



Meer halen uit de biologische kringloop

Karakterisatie eindproducten van biologische verwerking

Inhoud

1. Welke zijn de mogelijke eindproducenten van biologische verwerking van organisch-biologisch afval?	1
2. Meststof en bodemverbeterend middelen.....	3
Stabiele organische stof	3
3. Werkingscoëfficiënten	8
Invloed van vergisting op de inputstromen.....	8
Werkingscoëfficiënten.....	9
4. Werkingscoëfficiënten gemeten in labo en afgeleid uit proefvelden	11
Werkingscoëfficiënt voor compost.....	11
Werkingscoëfficiënt voor N voor digestaatproducten	11
Werkingscoëfficiënt voor P en K.....	14
5. Welke producten zijn traagwerkende meststoffen?.....	17
6. Besluit.....	17

1. Welke zijn de mogelijke eindproducenten van biologische verwerking van organisch-biologisch afval?

Organisch-biologische afvalstoffen kunnen op verschillende manieren verwerkt worden. Dit wordt duidelijk weergegeven in de materialenkringloop van Figuur 1. Ieder verwerkingsproces resulteert in een ander eindproduct. Tabel 1 geeft een overzicht van mogelijke eindproducten van de biologische verwerking van organisch-biologisch afval.



Meer halen uit de biologische kringloop



Figuur 1 Materialenkringloop van organisch-biologisch afval.

Tabel 1 Overzicht van de mogelijke eindproducten van biologische verwerking van organisch-biologisch afval met de staalnummers die verder in dit verslag gebruikt worden.

Gft-compost

Groencompost

Digestaat

Dunne fractie digestaat

Dikke fractie digestaat

Effluent na biologische zuivering van dunne fractie digestaat

Concentraat na zuivering dunne fractie digestaat

Thermisch gedroogd digestaat

Biothermisch gedroogde OBA-mest



Meer halen uit de biologische kringloop

2. Meststof en bodemverbeterend middelen

De eindproducten zijn bodemverbeteraars of organische meststoffen. Om deze zo optimaal mogelijk in te zetten moet men rekening houden met de bemestingswaarde ervan. Het is belangrijk zowel de samenstelling als de werkingscoëfficiënten van deze eindproducten te kennen. We lieten in het verleden al een theoretische inschatting maken van de werkingscoëfficiënten van enkele digestaatproducten.

In 2009, 2011 en 2014 liet Vlaco aanvullend nog enkele onderzoeken uitvoeren op diverse digestaatproducten om de kennis van de producten verder uit te breiden en te bekijken voor welke specifieke toepassingen deze producten bruikbaar zijn.

Wij lieten volgende onderzoeken uitvoeren:

- bepaling stabiele organische stof (incubatieproef)
- analyse van de mineralisatiesnelheid van N (incubatieproef)
- inschatting van de werkingscoëfficiënt voor K en P (potproeven).

Er lopen momenteel ook 2 veldproeven in de akkerbouw waarin de bemestingswaarde bekeken wordt. Deze veldproeven tonen aan dat digestaatproducten nuttig ingezet kunnen worden als alternatief voor dierlijke mest en daarbij ook een deel kunstmest kunnen vervangen. Bij de meeste teelten zijn de opbrengsten gelijk aan die bij bemesting met digestaat of met gangbare meststoffen.

Stabiele organische stof

Uit het 'Oriënterend onderzoek naar de invullingen van de begrippen mineralenrijk – mineralenarm, humusrijk' van de OVAM (2002) bleek dat C-mineralisatie de meest geschikte methode is om een idee te krijgen hoe bepaalde organische producten zich ten opzichte van elkaar positioneren.

De bedoeling van onze analyses is om de eindproducten van biologische verwerking van organisch-biologisch afval te karakteriseren naar stabiliteit van organische stof en beschikbaarheid van nutriënten (zie verder). De vakgroep bodembeheer van de Universiteit Gent deed begin 2009 en 2011 in opdracht van Vlaco vzw een karakterisatie van de diverse eindproducten van biologische verwerking¹. Het ILVO deed in 2014 nog bijkomend onderzoek².

Incubaties

Bij de incubatie zou in ideale omstandigheden een gelijke hoeveelheid C moeten ingewerkt worden. De dosis moet enerzijds voldoende hoog zijn om verschillen in C-mineralisatie te kunnen detecteren zonder dat NPK-input van de digestaatproducten te extreem hoog is. Dit was in sommige onderzoeken moeilijk te realiseren omdat de vochtgehaltes van de diverse organische producten bijzonder sterk uiteenliepen, van bijna nul tot bijna 95% vochtgehalte. Om gelijke hoeveelheden C in te werken moet dan ofwel een zeer geringe hoeveelheid van het droge materiaal, ofwel een zeer grote hoeveelheid van het vloeibare materiaal worden ingewerkt. Het eerste is ongewenst omdat dan de nauwkeurigheid van toedienen in het gedrang komt, het tweede is eveneens ongewenst omdat het vochtgehalte in de bodem te hoog zou worden en anaerobe omstandigheden zouden ontstaan. Binnen redelijke grenzen kan aangenomen worden dat de hoeveelheid toegediende organische C het mineralisatiepatroon niet beduidend zal beïnvloeden. In 2009 is gekozen om voor alle stoffen een gelijke dosis toe te dienen op basis van vers materiaal corresponderend met 30 ton vers materiaal/ha.

In 2011 is de dikke fractie aan 15 ton/ha en het gedroogd digestaat aan 6 ton/ha gedoseerd. Omdat het DS gehalte van de producten in 2014 minder verschilde, werd telkens een dosis equivalent aan 2222 kg organische koolstof per hectare toegediend. De dosis verse stof varieerde van 7 ton/ha tot 55 ton/ha.

¹ Analyserapporten: Bepaling van de hoeveelheid stabiele organische stof en snelvrijkomende N via incubatieproeven, Ugent, 29 juni 2009, 13 januari 2012 en 8 februari 2012.

² Bepaling van de bemestingswaarde van verschillende vormen van digestaat, Ilvo, juni 2014.



Meer halen uit de biologische kringloop

Berekening van de effectieve organische stof (EOS)

Een voorbeeld van de C-mineralisatiemetingen is weergegeven in Figuur 2. Op basis van deze resultaten is de effectieve organische stof berekend (zie Tabel 2). Aan de cumulatieve C mineralisatie is een eerste orde kinetiek model gefit: $OC(t) = OC_A(1 - e^{-kt})$ met

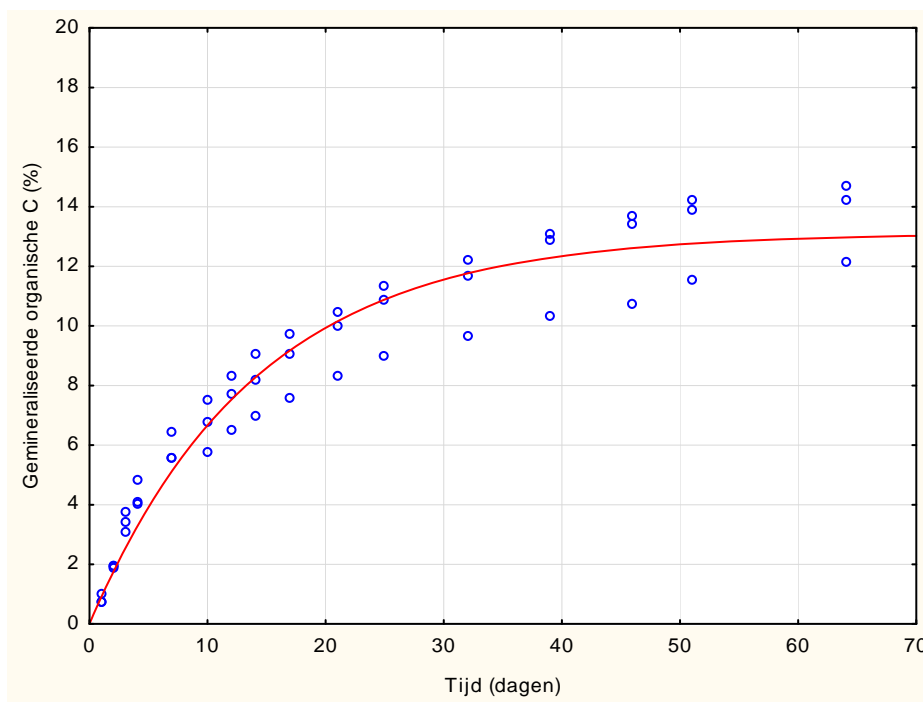
OC(t): de hoeveelheid organisch koolstof gemineraliseerd (%) op tijd t

OC_A: de hoeveelheid mineraliseerbare koolstof (%) op korte termijn

K: de mineralisatiesnelheid

Er wordt van uitgegaan dat de mineralisatie na 32 weken incubatie zou overeenstemmen met de c-mineralisatie op 1 jaar onder veldomstandigheden. De effectieve organische stof wordt dus geschat door $100 - OC_{32w}$.

Ter vergelijking zijn ook enkele waarden voor andere producten weergegeven (zie Tabel 3).



Figuur 2 Voorbeeld van het verloop van de C-mineralisatie voor gedroogd ruw digestaat met mest. De blauwe cirkels geven de effectieve meetwaarden weer. De rode lijn geeft het model $OC(t) = 13,1(1 - e^{-0,07t})$ van C-mineralisatie weer.

In Tabel 2 berekenden we ook de waarde van de stabiele organische stof in de diverse eindproducten. We rekenen dat 1 kg organische C 0,17 euro waard is. Deze waarde halen we uit het begeleidend document van BGK en is gebaseerd op de kostprijs van de kostprijs van stro (72,5 euro/ton stro) als maatregel om het organische stofgehalte van de bodem verhogen.



Meer halen uit de biologische kringloop

Tabel 2 Samenstelling en effectieve organische stof (EOS) in de eindproducten³.

TYPE PRODUCT	DROGE STOF	ORG. STOF	TOTALE N	TOTALE P ₂ O ₅	TOTALE K ₂ O ⁴	EOS ⁵	EOS	WAARDE KOOLSTOF
	% OP VERS	% OP VERS	‰ OP VS	‰ OP VS	‰ OP VS	% OS	KG/TON VERS PRODUCT	€/TON
Gft-compost (gemidd 2002 en 2009)	74,3	24	10	6	9	90,3	220	21
Groencompost (gemidd 2002 en 2009)	53,4	18	7	3	6	97	169	16
Ruw digestaat (andere meststof) (2009)	5,1	3	3,1	1,6	4	70,9	24	2
Ruw digestaat (andere meststof) (2014)	14	7	6,8	4,4	7,2	88,6	64,62	6
Ruw digestaat (dierlijke mest) (2009)	6,2	4	3,7	2,7	4	79,1	34	3
Ruw digestaat (gemiddelde)	8,4	5	4,5	2,9	5,1	79,5	40,9	4
Biothermisch gedroogde OBA-mest (2009)	50,8	31	13,4	23,4	15	80	250	24
Biothermisch gedroogde oba-mest (2014)	56	37	21,3	23,3	13,4	89,1	330	31
Biothermisch gedroogde oba-mest (gemiddelde)	53,4	34	17,35	23,35	14,2	84,6	290	27
Gedroogd ruw digestaat (dierlijke mest) (2011)	80,5	61	15,5	22,2	16	82,8	501	47
Gedroogde dikke fractie digestaat (andere meststof) (2014)	86	31	20	19,1	21,5	94,3	292	28
Gedroogd ruw digestaat (andere meststof incl dierlijke oba) (2014)	77	53	18,6	41,4	20,1	89,9	476	45
Gedroogd ruw digestaat (dierlijke mest) (2014)	87	50	18,9	34,5	31,3	86,9	435	41
Gedroogde dikke fractie digestaat (dierlijke mest) (2014)	82	56	14,9	25,7	50,6	86,2	483	46
Gedroogd digestaat (gemiddelde)	82,5	50	17,6	28,58	27,9	88,0	437	41
Dikke fractie digestaat (andere meststof) (2011)	27,2	24	6,2	8,9	4,3	92,8	222	21
Dunne fractie digestaat (andere meststof) (2014)	9,2	4,7	7,7	3,2	5,5			
Mengsel groencompost en gedroogd digestaat (2014)	57	25	10,8	9,9	6,6	93,3	233	22
Mengsel van gedroogde digestaten en kippenmest (2014)	86	57	58,4	26,9	55	84	479	45

³ In deze tabel staan heel wat analyses van individuele stalen. Deze kunnen afwijken van de gemiddelde samenstelling van de producten.

⁴ Deze waarden zijn deels afkomstig van analyses op de stalen van de incubaties van 2014 en deels uit overzichten van analyses ikv kwaliteitsopvolging.

⁵ Voor de omrekening van EOS naar EOC is een omrekeningsfactor van 1,8 gebruikt.



Meer halen uit de biologische kringloop

Digestaat bevat ongeveer evenveel EOS als mengmest. De hoeveelheid EOS uitgedrukt per ton vers product ligt voor biothermisch gedroogde oba-mest in dezelfde grootteorde als voor gft- en groencompost. Biothermisch gedroogde oba-mest bevat echter veel meer nutriënten (zowel totale hoeveelheid als minerale fractie) dan gft- of groencompost. Thermisch gedroogd digestaat bevat de grootste hoeveelheid EOS, maar bevat ook zeer veel nutriënten, waardoor maar kleine dosissen mogelijk zijn (2 à 3 ton/ha).

Tabel 3 EOS voor verschillende meststoffen en bodemverbeterende middelen ⁶.

ORGANISCHE MESTSTOF OF BODEMVERBETERAAR	EOS (KG/10 TON)
Mengmest rund	300
Mengmest varken	200
Mengmest zeugen	100
Stalmest rund	800
Kippenmest kooihuishouding	1250
Slachtkippenmest	1800
Champost	1250
Gft-compost	2000
Gft-compost na vergisting	1600
groencompost	1600

Om te kunnen beoordelen of de producten mineralenrijk of mineralenarm, humusrijk zijn is het dus nog noodzakelijk om de link tussen EOS en nutriënten te leggen. Het OVAM onderzoek⁷ stelde hiervoor 2 indices voor:

Index 1: $(\%OC * \%EOS) / (\%N_{tot} * 10)$

Index 2: $(\%OC * \%EOS) / ((\%N_{tot} + 5 * \%P_{tot}) * 10)$

Index 1 houdt enkel rekening met de verhouding van de absolute hoeveelheid effectieve organische stof (berekend op droge stofinhoud) tot de totale stikstofinhoud. Binnen het nutriëntenbeheer in Vlaanderen is de fosforinhoud echter minstens even belangrijk als het stikstofgehalte van organisch materiaal dat aan de bodem wordt toegediend. De maximale bodemdoserings in kader van het mestdecreet wordt immers berekend op basis van de meest beperkende factor, P of N. Index 2 houdt dan ook rekening met de fosforinhoud van het materiaal, en met het feit dat P veel meer beperkend is dan N bij toepassing van organisch materiaal.

⁶ Code van goede praktijk bodembescherming Studie uitgevoerd in opdracht van afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen, VITO, november 2006.

⁷ Oriënterend onderzoek naar de invullingen van de begrippen mineralenrijk – mineralenarm, humusrijk' van de OVAM (2002)



Meer halen uit de biologische kringloop

Tabel 4 geeft de indexwaarden voor index 2 voor alle onderzochte producten.

In het 'Oriënterend onderzoek naar de invullingen van de begrippen mineralenrijk – mineralenarm, humusrijk' van de OVAM (2002) is een grenswaarde voor de toepassing van organische producten als bron van stabiele organische stof vastgelegd: index 2 groter dan of gelijk aan 3,5. Volgens de berekeningen op basis van de incubaties worden m.a.w. gft- en groencompost en dikke fractie digestaat als bodemverbeteraar beschouwd.

Belangrijk is dat deze berekening geen oordeel velt over de waarde van deze organische producten als meststof. Het is ook zo dat deze indices geen rekening houden met de beschikbaarheid van de N en P in het organisch materiaal. Op basis van de gemeten N vrijstelling kan hier evenwel een verdere verfijning worden doorgevoerd, waarbij ook de beschikbaarheid van de stikstof in rekening wordt gebracht. Dit is uiteraard enkel relevant voor die materialen die een belangrijke hoeveelheid N bevatten per ton EOS (bij een geringe N inhoud doet de vrijstelling niet echt ter zake). Een grotere N vrijstelling in de incubatieproef voor N mineralisatie kan zowel positief als negatief werken, afhankelijk van de omstandigheden van toediening:

- ➔ bij toedienen van een meststof aan de bodem vanaf het voorjaar tot in de zomer (of tot het moment waarbij nog een significante N opname van het gewas plaatsgrijpt) zal de vrijgestelde N grotendeels door een groeiend gewas benut worden. In dergelijk geval is het toedienen van één van de types organisch materiaal met sterke N vrijstelling verantwoord en zelfs aan te bevelen. Hierbij moet uiteraard steeds worden uitgegaan van de werkelijke gewasbehoefte, en bij een eventuele (voorafgaande) bemesting moet dan uiteraard ook rekening worden gehouden met de N die zal vrijkomen bij toediening van het organisch materiaal.
- ➔ bij toedienen vanaf het najaar (of vanaf het moment dat geen significante N opname door een gewas meer te verwachten is) zal de vrijgestelde N niet opgenomen worden en is er een groot risico op N verliezen, vooral door nitraatuitspoeling of eventueel door denitrificatie. Dit is dus niet verantwoord.

Rekening houdend met de N vrijstelling kunnen gft- en groencompost, gedroogd digestaat en dikke fractie in het najaar kunnen worden toegediend zonder opmerkelijke N verliezen in de daaropvolgende maanden.



Meer halen uit de biologische kringloop

Tabel 4 Waarden voor index 2 van de eindproducten.

TYPE PRODUCT	INDEX 2 ⁸
Gft-compost (gemidd 2002 en 2009)	4,77
Groencompost (gemidd 2002 en 2009)	6,25
Ruw digestaat (andere meststof) (2011)	1,88
Ruw digestaat (andere meststof) (2014)	2,19
Ruw digestaat (dierlijke mest) (2011)	1,77
Ruw digestaat (gemiddelde)	2,06
Biothermisch gedroogde OBA-mest (2011)	1,94
Biothermisch gedroogde oba-mest (2014)	2,54
Biothermisch gedroogde oba-mest (gemiddelde)	2,24
Gedroogd ruw digestaat (dierlijke mest) (2011)	3,92
Gedroogde dikke fractie digestaat (andere meststof) (2014)	2,63
Gedroogd ruw digestaat (andere meststof incl dierlijke oba) (2014)	2,43
Gedroogd ruw digestaat (dierlijke mest) (2014)	2,56
Gedroogde dikke fractie digestaat (dierlijke mest) (2014)	3,78
gedroogd digestaat (gemiddelde)	3,07
Dikke fractie digestaat (andere meststof) (2011)	4,33
Mengsel groencompost en gedroogd digestaat (2014)	4,01
Mengsel van gedroogde digestaten en kippenmest (2014)	2,27

3. Werkingscoëfficiënten

In kader van het Interreg-project Graskracht bepaalde de Bodemkundige Dienst van België de werkingscoëfficiënten van diverse digestaatproducten⁹.

Invloed van vergisting op de inputstromen

De samenstelling van de digestaatproducten is sterk afhankelijk van de inputstromen. De BDB ging in de eerste plaats de invloed van de vergisting op de kenmerken van de inputproducten (dierlijk mest, energiegewassen, afvalstromen, etc.) na (Tabel 5).

Bij (co-)vergisting worden geen nutriënten afgescheiden. Alle nutriënten in de inputproducten die in de vergister gaan worden teruggevonden in het digestaat. Het gehalte op zich kan wel veranderen omdat het droge-stofgehalte daalt door de omzetting naar biogas.

Tabel 5: Invloed van vergisting op de samenstelling van de ingaande inputstromen

PARAMETER	INVLOED VAN VERGISTING
-----------	------------------------

⁸ We berekenen index 2 op basis van dit staal, behalve voor groen en gft-compost.

⁹ Karakterisatie van digestaat en nabehandeld digestaat, Bodemkundige Dienst van België, november 2011.



Meer halen uit de biologische kringloop

droge stof	Daalt
organische stof	wat overblijft na vergisting bestaat uit een gedeelte slecht afbreekbaar organisch materiaal + biomassa (micro-organismen)
stikstof (N)	gedeelte van organisch gebonden stikstof wordt omgezet in ammoniumstikstof
P,K,Mg, Ca, Na, spoorelementen	mineralen blijven aanwezig keuze van inputproducten in geval van co-vergisting van mest heeft invloed op mineralengehalte
Zout	zouten blijven aanwezig + extra ammonium wordt vrijgesteld
Basenequivalent	Neutraal
zware metalen	blijven aanwezig
Andere	effect op homogeniteit minder geur fyto-sanitair effect

Werkingscoëfficiënten

De voedingsstoffen (N, P, K, ...) uit organische meststoffen (inclusief digestaat) zijn dezelfde als deze in minerale meststoffen. Veel nutriënten zijn echter gebonden in de organische fractie en komen bijgevolg niet onmiddellijk en bovendien vaak onvolledig vrij. De bemestende waarde van een nutriënt in een organische meststof is dan ook kleiner dan het totale gehalte aan dat nutriënt. De bemestingswaarde wordt uitgedrukt door een werkings- of benuttingscoëfficiënt ($\leq 100\%$). Deze coëfficiënt geeft aan welk deel van het totale gehalte van een element dezelfde werking heeft als de anorganische meststof. Voor stikstof, fosfor en kalium wordt de benutting vergeleken met respectievelijk ammoniumnitraat, tripelsuperfosfaat en chloorkali of kaliumsulfaat.

De **N-werkingscoëfficiënt** geeft aan welke fractie van de totale stikstof in het digestaat effectief door de plant kan worden opgenomen. Deze hangt af van een hele reeks factoren zoals toedieningstijdstip, wijze van uitrijden, de grondsoort, de weersomstandigheden, de aanwezigheid van een gewas en de bewortelingsdiepte.

Fosfaat is in tegenstelling tot nitraat, weinig mobiel in de bodem. Fosfor in digestaat is voornamelijk onder anorganische vorm aanwezig, maar is niet wateroplosbaar. Anorganische fosfaat is daardoor onbeweeglijk (tenzij bij fosfaatverzadiging) en het organisch fosfaat is slechts voor een klein gedeelte mobiel in de bodem. Hierdoor treden er nagenoeg geen verliezen op en is de **werkingscoëfficiënt van fosfor** over meerdere jaren gelijk aan 100%. Binnen het jaar van aanwending is de fosforwerkingscoëfficiënt echter lager dan 100%. De plantenwortels scheiden zuren af die de fosfor in de bodemoplossing oplossen, waarna de fosfor in oplossing kan worden opgenomen door de plant. De mate van oplossen hangt af van de mestsoort. Hierdoor wordt de fosforbemestingswaarde bepaald door de mestsoort.

De kaliumionen die in het digestaat aanwezig zijn lossen op in het bodemvocht, waarna deze positieve ionen (K^+) geabsorbeerd worden aan klei- en humusdeeltjes. Door een latere uitwisseling met waterstofionen (H^+) komen deze ionen ter beschikking aan de plant. Deze ionen zijn zeer goed oplosbaar in water en kunnen daardoor ook uitspoelen. De **werkingscoëfficiënt van kalium** wordt gelijkgesteld aan 100% wanneer het digestaat vlak voor de teelt in de lente wordt toegediend. Bij een vroegere toediening zal de werking lager liggen, zeker op lichtere gronden, en op humus- en klei-arme bodems. Op deze bodems verloopt de uitspoeling immers het snelst.

In onderstaande tabellen Tabel 6 en Tabel 7 worden de werkingscoëfficiënten voor de verschillende digestaten weergegeven. De BDB heeft deze bepaald op basis van de gemiddelde samenstelling aangeleverd door Vlaco vzw en hun Bemorgex-expertensysteem. Specifiek voor de N-bemestingswaarde, is het belangrijk om te vermelden dat reeds tijdens de (co-)vergisting de N_e -



Meer halen uit de biologische kringloop

fractie¹⁰ grotendeels worden omgezet naar de N_m -fractie¹¹. Het is dan ook vooral het aandeel N_m in het digestaat dat bepalend zal zijn voor de bemestingswaarde.

Tabel 6 Werkingscoëfficiënten voor fosfor, kalium en N voor diverse digestaatproducten⁹.

FOSFOR	KALIUM	STIKSTOF
<ul style="list-style-type: none"> jaar van toediening: werkingscoëfficiënt van 90% lange termijn: werkingscoëfficiënt 100% 	<ul style="list-style-type: none"> jaar van toediening (toepassing in voorjaar): 85% tot 97% 	<ul style="list-style-type: none"> grote variatie (25 tot 60%) hoe natter het product, hoe hoger de werkingscoëfficiënt WCdunne fractie > WCruw digestaat > WCdikke fractie > WCgedroogd digestaat

Tabel 7 Werkingscoëfficiënten voor stikstof voor de verschillende digestaatproducten⁹.

	WERKINGSCOËFFICIËNTEN VOOR N		
	MIN	MAX	GEMIDDELDE
dunne fractie digestaat zonder mest	42	50	46
dunne fractie digestaat met mest	48	60	54
ruw digestaat zonder mest	40	48	44
ruw digestaat met mest	45	55	50
dikke fractie digestaat zonder mest	29	31	30
dikke fractie digestaat met mest	33	37	35
gedroogd digestaat zonder mest	24	25	24,5
gedroogd digestaat met mest	24	24	24

¹⁰ N_e (gemakkelijk mineraliseerbare organisch gebonden stikstof): Dit is de stikstof die ingebouwd is in de gemakkelijk afbreekbare organische stof. Deze traagwerkende stikstof wordt gemineraliseerd in de periode tot één jaar na aanwending of tijdens de bewaring.

¹¹ N_m (minerale stikstof): Dit is de stikstof die aanwezig is onder minerale vorm. Deze snelwerkende fractie omvat voornamelijk stikstof onder de vorm van ammonium. In de bodem wordt het omgezet tot nitraat en is daardoor gemakkelijk opneembaar door de planten.



Meer halen uit de biologische kringloop

4. Werkingscoëfficiënten gemeten in labo en afgeleid uit proefvelden

Werkingscoëfficiënt voor compost

Voor gft- en groencompost zijn de werkingscoëfficiënten afgeleid uit veldproeven (zie Tabel 8).

Tabel 8 Werkingscoëfficiënten voor stikstof voor gft- en groencompost.

	WERKINGSCOËFFICIËNT
N	10%
P	50%
K	80%

Voor diverse eindproducten van biologische verwerking hebben Ugent en ILVO in opdracht van Vlaco ook op laboschaal de N, P, en K-werkingscoëfficiënten bepaald.

Werkingscoëfficiënt voor N voor digestaatproducten

In het mestdecreet zijn de N-werkingscoëfficiënten voor de verschillende digestaatproducten opgenomen. Er wordt hierbij voor sommige digestaatproducten onderscheid gemaakt tussen digestaatproducten met en zonder dierlijke mest (andere meststof). In het huidige mestactieprogramma wordt met 60 % werkzame N gerekend voor ruw digestaat (met en zonder mest). Bij gedroogd digestaat en dikke fractie digestaat hangt volgens het mestdecreet de werkingscoëfficiënt voor stikstof af of er al dan niet mest in verwerkt zit. Voor gedroogd digestaat en dikke fractie digestaat met mest moet met een werkingscoëfficiënt van 30 % gerekend worden, voor gedroogd digestaat en dikke fractie digestaat zonder mest met een werkingscoëfficiënt van 60 %. De Nederlandse mestwetgeving rekent voor digestaat 50 % werkzame stikstof.

Het is van belang voor de landbouwers en voor het milieu dat deze werkingscoëfficiënten zo correct mogelijk ingeschat kunnen worden. Daarom deed Vlaco de afgelopen jaren heel wat onderzoek om de N-vrijstelling in digestaatproducten beter te kennen via de methode in het mestdecreet beschreven. Deze methode bepaalt de snel vrijkomend organisch stikstof als de hoeveelheid organisch gebonden stikstof die binnen het jaar na toediening onder minerale vorm ter beschikking komt.



Meer halen uit de biologische kringloop

Tabel 9 geeft de N beschikbaarheid van de diverse eindproducten.



Meer halen uit de biologische kringloop

Tabel 9 Bepaling van de N werkingscoëfficiënt van de diverse eindproducten¹²

TYPE PRODUCT	TOTALE N	MINERALE N /TOTALE N	WERKINGSOËFFICIËNT N
	% OP VS	%	%
Gft-compost (gemidd 2002 en 2009)	9,7	6,6	5,07
Groencompost (gemidd 2002 en 2009)	5,8	2,9	3,5
Ruw digestaat (andere meststof) (2011)	3,1	64,5	80,2
Ruw digestaat (andere meststof) (2014)	6,8	56,5	94,4
Ruw digestaat (dierlijke mest) (2011)	3,7	75,6	88,9
Ruw digestaat (gemiddelde)	4,5	65,5	87,8
Biothermisch gedroogde OBA-mest (2011)	13,4	69,3	46,1
Biothermisch gedroogde oba-mest (2014)	21,3	30,9	45,9
Biothermisch gedroogde oba-mest (gemiddelde)	17,35	50,1	46
Gedroogd ruw digestaat (dierlijke mest) (2011)	15,5	0,32	-18
Gedroogde dikke fractie digestaat (andere meststof) (2014)	20	38,6	41
Gedroogd ruw digestaat (andere meststof incl dierlijke oba) (2014)	18,6	2,6	11,8
Gedroogd ruw digestaat (dierlijke mest) (2014)	18,9	1,3	23,1
Gedroogde dikke fractie digestaat (dierlijke mest) (2014)	14,9	1,3	-20,4
Gedroogd digestaat (gemiddelde)	17,6	8,8	7,5
Dikke fractie digestaat (andere meststof) (2011)	6,2	9	29,7
Dunne fractie digestaat (andere meststof) (2014)	7,7	60,5	80,1
Mengsel groencompost en gedroogd digestaat (2014)	10,8	7,7	8,1
Mengsel van gedroogde digestaten en kippenmest (2014)	58,4	4,7	93,4

Samengevat komt het op volgende resultaten neer:

- Ruw digestaat: N werking van 80 à 90% (3 stalen)
- Gedroogd digestaat: -20 tot 25%¹³ (4 stalen van Vlaco en 2 producenten hebben een erkenning als traagwerkende meststof).

¹² Bepaald via incubatieproeven in 2009, 2011 en 2014.



Meer halen uit de biologische kringloop

- Dikke fractie digestaat: rond de 30% (1 staal van Vlaco en 3 producent hebben een erkenning als traagwerkende meststof)
- Dunne fractie: ongeveer 80% (1 staal)

Als we deze resultaten vergelijken met de theoretisch berekende waarden, dan is de N-werkingscoëfficiënt van gedroogd digestaat lager dan de berekende, voor de andere digestaatproducten is de gemeten werkingscoëfficiënt hoger dan de berekend. Het is wel belangrijk te vermelden dat de gemeten N-werkingscoëfficiënten bij toepassing op het veld, nog wat lager zullen liggen door tal van externe factoren.

Deze cijfers geven ook aan dat de werkingscoëfficiënten waarvan mestdecreet uitgaat geen goede weerspiegeling geven van de werkelijk beschikbare hoeveelheden nutriënten uit digestaatproducten.

Werkingscoëfficiënt voor P en K voor digestaatproducten

De bepaling van een werkingscoëfficiënt voor P en K is anders benaderd dan de N-werking van een organische meststof. P en K zijn meestal in de landbouwbodem reeds in grote hoeveelheden aanwezig onder minerale vorm en dus opneembaar voor het gewas. Een gevolg daarvan is dat een bemesting met P- en/of K-meststoffen een lage werkingscoëfficiënt lijkt te hebben. De P en K die immers niet wordt aangevoerd vanuit de bemesting is dikwijls wel voorradig in de bodem. Bemestingsadviezen voor P en K worden anders dan bij N, gewoonlijk ook berekend op vruchtwisselingsniveau. Hierbij wordt in een vruchtbare bodem voorgehouden dat ongeveer evenveel van deze nutriënten dient bemest te worden als er met de oogst van de gewassen wordt afgevoerd. Dit wil echter niet zeggen dat de P en K aanwezig in de meststof op korte termijn (1 groeiseizoen) even snel of gemakkelijk beschikbaar komen voor het gewas. Zo is het bv. bekend dat P uit natuurfosfaat heel wat minder beschikbaar is dan P uit triple superfosfaat. Er wordt echter wel aangenomen dat op de lange termijn (meerdere jaren) 100% van de P en K uit de bemesting (minus eventuele verliezen door uitspoeling erosie e.d.) beschikbaar komt, ongeacht de mestvorm. Bij de bepaling van de werkingscoëfficiënt van P en K op korte termijn (1 groeiseizoen) wordt dan ook rekening gehouden met de specifieke eigenschappen van deze elementen in de bodem.

ILVO opteerde om de werkingscoëfficiënten te bepalen op basis van dosis-reponscurves (wet van de afnemende meeropbrengst – Liebig principe) in een potproef. Bij deze benadering is gebruik gemaakt van een arme bodem, die weinig nutriënten kan aanleveren uit de bodemvoorraad. Aan deze bodem worden alle nutriënten in overmaat ter beschikking gesteld van het gewas, behalve het te onderzoeken nutriënt. Door behandelingen aan te leggen met een steeds hogere dosis van dit nutriënt via een controlemeststof waarvan aangenomen wordt dat deze 100% beschikbaar is (bv. triple superfosfaat) zal de opbrengst met toenemende dosis van het te onderzoeken nutriënt, gradueel toenemen. De extra meeropbrengst per eenheid extra nutriënt neemt echter volgens het Liebig-principe af. De bekomen curve kan gebruikt worden om de werkingscoëfficiënt van een bepaald nutriënt in de meststof te gaan berekenen. Ook al is de bodem arm, zelfs bij het weglaten van de bemesting van het te onderzoeken nutriënt, zal er een minimum gewasopbrengst zijn. In de dosis-responscurve wordt hiermee rekening gehouden. De werkingscoëfficiënt wordt bepaald op basis van de droge stof opbrengst (DS-opbrengst) of op basis van de nutriëntenopname door het gewas. De foto's hieronder illustreren de proef uitgevoerd door het ILVO.

¹³ Er is 1 uitschieter tot 40%, maar dit gedroogd digestaat bevatte behoorlijke hoeveelheden nitraat, wat normaal niet het geval is. Vlaco zal verder bekijken wat hiervan de oorzaak kan zijn.

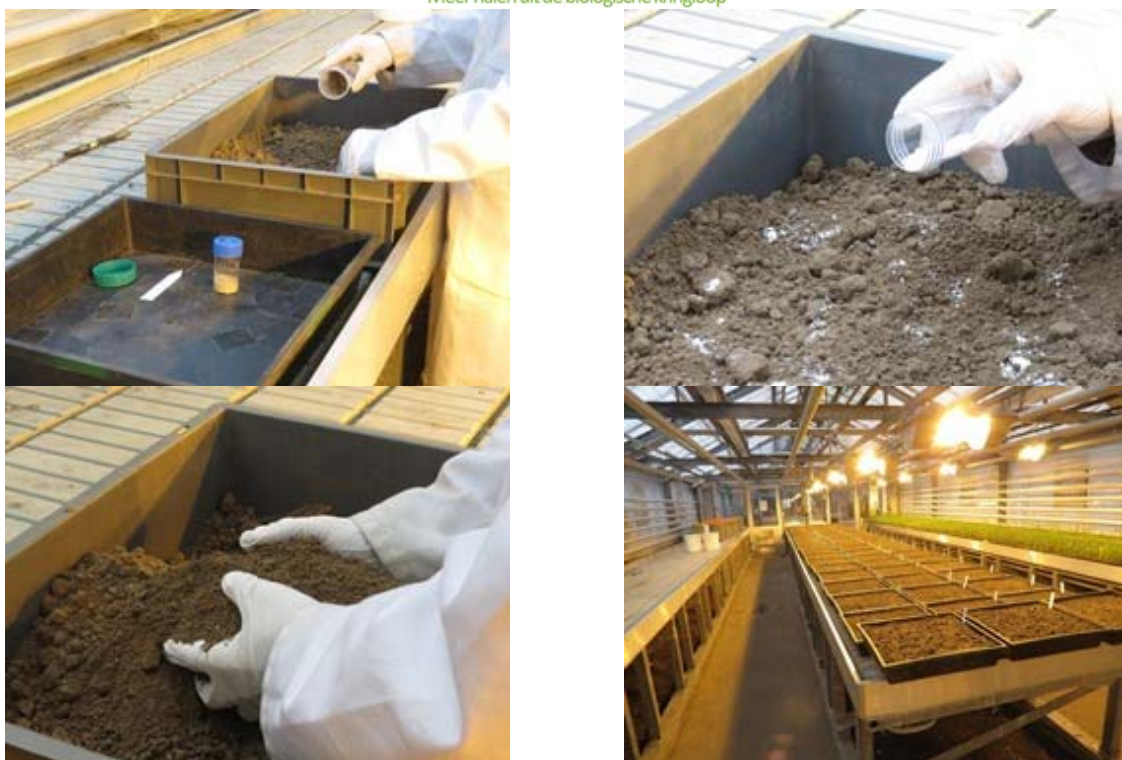


Foto 1. Toevoeging digestaatproduct (linksboven) en minerale meststof (rechtsboven) aan de bodem en menging van het geheel (linksonder). Zicht op de pas ingezaaide potproef (rechtsonder).

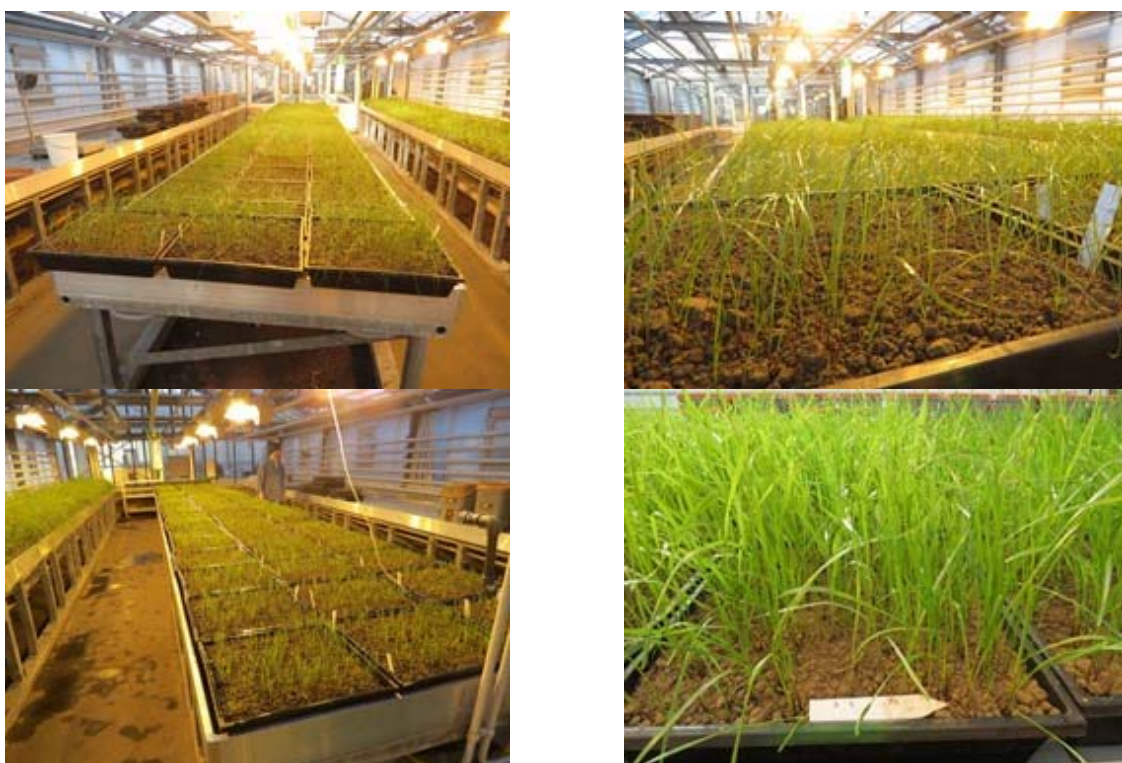




Foto 2. Zicht op de potproef op 4/02/2014 (dagn° 15) (links- en rechtsboven), op 11/02/2014 (dagn° 22) net na de 0° snede (midden links) en op 19/02/2014 (dagn° 30) na een week hergroei (midden rechts en linksonder). Rechtsonder een voorbeeld van het oogsten van een snede gras. De P- en K-werkingscoëfficiënten zijn op 2 manieren berekend: via de opbrengst en via de P en K opnamen

P-werkingscoëfficiënt (WCP) volgens de opbrengst

De berekening van de P-werkingscoëfficiënt gebeurde op basis van de dosis-responscurve voor triple superfosfaat. Op deze curve werd een 2e orde grafiek gefit. Door de DS-opbrengst bij de desbetreffende behandeling uit te zetten tegen de grafiek, kan men in de x-as de P-bemestende waarde aflezen. De P-werkingscoëfficiënt wordt vervolgens berekend door:

$$WCP(\%) = \frac{P}{90} * 100$$

Het getal 90 verwijst naar de 90 kg P₂O₅/ha die via het digestaatproduct als bemesting werd gegeven. Deze berekeningswijze impliceert dat een WCP>100% niet kan vastgesteld worden.

K-werkingscoëfficiënt (WCK) volgens de opbrengst

De berekening van de K-werkingscoëfficiënt gebeurde op basis van de dosis-responscurve voor chloorpotas. Op deze curve werd een 2e orde grafiek gefit. Daar de K-bemesting echter verschillend was per behandeling, diende eerst een zogenaamde referentieopbrengst te worden berekend op basis van deze dosis-responscurve. Hierna de K-referentie genoemd. Door de K-bemesting die wordt gegeven bij de desbetreffende behandeling uit te zetten tegen de grafiek, kan men in de y-as de K-referentie aflezen. De K-werkingscoëfficiënt wordt vervolgens berekend door:

$$WCK(\%) = \frac{(\text{opbrengst behandeling} - \text{opbrengst K0})}{(K \text{ referentie} - \text{opbrengst K0})} * 100$$

Deze berekeningswijze impliceert dat een WCK>100% wel kan vastgesteld worden.

P- en K-werkingscoëfficiënt (WCK) volgens de gewasopname

De P- en K-werkingscoëfficiënten kunnen ook bepaald worden door de berekening te maken op basis van de P- en K-export via het geoogste gras. In het kader van deze studie werd de oefening gemaakt om de werkingscoëfficiënten ter controle ook op deze wijze te berekenen. De berekeningswijze is analoog aan deze hierboven, waarbij de DS-opbrengst respectievelijk wordt vervangen door de totale P- en K-export. Deze wordt berekend op basis van de DS-opbrengst en de P- en K-gehalten van het gras, bepaald via chemische analyse. Voor de bepaling van de WCK(%) is de K-referentie uitgedrukt als kg K/ha die door het geoogste gewas wordt afgevoerd.



Meer halen uit de biologische kringloop

Tabel 10 P- en K-werkingscoëfficiënten voor de diverse digestaatproducten.

TYPE PRODUCT	P-WERKINGSCOËFFICIËNT (%)		K-WERKINGSCOËFFICIËNT (%)
	ENKEL JEUGDFASE	JEUGDFASE + HERGROEI	
Ruw digestaat (andere meststof) (2014)	>100	>100	>100
Biothermisch gedroogde oba-mest (2014)	70	64	>100
Gedroogde dikke fractie digestaat (andere meststof) (2014)	70	75	>100
Gedroogd ruw digestaat (andere meststof incl dierlijke oba) (2014)	46	46	>100
Gedroogd ruw digestaat (dierlijke mest) (2014)	61	67	>100
Gedroogde dikke fractie digestaat (dierlijke mest) (2014)	44	55	55
Dunne fractie digestaat (andere meststof) (2014)	100	>100	>100
Mengsel groencompost en gedroogd digestaat (2014)	65	56	>100
Mengsel van gedroogde digestaten en kippenmest (2014)	42	60	60

Als we deze resultaten vergelijken met de theoretische berekening door de Bodemkundige Dienst van België, dan is de gemeten P-werkingcoëfficiënt (van 42 tot 100%) lager dan de theoretisch berekende werkingcoëfficiënt in het eerste jaar van toepassing (90 tot 100%). Zoals hierboven al aangegeven, wordt de P-werking het best in een meerjarig perspectief bekeken. Op meerjarig basis bedraagt de fosforwerking meestal ongeveer 100%.

De K-werkingscoëfficiënt is op 2 producten na steeds 100% ongeveer evenveel als de berekende waarden.

5. Welke producten zijn traagwerkende meststoffen?

Het mestdecreet voorziet een uitzondering op de uitrijregeling voor traagwerkende meststoffen: deze kunnen uitgereden worden in de sperperiode.

Er zijn twee voorwaarden waaraan een meststof dient te voldoen om in aanmerking te komen:

1. de inhoud aan minerale stikstof dient kleiner te zijn dan 15 % van de totale hoeveelheid stikstof,
2. eveneens moet de som van de inhoud aan minerale stikstof en de inhoud aan snel vrijkomende organische stikstof kleiner zijn dan 30 % van de totale hoeveelheid stikstof

Uit ons onderzoek blijkt dat gft- en groencompost, gedroogd digestaat en dikke fractie traagwerkende meststoffen zijn. Verschillende producenten hebben al een erkenning bij de VLM aangevraagd.

6. Besluit

Op basis van de uitgevoerde proeven kunnen we de eindproducten in klassen indelen in bodemverbeterend middel of meststof en kunnen we ook aangeven welke producten in het kader van het mestdecreet traagwerkende meststoffen zijn (zie Tabel 11).



Meer halen uit de biologische kringloop

Tabel 11 Karakterisatie van de onderzochte eindproducten

TYPE PRODUCT	BODEMVERBETEREND MIDDEL OF MESTSTOF? ¹⁴	TRAAGWERKENDE MESTSTOF?
Gft-compost	Bodemverbeterend middel	Ja
Groencompost	Bodemverbeterend middel	Ja
Ruw digestaat	Organische Meststof	Neen
Biothermisch gedroogde OBA-mest	Organische meststof	Neen
Gedroogd digestaat	Organische meststof ¹⁵	Ja
Dikke fractie	Bodemverbeterend middel	Ja

Dit onderzoek is gefinancierd door Vlaco¹⁶ en uitgevoerd door Universiteit Gent, Bodemkundige Dienst van België en ILVO.

¹⁴ Volgens 'Oriënterend onderzoek naar de invullingen van de begrippen mineralenrijk – mineralenarm, humusrijk' van de OVAM (2002)

¹⁵ Het resultaat van index 2 op basis van het staal gebruikt voor incubatie is een bodemverbeterend middel. Op basis van de gemiddelde inhoud aan N en P uit analyses door Vlaco vzw zijn gedroogde digestaten meststoffen.

¹⁶ De theoretische berekening van de werkingscoëfficiënten door de BDB is gefinancierd via het Interreg project Graskracht