



ALTERRA

WAGENINGEN UR

# Koolstof en stikstof mineralisatie van verschillende soorten compost in de bodem

een laboratorium studie

J.W. van Groenigen

K.B. Zwart

Alterra-rapport 1503, ISSN 1566-7197





Koolstof en stikstof mineralisatie van verschillende soorten compost

Dit onderzoek werd uitgevoerd met financiële steun van het ministerie van LNV

# **Koolstof en stikstof mineralisatie van verschillende soorten compost**

**Een laboratorium studie**

**J.W. van Groenigen  
K.B. Zwart**

**Alterra-rapport 1503**

**Alterra, Wageningen, 2007**

## REFERAAT

Groenigen, J.W. van en K.B. Zwart 2007. *Koolstof en stikstof mineralisatie van verschillende soorten compost; een laboratoriumstudie*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1503. 28 blz.; 7 fig.; 4. tab.; 6 ref.

Er worden met enige regelmaat nieuwe organische meststoffen voor toelating op de markt aangeboden en in het kader van de mestwetgeving is het noodzakelijk dat de stikstofwerkingscoëfficiënt (NWC) daarvan bekend is. Een methode om de NWC te bepalen loopt via het bepalen van de humificatiecoëfficiënt (hc) en in dit rapport wordt de bepaling van de hc van een drietal compostsoorten beschreven (broccolicompost, preicompost en wormencompost). De hc is bepaald met behulp van incubatie-experimenten waarin de aan de hand van de CO<sub>2</sub> productie de afbraak van de organische stof in compost is gemeten. Daarnaast wordt de stikstofmineralisatie van de compostsoorten weergegeven. Als referentie dienden hooi en stro.

De hoogste hc werd gevonden voor wormencompost (93%), gevolgd door preicompost (90%) en broccolicompost (89%). De hoogste stikstofmineralisatie trad op bij wormencompost en preicompost en de laagste bij broccolicompost. De relatie tussen koolstof en stikstofmineralisatie was voor alle compostsoorten en referentiematerialen grotendeels ontkoppeld, maar voor alle materialen gold dat in 12 weken minder dan 2% van de stikstof uit de compost mineraliseerde. De berekening van de NWC op basis van de hc is daarom wellicht enigszins overschat, maar toch een redelijk goede maat.

Trefwoorden: , humificatiecoëfficiënt, koolstof, organische stof, stikstof, stikstofwerking

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl). Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie [www.boomblad.nl/rapportenservice](http://www.boomblad.nl/rapportenservice).

© 2007 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## **Inhoud**

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Materialen en methoden	13
2.1 Opzet	13
2.2 Fluxmetingen en labanalyses	14
2.3 Dataverwerking	14
3 Resultaten	17
4 Discussie en conclusies	23
Literatuur	25
<b>Bijlage</b>	
1 Protocol voor het bepalen van de humificatiecoëfficiënt en de stikstofmineralisatie van compost	27





## Woord vooraf

Met de introductie van de nieuwe mestwetgeving in januari 2006, is de regelgeving voor de bemesting veranderd. Een onderdeel van de nieuwe mestwet is dat er bij de bemesting met organische producten rekening gehouden moet worden met de stikstofwerking van het product. Daarvoor moet de stikstofwerkingscoëfficiënt worden (NWC) bepaald. Een methode om de NWC te bepalen loopt via het vaststellen van de humificatiecoëfficiënt (hc). Dit rapport beschrijft een methode om de humificatiecoëfficiënt te bepalen.



## Samenvatting

Er worden met enige regelmaat nieuwe organische meststoffen voor toelating op de markt aangeboden en in het kader van de mestwetgeving is het noodzakelijk dat de stikstofwerkingscoëfficiënt (NWC) daarvan bekend is. Een methode om de NWC te bepalen loopt via het bepalen van de humificatiecoëfficiënt (hc) en in dit rapport wordt de bepaling van de hc van een drietal compostsoorten beschreven (broccolicompost, preicompost en wormencompost). De hc is bepaald met behulp van incubatie-experimenten waarin de aan de hand van de CO<sub>2</sub> productie de afbraak van de organische stof in compost is gemeten. Daarnaast wordt de stikstofmineralisatie van de compostsoorten weergegeven. Als referentie dienden hooi en stro.

De hoogste hc werd gevonden voor wormencompost (93%), gevolgd door preicompost (90%) en broccolicompost (89%). De hoogste stikstofmineralisatie trad op bij wormencompost en preicompost en de laagste bij broccolicompost. De relatie tussen koolstof en stikstofmineralisatie was voor alle compostsoorten en referentiematerialen grotendeels ontkoppeld. Gedurende de incubatie mineraliseerde minder dan 2% van de stikstof uit de compost. De berekening van de NWC op basis van de hc is daarom wellicht enigszins overschat, maar toch een redelijk goede maat.



# 1 Inleiding

Met de invoering van de nieuwe mestwetgeving in Nederland op 1 januari 2006, zijn de regels voor de stikstofbemesting van gewassen gewijzigd. Onder de nieuwe wet mag dierlijke mest worden toegediend tot een maximum van 170 kg stikstof (N). Op bedrijven met derogatie is dit maximum 250 kg N. Er mogen daar bovenop nog wel andere stikstofvormen worden toegediend. De maximum hoeveelheid die mag worden gegeven wordt bepaald door het bemestingadvies en verschilt per gewas en per grondsoort. Met kunstmest kan in principe zoveel worden gegeven totdat het maximum is bereikt. Datzelfde geldt voor organische stikstofbronnen (behalve dierlijke mest), met dien verstande dat daar alleen de werkzame fractie hoeft worden meegerekend. Om te kunnen bepalen hoe groot de werkzame fractie van een organische stikstofbron is, kan gebruik worden gemaakt van de stikstofwerkingscoëfficiënt (NWC) die voor dierlijke mest (Van Dijk et al, 2004) en een groot aantal organische mestsoorten zijn gedefinieerd (Van Dijk et al, 2005). De wettelijke werkingscoëfficiënten van een aantal veelgebruikte meststoffen kan op de website van het ministerie van LNV worden gevonden<sup>1</sup>.

Er worden met enige regelmaat nieuwe organische meststoffen voor toelating op de markt aangeboden en ook voor die meststoffen is het noodzakelijk dat de NWC bekend is. Oorspronkelijk was de NWC gedefinieerd als de gewasopbrengst die wordt verkregen bij een bepaalde organische stikstofgift, gedeeld door de gewasopbrengst die werd verkregen bij eenzelfde hoeveelheid kunstmeststikstof. Om de NWC empirisch te bepalen zou het dus noodzakelijk zijn om gewasproeven uit te voeren en de opbrengst te bepalen. Aangezien dat een vrij tijdrovende en daardoor kostbare aangelegenheid is, bestaat er ook de mogelijkheid om de NWC experimenteel en modelmatig te bepalen.

In de modelmatige benadering wordt er onderscheid gemaakt in de werking van de minerale stikstof fractie en de werking van de organische stikstof fractie. Voor de details wordt verwezen naar Van Dijk et al, 2005. Er zijn verschillende modellen geschikt voor het bepalen van de NWC; in Van Dijk et al, 2005 is gekozen voor het model MINIP (Jansen, 1984), maar ook andere mineralisatiemodellen zouden kunnen worden gebruikt. Voor MINIP is het noodzakelijk om de initiële leeftijd van de organische stikstof te kennen (Jansen 1984). De initiële leeftijd kan worden afgeleid van de humificatiecoëfficiënt (hc) met behulp van de formule:

$$hc = \exp(4.7 * ((a+1)^{-0.6} - a^{-0.6}))$$

---

1

[https://www.hetlnvloket.nl/pls/portal30/docs/FOLDER/LNV\\_LOKET\\_US/LNV\\_FRONTEND\\_PUBLIEK/NIEUW\\_MESTBELEID/MESTBELEID\\_2006/8\\_TABELLEN/TABEL\\_3\\_WERKINGSCO%CBFFICIENT.PDF](https://www.hetlnvloket.nl/pls/portal30/docs/FOLDER/LNV_LOKET_US/LNV_FRONTEND_PUBLIEK/NIEUW_MESTBELEID/MESTBELEID_2006/8_TABELLEN/TABEL_3_WERKINGSCO%CBFFICIENT.PDF)

In dit document wordt beschreven hoe de humificatiecoëfficiënt kan worden bepaald met behulp van incubatie-experimenten. Dat wordt gedaan aan de hand van de bepaling van de hc van drie compostsoorten, broccolicompost, preicompost en wormencompost. In de Bijlage is een protocol opgenomen dat de experimentele bepaling van de hc beschrijft.

## 2 Materialen en methoden

### 2.1 Opzet

De mineralisatie van koolstof (C) en stikstof (N) van een tweetal compostsoorten, alsmede voor een aantal referentiematerialen, is bepaald door middel van een incubatie-experiment. Daarvoor werd een zekere hoeveelheid compostmateriaal gemengd met een arme zandgrond afkomstig van het proefbedrijf aan de Droevendaalsesteeg, Wageningen. Vervolgens werd gedurende drie maanden de mineralisatie gemeten. Tabel 1 vat de C en N gehalten van de verschillende materialen en de gebruikte grond samen. In het geval van stro is een extra behandeling met nitraat toegevoegd, om het effect van extra minerale N op C mineralisatie te bestuderen en om een eventueel optredende stikstof immobilisatie te compenseren.

Tabel 1 Samenstelling van de gebruikte materialen (op basis van droge stof) en de grond

Materiaal	Totaal C	Totaal N	C/N ratio	0.01 M CaCl <sub>2</sub> extractie		
				NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Totaal N
	g kg <sup>-1</sup>			mg N kg <sup>-1</sup>		
Broccolicompost	127	5.8	21.9	328	19	504
Preicompost	196	8.8	22.3	652	29	880
Wormenmest	411	15.7	26.1	1058	98	1585
Hooi	464	21.2	21.9	764	107	3688
Stro	490	4.9	100.3	64	16	854
Stro + min. N	490	4.9 + 4.1*	54.4	64 + 4100*	16	854 + 4100*
Grond	16	0.9	16.7	7	3	16

\*bij deze behandeling werd 4.1 g kg<sup>-1</sup> minerale N in de vorm van KNO<sub>3</sub> toegevoegd.

De incubaties werden voor alle materialen op twee verschillende manieren ingezet; voor herhaalde metingen van CO<sub>2</sub> fluxen (C mineralisatie) in glazen flessen met een inhoud van 1 L, en voor destructieve metingen van nitraat en ammonium (N mineralisatie) in audiotheen zakjes die gas doorlaten maar geen vocht. In beide gevallen werd er 100 g droge grond afgewogen, het vochtgehalte met 160 ml water kg<sup>-1</sup> aangepast tot 60% van de vloeigrens, en werd één van de materialen door de grond heen gemengd. Tabel 2 geeft de hoeveelheid toegevoegd materiaal weer.

Tabel 2 Hoeveelheid toegevoegd materiaal aan de bodem in de incubatieproef

Materiaal	Totaal C	Totaal N
	g kg <sup>-1</sup>	
Broccolicompost	22.1	1.00
Preicompost	32.2	1.44
Wormenmest	25.5	0.98
Hooi	22.7	1.04
Stro	24.0	0.24
Stro + min. N	24.0	0.44

C mineralisatie metingen werden uitgevoerd in 5-voud, N mineralisatie metingen in 3-voud. Inclusief onbehandelde grond voor achtergrond mineralisatie van bodem

organische stof gaf dit een totaal van 35 flessen en 126 zakjes. De incubatie werd ingezet bij 20°C, en de hals van de flessen werd afgesloten met een wattenprop.

## 2.2 Fluxmetingen en labanalyses

Mineralisatie van C en N uit organische stof van de aangebrachte materialen werd 6 keer gemeten gedurende het experiment; op dagen 3, 10, 17, 31, 44 en 87. Voor de C mineralisatiemetingen werd de CO<sub>2</sub> flux vanuit de flessen gemeten met behulp van een fotoakoestische gas monitor (Innova 1312). Voorafgaand aan de meting werden de flessen gespoeld met perslucht. Vervolgens werden de flessen afgesloten met een dop voorzien van een septum. De sluitingstijd bedroeg 1 uur voor dagen 3 en 10, 2 uur voor dag 17 en 4 uur voor de overige dagen. De toename van CO<sub>2</sub> concentratie in de flessen na afloop van de sluitingstijd werd gemeten met de gas monitor. Na correctie voor achtergrond concentraties werd dit omgerekend in CO<sub>2</sub> fluxen. Cumulatieve respiratie werd vervolgens berekend voor de hele incubatieperiode door lineaire interpolatie tussen de meettijdstippen (Bertora et al., 2007).

Voor de N mineralisatie werd de grond uit de audiotheen zakjes gehaald, gedroogd op 60°C, gezeefd door een 2 mm zeef en geëxtraheerd met 0.01 M CaCl<sub>2</sub>. Concentraties van nitraat en ammonium werden vervolgens fotospectrometisch bepaald met behulp van standaardprocedures (Kool et al., 2006).

## 2.3 Dataverwerking

De afbraak van C in de toegevoegde materialen werd gemodelleerd in Excel met behulp van een standaard twee-pool afbraakmodel (Heinen en de Willigen, 2005):

$$C_t = C_0 \cdot f \cdot \exp(-k_1 \cdot t) + C_0 \cdot (1 - f) \cdot \exp(-k_2 \cdot t) \quad (1)$$

Waarin

$C_0$	Relatief C gehalte aan begin experiment ( $\equiv 100\%$ )	[%]
$C_t$	Relatief C gehalte op tijdstip $t$	[%]
$f$	Fractie van $C_0$ in pool 1	dimensieloos
$(1-f)$	Fractie van $C_0$ in pool 2	dimensieloos
$k_1$	afbraakconstante pool 1	$d^{-1}$
$k_2$	afbraakconstante pool 2	$d^{-1}$
$t$	tijd	$d$

De berekende afbraakcoëfficiënten, gebaseerd op metingen bij 20°C, zijn vervolgens omgerekend naar 10°C met behulp van de volgende formule:



$$C_t = \frac{1 + \exp\left(\frac{106}{T + 18.3}\right)}{47.9} \quad (2)$$

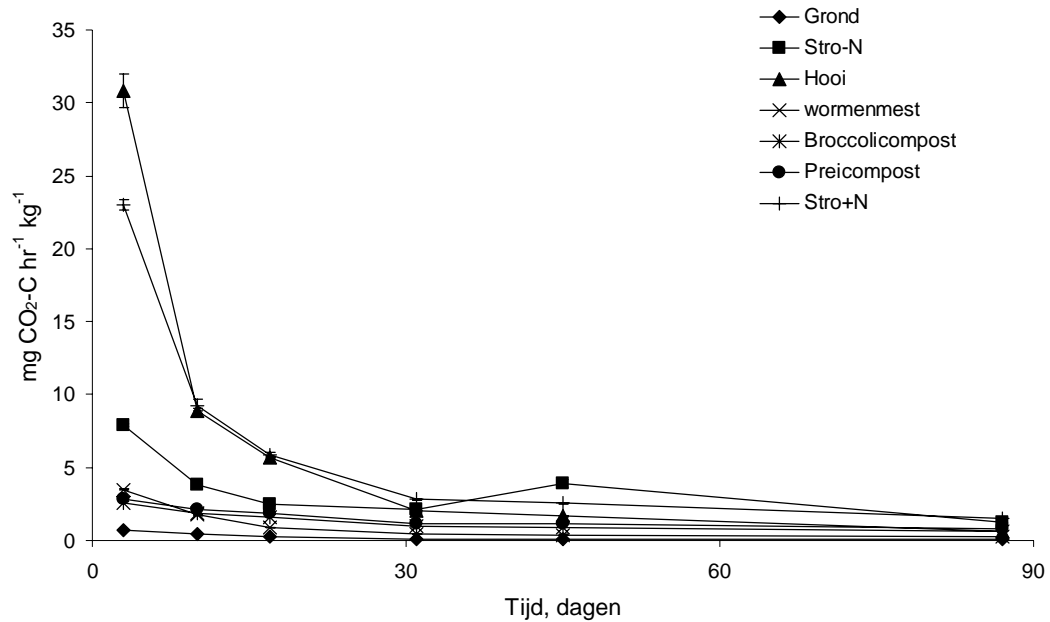
(Bradbury et al., 1993). Dit kwam neer op delen van de afbraakcoëfficiënt bij 20°C met een factor 2.83.

Voor het berekenen van de humificatiecoëfficiënten van de verschillende materialen is met behulp van formule 1 de hoeveelheid overgebleven C na 1 jaar afbraak (bij 10°C en 20°C) berekend.

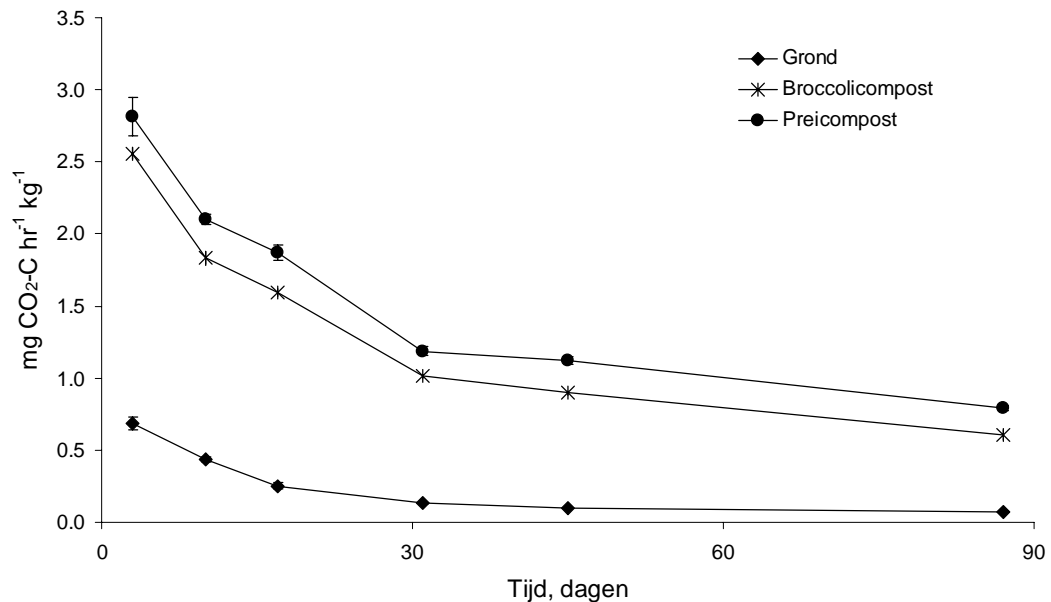


### 3 Resultaten

Figuur 1 toont de CO<sub>2</sub> fluxen voor de verschillende behandelingen.

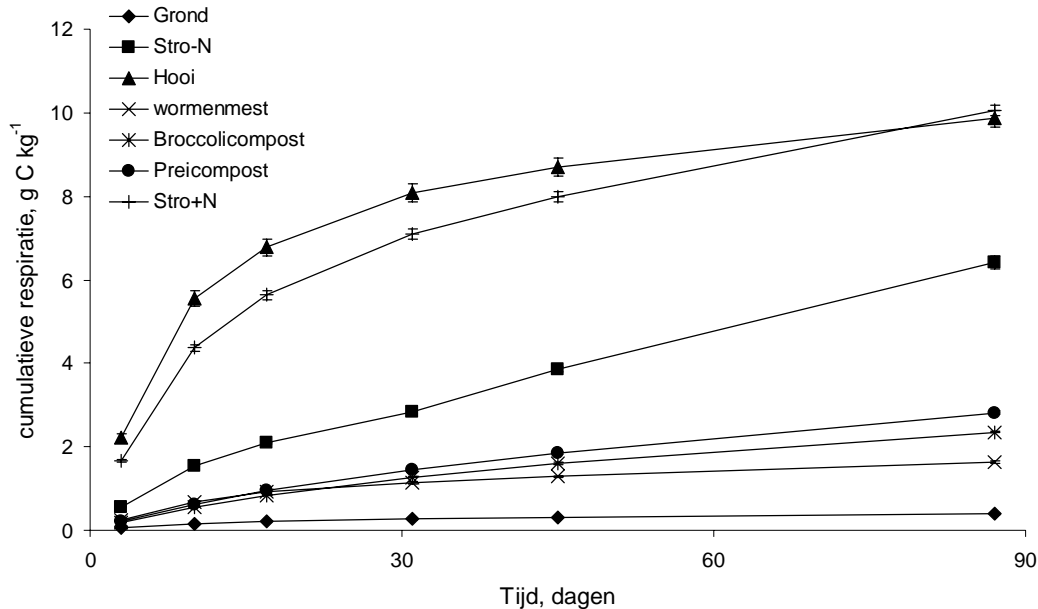


Figuur 1. CO<sub>2</sub> fluxen van de verschillende materialen en de onbehandelde grond gedurende de incubatietijd. Fontebalken geven de standaardfout aan (n = 5).



Figuur 2. CO<sub>2</sub> fluxen van de beide compostsoorten en de onbehandelde grond gedurende de incubatietijd. Fontebalken geven de standaardfout aan (n = 5).

De fluxen pieken voor alle materialen op de eerste meetdag (dag 3), en nemen daarna snel af. Aan het einde van de proef zijn de fluxen weliswaar laag, maar nog wel significant hoger dan achtergrond emissies van de onbehandelde grond.



Figuur 3. Cumulatieve respiratie van alle materialen en de onbehandelde grond voor de gehele incubatieperiode. Fontebalken geven de standaardfout aan ( $n = 5$ ).

Emissies van hooi en stro + minerale N waren veel hoger dan van de twee compostsoorten. Daarom zoomt figuur 2 in op de emissie van de compostsoorten. Gedurende de hele periode leidt de preicompost tot een iets hogere emissie dan broccolicompost.

Tabel 3. De gemodelleerde decompositie coëfficiënten van de verschillende materialen op 20°C (zie formule 2), en de omgerekende coëfficiënten voor 10°C (zie formule 2).

Materiaal	20°C (gemeten)			10°C (berekend)	
	$k_1$	$k_2$	$f$	$k_1$	$k_2$
		$d^{-1}$	-		$d^{-1}$
Broccolicompost	0.0411	0.0007	0.04	0.0145	0.0002
Preicompost	0.0412	0.0006	0.03	0.0146	0.0002
Wormenmest	0.1108	0.0003	0.04	0.0392	0.0001
Hooi	0.1215	0.0024	0.35	0.0429	0.0008
Stro	0.2653	0.0030	0.03	0.0937	0.0011
Stro + min. N	0.1130	0.0041	0.28	0.0399	0.0014

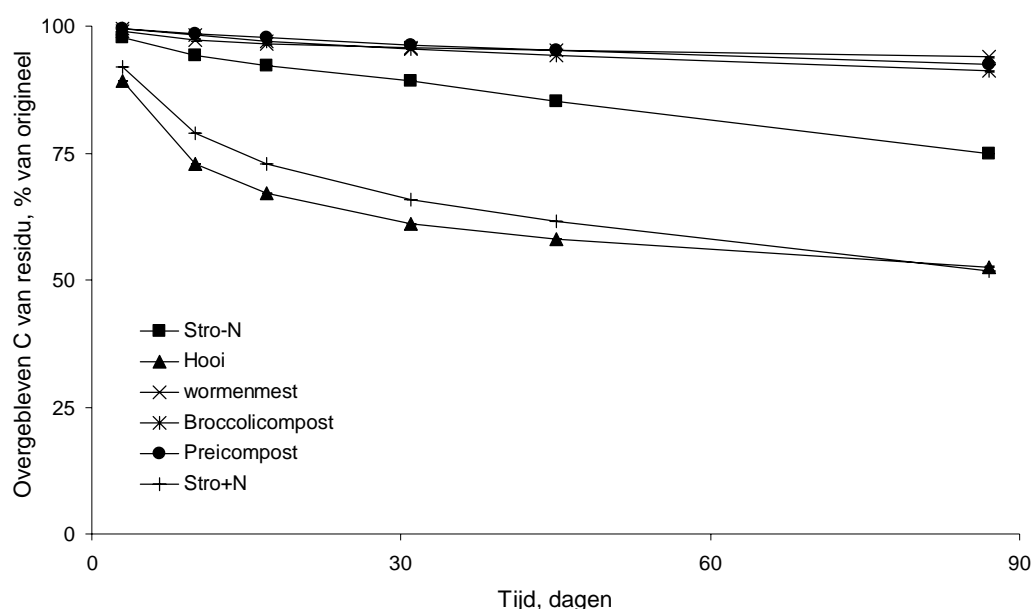
In figuur 3 wordt de cumulatieve respiratie voor de verschillende behandelingen getoond. De emissie varieert van  $\sim 10$  g C kg<sup>-1</sup> grond voor hooi en stro + N, tot 1.6 g C kg<sup>-1</sup> voor de wormenmest. Totale respiratie voor broccolicompost en preicompost bedraagt respectievelijk 2.36 en 2.81 g C kg<sup>-1</sup>.

Figuur 4 rekt de respiratie om in relatieve afbraak van toegevoegd organisch C bij 20°C, na correctie voor achtergrond respiratie van onbehandelde grond. Van hooi en

stro + N is nog ~51% van de toegevoegde organische C aanwezig aan het einde van het experiment. Voor preicompost en broccolicompost is dit respectievelijk 92.5 % en 91.1 %.

Tabel 4. De gemodelleerde humificatie coëfficiënten (% van organisch C aanwezig na 1 jaar afbraak) van de verschillende materialen op 20°C en 10°C. Gebaseerd op de parameters van tabel 3.

Materiaal	Humificatie coëfficiënt	
	20°C	10°C
Broccolicompost	74	89
Preicompost	78	90
Wormenmest	86	93
Hooi	27	49
Stro	32	65
Stro + min. N	16	43

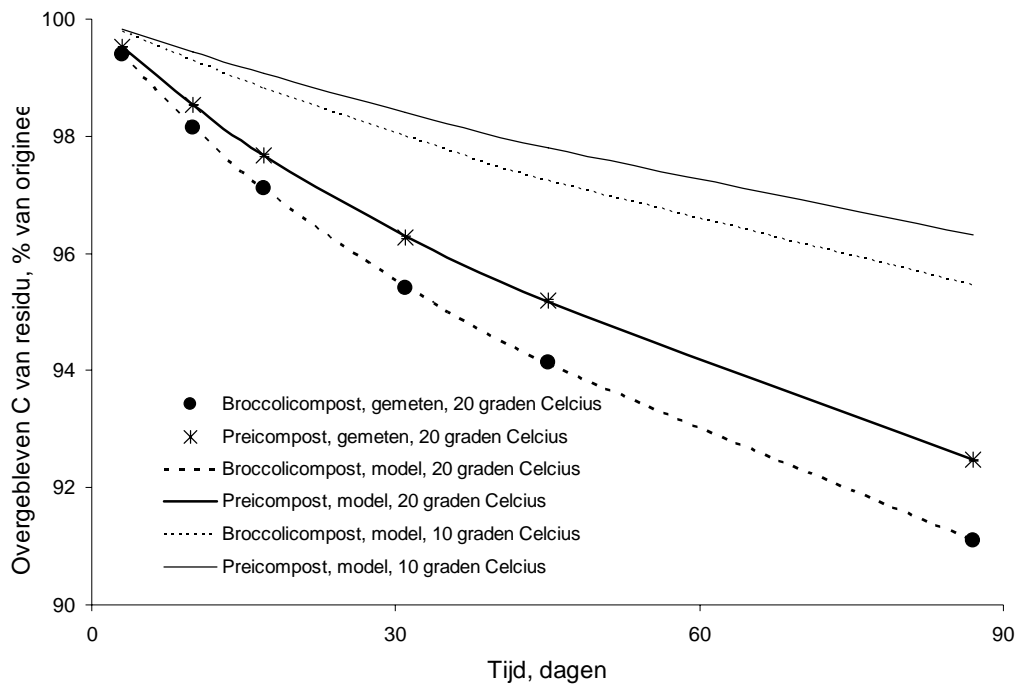


Figuur 4. Berekende afname van organisch C van de toegevoegde materialen gedurende de incubatie, aan de hand van respiratiemetingen. Metingen zijn gecorrigeerd voor afbraak van organische stof in onbehandelde grond, de foutenbalken geven de standaard fout aan ( $n = 5$ ).

De curven in figuur 4 zijn gefit aan het afbraakmodel van formule 1. Tabel 3 vat de parameters van de gefitte modellen samen. In alle gevallen was er duidelijk sprake van een langzaam afbrekende pool en een veel sneller afbrekende pool, alhoewel de absolute decompositiecoëfficiënt van beide pools veel lager waren voor de beide compostsoorten en de wormenmest.

Het twee-pool model voldeed in alle gevallen zeer goed als benadering van de gemeten respiratie. Figuur 5 vergelijkt de gemeten respiratie met de gefitte modellen voor beide compostsoorten. Met behulp van formule 2 zijn de gemeten coëfficiënten  $k_1$  en  $k_2$  aangepast voor een temperatuur van 10°C (Tabel 3). In figuur 5 is

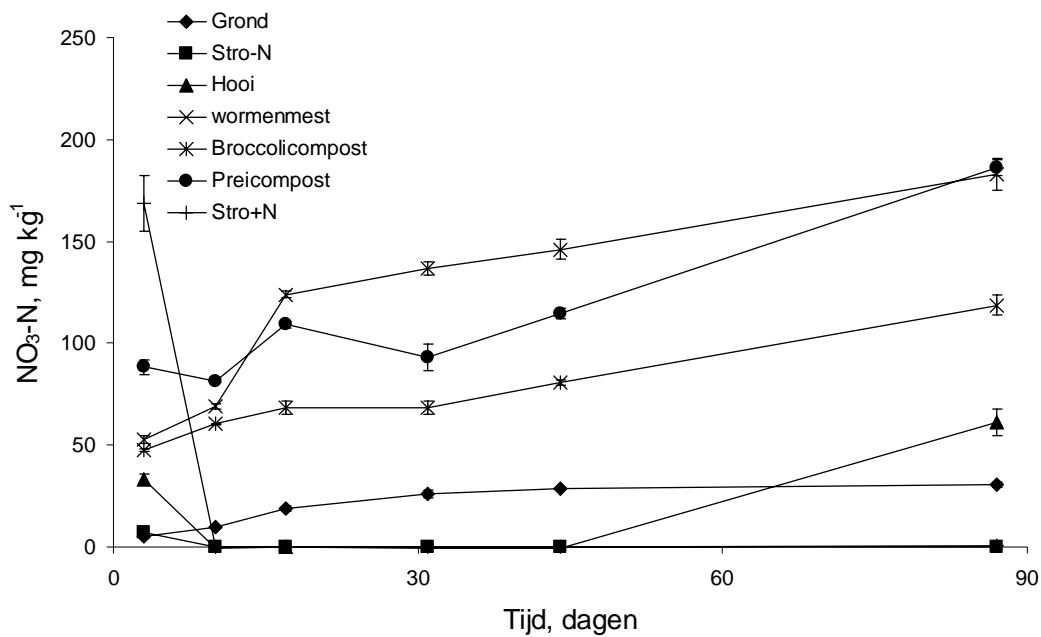
aangegeven hoeveel lager de respiratie zou zijn geweest bij een temperatuur van 10°C, uitgaande van deze aangepaste coëfficiënten.



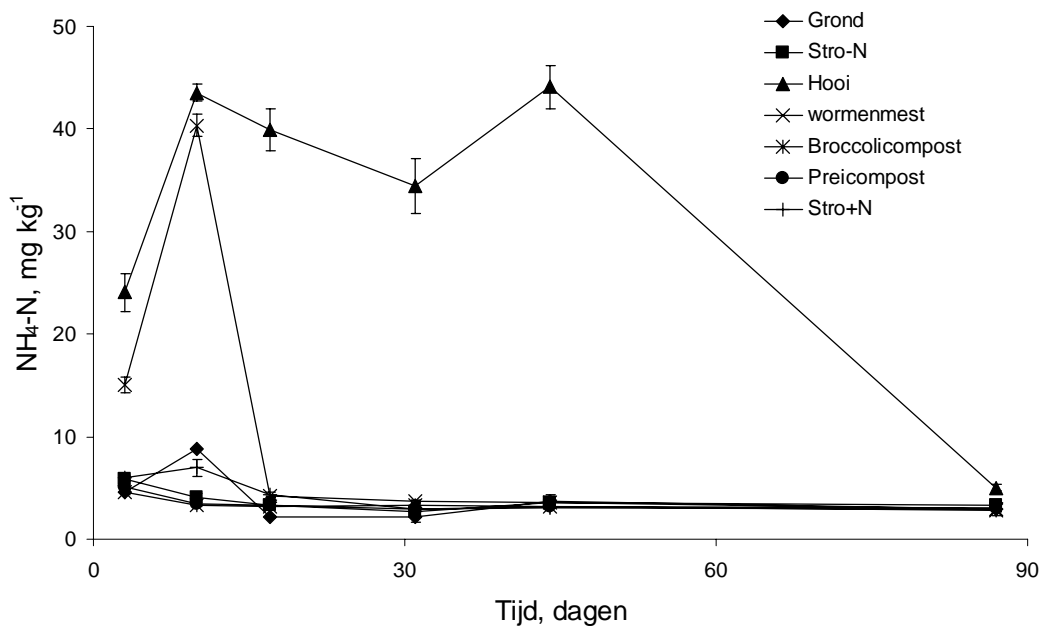
Figuur 5. Berekende afname van het organische C van de beide compostsoorten gedurende de incubatie, aan de hand van respirometingen, het gefitte twee-pool decompositiemodel (zie formule 1) en het berekende model op 10°C (zie formule 2). Foutenbalken geven de standaardfout aan ( $n = 5$ ).

In tabel 4 worden de berekende humificatie coëfficiënten voor de verschillende materialen weergegeven. Met uitzondering van de wormenmest hebben beide compostsoorten de hoogste humificatie coëfficiënt.

In figuren 6 en 7 wordt het verloop van N mineralisatie (nitraat en ammonium) afgebeeld. Met uitzondering van de strobehandeling en de stro- + minerale N behandeling stijgt de nitraat concentratie in alle gevallen met de tijd. Bij zowel stro als stro + minerale N is geen nitraat aanwezig aan het einde van het experiment. Ammoniumconcentraties zijn alleen voor de hooibehandeling langdurig hoger dan achtergrond concentraties van de onbehandelde grond, en voor de wormenmest behandeling gedurende de eerste twee weken.



Figuur 6. Nitraatgehaltes bij de verschillende behandelingen gedurende de incubatieperiode. De foutenbalken geven de standaardfout aan ( $n = 3$ ).



Figuur 7. Ammonium gehalten bij de verschillende behandelingen gedurende de incubatieperiode. De foutenbalken geven de standaardfout aan ( $n = 3$ ).

Het valt op dat er geen positieve correlatie tussen mineralisatie van stikstof en koolstof is. De drie compostsoorten (prei, broccoli, wormenmest) hebben gezamenlijk zowel de laagste koolstofmineralisatie (Figuur 3) als de hoogste stikstofmineralisatie (figuur 6). Stro en hooi combineren een hoge koolstofmineralisatie (figuur 3) met een zeer lage (zelfs negatieve) stikstofmineralisatie. Dit geeft aan dat

stikstofmineralisatie niet simpelweg gekoppeld kan worden aan koolstofmineralisatie, maar dat meer specifieke informatie over substraten moeten worden meegenomen in de voorspelling van stikstofmineralisatie.



## 4 Discussie en conclusies

Het is duidelijk dat bij beide compostsoorten en de wormenmest C veel langzamer mineraliseert dan bij hooi en stro (met of zonder minerale N) (figuur 4). Na afloop van het experiment was het overgrote deel van de organische C (> 90%) nog aanwezig, en op 10°C zou dit nog meer zijn geweest. De verschillen tussen de beide compostsoorten zijn klein maar significant; de broccolicompost mineraliseerde iets sneller dan de preicompost; beiden hebben een hoge humificatie coëfficiënt. De hc van broccolicompost, preicompost en wormencompost was achtereenvolgens 89, 90 en 93%

Het patroon van (netto) mineralisatie van N is grotendeels omgekeerd aan dat van C (figuur 6). Bij de behandelingen met een hoge C mineralisatie (hooi, stro, stro + minerale N) wordt de beschikbare nitraat binnen een week geïmmobiliseerd tot een niveau onder dat van de onbehandelde grond. Blijkbaar is de hoeveelheid N die extra was toegevoegd onvoldoende om de stikstof immobilisatie volledig te compenseren. Bij beide stro behandelingen blijft de netto mineralisatie verwaarloosbaar klein gedurende het gehele experiment. Bij hooi lijkt er wel enige netto mineralisatie plaats te vinden (figuur 7), maar waarschijnlijk leidde de hoge respiratie in deze behandeling tot dermate anaerobe omstandigheden dat nitrificatie van ammonium tot nitraat pas mogelijk was toen later in het experiment de respiratie daalde (figuur 6).

De netto N mineralisatie aan het einde van het experiment was het hoogste voor preicompost (98 mg NO<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup>). Voor broccoli compost bedroeg de mineralisatie 71 mg NO<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup> en voor wormencompost 130 mg NO<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup>. Deze resultaten laten zien dat C en N mineralisatie in de eerdere fasen van decompositie losgekoppeld zijn (of zelfs tegengesteld). Maar toch zijn de compostsoorten ook geen grote bron van N-mineralisatie. In de periode van 12 weken mineraliseert minder dan 2% van de totale N. Dit geeft aan dat berekening van de NWC van compost op basis van de humificatiecoëfficiënt enigszins overschat kan zijn, maar toch een redelijk goede maat is.



## Literatuur

Bertora, C., P.C.J. van Vliet, E.W.J. Hummelink & J.W. van Groenigen 2007. *Do earthworms increase N<sub>2</sub>O emissions in ploughed grassland?* Soil Biology and Biochemistry 39: 632-640.

Bradbury, N.J., A.P. Whitmore, P.B.S. Hart & D.S. Jenkinson. 1993. *Modelling the fate of nitrogen in crop and soil in the years following application of <sup>15</sup>N-labeled fertilizer to winter wheat.* Journal of Agricultural Science 121: 363-379.

Dijk, W. van, Conijn, J.G., Huijsmans, J.F.M., Middelkoop, J. van, & Zwart, K.B. 2004. *Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt organische mest.* PPO rapport 337.

Dijk, W. van, Dam, A.M. van, Middelkoop, J. van Ruijter, F.J. de & Zwart, K.B. 2005. *Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt organische mest.* PPO rapport 343.

Heinen, M. & P. de Willigen. 2005. *Vergelijking van de organische stofmodellen MOTOR en MINIP.* Wageningen, Alterra, Rapport 1260.

Kool, D.M., E. Hoffland, E.W.J. Hummelink & J.W. van Groenigen 2006. *Increased hippuric acid content of urine can reduce soil N<sub>2</sub>O fluxes.* Soil Biology and Biochemistry 38: 1021-1027.



## **Bijlage 1 Protocol voor het bepalen van de humificatiecoëfficiënt en de stikstofmineralisatie van compost**

### **1. Bemonstering**

Er wordt een zo representatief mogelijk monster genomen van de compost van ongeveer 1 kg. Bij materiaal dat goed gehomogeniseerd is volstaat een bemonstering in drievoud. Bij een niet homogene samenstelling is het verstandig om in vijfvoud of nog meer te bemonsteren.

### **2. Zeven**

Het materiaal wordt gezeefd over een 5 mm zeef om de grove delen te verwijderen

### **3. Samenstelling**

Van elk monster worden de volgende gehalten bepaald:

- droge stof
- organische stof of organisch koolstof
- totaal stikstof
- anorganisch stikstof

### **4. Bewaren**

Als de monsters gedurende langere tijd moeten worden bewaard, moeten ze worden gedroogd bij 40 °C; bij korte bewaarperioden (minder dan een maand) volstaat een bewaring zonder droging bij 4 °C.

### **5. Incubatieproeven**

Voor de incubatieproeven wordt het beste een grondsoort gebruikt die van zichzelf een vrij laag gehalte aan organische stof heeft (2-3%). Zandgrond is het meest geschikt. De incubaties worden uitgevoerd in een vochtige grond (ca 60% van de vloeigrens)

Aan 100 g (drogestof) grond wordt een hoeveelheid compost toegediend die ca 25-30 g koolstof (50-60 g organische stof) vertegenwoordigt en het geheel wordt zo goed mogelijk gemengd.

Als referentie neemt men het beste een organisch product waarvan de hc bekend is, bijvoorbeeld stro.

### ***Humificatiecoëfficiënt***

Voor het bepalen van de **humificatiecoëfficiënt** wordt de CO<sub>2</sub> respiratie gemeten. Dat gebeurt als volgt:

De grond met compost wordt gedurende enkele weken geïncubeerd bij een temperatuur van 20 °C in glazen flessen die worden afgesloten met een wattenprop. Als blanco fungeert een fles met grond zonder compost. Gedurende enkele weken wordt de CO<sub>2</sub> productie in de flessen gemeten op gezette tijden (t=0, 3, 10, 17, 31, 44 en 87 dagen).

De flessen worden uit de incubatieruimte gehaald, de wattenprop wordt vervangen door een schroefdoop met een septum en de flessen worden ‘gespoeld’ met perslucht. Vervolgens de flessen teruggeplaatst bij 20 °C. De sluitingstijd varieert en hangt sterk af van de te verwachten CO<sub>2</sub> productie. Bij een hoge productiesnelheid volstaat een sluitingstijd van een uur, bij een lage productiesnelheid kan de sluitingstijd enkele dagen bedragen. De geproduceerde CO<sub>2</sub> wordt gemeten met behulp van een fotoakoestische gas monitor (Innova 1312). Na afloop van de meting worden de flessen weer voorzien van de wattenprop en teruggeplaatst in de incubatieruimte tot de volgende meting.

De CO<sub>2</sub> productie wordt gecumuleerd over de gehele incubatieperiode en met behulp van een simulatiemodel berekend over een periode van een jaar. Een voorbeeld van een geschikt simulatiemodel is het twee-pool model van Heinen en De Willigen (2005)<sup>2</sup>, maar ook andere modellen kunnen gebruikt worden. Voor de correctie naar een gemiddelde temperatuur van 10 °C kan gebruik gemaakt worden van verschillende formules. Een voorbeeld is die van Bradbury et al (1993)<sup>3</sup>. Het verschil in de CO<sub>2</sub> productie tussen de grond met compost en de blanco is de CO<sub>2</sub> productie van de compost.

Uiteindelijk wordt berekend welke fractie van de toegevoegde koolstof nog over is na een jaar en die fractie is gelijk aan de humificatiecoëfficiënt.

### ***Stikstofmineralisatie***

Voor het bepalen van de stikstofmineralisatie kan het noodzakelijk zijn om extra anorganische stikstof aan de te incuberen monster toe te dienen. Dit is het geval bij indien verwacht mag worden dat er tijdens de incubatie immobilisatie van stikstof optreedt. De kans op immobilisatie neemt toe bij toenemende C-N verhoudingen van de compost. Voor het bepalen van de stikstof mineralisatie wordt de grond met compost geïncubeerd in zuurstofdoorlatende audiotheen zakjes bij een temperatuur van 20 °C. Als blanco fungeert grond zonder compost. Op gezette tijden (t=0, 1, 2, 3, 6 en 12 weken) wordt een monster uit de incubatieruimte verwijderd en wordt de hoeveelheid geproduceerde anorganische stikstof gemeten met behulp van standaardtechnieken.

Het verschil tussen de hoeveelheid anorganische stikstof van monsters met compost na 12 weken en op t=0 is de hoeveelheid die tijdens de incubatie wordt geproduceerd. Het verschil tussen de grond met compost en de blanco is afkomstig van de compost.

---

<sup>2</sup> Heinen, M. & P. de Willigen. 2005. *Vergelijking van de organische stofmodellen MOTOR en MINIP*. Wageningen, Alterra, Rapport 1260

<sup>3</sup> Bradbury, N.J., A.P. Whitmore, P.B.S. Hart & D.S. Jenkinson. 1993. *Modelling the fate of nitrogen in crop and soil in the years following application of <sup>15</sup>N-labeled fertilizer to winter wheat*. Journal of Agricultural Science 121: 363-379.