

Samenvatting en conclusies van rapport 1364.N.09 “Type en toedieningsvorm van N-kunstmest; Effecten op gewas- en eiwitproductie en -kwaliteit”

Auteur(s): ir. D.J. den Boer (NMI); ing. G. Holshof (Livestock Research); dr.ir. D.W. Bussink (NMI); dr.ir. J.C. van Middelkoop (Livestock Research)

Dit rapport probeert een antwoord te geven op de vraag hoe melkveehouders de beperkte hoeveelheid Stikstof(N)meststoffen maximaal kunnen benutten naast de op het bedrijf aanwezige dierlijke mest. Daartoe is in opdracht van Productschap Zuivel een literatuurstudie uitgevoerd naar de effecten van het gebruikte type en de toedieningsvorm van N-kunstmeststoffen op de gewasopbrengst, de N-opname en eiwitkwaliteit. Nagegaan is of de N-benutting verhoogd kan worden door een betere inzet van meststoffen en beperking van de verliezen door ammoniakvervluchtiging, nitraatuitspoeling, denitrificatie en lachgasontwikkeling. Naast type en toedieningsvorm zijn ook fysiologische en fysieke aspecten van de meststoffen in de afweging meegenomen. Veredeling en een betere voorspelling van de N-mineralisatie uit de bodem kunnen een rol spelen om de N-benutting te verhogen. Verder zijn de bodemkwaliteit, de voorziening met overige nutriënten en het management belangrijke aspecten om de N-benutting te verbeteren. In een Handreiking zijn tenslotte de verschillende aspecten samengebracht in een advies voor de praktijk.

Fysiologische aspecten

Gewassen nemen N overwegend op in de vorm van ammonium (NH_4^+) of nitraat (NO_3^-). Vandaar dat de gangbare meststoffen één van deze of beide vormen of verbindingen bevat als ureum die vrij snel worden omgezet in ammonium en vervolgens nitraat. Een belangrijk verschil tussen bemesting met ammonium en nitraat is dat ammonium goed wordt geadsorbeerd door organische stof en kleideeltjes. Ammonium is daardoor minder gevoelig voor uitspoeling dan nitraat. Wel is er een zeker risico van ammoniakvervluchtiging bij ammoniumhoudende meststoffen, vooral op basische gronden. Gebruik van meststoffen die overwegend ammonium bevatten leidt tot een andere minerale samenstelling en andere kationen-anionen verhouding in het gras dan meststoffen die meer nitraat bevatten.

Effecten meststoftype

In de studie naar de effecten van het gebruikte meststoftype op gewasopbrengst, N-opname en N-verliezen door ammoniak(NH_3)vervluchtiging, lachgas(N_2O)emissie en nitraat(NO_3)uitspoeling zijn hoofdzakelijk de enkelvoudige N-meststoffen ammoniumnitraat (AN), kalkammonsalpeter (KAS), ureum (U) en ureum met de ureaseremmer nBTPT (U+A) meegenomen. De ureaseremmer nBTPT= nButyl ThioPhosphoric Triamide wordt frequent toegepast om de NH_3 -emissie te beperken. De handelsnaam is Agrotain.

De belangrijkste conclusies zijn:

- Van de genoemde meststoffen geven AN en KAS de hoogste gewasopbrengst en N-opname (N-benutting). Tussen deze beide meststoffen zijn er geen verschillen. De opbrengst bij het gebruik van ureum is 90 -95 procent en de N-opname 85 – 90% van die bij AN of KAS. U+A neemt met een N-opname van 90 -95 % van die van AN of KAS een tussenpositie in. De effectiviteit van Agrotain is afhankelijk van de hoeveelheid neerslag in de eerste 7 à 10 dagen na het toedienen.

- De emissiefactor voor NH₃ is bij ureum (23-25%) aanzienlijk hoger dan bij AN en KAS (1-2%). De gemeten emissiefactor bij U+A was 14. U+A vertraagt de NH₃-emissie tot 7 á 10 dagen na het toedienen. Als er in deze periode 10- 20 mm neerslag valt dan is de emissie bij U+A aanzienlijk lager dan bij U.
- De emissiefactoren voor lachgas (N₂O) op seizoensbasis zijn voor alle meststoffen laag (0,1 – 2,0%). Onder natte omstandigheden (poriën in de bodem voor 80-90% gevuld met water) is de N₂O-emissie vooral van nitraathoudende meststoffen aanzienlijk hoger dan van ammonium-houdende of op ureum gebaseerde meststoffen. De N₂O-emissie bij nitraathoudende meststoffen kan dan oplopen tot 12% van de toegediende N.
- In Engeland is onderzoek gedaan naar de totale hoeveelheid N die uitspoelde en de vorm waarin de uitspoeling plaatsvond. De totale hoeveelheid uitgespoelde N was bij de verschillende meststoffen gelijk. De vorm waarin de N uitspoelde was wel verschillend. Bij AN en KAS was dit voor 95-99% als nitraat en bij U en U+A voor 60 -75 % als nitraat en verder overwegend als ureum.

AN en KAS geven de hoogste gewasopbrengst en N-opname en de laagste NH₃-emissie, maar hebben onder natte omstandigheden de hoogste N₂O-emissie en nitraatuitspoeling. Het risico in Nederland hiervan is het hoogst bij toedienen van nitraathoudende meststoffen in het (vroeg) voorjaar. Dit pleit voor het gebruik van ammoniumhoudende meststoffen en/of het toevoegen van een nitrificatieremmer in deze periode.

Toedieningsvorm

Meststoffen kunnen worden toegediend in vaste en in vloeibare vorm. In de vaste vorm worden de meststoffen verspreid als korrels. Bij vloeibaar kan onderscheid gemaakt worden tussen het verspuiten van de vloeistof en injectie via bijvoorbeeld een spaakwielbemester of een proefveldmachine, waarmee de vloeistof in sleufjes in de grond wordt gebracht. Verspuiten met een veldspuit wordt in Nederland op grasland nauwelijks toegepast onder andere vanwege het grotere risico van vervluchtiging en bladverbranding.

In vergelijkend onderzoek van de korrelmeststof KAS en vloeibare N-meststoffen, toegediend met een spaakwielbemester of proefveldmachine, gaf KAS vrijwel steeds een significant hogere opbrengst aan drogestof en N dan de als vloeistof toegediende N-meststoffen. Bij de vloeibare meststoffen was de opbrengst en N-opname bij vloeibaar AN beter dan die bij vloeibaar toegediende ureum en andere vloeibare meststoffen die ureum bevatten (Anasol, Urean en NTS). Nader onderzoek naar bijvoorbeeld effecten van ruimtelijke verdeling en grondsoort is nodig om de gevonden verschillen te verklaren.

Door het gebruik van GPS is de nauwkeurigheid van de verdeling en toe te dienen hoeveelheid meststof op de juiste plaats in de toekomst naar verwachting nog aanzienlijk te verbeteren. Bij de bemesting van snijmaïs zal het toedienen van mest in de rij naar verwachting een grote vlucht nemen. Door het toepassen van GPS hoeft het toedienen van de mest en het zaaien van de maïs dan niet meer gelijktijdig plaats te vinden.

Bij de huidige stand van de techniek wordt de hoogste N-benutting op grasland gerealiseerd met nauwkeurig gestrooide korrelmeststoffen. Hierbij past het gebruik van een goed afgestelde kunstmeststrooier en van de benodigde kantstrooiapparatuur.

Fysische aspecten en toepassing op bedrijfsniveau

Meststoffen zijn te mengen tot een blend. Dit geldt voor zowel vloeibare als korrelmeststoffen.

Het voordeel van een blend is, dat met 1 gift meerdere elementen kunnen worden toegediend. Het grootste nadeel is dat in veel gevallen niet alle percelen de juiste hoeveelheid van de toegevoegde nutriënten ontvangen. Korrelmeststoffen zijn makkelijk te transporteren en op te slaan, zowel in bulk als in kleinere hoeveelheden als

zakgoed. Voor vloeibare meststoffen zijn aangepast transport en opslag in een tank nodig. Bij een keuze voor het toedienen van vast of vloeibaar in eigen beheer spelen deze investeringen een belangrijke rol naast de afweging van de efficiëntie en de kosten van de meststoffen. Vloeibare N meststoffen hebben bij de huidige stand van de techniek een lagere efficiëntie en vloeibaar AN (zonder S zonder ureum) is duurder dan KAS. Meststoffen met S geven bij toepassing gedurende het gehele jaar een te hoge S dosering.

Het toepassen van vloeibare meststoffen zal zich naar verwachting beperken tot een loonwerkactiviteit voor grote oppervlakten in één keer en afhangen van de prijs van toediening en de prijs van de meststof.

Voorjaarsmeststoffen en nitrificatieremmers

In het algemeen is de N-efficiëntie van de bemesting in de eerste snede relatief laag. Door de lange groeiduur van deze snede kunnen dan uitspoelings- of denitrificatieverliezen optreden. Gebruik van meststoffen met een hoger ammoniumaandeel, al dan niet in combinatie met nitrificatieremmers, biedt mogelijk perspectief. Op dit moment zijn de nitrificatieremmers DCD, DMPP en Triazol-3MP (Piadin) toegelaten in Nederland.

Onderzoek geeft aan dat door het gebruik van nitrificatieremmers in het voorjaar de graslandopbrengst kan worden verhoogd met 20%. Een belangrijk bijkomend voordeel is dat door het gebruik van nitrificatieremmers de lachgasemissie met 50 - 70% kan afnemen. Als de lachgasemissie afneemt vinden de processen waarbij N_2O vrijkomt ook niet of in mindere mate plaats. Er zal dus minder uitspoeling en/of denitrificatie plaatsvinden. Het effect van de nitrificatieremmers was het grootst onder natte omstandigheden.

Ook het in Nederland uitgevoerde onderzoek op grasland in het voorjaar laat zien dat door het gebruik van Entec, een voorjaarsmeststof met een nitrificatieremmer, een opbrengstverhoging van circa 20% kan worden gerealiseerd. Ook het gebruik voorjaarsmeststoffen zonder nitrificatieremmer (bijvoorbeeld ammoniumsulfaat, AS of ammoniumsulfaatsalpeter, ASS) leidt tot een hogere opbrengst en N-opname. Het effect is dan over het algemeen wat minder groot dan bij meststoffen met een nitrificatieremmer. Voorjaarsmeststoffen bevatten vaak ook zwavel. Het gebruik van deze meststoffen is snel aantrekkelijk op gronden waar een aanvullende S-bemesting nodig is. Met voorjaarsmeststoffen kan, voor het realiseren van een gelijke opbrengst, met 80% van de N, die als KAS wordt gegeven, worden volstaan. De bespaarde N kan later in het seizoen nuttig worden gebruikt. Bij een gemiddelde hoeveelheid neerslag en in een nat voorjaar wordt de gelijke opbrengst met de genoemde 80% zeker gerealiseerd. In een droog voorjaar kan dit effect geringer zijn.

Overwogen kan worden een nitrificatieremmer aan de dierlijke mest toe te voegen. Onderzoek wijst erop dat het niet zinvol is een nitrificatieremmer aan de mest toe te voegen en tevens kunstmest met een nitrificatieremmer te gebruiken. Een van beide is voldoende.

Het gebruik van voorjaarsmeststoffen, al dan niet met een nitrificatieremmer, biedt perspectief om de N-benutting in het voorjaar te verbeteren en daarmee de verliezen door uitspoeling en/of denitrificatie en door lachgasemissie aanzienlijk te reduceren. Wanneer de regelgeving met betrekking tot de nitraatnorm (in relatie met de KRW) strenger wordt, zullen nitrificatieremmers naar verwachting van meer betekenis worden om de doelstellingen te halen.

Veredeling

Van de grassoorten heeft Engels raaigras de hoogste voederwaarde. De N-opname van Engels raaigras hangt nauw samen met de grasopbrengst. Daarom is de selectie binnen Engels raaigras sterk op de opbrengst gericht. Veredelaars geven aan dat er rassen zijn met een hoger eiwitgehalte en dat er goede mogelijkheden zijn om hierop en bijvoorbeeld op de bestendigheid van eiwit te selecteren, maar dat je dan zeker op korte termijn toegeeft op opbrengst en andere belangrijke eigenschappen.

Ook bij maïs is de N-opname sterk gerelateerd aan de opbrengst. Mogelijk biedt meer aandacht voor een goede pH en structuur van de bodem en het verhogen van het plantaantal per ha, door het verkleinen van de afstand

tussen de maïsrijen, perspectief om de N-benutting te verhogen.

Managementspecten

Naast de keuze van het type meststof, de toedieningsvorm en het wel of niet gebruiken van meststoffen met een nitrificatieremmer in het voorjaar spelen de zorg voor de bodem, de voorziening van het gewas met andere nutriënten en het graslandmanagement een belangrijke rol voor het realiseren van een hoge grasopbrengst en N-benutting. Deze aspecten zijn beschreven in de Hoofdstukken 9 en 10 en samengevat in de onderstaande Handreiking voor veehouders. Hoofdstuk 11 laat zien dat er in de praktijk zeker verbeteringen in het management mogelijk zijn.

Voorspelling Stikstof Leverend Vermogen

Het N-bemestingsadvies houdt rekening met het Stikstof Leverend Vermogen (NLV) van graslandgronden. Het NLV wordt momenteel bepaald via de N-totaal bepaling. Recent onderzoek geeft aan dat het meten van extraheerbaar organische stikstof (EON), in combinatie met de juiste gegevens voor temperatuur en bodemvocht mogelijkheden biedt tot een betere schatting van het stikstof leverend vermogen van de bodem dan de N-totaal bepaling. Hierdoor kan mogelijk 25 -50 kg N per ha worden bespaard.

Conclusies

- Van de verschillende typen N-meststoffen geeft het gebruik van op ammonium en nitraat gebaseerde meststoffen, als AN en KAS, de hoogste N-benutting. Deze meststoffen geven de hoogste gewasopbrengst en N-opname en de laagste NH₃-emissie, maar hebben onder natte omstandigheden de hoogste N₂O-emissie en nitraatuitspoeling.
- Bij de huidige stand van de techniek wordt de hoogste N-benutting op grasland gerealiseerd met nauwkeurig gestrooide korrelmeststoffen.
- Het gebruik van voorjaarsmeststoffen met een hoger ammonium aandeel dan KAS of Entec, een voorjaarsmeststof met een nitrificatieremmer, biedt in het voorjaar perspectief om de N-benutting te verbeteren en daarmee de verliezen door uitspoeling en/of denitrificatie en door lachgasemissie aanzienlijk te reduceren.
- Naast de keuze en het gebruik van de juiste meststof spelen de zorg voor de bodem, de voorziening van het gewas met andere nutriënten en het graslandmanagement een belangrijke rol bij het realiseren van een hoge grasopbrengst en N-benutting.
- Het meten van extraheerbaar organische stikstof (EON), in combinatie met de juiste gegevens voor temperatuur en bodemvocht biedt mogelijkheden tot een betere schatting van het stikstof leverend vermogen van de bodem dan de N-totaal bepaling.

Handreiking betere benutting N-meststoffen

Algemeen

Deze handreiking is gericht op het verbeteren van de N-benutting uit kunstmest. Als aanvulling op dierlijke mest zijn voor de groei van het gras in het voorjaar vaak stikstof (N) en zwavel (S) nodig .

Een goede benutting van de N uit kunstmest is mogelijk door:

- Keuze van de juiste N-meststof en toedieningsvorm; en
- Goed management.

Keuze van de N-meststof

Het type N-meststof

Op ammonium en nitraat gebaseerde N-meststoffen , als AN en KAS, geven de hoogste N-benutting.

N-meststoffen kunnen worden gegeven als ammoniumnitraat (AN) of kalkammonsalpeter (KAS) en als Ureum of ureum plus een ureaseremmer. AN en KAS geven de hoogste opbrengst en N-opname. Ureum blijft met een opbrengst en N-opname van 90% duidelijk achter ten opzichte van AN en KAS. Bij ureum plus ureaseremmer is dit 95%.

De toedieningsvorm

Meststoffen in korrelvorm geven de hoogste opbrengst en N-opname.

N-meststoffen kunnen worden toegediend in korrelvorm (vast) en als vloeibare meststof. Bij de huidige stand van de techniek geeft vast een hogere opbrengst en N-benutting dan als vloeistof toegediende meststoffen. Vloeibare meststoffen met ureum blijven daarbij achter ten opzichte van vloeibare AN.

Voorjaarsmeststoffen

Gebruik voor een hoge N-benutting een voorjaarsmeststof.

In het voorjaar is de kans op N-verliezen door uitspoeling of denitrificatie het grootst. Gebruik van voorjaarsmeststoffen (bijvoorbeeld ammoniumsulfaat, AS en ammoniumsulfaatsalpeter, ASS) of Entec (voorjaarsmeststof met nitrificatieremmer) vermindert dit risico. Bij het gebruik van een nitrificatieremmer is het risico het kleinst. Voorjaarsmeststoffen met een hoog ammonium aandeel bevatten vaak ook zwavel. Het gebruik hiervan is snel aantrekkelijk op gronden waar een aanvullende S-bemesting nodig is. Met voorjaarsmeststoffen kan, voor het realiseren van een gelijke opbrengst, met 80% van de N, die als KAS wordt gegeven, worden volstaan. De bespaarde N kan later in het seizoen nuttig worden gebruikt. Bij een gemiddelde hoeveelheid neerslag en in een nat voorjaar wordt de gelijke opbrengst met de genoemde 80% zeker gerealiseerd. In een droog voorjaar kan dit effect geringer zijn.

Overwogen kan worden een nitrificatieremmer aan de dierlijke mest toe te voegen. Onderzoek wijst erop dat het niet zinvol is een nitrificatieremmer aan de mest toe te voegen en tevens kunstmest met een nitrificatieremmer te gebruiken. Een van beide is voldoende.

Samengevat

Voor een goede N-benutting geven op ammonium en nitraat gebaseerde meststoffen , toegediend in korrelvorm, de hoogste N-benutting. Gebruik voor een betere N-benutting in het voorjaar een voorjaarsmeststof bij voorkeur met een nitrificatieremmer. Gebruik in latere sneden KAS. Hieraan kunnen andere nutriënten (bijvoorbeeld Mg of Na) zijn toegevoegd.

Managementaspecten

Naast keuze van de meststof is een groot aantal management aspecten belangrijk voor de N-benutting. Hieronder is een samenvatting gegeven van een aantal aspecten waarmee een veehouder de N-benutting kan verbeteren.

- **Bodem:** Zorg voor een goede ontwatering en pH van de bodem.
- **Andere nutriënten:** Zorg voor een goede voorziening met de overige nutriënten (P, K en S), die van belang zijn voor een goede gewasopbrengst.
- **Planning:** Maak een plan voor de verdeling van de werkzame N uit mest en kunstmest over de gewassen en over het seizoen.
- **Voorjaar:** Geef in het voorjaar indien mogelijk alle percelen mest.
- **Voorjaarsmeststof:** Gebruik op grasland in het voorjaar een voorjaarsmeststof.
- **Kunstmest strooien:** Gebruik een goed afgestelde kunstmeststrooier en kantstrooiapparatuur.
- **Weer:** Ga geen kunstmest strooien als op korte termijn veel neerslag wordt verwacht.
- **Gebruik:** Maak onderscheid in N-gift tussen te maaien en te beweiden percelen.
 - Maaipercelen 25 m³ en weidepercelen 15-20 m³ mest per ha.
 - Vul aan met kunstmest voor maaien of weiden.
- **Bij N-bemesting lager dan landbouwkundig advies:**
 - Bemest alle percelen (procentueel) even ver beneden het advies.
 - Benut de lichtintensiteit en groeipotentie in het voorjaar door de eerste snede extra te bemesten en de latere sneden minder.
- **Mest en kunstmest:** Houdt bij de aanvullende kunstmestgift rekening met de werking van de mest en de nawerking van in vorige sneden gegeven mest.
- **Nazomer en herfst:** Bouw de N-bemesting in de nazomer tijdig af en benut de N-mineralisatie uit de bodem. Het herfstgras heeft dan:
 - Een lager RE-gehalte.
 - Een hoger suikergehalte.
 - Is smakelijker.

Grasland inzaaien of herinzaaien:

- **Ingezaaid bouwland:** Geef ingezaaide bouwlandpercelen in het eerste jaar 50 N en in het tweede jaar 25 N per ha extra voor de opbouw van de nieuwe zode.
- **Heringezaaid grasland:** Geef heringezaaid grasland minder N en benut zo op heringezaaide percelen de 100 N per ha die uit de zode vrijkomt.

Smakelijkheid van gras:

- **Bevorder op te beweiden percelen de smakelijkheid van het gras, door:**
 - Alle etgroen percelen te beweiden.
 - Geen mest op te beweiden percelen.
 - In juli/aug 10-15 m³ mest te geven, om het risico van kroonroest te verminderen.
 - In juli een keer extra te bemesten met 100 kg landbouwzout per ha.
 - Na twee beweidingen de bossen te maaien of het perceel te maaien.

Snijmaïs:

- Zorg bij de teelt van snijmaïs voor voldoende aanvoer van organische stof uit dierlijke mest en door het telen van een goed geslaagde groenbemester.