg, 2008. Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. *Bioresource technology* 99 (18): 8699-8704
- Suthar, S. 2009. Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. *Ecological Engineering* 35 (5): 914-920
- Suthar, S. 2010. Potential of domestic biogas digester slurry in vermitechnology. *Bioresource Technology* 101(14): 5419-5425
- Yadav, A. and V. K. Garg, 2014. Effect of poultry waste on vermicomposting of anaerobically digested cattle dung slurry. *International Journal of Environmental Technology and Management* 17 (2/3/4): 154 - 164
- Yadav, A., R. Gupta, and V. K. Garg, 2013. Organic manure production from cow dung and biogas plant slurry by vermicomposting under field conditions. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 2:21



# Bijlage 1 Compostanalyse dikke fractie digestaat



Kwaliteitsonderzoek  
Compost  
monster 3a hellen

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: Mathieu Eugelink: 0652002180  
T klantenservice: 088 876 1006  
E klantenservice.mest@eurofins-agro.com  
I www.eurofins-agro.com

Uw klantnummer: 8278474

Acres WUR PPO  
D. Durksz  
Edelhertwg 1  
8219 PH LELYSTAD

<b>Onderzoek</b>	Analyse-/ordernummer: 2018901808/004478421	Datum verslag: 15-10-2018	<b>Subsidieverlener:</b> Eurofins Agro, Kortingsregeling Postbus 170, 6700 AD WAGENINGEN
	Type monster: Compost (overig)	Datum monstername: 06-09-2018	Datum ontvangst: 11-09-2018
	monster 3A hellen		

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Toetswaarde	Resultaat in produkt (g/kg)
bepaald in het monster volgens de op de hieronder vermelde normen	Droge stof	g/kg product	291	
	Ruw as	g/kg ds	478	
	Org. stof	% van de ds	52,2	10,0
	Stikstof (N)	g/kg ds	15,4	4,5
	Fosfor (P)	g/kg ds	7	
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	g/kg ds	16,0	4,66
	Kalium (K)	g/kg ds	16	
	Kali (K <sub>2</sub> O)	g/kg ds	19	5,5
	Zwavel (S)	g/kg ds	4,2	1,2
	Magnesium (Mg)	g/kg ds	6,2	
	Magnesia (MgO)	g/kg ds	10	2,9
	Chloride	g/kg ds	4,8	
	Zuurgraad (pH)		7,8	
	pH-water		7,7	
	C-anorganisch	%	0,18	
	Koolzure kalk	%	0,9	
	Koolstof	g/kg ds	299,3	
	C/N-ratio		19	
	Cadmium (Cd)	mg/kg ds	0,24	1,00
	Chroom (Cr)	mg/kg ds	19	50
Koper (Cu)	mg/kg ds	25	90	
Kwik (Hg)	mg/kg ds	0,04	0,30	
Nikkel (Ni)	mg/kg ds	11	20	
Lood (Pb)	mg/kg ds	< 6,4	100	
Zink (Zn)	mg/kg ds	101	290	
Arseen (As)	mg/kg ds	1,2	15	

**Toelichting** Door de aard van het materiaal is het niet mogelijk om Geleidingsvermogen mS/cm 25°C uit te voeren.

De vermelde toetswaarden staan vermeld in de Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet.

**Contact & info** Monster genomen door: Derden  
Contactpersoon monstername: Bram Jansen: 0652002137

Na verzending van dit verslag wordt, indien de aard en de onderzoeksmethode van het monster dit toelaat, het monster nog twee weken bij Eurofins Agro voor u bewaard. Binnen deze tijd kunt u eventueel reclameren en/of aanvullend onderzoek aanvragen.

Pagina: 1  
Totaal aantal pagina's: 2

901808, 15-10-2018



Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van R. Wolf, Business Unit Manager.  
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden. Eurofins Agro Testing Wageningen BV stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schade die voortvloeit uit het gebruik van door of namens ons verkregen onderzoeksresultaten en/of adviezen.  
Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het RvA-register voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de erkenning onder nr. L122 voor uitsluitend de monsternemings- en/of de analysemethoden.

## monster 3a hellen

Methode	Droge stof		Em: LD02
	Ruw as	Q	Em: VAD1
	Org. stof	Q	Em: VAD1
	Stikstof (N-totaal)	Q	Em: REW2
	Fosfor (P)	*	Em: CFAB
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		afgeleide waarde
	Kalium (K)	Q	Em: ICP2:(Gw NEN 6966)
	Kali (K <sub>2</sub> O)		afgeleide waarde
	Zwavel (S)		Em: STT6:(Gw NEN 6966)
	Magnesium (Mg)	Q	Em: ICP2:(Gw NEN 6966)
	Magnesia (MgO)		afgeleide waarde
	Chloride		Em: WTR1
	Zuurgraad (pH)	Q	PHK1: Cf NEN ISO 10390
	pH-water	Q	Em: PHW4
	C-anorganisch		Em: CAN6
	Koolzure kalk		afgeleide waarde
	Koolstof		Em: CNE4
	C/N-ratio		afgeleide waarde
	Cadmium (Cd)	Q	Em:KNW6(Cf:CG099025B/027)
	Chroom (Cr)	Q	Em:KNW6(Cf:CG099025B/027)
	Koper (Cu)	Q	Em:KNW6(Cf:CG099025B/027)
	Kwik (Hg)	Q	Em:KNW6(Cf:CG099025B/027)
	Nikkel (Ni)	Q	Em:KNW6(Cf:CG099025B/027)
	Lood (Pb)	Q	Em:KNW6(Cf:CG099025B/027)
	Zink (Zn)	Q	Em:KNW6(Cf:CG099025B/027)
	Arseen (As)	Q	Em:KNW6(Cf:CG099025B/027)

Q Methode geaccrediteerd door RvA

Em: Eigen methode, Gw: Gelijkaardig aan, Cf: Conform

\* Bij deze verrichting is de gestelde houdbaarheids termijn tussen monstername en analyse overschreden.

Dit heeft mogelijk de betrouwbaarheid van het resultaat beïnvloed.

De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aan Eurofins Agro aangeleverde materiaal.

Pagina: 2

Totaal aantal pagina's: 2

901608, 15-10-2018

# Bijlage 2 Bemestende waarde analyse dikke fractie digestaat



Mestonderzoek  
Bemestende waarde  
Monster 3B Hellen

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: Mathieu Eugelink: 0652002180  
T klantenservice: 088 876 1006  
E klantenservice.mest@eurofins-agro.com  
I www.eurofins-agro.com

Uw klantnummer: 8278474

Acres WUR PPO  
D. Durksz  
Edelhertweg 1  
8219 PH LELYSTAD

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr:	Datum monstername:	Datum verslag:	Subsidieverlener:
	735051/004478153	11-09-2018	19-09-2018	Eurofins Agro, Kortingsregeling Postbus 170, 6700 AD WAGENINGEN

Resultaat weergegeven in het product	Eenheid	Resultaat
Droge stof	g DS/kg	281
Ruw as	g RAS/kg	133
Organische stof	g OS/kg	148
Stikstof	g N/kg	6,20
C/N-ratio		11
Ammoniak-stikstof	g NH <sub>3</sub> -N/kg	1,1
Stikstof-organisch	g N-org/kg	5,1
Fosfor	g P/kg	2,15
Fosfaat	g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /kg	4,92
Kalium	g K/kg	4,8
Kali	g K <sub>2</sub> O/kg	5,8
Magnesium	g Mg/kg	1,9
Magnesia	g MgO/kg	3,2
Natrium	g Na/kg	0,8
Natron	g Na <sub>2</sub> O/kg	1,1

**Toelichting** De werkingscijfers voor deze mestsoort zijn op de achterzijde vermeld. Indien er geen mestsoort is opgegeven, zijn er standaard werkingscijfers afgedrukt.

**Contact & info** Dierlijke mestsoort: Overig  
Monster genomen door: Derden  
Contactpersoon monstername: Bram Jansen: 0652002137

Na verzending van dit verslag wordt, indien de aard en de onderzoekmethode van het monster dit toelaat, het monster nog twee weken bij Eurofins Agro voor u bewaard. Binnen deze tijd kunt u eventueel reclameren en/of aanvullend onderzoek aanvragen.

Methode	Droge stof	Q	Em: LD08	Fosfaat	P uitgedrukt als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Ruw as		Em: VAS1	Kalium	Em: NIRS
	Organische stof		afgeleide waarde	Kali	K uitgedrukt als K <sub>2</sub> O
	Stikstof	Q	MEST-OVB + CFAS cf APDS	Magnesium	Em: CFAS:(Gw: NEN 6966)
	C/N-ratio		afgeleide waarde	Magnesia	Mg uitgedrukt als MgO
	Ammoniak-stikstof		Em: NIRS	Natrium	Em: CFAS:(Gw: NEN 6966)
	Stikstof-organisch		afgeleide waarde	Natron	Na uitgedrukt als Na <sub>2</sub> O
	Fosfor	Q	MEST-OVB + CFAS cf APDS		

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Geïkwaardig aan, Cf: Conform  
Alle verrichtingen zijn binnen de houdbaarheids termijn tussen monstername en analyse uitgevoerd.  
De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op het door u aangeleverde materiaal van 12-09-2018

Pagina: 1  
Totaal aantal pagina's: 2

735051, 19-09-2018



Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van Ir. A. Merks, Business Unit Manager.  
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden. Eurofins Agro Testing Wageningen BV stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schade die voortvloeit uit het gebruik van door of namens ons verzochte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het RvA-register voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de aankondiging onder nr. L122 voor uitsluitend de monsternaming- en/of de analysemethoden.

## Monster 3B Hellen

Werkingscijfers grasland	Stikstof		Fosfaat		Kali	
	1°	overige	1°	overige	1°	overige
<b>Snedes na aanwending</b>						
<b>Bovengronds</b>						
werking minerale stikstof (%)	22	6	100	0	100	0
werking organische stikstof (%)	6	18				
<b>bouwland</b>	Stikstof		Fosfaat		Kali	
<b>Jaar na aanwending</b>			1°	overige		
<b>Bovengronds</b>						
werking minerale stikstof (%)	75		60	40	100	
werking organische stikstof (%)	30					

**Toelichting**

De werkingscijfers bouwland gelden wanneer de mest in het voorjaar wordt aangewend. Bij najaarstoediening bedraagt de werking circa 25% van de totale hoeveelheid stikstof.

werking minerale stikstof = % werking van het gevonden resultaat stikstof-ammoniak (N-NH<sub>3</sub>)  
 werking organische stikstof = % werking van het gevonden resultaat stikstof-organisch (N-org)

Voor het bepalen van de totale stikstofwerking moet de werking van het minerale en organische deel worden opgeteld.

De totale werkzame hoeveelheid is als volgt te berekenen:  
 gehalte x werking x DM-gift

# Bijlage 3 Compostanalyse vermicompost van digestaat



Kwaliteitsonderzoek  
Compost  
Monster 4A

Uw klantnummer: 8278474

Acres WUR PPO  
D. Durksz  
Edelhertweg 1  
8219 PH LELYSTAD

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monsternummer: Mathieu Eugelink: 0652002180  
T klantenservice: 088 876 1006  
E klantenservice.mest@eurofins-agro.com  
I www.eurofins-agro.com

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Toetswaarde	Resultaat in product (g/kg)
bepaald in het monster volgens de op de hieronder vermelde normen	Droge stof	g/kg product	315	
	Ruw as	g/kg ds	473	
	Org. stof	% van de ds	52,7	10,0
	Stikstof (N)	g/kg ds	20,5	6,5
	Fosfor (P)	g/kg ds	7	
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	g/kg ds	16,0	5,04
	Kalium (K)	g/kg ds	15	
	Kali (K <sub>2</sub> O)	g/kg ds	18	5,7
	Zwavel (S)	g/kg ds	4,8	1,5
	Magnesium (Mg)	g/kg ds	6,1	
	Magnesia (MgO)	g/kg ds	10	3,2
	Chloride	g/kg ds	3,7	
	Zuurgraad (pH)		6,4	
	pH-water		6,4	
	C-anorganisch	%	0,21	
	Koolzure kalk	%	1,2	
	Geleidingsvermogen	mS/cm 25°C	8,74	
	Koolstof	g/kg ds	291,2	
	C/N-ratio		14	
	Cadmium (Cd)	mg/kg ds	0,29	1,00
	Chroom (Cr)	mg/kg ds	20	50
	Koper (Cu)	mg/kg ds	23	90
	Kwik (Hg)	mg/kg ds	0,05	0,30
	Nikkel (Ni)	mg/kg ds	12	20
	Lood (Pb)	mg/kg ds	< 6,2	100
	Zink (Zn)	mg/kg ds	100	290
	Arseen (As)	mg/kg ds	1,6	15

Subsidieverlener:  
Eurofins Agro, Kortingsregeling  
Postbus 170, 6700 AD WAGENINGEN

Type monster: Compost (overig) Datum monsternummer: 23-10-2018 Datum ontvangst: 24-10-2018

Monster 4A Hellen Elissen 3750368400

**Toelichting** De vermelde toetswaarden staan vermeld in de Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet.

**Contact & info** Monster genomen door: Derden  
Contactpersoon monsternummer: Bram Jansen: 0652002137

Na verzending van dit verslag wordt, indien de aard en de onderzoeksmethode van het monster dit toelaat, het monster nog twee weken bij Eurofins Agro voor u bewaard. Binnen deze tijd kunt u eventueel reclameren en/of aanvullend onderzoek aanvragen.

Pagina: 1  
Totaal aantal pagina's: 2

901854, 19-11-2018



Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van R. Walf, Business Unit Manager.  
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden. Eurofins Agro Testing Wageningen BV aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade van welke aard ook voortvloeiend uit het gebruik van door of namens ons verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.  
Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het RvA-register voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de erkenning onder nr. L122 voor uitbuitend de monsternummering- en/of de analysemethoden.



## Monster 4A

Methode	Droge stof		Em: LD02
	Ruw as	Q	Em: VAD1
	Org. stof	Q	Em: VAD1
	Stikstof (N-totaal)	Q	Em: REW2
	Fosfor (P)		Em: CFA8
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		afgeleide waarde
	Kalium (K)	Q	Em: ICP2:(Gw NEN 6966)
	Kali (K <sub>2</sub> O)		afgeleide waarde
	Zwavel (S)		Em: OTT6:(Gw NEN 6966)
	Magnesium (Mg)	Q	Em: ICP2:(Gw NEN 6966)
	Magnesia (MgO)		afgeleide waarde
	Chloride		Em: WTR1
	Zuurgraad (pH)	Q	PHK1: Cf NEN ISO 10390
	pH-water	Q	Em: PHW4
	C-anorganisch		Em: CAN6
	Koolzure kalk		afgeleide waarde
	Geleidingsvermogen	Q	Em: GVM5
	Koolstof		Em: CNE4
	C/N-ratio		afgeleide waarde
	Cadmium (Cd)	Q	Em:KNW6(Cf:CO099025B/027)
	Chroom (Cr)	Q	Em:KNW6(Cf:CO099025B/027)
	Koper (Cu)	Q	Em:KNW6(Cf:CO099025B/027)
	Kwik (Hg)	Q	Em:KNW6(Cf:CO099025B/027)
	Nikkel (Ni)	Q	Em:KNW6(Cf:CO099025B/027)
	Lood (Pb)	Q	Em:KNW6(Cf:CO099025B/027)
	Zink (Zn)	Q	Em:KNW6(Cf:CO099025B/027)
	Arseen (As)	Q	Em:KNW6(Cf:CO099025B/027)

Q: Methode geaccrediteerd door RvA

Em: Eigen methode, Gw: Gelijkaardig aan, Cf: Conform

Alle verichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheids termijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.  
De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op het aan Eurofins Agro aangeleverde materiaal.

# Bijlage 4 Bemestende waarde analyse vermicompost van digestaat



Mestonderzoek  
Bemestende waarde  
Monster 4B

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: Mathieu Eugelink: 0652002180  
T klantenservice: 088 876 1006  
E klantenservice.mest@eurofins-agro.com  
I www.eurofins-agro.com

Uw klantnummer: 8278474

Acres WUR PPO  
D. Durksz  
Edelhertwg 1  
8219 PH LELYSTAD

<b>Onderzoek</b>	Onderzoek-/ordernr: 739014/004523384	Datum monstername: 24-10-2018	Datum verslag: 01-11-2018	Subsidievrerlener: Eurofins Agro, Kortingsregeling Postbus 170, 6700 AD WAGENINGEN
	Monster 4B Hellen Elissen 3750368400			

Resultaat weergegeven in het product	Eenheid	Resultaat
Droge stof	g DS/kg	310
Ruw as	g RAS/kg	152
Organische stof	g OS/kg	158
Stikstof	g N/kg	6,80
C/N-ratio		10
Ammoniak-stikstof	g NH <sub>3</sub> -N/kg	0,5
Stikstof-organisch	g N-org/kg	6,3
Fosfor	g P/kg	2,22
Fosfaat	g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /kg	5,08
Kalium	g K/kg	3,8
Kali	g K <sub>2</sub> O/kg	4,8
Magnesium	g Mg/kg	1,7
Magnesia	g MgO/kg	2,8
Natrium	g Na/kg	0,6
Natron	g Na <sub>2</sub> O/kg	0,8

**Toelichting** Monster 4B Hellen Elissen 3750368400

De werkingscijfers voor deze mestsoort zijn op de achterzijde vermeld. Indien er geen mestsoort is opgegeven, zijn er standaard werkingscijfers afgedrukt.

**Contact & info** Dierlijke mestsoort: Overig  
Monster genomen door: Derden  
Contactpersoon monstername: Bram Jansen: 0652002137

Na verzending van dit verslag wordt, indien de aard en de onderzoeksmethode van het monster dit toelaat, het monster nog twee weken bij Eurofins Agro voor u bewaard. Binnen deze tijd kunt u eventueel reclameren en/of aanvullend onderzoek aanvragen.

Pagina: 1  
Totaal aantal pagina's: 2  
739014, 01-11-2018



Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van R. Wolf, Business Unit Manager. Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemere Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden. Eurofins Agro Testing Wageningen BV stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens ons verkregen onderzoeksresultaten en/of adviezen.  
Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het RvA-register voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de eikering onder nr. L122 voor uitsluitend de monsternemings- en/of de analysemethoden.

## Monster 4B

Methode					
Droge stof		Em: LOD8	Fosfaat		P uitgedrukt als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Ruw as	Q	Em: VAD1	Kalium		Em: NIRD
Organische stof		afgeleide waarde	Kali		K uitgedrukt als K <sub>2</sub> O
Stikstof	Q	MEDT-OVB + CFA8 of APDS	Magnesium	Q	Em: CFA8:(Gw NEN 6966)
C/N-ratio		afgeleide waarde	Magnesia		Mg uitgedrukt als MgO
Ammoniak-stikstof		Em: NIRD	Natrium	Q	Em: CFA8:(Gw NEN 6966)
Stikstof-organisch		afgeleide waarde	Natron		Na uitgedrukt als Na <sub>2</sub> O
Fosfor	Q	MEDT-OVB + CFA8 of APDS			

Q Methode geaccrediteerd door RvA

Em: Eigen methode, Gw: Gelijkaardig aan, Cf: Conform

Alle verrichtingen zijn binnen de houdbaarheids termijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op het door u aangeleverde materiaal van 25-10-2018

Werkingscijfers grasland	Stikstof		Fosfaat		Kali	
	1*	overige	1*	overige	1*	overige
<b>Snedes na aanwending</b>						
<b>Bovengronds</b>						
werking minerale stikstof (%)	22	6	100	0	100	0
werking organische stikstof (%)	6	18				
<b>bouwland</b>						
	Stikstof		Fosfaat		Kali	
<b>Jaar na aanwending</b>			1*	overige		
<b>Bovengronds</b>						
werking minerale stikstof (%)	75		60	40	100	
werking organische stikstof (%)	30					

**Toelichting** De werkingscijfers bouwland gelden wanneer de mest in het voorjaar wordt aangewend. Bij najaarstoediening bedraagt de werking circa 25% van de totale hoeveelheid stikstof.

werking minerale stikstof = % werking van het gevonden resultaat stikstof-ammoniak (N-NH<sub>3</sub>)  
 werking organische stikstof = % werking van het gevonden resultaat stikstof-organisch (N-org)

Voor het bepalen van de totale stikstofwerking moet de werking van het minerale en organische deel worden opgeteld.

De totale werkzame hoeveelheid is als volgt te berekenen:  
 gehalte x werking x DM-gift



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Correspondentie adres voor dit rapport:  
Wageningen University & Research | Open  
Teelten  
Edelhertweg 1  
Postbus 430  
8200 AK Lelystad  
T (+31)320 29 11 11  
**[www.wur.nl/openteelten](http://www.wur.nl/openteelten)**

Rapport WPR-815

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein.

De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

