



Acht verschillende meststoffen werden met deze proefveldbemester toegediend aan verschillende dosissen en in verschillende herhalingen. Zo werden er 100 verschillende proefveldjes aangelegd op een perceel van 2 ha.

Bemestingswaarde herwonnen meststoffen vergelijkbaar met die van kunstmest

Een meerjarige evaluatie van vijf herwonnen meststoffen in praktijkomstandigheden toont aan dat de stikstofbemestingswaarde van deze producten vergelijkbaar is met die van minerale kunstmest. De werking van ammoniumnitraat en -sulfaat uit luchtwassers en van varkensurine, digestaat en de dunne fractie van digestaat werden geëvalueerd. Het behaalde stikstofresidu was vergelijkbaar bij eenzelfde stikstofbemesting. De weersomstandigheden bleken een veel groter effect te hebben op de opbrengst en het nitraatresidu dan de gebruikte meststof.

Door de onvoorspelbare mineralisatiekinetiek van dierlijke mest mag in Vlaanderen maximaal 170 kg N/ha worden bemest onder de vorm van dierlijke mest. Maar hiermee is in sommige gevallen de stikstofbehoefte van de teelt niet ingevuld. Dus wordt er nog bijbemest met kunstmest. Daarnaast is er een overschot aan dierlijke mest die moet worden verwerkt. Zowel de productie van kunstmest als de verwerking van dierlijke mest is duur en belastend voor de omgeving. Een oplossing voor deze verspillende praktijk kan het bewerken van dierlijke mest zijn zodat de eigenschappen die van minerale stikstof benaderen

en het product kan worden ingezet in plaats van kunstmest.

Maar dan moet wel de bemestingswetgeving worden aangepast want de meeste soorten bewerkte dierlijke mest hebben nog altijd dezelfde wettelijke status als onbewerkte dierlijke mest. Om zo'n aanpassing mogelijk te maken is eerst een grondige evaluatie van de bewerkte dierlijke mest nodig. In het kader van deze evaluatie werd door Inagro een meerjarige veldproef aangelegd. De focus van het onderzoek lag op de stikstofbeschikbaarheid voor de teelt en de stikstofverliezen naar de omgeving.

Van spuiwater uit luchtwassers tot digestaat uit mestvergisting

Er bestaan verschillende producten met een stikstofmineralisatiekinetiek die eerder aansluit bij die van kunstmest dan bij die van drijfmest. Ze kunnen onderverdeeld worden in twee groepen. Enerzijds zijn er spuiwaters afkomstig van luchtwassers. Ammoniak wordt er gebonden met zwavelzuur of salpeterzuur. Zo krijg je ammoniumsulfaat of ammoniumnitraat. Beide producten hebben een relatief hoge stikstofconcentratie (5 à 10%) en bevatten geen zwevende vaste stoffen zodat ze met een slangenpomp kunnen worden toegediend. Het is wel belangrijk dat in de luchtwasser alle zwavel- of salpeterzuur reageert met de aanwezige ammoniak vooraleer wordt gespuid. Als niet al het zuur weg is gereageerd, dan hebben beide spuiwaters een lichtzure pH die schommelt tussen de 5 en 6.

Anderzijds zijn er ook producten die afkomstig zijn van de (mechanische) scheiding van dierlijke mest, al dan niet na vergisting. Zo heb je varkensurine dat direct apart wordt opgevangen in de stal. Daarnaast is er ook een dunne fractie van digestaat, het product dat na centrifugatie van digestaat wordt afgescheiden. In het laatste object werd digestaat zelf toegepast. Digestaat ontstaat bij een vergistingsproces en kan zelf ook worden ingezet als herwonnen meststof, maar qua werking leunt het meer aan bij drijfmest dan bij minerale stikstof. Varkensurine en de dunne fractie van digestaat bevatten naast stikstof ook een hele reeks andere macro- en micronutriënten, maar de stikstofconcentraties liggen een stuk lager dan in de spuiwaters. Doorgaans bevatten deze producten tussen de 3 en 6 kg stikstof per ton. Deze producten bevatten wel zwevende vaste stoffen waardoor ze met een injecteur moeten worden toegediend op het veld. Meer informatie omtrent de verschillende types herwonnen meststoffen kan je terugvinden op de website van het project ReNu2Farm (www.renu2farm.eu).

Bemestingswaarde van vijf herwonnen meststoffen onderzocht

De vijf uit dierlijke mest herwonnen meststoffen werden in een driejarige veldproef vergeleken met varkensdrijfmest en kunstmest. Deze meststoffen werden achtereenvolgens toegepast in een teelt kuilmajs, spinazie en vroege aardappelen. Van alle meststoffen werden drie verschillende dosissen toegepast, dat gebeurde in vier parallellen. Een stikstofbemesting

Tabel 1. - Opbrengstresultaten uitgedrukt als percentage drogestofopbrengst ten opzichte van het object met minerale bemesting (NPK) tijdens de drie proefjaren. In deze tabel worden niet alle bemestingstrappen getoond, alleen die waar 100% van het advies werd toegeediend.

Toegediende meststof	Totale drogestofproductie bovengrondse gewasdelen (% t.o.v. NPK)		
	2019 (kuilmajs)	2020 (spinazie)	2021 (aardappelen)
Onbemest	105,19 a	19,20 bc	57,72 b
Minerale P&K (geen N)	96,32 a	15,57 c	57,29 b
NPK-mineraal	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Varkensdrijfmest	76,84 a	95,14 ab	120,62 a
Ammoniumnitraat	82,79 a	51,30 abc	96,90 ab
Ammoniumsulfaat	95,23 a	79,22 abc	101,93 a
Varkensurine	73,82 a	89,61 abc	104,07 a
Dunne fractie digestaat	78,66 a	92,53 ab	96,50 ab
Digestaat	81,96 a	83,07 abc	88,63 ab

Gemiddelden gevolgd door eenzelfde letter zijn niet significant verschillend.

Tabel 2. - Gemiddelde drogestofopbrengst voor de drie bemestingstrappen

Toegediende N-dosis	Drogestofproductie bovengrondse gewasdelen (kg/ha)		
	2019 (kuilmajs)	2020 (spinazie)	2021 (aardappelen)
Onbemest	12.800 a	393 c	3.778 b
40% van de adviesdosis	12.670 a	1.147 b	4.783 b
70 % van de adviesdosis	11.000 ab	1.863 a	6.235 a
100 % of van de adviesdosis	10.700 ab	2.017 a	6.651 a

volgens advies, een verlaging van het advies met 30% en een verlaging van het advies met 60%. Er werden ook onbemeste objecten opgenomen in de proef. Deze referenties werden aangelegd in acht parallellen. In totaal werden zo op een perceel van 2 ha 100 verschillende proefveldjes aangelegd.

Voor deze proef werd een speciaal ontworpen gedragen en dus zeer vlot manoeuvreerbare proefveldbemester gebruikt. Deze machine is uitgerust met zowel een vacuümpomp voor de meer viskeuze producten als een slangenpomp voor de vloeibare producten. De toediening van de meststoffen gebeurt met bouwlandkouters en na toedienen van de meststoffen worden ze onmiddellijk ingefreesd en dichtgerold om ammoniakale vervluchtiging te voorkomen.

Uitsluiten van bodemgerelateerde variabiliteit in het proefveld

Op een groot perceel, met een oppervlakte van 2 ha, kan je onmogelijk een homogene bodemtoestand veronderstellen. We wilden vermijden dat de proefresultaten op een veldje een afspiegeling zouden zijn van de lokale bodemtoestand in plaats van de toegepaste bemesting. Dat kan door vóór de proef een verkennende screening van het perceel uit te voeren en op basis daarvan het proefplan op te maken. Het perceel werd opgedeeld in ver-

schillende sectoren en in elke sector werden voor de start van de proef metingen uitgevoerd. Dat gebeurde op drie manieren:

- met een drone werd de gewasontwikkeling van de tussenteelt (Italiaans raaigras) gemeten;
- in elke sector werd een grondstaal genomen en geanalyseerd;
- in elke sector werd met de penetrologger gemeten of er verdichte lagen in het bodemprofiel aanwezig waren.

Sterk afwijkende sectoren van het perceel werden uit de proef weggelaten. Het perceel werd ook opgedeeld in vier blokken. Dit gebeurt op basis van de resultaten van de screening. Bij de keuze van de blokken worden delen van het perceel met gelijkaardige bodemeigenschappen samengenomen in eenzelfde blok. Zo worden verschillen in bodemtoestand uitgemiddeld over de verschillende blokken.

Opbrengst even goed als bij kunstmest en varkensdrijfmest

Gedurende drie jaar werden tal van parameters gerelateerd aan de opbrengst en de kwaliteit van de drie teelten opgevolgd. Door de band genomen weken deze parameters weinig af van de drogestofproductie. Deze parameter geeft dus een goed beeld van de behaalde opbrengst. In Tabel 1 wordt de behaalde

drogestofproductie voor de drie proefjaren procentueel uitgedrukt ten opzichte van de resultaten in het object met adviesbemesting met minerale kunstmest. Alleen de objecten waar de volledige adviesdosis stikstof werd toegeediend en de onbemeste referenties worden hier gegeven. De resultaten van de overige bemestingstrappen worden niet getoond.

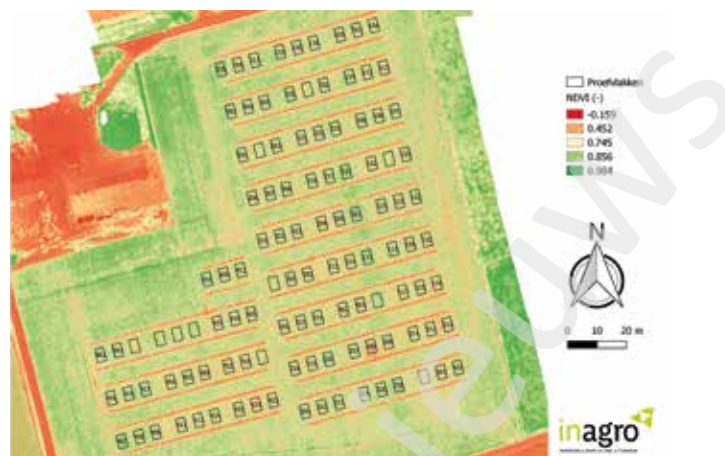
Het valt onmiddellijk op dat er geen significante verschillen waar te nemen zijn tussen de verschillende herwonnen meststoffen onderling en tussen de herwonnen meststoffen en de toepassing van minerale kunstmest en varkensdrijfmest. Ook valt op dat er duidelijke verschillen tussen de proefjaren waar te nemen zijn. Dit heeft natuurlijk voor een deel te maken met de teelt, maar het wijst ook op de grote invloed van de weersomstandigheden. In 2019 waren er zelfs nergens significante verschillen door de zeer droge omstandigheden tijdens de vegetatieve ontwikkeling van de maïs. De onbemeste referenties realiseerden toen een vergelijkbare opbrengst als de objecten die volgens advies werden bemest.

In 2020 waren de omstandigheden in het voorjaar extreem droog. Vanaf week 5 werd beregend. Er was ook stuifschade door hevige wind in combinatie met de droogte. Hierdoor waren de resultaten heterogeen. Uiteindelijk was er toch een significant verschil in spinazie-opbrengst tussen de onbemeste referenties en de objecten waar volgens advies werd bemest. Waar bemest werd met ammoniumnitraat was de opbrengst beduidend lager dan in de andere objecten, maar door de grote heterogeniteit is dit verschil niet significant. Ook de kwaliteit van de spinazie bemest met ammoniumnitraat was ondermaats, het geoogste blad vertoonde geelverkleuring. In de andere objecten met herwonnen meststoffen werden er in 2020 geen nadelige effecten waargenomen.

2021 was een nat jaar. Verschillen in opbrengst werden toen hoofdzakelijk veroorzaakt door een gebrek aan beschikbare stikstof in de bodem. De toegediende stikstof kon, afhankelijk van het type meststof in meer of mindere mate, uitspoelen. De onbemeste referenties behaalden een duidelijk lagere opbrengst. Tussen de verschillende herwonnen meststoffen en de andere bemeste objecten waren er geen significante verschillen te zien. Het valt wel op dat varkensdrijfmest een betere opbrengst haalde dan kunstmest, digestaat een iets slechtere. Dat zou eventueel verklaard kunnen worden door een samenspel van uitspoeling en verschillen in mineralisatiekinetiek. Volledig

Tabel 3. - Nitraatresidu in het bodemprofiel in de objecten waar 100% van het advies werd toegediend, gemeten kort na de oogst.

Toegepaste meststof	Nitraatresidu (kg NO ₃ -N/ha) in het bodemprofiel (0-90 cm) bij oogst		
	14/10/2019 (maïs)	3/6/2020 (spinazie)	8/8/2021 (vroeg aardappelen)
Onbemest	64 ab	44 a	95 ab
Minerale P&K (geen N)	61 b	45 a	89 b
NPK-mineraal	99 ab	70 a	119 ab
Varkensdrijfmest	111 ab	41 a	96 ab
Ammoniumnitraat	90 ab	42 a	110 ab
Ammoniumsulfaat	123 a	49 a	106 ab
Varkensurine	82 ab	41 a	99 ab
Dunne fractie digestaat	84 ab	49 a	109 ab
Digestaat	110 ab	55 a	132 a



Tussen de proefveldjes werd een bufferstrook van 7 m open gelaten, die afstand is nodig voor de proefveldbemester om *egal* te kunnen bemesten (dronebeeld van het proefveld in 2019 met weergave van vegetatie-index NDVI).

minerale meststoffen waren sterk onderhevig aan uitspoeling. Varkensdrijfmest en digestaat iets minder omdat een deel van de toegediende minerale stikstof organisch gebonden is en mineraliseert tijdens de teelt. Bij varkensdrijfmest viel de extra mineralisatie mogelijk samen met de opname door de teelt. Bij digestaat kwam die extra mineralisatie mogelijk wat te laat (vroeg aardappelen zijn vooral vroeg in de teelt stikstofbehoefstig).

Een overzicht van de behaalde opbrengst in functie van de toegediende dosis kan je terugvinden in Tabel 2. In 2019 was er geen significant effect tussen de drie bemestingstrappen merkbaar. Het was zeer droog, maar er werd niet berekend omdat dat in snijmaïs in de praktijk niet rendabel is. De behaalde opbrengst lijkt zelfs af te nemen naarmate er meer werd bemest. Dat zou verklaard kunnen worden door extra zoutstress veroorzaakt door de toegediende bemesting. In 2020 en 2021 was er wel een duidelijk effect van de dosis op de opbrengst waarneembaar.

Geen verschillen in nitraatresidu

In Tabel 3 wordt een overzicht gegeven van het nitraatresidu in het volledige bodemprofiel, gemeten bij de oogst van de teelt. Direct valt op dat de verschillen tussen de bemeste en onbemeste objecten een stuk kleiner zijn dan bij de relatieve drogestofopbrengsten. Meestal zijn er geen significante verschillen waarneembaar, soms ligt het gemeten nitraatresidu na bemesting wel significant hoger dan in de onbemeste referentie. Tussen de verschillende herwonnen meststoffen onderling en de andere bemeste objecten zijn er geen significante verschillen merkbaar. Ook valt op dat het nitraatresidu na

toepassing van digestaat in 2021 iets hoger ligt (niet significant) dan na de andere meststoffen. Dit zou het vermoeden kunnen ondersteunen dat de stikstofmineralisatie uit de digestaat in 2021 te traag op gang kwam om beschikbaar te zijn voor een teelt als vroeg aardappelen, die z'n minerale stikstof al vroeg in het groeiseizoen nodig heeft.

Weer heeft grotere invloed op opbrengst dan meststof

Ondanks de omvangrijke screening van het perceel vóór de proefaanleg, bedoeld om de bodemgerelateerde variabiliteit zo veel mogelijk te weren uit de proefopzet, bleek de variatie tussen de verschillende blokken —niet gerelateerd aan de uitgevoerde bemesting— groot, zeker in droge jaren. Omdat de proef aangelegd werd op een perceel met lichte zandgrond was het perceel steeds vlot toegankelijk maar in droge omstandigheden ondervond de teelt al snel droogtestress, en in natte jaren kon nitraat vrij snel uitspoelen.

De weersomstandigheden (droog in 2019 en 2020 en nat in 2021) hadden een belangrijke invloed op de teelt. In 2019 (niet berekend) had de beschikbaarheid van water meer invloed op de opbrengst dan de stikstofbemesting. In 2020 werd wel berekend, maar de eerste teeltweken waren extreem droog. Stuifschade lag mee aan de oorzaak van een zeer heterogene gewasstand. In die omstandigheden gaf de bemesting met ammoniumnitraat een achterblijvende opbrengst. Door de heterogene omstandigheden was die mindere opbrengst wel niet significant verschillend van de andere objecten. In 2021 waren de omstandigheden dan weer

zeer nat. De stikstofbeschikbaarheid in de bodem was toen duidelijk limiterend voor de gewasgroei.

In het algemeen kunnen we stellen dat het effect van de weersomstandigheden op de opbrengst en het nitraatresidu groter is dan de toegepaste meststof en zelfs groter dan de toegepaste dosis. De uitgeteste herwonnen meststoffen en de toegediende minerale kunstmest blijken een gelijkaardige landbouwkundige waarde te hebben. De uitzondering in de proef was ammoniumnitraat. In de extreem droge omstandigheden van 2020 had deze meststof een negatieve invloed op de ontwikkeling van de spinazie. De oorzaak hiervan is voorlopig onbekend.

T. Van de Sande, I. Verleden & S. Vandendriessche

Inagro, Rumbeke-Beitem

A. Saju, I. Sigurnjak & E. Meers

UGent, Vakgroep Groene chemie en technologie

Het project Renu2Farm kadert binnen het Interreg-programma Noord-West Europa, met steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Het project Nutri2Cycle wordt gefinancierd door de Europese Unie via het onderzoeks- en innovatieprogramma van Horizon 2020-programma binnen de overeenkomst nr. 773682.