

Stikstof:

**verbetering van de benutting
en reductie van ongewenste
neveneffecten**

PAGV-abonneedag, vrijdag 14 juni 1991

Het terugdringen van de stikstofverliezen in de akker-en tuinbouw	1
<i>ir. P.C. Meeuwissen (IKC-MKT)</i>	
Toepassing van dierlijke mest in de akkerbouw	4
<i>ir. H. Hengsdijk (PAGV)</i>	
Geïntegreerde (N)-bemestingsstrategie voor de akker-en tuinbouw	7
<i>ir. F.G. Wijnands (PAGV)</i>	
Bedrijfseconomische aspecten van stikstofbemesting op akkerbouwbedrijven	11
<i>ing. S.R.M. Janssens en ing. J.G. Groenwold (LEI-DLO)</i>	
Resultaten/inzichten vanuit de voorstudie N-problematiek in de akkerbouw	16
<i>ir. C.E. Westerdijk (PAGV)</i>	
Optimalisering van de stikstofbemesting van aardappelen door middel van analyse van bladstelen op nitraatgehalte	21
<i>ir. C.D. van Loon en ir. A. Veerman (PAGV)</i>	
N-benutting door maïs: het moet en kan beter	24
<i>ir. W. van Dijk (PAGV)</i>	
Stikstof(N)bijbemestingssysteem	27
<i>ir. H.H.H. Titulaer (PAGV)</i>	
Stikstofbemesting bij koolgewassen	33
<i>dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel (PAGV)</i>	
N-bemesting in relatie tot natrot in witlof	35
<i>ir. G. van Kruistum (PAGV)</i>	

HET TERUGDRINGEN VAN DE STIKSTOFVERLIEZEN IN DE AKKER- EN TUINBOUW

P.C. Meeuwissen (IKC-MKT, Ede)

In de akkerbouw gaat per jaar ongeveer 150 kg N per hectare verloren. In de (intensieve) vollegrondsgroenteteelt kunnen deze verliezen oplopen van 100 kg N tot enkele honderden kilo's N per hectare per jaar. Deze verliezen zorgen voor een verslechtering van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater.

Stikstof kan verloren gaan door ammoniakvervluchtiging, uitspoeling, afspoeling, denitrificatie en vastlegging aan organische stof. Stikstof die in dierlijke mest zit, kan enkel goed worden benut indien:

- er niet méér werkzame N wordt gegeven dan het gewas kan opnemen;
- de mest meteen wordt ondergewerkt om op die manier de NH_3 -vervluchtiging tegen te gaan;
- de mest vlak voor het groeiseizoen (bouwland) of in het voorjaar wordt toegediend.

Indien aan één of meerdere van deze eisen niet wordt voldaan, kan dierlijke mest nooit een optimale werking hebben en zullen er emissies naar het milieu plaatsvinden.

Voor N-kunstmest kan er van uit worden gegaan dat de verliezen niet ontstaan doordat op het verkeerde tijdstip of doordat niet ondergewerkt wordt, maar dat de verliezen ontstaan doordat er in combinatie met een gift dierlijke mest, of mineralisatie uit de bodemvoorraad, méér wordt gegeven dan het gewas op kan nemen.

In het advies van de Commissie Stikstof vormt de hoeveelheid N_{min} (nitraat en ammonium) in het najaar de basis voor de meeste voorstellen. Deze N_{min} -voorraad dient volgens de voorstellen in de fase na 1994 niet meer te bedragen dan 70 kg N_{min} in de laag 0-100 cm-mv. De Commissie is hierbij uitgegaan van een voorraad op bedrijfsniveau. Dit betekent dat gewassen die veel N_{min} achterlaten bij de huidige N-adviezen 'weggemiddeld' kunnen worden tegen gewassen die weinig N_{min} achterlaten.

In de verdere aanpak zal centraal staan: hoe kunnen we N_{min} na de oogst zoveel mogelijk beperken? In de aanpak dienen twee stappen verder uitgewerkt te worden:

- Hoe krijgen we de praktijk zover dat adviezen en regels goed worden opgevolgd?
- Hoe kunnen we de N-efficiëntie verder opvoeren?

Wat kunnen onderzoek en praktijk bijdragen aan het slagen van deze aanpak?

Ten aanzien van het beter opvolgen van de adviezen:

- Bepaling van N_{min} in het najaar bij huidige adviezen kan ook voor de praktijk een goed hulpmiddel zijn en kan gekoppeld worden aan het N-bijmeststelsel.
- Mineralenboekhouding verder uitwerken en het gebruik in de praktijk stimuleren.

- Het benutten van de relatie kwaliteit en bemestingsniveau in zoverre die aansluit bij de doelstelling ten aanzien van N_{min}.
- Het verder stimuleren van het doen van grondonderzoek ('Meten is weten').

Ten aanzien van het verhogen van de N-efficiëntie:

Een aanzienlijk deel van de N-verliezen wordt veroorzaakt door de verkeerde toepassing van dierlijke mest. Hoewel de praktijk hiertegen bezwaren heeft, is het van belang de mest zoveel mogelijk vlak voor of in het groeiseizoen toe te dienen en direct onder te werken. Wat betreft voorjaarstoepassing op zwaardere gronden zal het roer om moeten. Het is te verwachten dat deze aspecten ook steeds meer in de regelgeving verwerkt zullen worden.

Ten aanzien van het gebruik van kunstmest-N zal moeten worden uitgegaan van enkele principes:

- Deling van de N-gift in afhankelijkheid van het opnameverloop in het gewas.
- Toediening van N zo dicht mogelijk bij de plant.
- Beheersing en inschatting van het mineralisatieniveau.

We kunnen deze principes om een aantal redenen niet zonder meer in de praktijk toepassen:

- Een aantal gewassen gaat niet efficiënt om met de aangeboden N, omdat de beworteling beperkt is of doordat, vanwege het plantverband, een volveldse bemesting niet goed wordt benut. Ook kan de benutting laag zijn omdat de gewassen worden geoogst op het 'hoogtepunt' van N-opname (dit geldt met name voor bladgroenten).
- Een hoog mineralisatieniveau bij gronden die in het verleden veel dierlijke mest hebben ontvangen is er de oorzaak van dat op deze gronden zoveel N vrijkomt dat sturing niet meer mogelijk is.
- Jaarinvloeden vertroebelen het beeld van de N_{min}-voorraad in het najaar:
 - * temperatuur- en vochtverloop hebben invloed op het mineralisatieniveau;
 - * sommige jaren laten een hogere produktiviteit zien dan andere;
 - * door een neerslagoverschot kan tijdens of net na het groeiseizoen N-uitspoeling optreden.

Er liggen nog een heleboel vragen ten aanzien van het verhogen van de N-efficiëntie:

- Verder onderzoek naar het N-bijmeststelsel voor alle akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen is noodzakelijk, waarbij een verlaging van de gehanteerde buffercapaciteit noodzakelijk is. Onderzocht kan worden in hoeverre met rijenbemesting de bufferhoeveelheid verder omlaag kan worden gebracht. Dit onderzoek dient te leiden tot milieukundig en landbouwkundig verantwoorde N-adviezen.
- In de praktijk dient onderzocht te worden in hoeverre het niveau van N-mineralisatie beheerst en zo nodig verlaagd kan worden. Hieraan kan de vraag gekoppeld worden op welke manier hoge P_w-getallen verantwoord kunnen worden afgebouwd.

Hierbij dient de bruikbaarheid centraal te staan: percelen met een hoog mineralisatieniveau zijn niet meer voor alle teelten bruikbaar. Het stoppen van organische bemesting, het gebruik van compost, stro en groenbemestingsgewassen kan hierbij betrokken worden.

- Verdere uitwerking van de relatie tussen N_{min}-bepaling en mineralenboekhouding. Geeft een verlies op de mineralenboekhouding voldoende inzicht in de mate van N-uitspoeling en andere N-verliezen?

TOEPASSING VAN DIERLIJKE MEST IN DE AKKERBOUW

H. Hengsdijk

Dierlijke mest is door de eeuwen heen gebruikt om de vruchtbaarheid van de bodem te verhogen. De produktie van mest en gewasopbrengsten zijn lang nauw met elkaar verweven geweest. Na de introductie van de kunstmeststoffen werd de rol van dierlijke mest gaandeweg kleiner. Verdergaande "ontmenging" van het gemengde boerenbedrijf deed de rest. Het gespecialiseerde akkerbouwbedrijf koos voor de goedkopere en gebruiksvriendelijker kunstmest; het gespecialiseerde veehouderijbedrijf wendde zijn dierlijke mest aanvankelijk zonder problemen op eigen bedrijf aan. Een groot deel van de veehouderij ontwikkelde zich in de richting van een niet-grondgebonden activiteit waarmee dierlijke mest meer en meer een afvalprodukt werd. Dierlijke mest onderging hetzelfde lot als veel andere afvalprodukten, het werd gedumpt. In eens heldere polderslootjes dreef plotseling een groene drab, algen. Een gevolg van overbemesting. Het mestprobleem was geboren.

De overheid tracht het dierlijke mestoverschot met een omvangrijk onderzoek- en voorlichtingsprogramma op drie manieren te bestrijden. Speerpunten hierbij zijn verlaging van het mineralengehalte in diervoeders, industriële mestverwerking en transport van mest naar gebieden zonder mestoverschot. In veel gevallen zijn dit akkerbouwgebieden.

Dierlijke mest dus terug op het akkerbouwbedrijf? En dat terwijl de meeste akkerbouwers mest louter negatief beoordelen: de samenstelling is onbekend en variabel, nutriënten komen niet in de goede verhoudingen voor, toediening geschiedt met zware machines, onkruidzaden en ziekten zouden met mest verspreid worden, en bovenal stinkt mest. Ondanks deze vermeende nadelen is dierlijke mest op een klein aantal akkerbouwbedrijven met name op de lichtere gronden nooit helemaal van het toneel verdwenen. Als bron van organische stof, als verrijker van het bodemleven en als middel tegen verstuiving heeft dierlijke mest zijn waarde op deze bedrijven behouden.

Mede door zijn lage kosten is dierlijke mest weer in de belangstelling komen te staan van akkerbouwers die vervreemd waren van het gebruik van dierlijke mest. Ervaring en onderzoeksresultaten uit het verleden leren hoe dierlijke mest ingezet moet worden om een maximale kg-opbrengst te bewerkstelligen. Daarin wordt echter voorbijgegaan aan de kwaliteit van het geoogste produkt en de milieu-hygiënische consequenties die de inzet van dierlijke mest met zich meebrengt. Er is veel veranderd ten aanzien van vooral de bodemhygiënische aspecten van bemesting. De wetgever heeft maatregelen geformuleerd die nieuwe randvoorwaarden scheppen waarbinnen dierlijke mest ingezet kan en mag worden. Hierbij gaat het vooral om minimalisering van nutriëntenverliezen naar de omgeving via beperking van de jaarlijks in te zetten hoeveelheid mest, uitrijverboden en inwerkplicht. Ervarings- en onderzoeksfeiten schieten te kort om inpasbaarheid van dierlijke mest in het huidige akkerbouw-bouwplan, gegeven deze wettelijke randvoorwaarden, te kunnen beoordelen. Om aan deze leemte in kennis het hoofd te bieden zijn door het PAGV in 1986/87 op een zestal verschillende lokaties elf meerjarige veldproeven opgezet ten behoeve van het onderzoek naar toepas-

singsmogelijkheden van dierlijke mest in de akkerbouw. Het onderzoek moet inzicht verschaffen op welke wijze en in welke mate dierlijke mest benut kan worden door de akkerbouw gegeven een aantal landbouwkundige eisen en een aantal milieu-hygiënische doelstellingen.

Bij landbouwkundige randvoorwaarden moet in eerste instantie gedacht worden aan het opbrengstvermogen van dierlijke mest. De vraag is immers of sprake is van een opbrengstverhogend effect van dierlijke mest zoals dat in het verleden veelal is aangetoond bij mestgiften die hedentendage door wettelijke beperkingen onmogelijk zijn. Ook moet gedacht worden aan de kwaliteitsaspecten van het geoogste produkt. Bekend zijn de afnemende suikerpercentages van suikerbieten bij toenemende mestgiften.

Bij milieu-hygiënische randvoorwaarden moet in eerste instantie gedacht worden aan de wettelijk voorgeschreven fosfaatnorm. Ook is van belang de minerale stikstof die na de oogst in de bodem achterblijft en die als maat wordt beschouwd voor de potentie tot uitspoeling van stikstof. In samenwerking met het Staring Centrum en de Landbouw Universiteit wordt op twee lokaties de uitspoeling van stikstof daadwerkelijk gemeten. Bij milieu-hygiënische aspecten kan ook worden gedacht aan de opbouw van zware metalen in de bodem die met de mest worden aangevoerd. Al deze zaken worden in het onderzoek betrokken.

Hoewel het onderzoek nog niet is afgerond kunnen enkele voorlopige conclusies worden getrokken: Toediening van dierlijke mest eens in de twee jaar voorafgaand aan aardappelen of bieten, in hoeveelheden die voldoen aan de wettelijke fosfaatnorm, resulteren in het algemeen in een verhoging van de kg-opbrengst. Weliswaar is de opbrengstverhoging groter naarmate de mestgift groter is, maar wat te denken van de kwaliteit. De verminderde kwaliteit bijvoorbeeld bij bieten resulteert in een lager suikerpercentage dat contraproductief werkt. Vanuit dit gezichtspunt zijn de wettelijke fosfaatnormen zo slecht nog niet. Voorkomen wordt dat de kg-meeropbrengsten bij te hoge mestgiften teniet worden gedaan door een mindere kwaliteit van het geoogste produkt. Dit lijkt overigens sterker te gelden voor suikerbieten dan voor aardappelen.

In het volggewas wintertarwe, brouwergerst of erwten worden tot dusver bij deze mestgiften geen opbrengst en/of kwaliteitseffectenesignaleerd.

Een probleem is en blijft waarschijnlijk de afstemming van de kunstmeststikstofgift bij toepassing van dierlijke mest. Inschatting van de werking van de stikstof uit de dierlijke mest blijft moeilijk ook na analyse van het stikstofgehalte van de mest. De werkingspercentages van stikstof in dierlijke mest die in de literatuur als vuistregel worden gegeven, leiden veelal niet tot maximale opbrengstniveaus. Dit hangt nauw samen met denitrificatie, uitspoeling van stikstof en mineralisatie van organisch gebonden stikstof in mest. Processen die in grote mate worden gestuurd door klimatologische omstandigheden (neerslag en temperatuur) in de periode tussen toepassing van de mest en de oogst.

Deze processen bepalen niet alleen in grote mate de landbouwkundige waarde van dierlijke mest, maar grijpen evenzeer in op de milieu-hygiënische aspecten van dierlijke mest. In dit verband mag het gebruik van groenbemesters en stro in combinatie met een najaarsaanwending van dierlijke mest niet onbesproken blijven. Najaarsaanwending van dierlijke mest leidt tot hoge N_{min}-gehaltes in

de bodem waardoor veel stikstof verloren kan gaan. Groenbemesters en/of stro kunnen worden ingezet om zulke stikstofverliezen te beperken. Groenbemesters zoals gele mosterd zijn, mits tijdig gezaaid, in staat de minerale stikstof uit de mest tot de winter vast te leggen. In zachte winters zal evenwel een groot deel van deze vastgelegde stikstof weer mineraliseren en kan deze alsnog in de late winter en vroege voorjaar verloren gaan. Najaarstoediening zonder groenbemester en/of stro zal zeker tot ernstige stikstofverliezen leiden. De inzet van groenbemesters en/of stro biedt echter geen garantie dat stikstofverliezen naar het milieu veel kleiner zijn, zeker in zachte winters. Het is niet ondenkbaar dat slechts met een voorjaarstoediening van mest de stikstofverliezen binnen milieu-hygiënisch aanvaardbare grenzen zijn terug te brengen.

Het is duidelijk dat de belangen van de akkerbouwer en de veehouder hedentendage in veel zaken niet parallel lopen. Dit geldt zeker ten aanzien van het mestoverschot dat grotendeels veroorzaakt wordt door goedkope veevoerimporten. Om de nationale mineralenbalans meer in evenwicht te brengen heeft een meer grondgebonden veehouderij de voorkeur. Hiermee zou eveneens de akkerbouw het meest gediend zijn. Zolang andere belangen dit verhinderen rest de akkerbouw niets anders dan een goedkope meststof. Vanuit landbouwkundig oogpunt lijken op de korte termijn bezien geen nadelen verbonden te zijn aan het gebruik van dierlijke mest in hoeveelheden die voldoen aan de wettelijke fosfaatnorm. Deze norm, hoewel van milieu-hygiënische herkomst, kan in dit verband als een landbouwkundige "kwaliteitsbeveiliging" worden beschouwd. Wat de effecten van meerjarig gebruik van dierlijke mest zijn is moeilijk in te schatten. Bij meerjarig gebruik is het niet ondenkbaar dat een opbouw van organisch gebonden stikstof in de bodem plaatsvindt. De stikstof-afstemming van het gewas zal hierdoor niet eenvoudiger worden.

In hoeverre landbouwkundige en milieuhygiënische doelstellingen bij de toepassing van dierlijke mest in de akkerbouw kunnen worden verwezenlijkt zal vooral afhangen van de grootte van de onvermijdelijke nutriëntenverliezen naar de omgeving die het gebruik van dierlijke mest nu eenmaal met zich brengt.

F.G. Wijnands

Tot nu toe was de N-bemesting voornamelijk gericht op het maximaliseren van de fysieke opbrengst van gewassen. In economische zin wordt dit als de optimale strategie beschouwd. De N-bemesting van gewassen is echter ook direct van invloed op de kwaliteit van de producten, op de uitstoot van N naar de lucht en naar het grond- en oppervlaktewater en op de gezondheid van gewassen en daardoor ook indirect op de pesticiden-inzet.

Als akkerbouwers en groentetelers namelijk geen of te weinig rekening houden met de N-werking van organische mest en zelfs in hun streven naar een topopbrengst geneigd zijn wat forser te bemesten dan wordt geadviseerd, dan loopt de kwaliteit van de gewassen en daarvan afgeleide producten gevaar. Dit bewijzen de regelmatige klachten over suikerbieten (te laag suikergehalte, te lage winbaarheid), aardappelen (te laag drogestofgehalte en te weinig afgerijpt voor verwerking) en uien (dikhalzen, slechte bewaarbaarheid), om niet te spreken van de problemen met N-gevoelige gewassen als peen en witlof en de nitraatproblematiek in vollegrondsgroenten.

Deze overdosering van dierlijke mest, het onvoldoende rekening houden met de nawerking en de te ruime kunstmest-N bemesting komen algemener voor dan doorgaans aangenomen wordt.

Een te groot N-aanbod leidt bovendien tot hogere druk van ziekten, plagen en onkruiden en vergroot het gevaar voor legering van gewassen. De invloed van N op ziekten en plagen kan op tweeërlei wijze plaatsvinden. Enerzijds stimuleert N een uitbundige loofontwikkeling en bevordert daardoor een microklimaat dat gunstigere ontwikkelingsmogelijkheden biedt voor gewasbelagers. Anderzijds leidt een hogere N-bemesting tot een directe verhoging van de voedingstoestand waar vele ziekten en bijvoorbeeld met name luizen van kunnen profiteren.

Van alle aangewende stikstof komt slechts een beperkt deel (40-70%) in de gewassen terecht. Dat betekent dat ook bij N-giften die goed afgestemd zijn op de gewasbehoefte, N onbenut blijft. Daarnaast kan ook pure verspilling van N plaatsvinden bij de aanwending van dierlijke mest en/of kunstmest. In de praktijk gebeurt dit onder andere bij:

- overdosering: aanwending van zoveel N dat deze samen met de N-levering door de bodem de behoefte van het eerstvolgende gewas overschrijdt. Potentiële verliesposten via denitrificatie en uitspoeling;
- aanwending van dierlijke mest zonder ogenblikkelijke inwerking zodat bijna alle N via ammoniakvervluchtiging verloren kan gaan;
- aanwending van N in de vorm van dierlijke mest in de stoppels van gewassen zonder nateelt van groenbemester of met zoveel N dat dit de opnamecapaciteit van de groenbemester en/of stro overschrijdt. Verlies via denitrificatie en uitspoeling.

De totale hoeveelheid onbenutte stikstof in de akker- en tuinbouw is inmiddels tot indrukwekkende hoogte gegroeid. Zo wordt circa 60% van alle aangevoerde stikstof niet benut (> 200 kg/ha). De onbenutte stikstof kan zich ophopen in de organische stof in de grond, kan uitspoelen naar grond-

en oppervlaktewater, denitrificeren of als ammoniak vervluchtigen. De negatieve milieukundige effecten zijn evident.

De overheid heeft voor bijna iedere vorm van verlies (uitstoot of emissie) richtlijnen of wetgeving opgesteld zowel met betrekking tot het volume ervan of de concentratie van stoffen, met name in water.

Dit complex van problemen vraagt om een ander en meer samenhangend bemestingsbeleid op bedrijfsniveau. Niet alleen dient expliciet bij de bemesting met het milieu rekening gehouden te worden, maar dienen ook de kwaliteitsaspecten en de gezondheid van de gewassen in het oog gehouden te worden.

Geïntegreerde bemestingsstrategie

Een geïntegreerde benadering van dit complex van bemestingsaspecten gaat uit van de volgende hoofdpunten.

1. De bemestingstoestand van de grond moet op een economisch verantwoord peil worden gehandhaafd. Dit wil zeggen niet te laag voor een kwantitatief goede opbrengst en niet te hoog voor een kwalitatief goede opbrengst, op basis van gezonde gewassen met minimale behoefte aan chemische bestrijding.
2. Dosering en toepassing van de meststoffen moet zijn gericht op een zo hoog mogelijke benutting door het gewas en zo laag mogelijke emissies naar het milieu.
3. Kunstmest moet zoveel mogelijk door dierlijke mest worden vervangen, om meerdere redenen:
 - meer evenwicht op de nationale N-P-K-balansen en daardoor minder druk op natuur en milieu;
 - verbetering en handhaving van de bodemvruchtbaarheid van bouwland, zowel fysisch (structuur) en chemisch (plantevoeding) als biologisch (weerstand tegen ziekten en plagen);
 - kostenbesparing en opbrengstverhoging;
 - instandhouding van eindige hulpbronnen, met name die van energie (vooral nodig bij N-kunstmest fabricage) en P.

Gezien de enorme overschotten op de N-P-K-balansen, zowel op nationaal als op bedrijfsniveau, moet absolute prioriteit worden gegeven aan optimaal gebruik van dierlijke mest. Concreet betekent dit dat de bedrijfsbehoefte aan P volledig wordt gedekt door dierlijke mest en de K- en N-behoefte zoveel mogelijk. Daarbij dient de mest met minimale verliezen aan ammoniak en nitraat te worden aangewend.

Om bovengestelde doelen te realiseren, kunnen op basis van de huidige inzichten algemene richtlijnen voor geïntegreerde bemesting worden geformuleerd (zie tabel 1).

Tabel 1. Richtlijnen voor geïntegreerde bemesting op bouwland.

Dosering

- Pw- en K-getal perceelsgewijs op streefcijfers handhaven (bodemanalyse per rotatie), door de over het bouwplan berekende afvoer aan P en K te compenseren (nutriëntenbalans) middels wanneer nodig repareren of saneren gerichte bemesting van de meest behoeftige gewassen.
- Stikstofbehoefte gewasgewijs dekken op basis van N_{min} in het voorjaar en eventueel NBS, echter met correctie voor de nawerking van groenbemesters en dierlijke mest om ziekte- en legeringsrisico's te verminderen en de kwaliteit van het produkt te waarborgen.
- Dierlijke mest altijd in twee opzichten doseren: gewasgewijs op basis van N-behoefte, echter bouwplangewijs op basis van de fosfaatbehoefte; zonodig aanvullen met kunstmest-N en K.

Aanwending:

- Meststoffen voldoende gelijkmatig verspreiden zowel in de breedte als in de lengte; voor drijfmest betekent dit uitrijden bij weinig wind en met een zwenkende of roterende verdeler met pompaandrijving, met een sleepslangenmachine of liever nog: injecteren.
 - Stikstofhoudende meststoffen vlak vóór zaaien/poten of over het gewas toedienen en liefst gefaseerd en/of in rijen toepassing (ook voor P), voor een maximaal rendement.
 - Dierlijke mest meteen inwerken, om ammoniakverliezen te beperken (bij voorkeur in één werkgang).
 - Stikstof die mineraliseert na de oogst van het hoofdgewas behoeden voor uitspoeling door stro in te ploegen en/of een groenbemester met maximale produktie aan verse massa te telen.
-

De hoogte van de stikstofgift is van directe invloed op het opbrengstniveau. Als basis voor een op de gewasbehoefte afgestemde bemesting worden in Nederland de adviezen van 'Oosterbeek' gehanteerd (Anonymus, 1987). De opbrengst-responscurves zijn echter rond het optimum uitermate vlak (sterk verminderde meeropbrengsten per eenheid extra N). Dat betekent dat het aftoppen van de N-bemesting met circa 40 kg N of minder voor de meeste gewassen tot minimale opbrengstreducties leidt.

Reden om deze aftopping na te streven is de verminderde ziekten- en plaaggevoeligheid, het verminderde risico op ongewenste stikstofuitspoeling na de oogst en het nastreven van een kwaliteitsverbetering. Per gewas kan het accent anders liggen. Zo verschillen gewassen sterk in de efficiency waarmee de aangeboden N benut wordt. Dit in samenhang met het benodigde bemestingsniveau bepaalt sterk de resthoeveelheid N na de oogst die de potentiële uitspoelingsbron vormt. Zo zijn aardappelen zeer onefficiënt en wintertarwe zeer efficiënt in de omgang met N. N-giften hoger dan de adviesgiften, dus N-giften die hoger zijn dan de gewasbehoefte, leiden vrijwel direct tot een enorme verhoging van deze voorraad-rest N die kan uitspoelen. Bij het vaststellen van de toe te dienen hoeveelheid N per gewas, dient allereerst uitgegaan te worden van het bemestingsadviesniveau. Vanwege bovengenoemde redenen wordt deze bemesting daarna afgetopt.

Vervolgens dient rekening gehouden te worden met de nawerking van groenbemesters, voorvruchtresten en dierlijke mest, dus de N-nalevering uit organische bronnen. Bedrijfsspecifiek kan eventueel rekening gehouden worden met duidelijke lagere of hogere N-levering uit de bodem. De directe mestgift tenslotte kan uit kunstmest en/of dierlijke mest bestaan. Bij gebruik van dierlijke mest dient rekening gehouden te worden met de werkingscoëfficiënt.

Een dergelijke aanpak dient sterk bedrijfs- en perceelsspecifiek te zijn. Dat vereist een representatieve monsternamen van de N-voorraad in het voorjaar, zeker bij percelen die dierlijke mest in het najaar gehad hebben of waar groenbemesters verbouwd zijn. Alle methodieken die tijdens de gewasgroei

gebruikt kunnen worden om vast te stellen of er voldoende N beschikbaar is, zijn van vitaal belang voor een rationele bemesting. Het betreffende gewas dient dan teelttechnisch wel de mogelijkheden te bieden om efficiënt bij te bemesten. Is een dergelijke methode voorhanden zoals door middel van de bladsteeltjesmethode in de aardappelteelt of zoals de N-bijbemestingssystemen in de vollegrondsgroenteteelt, dan kan volstaan worden met een basisgift die dan gericht aangevuld kan worden. Het risico voor overbemesting is dan uiteraard vrijwel uitgesloten, terwijl optimaal op de perceelsspecifieke situatie en de jaarsinvloeden daarop ingespeeld kan worden. Een bijkomend voordeel van gedeelde toepassingen van N in meer algemene zin is dat de N-benutting van de gewassen hoger is en er minder verloren gaat.

Toepassing van kunstmest in rijen kan ook leiden tot een betere benutting waardoor zelfs opbrengstverhogingen bereikt kunnen worden of bij gelijke opbrengstniveaus met minder N volstaan kan worden. Dit type onderzoek wordt momenteel in meerdere gewassen uitgevoerd.

De potentiële verliezen op bedrijfsniveau kunnen nog verder teruggedrongen worden door het gericht gebruik van stro en/of groenbemesters na de hoofdteelt. De groenbemesters dienen dan wel of de winter over te staan of zo laat mogelijk in de herfst ondergewerkt te worden.

Deze hele strategie is gericht op zo laag mogelijke verliezen en een zowel kwantitatief als kwalitatief optimale opbrengst behaald met zo gezond mogelijke gewassen.

In het bedrijfssystemenonderzoek te Borgerswold, Vredepeel en op het OBS wordt deze strategie in de geïntegreerde systemen ontwikkeld en getoetst.

Resultaten en perspectieven

Uit de mineralenbalansen en uitspoelingsmetingen van/op het OBS ('86-'88) blijkt dat zowel het N-overschot als het NO_3 -verlies via drains voor het geïntegreerde bedrijf lager is dan voor het gangbare bedrijf (overschot 130 tegen 85 kg N/ha, uitspoeling 10 tegen 8 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ voor resp. gangbaar en geïntegreerd).

Een gericht en efficiënt gebruik van dierlijke mest blijkt dus in vergelijking met een gangbare bedrijfsvoering niet tot hogere maar zelfs tot lagere uitspoeling te leiden. Toch blijft het noodzakelijk ook in dit aspect de grenzen te verkennen. Mede daartoe is zowel de opzet van het OBS als die van Borgerswold bijgesteld. Zo zal op het OBS op het experimentele bedrijf een kunstmestvariant van geïntegreerd vergeleken worden met de aanpak tot nu toe. Naast emissie is hier natuurlijk ook opbrengstniveau, produktkwaliteit, stuurbaarheid etc. in het geding. Te Borgerswold is in één bedrijfssysteem ruimte gecreëerd om de N-bemesting zover aan te passen dat de uitspoeling kan voldoen aan de milieunormen. Hier zijn met name de economische consequenties van groot belang. Gezien de toenemende kwaliteitseisen en de noodzaak om zowel de pesticideninzet als de stikstofemissies te beperken is een integraal bemestingsbeleid onmisbaar voor de land- en tuinbouw van de toekomst.

S.R.M. Janssens en J.G. Groenwold, LEI-DLO

Inleiding

Het gebruik van meststoffen in de landbouw wordt via wetgeving steeds strakker aan banden gelegd. Het nationale mineralenoverschot, waarvan het stikstofoverschot deel uitmaakt, wordt veroorzaakt door het hoge kunstmestverbruik, de import van grondstoffen voor de produktie van krachtvoerders en depositie.

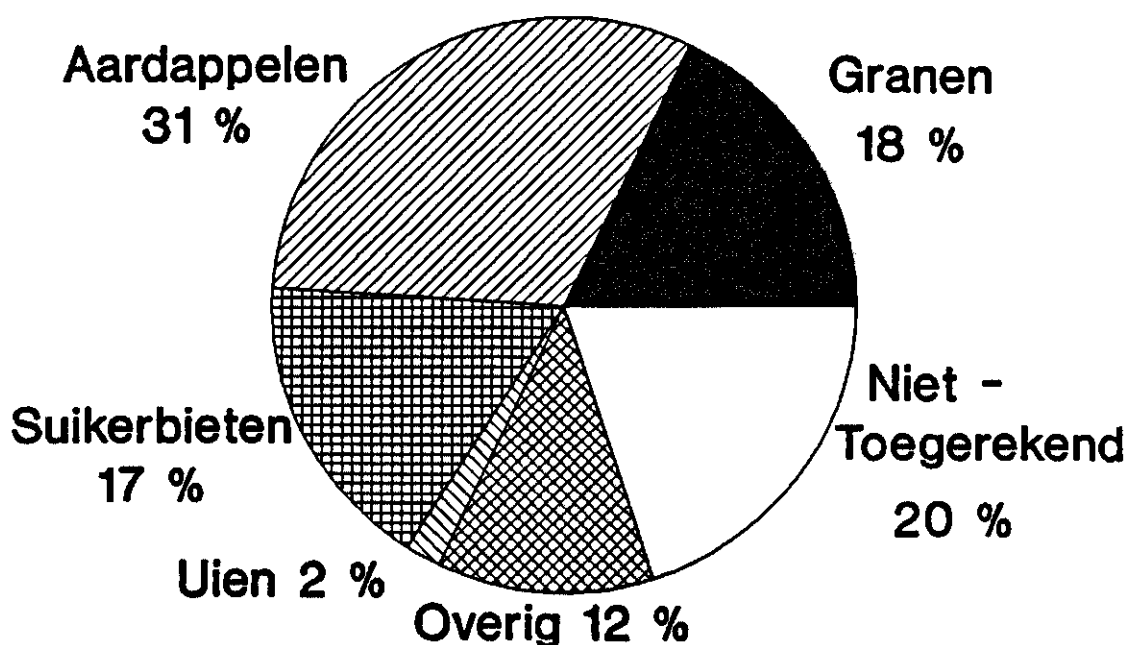
Hoewel de emissie van meststoffen vanuit de akkerbouw relatief beperkt is zullen ook voor deze tak de eisen verscherpt worden. Een reden om na te gaan hoe het met het stikstofverbruik op akkerbouwbedrijven is gesteld. Daartoe is gebruik gemaakt van de gegevens die het LEI jaarlijks op een groot aantal steekproefbedrijven verzamelt.

De totale kosten op het akkerbouwbedrijf bestaan voor 75 procent uit vaste kosten en voor circa 25 procent uit variabele kosten. De jaarlijkse kosten voor meststoffen vormen slechts een klein deel (circa 3%) van de totale kosten. Daar staat tegenover dat er een duidelijk verband bestaat tussen de stikstofgift en de fysieke c.q. geldelijke opbrengsten.

Economisch gezien wordt de optimale gift aangeduid als het punt waar de kosten van een extra kilo stikstof gelijk is aan de extra opbrengst die met behulp van die ene kilo bereikt kan worden. De praktijk is echter complexer omdat door een hogere stikstofgift het gewas bijvoorbeeld gevoeliger wordt voor de aantasting door ziekten en plagen. De hiervoor benodigde extra gewasbeschermingskosten moeten eveneens in de kosten-baten afweging betrokken worden. Naast de omvang wordt ook de kwaliteit van de fysieke opbrengst (sortering, nitraat-, eiwit- of suikergehalte) via de stikstofgift beïnvloed. Steeds vaker wordt de kwaliteit in de prijs van de voortgebrachte produkten tot uitdrukking gebracht.

In 1989 publiceerde het LEI cijfers over de spreiding van bemestingskosten voor de belangrijkste akkerbouwgewassen. Voor alle gewassen gemiddeld bedroegen deze kosten in 1987 f 458,- per hectare. In figuur 1 is het kostenaandeel per gewas aangegeven. Voor de laagste 20% van de bedrijven bedroegen deze kosten f 290,- per hectare terwijl ze voor de hoogste 20% van de bedrijven f 644,- per hectare bedroegen. Een verschil van f 354,- per hectare; dit komt op een bedrag van f 17.700,- voor een bedrijf van 50 hectare. De verschillen kunnen worden verklaard uit prijsverschillen en regionale verschillen in bouwplan en verbruik van kunstmest.

Meststofkosten in % per gewas



Figuur 1. Verdeling van de totale meststofkosten over de gewassen (bron: BEF)

Prijsverschillen

De bemestingskosten bestaan uit het produkt van de verbruikte hoeveelheid en de betaalde prijs. De prijs van kunstmeststoffen wordt in belangrijke mate bepaald door de energieprijzen en wisselkoersverhoudingen (o.a. dollarkoers). Prijsverschillen voor kunstmest tussen individuele bedrijven kunnen veroorzaakt worden door kwantumkortingen, aankoopmoment, wijze van levering (los, gezakt, vrachtvergoeding voor afhaken) en regionale prijsverschillen (leverancier). De gemiddelde stikstofprijs voor zuivere stikstof lag in 1988 in het zuidwestelijk zeekleigebied (gebied met de laagste gemiddelde prijs) op f 1,15 per kilogram. In de Veenkoloniën lag de gemiddelde stikstofprijs in hetzelfde jaar gemiddeld op f 1,38 per kilogram. Deze hogere prijs wordt verklaard doordat in dit gebied meer mengmeststoffen gestrooid worden dan in de kleigebieden.

De prijsverschillen tussen de gebieden zijn relatief gering in vergelijking met de verschillen tussen individuele bedrijven. In 1988 bestond er landelijk een verschil van ruim veertig cent per kilogram zuivere stikstof tussen de 20% van alle bedrijven met de duurste stikstof (f 1,50) en 20% van alle bedrijven met de goedkoopste stikstof (f 1,08). Niet zozeer de eerder genoemde oorzaken maar

vooral de prijsverschillen tussen de soorten meststoffen die gebruikt worden vormen de verklaring voor de spreiding. Zo bedroeg de prijs per kg zuivere N voor kalkammonsalpeter f 1,23, voor kalkstikstof f 5,80, chilisalpeter f 3,06 en voor ureum f 1,14.

Bij een gemiddeld stikstofverbruik van 170 kg per hectare komt een prijsverschil binnen de regio's van f 0,25 per kg op een bedrag van f 42,50 per hectare ofwel ruim f 2100,- voor een 50 hectare akkerbouwbedrijf.

Regionale verschillen

De hoeveelheid stikstof (en ook andere kunstmeststoffen) die aan de gewassen wordt gegeven, wordt door de ondernemer zelf bepaald. Op basis van diverse factoren (waaronder bodemvoorraad, adviesbasis, gewas, gewastoestand en -stadium) wordt de omvang van de giften en daarmee de te maken kosten bepaald.

Sinds 1970 is het gemiddelde stikstofverbruik (kunstmest) per hectare door o.a. bouwplanintensivering in alle klei-akkerbouwgebieden beduidend toegenomen. Het landelijke verbruik voor kunstmeststikstof bedroeg in 1988 gemiddeld 173 kg. Het gemiddelde verbruik voor de hoogste en laagste 20% van de bedrijven bedroeg respectievelijk 244 kg en 108 kg per hectare.

In de Veenkoloniën lag het verbruik van kunstmeststikstof aanvankelijk boven dat van de kleigebieden maar er valt een duidelijke daling te constateren waarbij het verbruik van dierlijke mest fors is toegenomen.

Opvallend is dat het gemiddelde stikstofverbruik per hectare in het zuidwestelijk zeekleigebied (verbruik 1988: 208 kg/ha) sinds eind zeventiger jaren, jaarlijks hoger ligt dan in de andere (klei)gebieden. Ondanks de lage prijs voor stikstof in dit gebied liggen de totale kosten boven het gemiddelde. Bouwplanverschillen tussen de gebieden verklaren de regionale verschillen in stikstofverbruik maar voor een beperkt deel. Voor een nadere analyse van de regionale verschillen is het stikstofverbruik bij de belangrijkste akkerbouwgewassen onderzocht.

Verschillen per gewas

Bij wintertarwe zijn de regionale verschillen in stikstofverbruik gering. Opmerkelijk is dat ondanks de structurele prijsdalingen voor graan sinds 1983, het verbruik van stikstof niet is verminderd. Kennelijk wordt de omvang van de stikstofgift niet enkel gebaseerd op een (complexe) kosten-baten-afweging. Voor consumptie-aardappelen is het kunstmest-N-verbruik in het zuidwestelijk zeekleigebied hoger (circa 10 kg per ha boven landelijk gemiddelde) dan in andere consumptie-aardappelen telende gebieden (tabel 1). Hetzelfde geldt voor suikerbieten (circa 30 kg boven landelijk gemiddelde) en zaaiuien (circa 15 kg boven landelijk gemiddelde). De noodzaak van hoge kunstmeststikstofgiften is niet altijd duidelijk. De vraag is of er sprake is van een overmatig N-verbruik ofwel economische verspillingen.

Het stikstofverbruik bij pootaardappelen in het Centraal kleigebied lag tot 1982 onder dat van het Noordelijk Kleigebied terwijl het de laatste jaren ongeveer gelijk is.

Bij de fabrieksaardappelteelt in de Veenkoloniën en het Noordelijk Zandgebied vertoont het kunstmest-N-verbruik een dalende tendens (o.a. substitutie door organische mest).

Zowel voor de afzonderlijke gewassen als landelijk valt de laatste jaren een daling in het verbruik van kunstmeststikstof te constateren. In hoeverre er sprake is van een daadwerkelijke daling van het totale stikstofverbruik is op dit moment moeilijk vast te stellen omdat gedetailleerde gegevens over het gebruik van organische mest ontbreken.

Tabel 1. Kunstmeststikstofverbruik per gewas in kg per ha (gemiddeld 1984/1988)

	landelijk	Noord. Kleigeb.	Centraal Kleigeb.	Zuidwest. Kleigeb.	Veen- koloniën
wintertarwe	191	199	168	207	159
suikerbieten	169	164	158	200	144
consumptieaard.	277	238	271	286	220 ¹
pootaardappelen	148	143	150	170	-
zaaiuien	151	121	139	165	-

¹ fabrieksaardappelen

Organische mest

Het dalende verbruik van kunstmeststoffen op akkerbouwbedrijven wordt deels gecompenseerd door een toename van het gebruik van organische mest (tabel 2). Het landelijke verbruik van organische mest bedroeg in 1988/89 4,1 ton per hectare terwijl een jaar later 5,1 ton per hectare werd aangewend (inclusief gratis). Voor de aanschaf werd respectievelijk f 35,20 en f 38,30 per hectare uitgegeven.

In de afweging van voor- en nadelen bij de aanwending van organische mest zal de lagere prijs ten opzichte van kunstmeststoffen zeker meespelen.

Ook de cijfers van de Stichting Landelijke Mestbank tonen een verdere toename van de afzet van dierlijke mest naar tekortgebieden (akkerbouwgebieden). Met een verdere aanscherping van de fosfaatnormering zal het aanbod van organische mest de komende jaren nog verder toenemen.

Tabel 2. Verbruik van organische mest op akkerbouwbedrijven in tonnen per hectare (inclusief gratis).

	Noordelijk Kleigebied	Centraal Kleigebied	Zuidwestelijk Kleigebied	Veen- koloniën
1988/89	1,5	2,7	5,3	6,8
1989/90(v)	2,9	3,4	5,5	9,0

(v) = voorlopig

Geïntegreerde akkerbouw

Binnen de geïntegreerde akkerbouw behoort het gebruik van organische mest tot de bemestingsstrategie (o.a. voorjaarsaanwending). Daarbij wordt een deel van de kunstmeststikstof vervangen door stikstof uit organische mest (substitutie). Een vergelijking tussen het gangbare en geïntegreerde bedrijfssysteem op OBS gedurende de periode 1980-1989 levert de volgende resultaten:

- met name op het geïntegreerde bedrijf is het totale stikstofverbruik per hectare aanmerkelijk gereduceerd;
- een fors gedeelte van de kunstmeststikstofgift is vervangen door stikstof uit organische mest waardoor de totale bemestingskosten op het geïntegreerde bedrijf aanzienlijk lager zijn (f 335,-) dan op het gangbare bedrijf (f 458,-), zonder dat dit ten koste is gegaan van de financiële resultaten.

Slot

In de belangrijkste akkerbouwgebieden (tekortgebieden) is de problematiek rondom het verbruik en de emissie van meststoffen beperkt in vergelijking met de overschotgebieden (veehouderijgebieden). De variatie in kunstmeststikstofkosten is groot vanwege prijs- en verbruiksverschillen tussen individuele akkerbouwbedrijven. Op regionaal niveau ligt het stikstofverbruik in bepaalde gebieden (Zuidwestelijk Zeekleigebied) op een niveau dat duidelijk hoger is dan het verbruik in andere akkerbouwgebieden.

De laatste jaren valt bij een aantal gewassen een daling in het kunstmeststikstofverbruik te constateren. In hoeverre deze daling gecompenseerd wordt door de aanwending van goedkopere organische mest is vanuit de boekhoudgegevens niet goed te beoordelen. Wel blijkt dat het verbruik van organische mest op akkerbouwbedrijven nog steeds toeneemt.

RESULTATEN/INZICHTEN VANUIT DE VOORSTUDIE N-PROBLEMATIEK IN DE AKKERBOUW

C.E. Westerdijk

Het onderzoek 'voorstudie N-problematiek in de akkerbouw' is ingegeven door de behoefte voor aanpak van de N-problematiek in de akkerbouw als gevolg van de steeds strenger wordende eisen betreffende onder andere grond-en drinkwaternormen voor stikstof. Om aan deze eisen te kunnen voldoen zal eerst bekeken moeten worden wat er bij de huidige wijze van bemesten uitspoelt, dan wel in potentie uit kan spoelen. Uiteraard zijn hierbij de verschillen in grondsoort van belang en de verschillen tussen gewassen en bouwplannen. De vraag is dan te stellen:

Welke mogelijkheden heeft de akkerbouwer om nutriëntenverlies te minimaliseren zonder dat dit opbrengst en kwaliteit wezenlijk beïnvloedt.

Er is op dit terrein reeds veel praktijkonderzoek gaande, maar een gecoördineerde aanpak vanuit een totaalvisie is gewenst.

Het project 'voorstudie stikstof-problematiek in de akkerbouw' heeft tot doel om op basis van de beschikbare kennis rondom de N-benutting van akkerbouwgewassen en akkerbouwmatig geteelde groentegewassen de witte vlekken voor onderzoek op een rij te krijgen en na te gaan wat er nog aan onderzoek moet gebeuren voor akkerbouwgewassen en -bedrijven.

De aandacht in dit artikel is gericht op het stikstofoverschot, maar in de voorstudie worden ook de elementen fosfor en kali betrokken.

De landbouw in Nederland heeft te kampen met een groot stikstofoverschot, zoals mag blijken uit tabel 1, overgenomen uit het rapport van de Commissie van deskundigen inzake stikstof.

Tabel 1. Stikstofbalans van de Nederlandse landbouw in 1985-1986, in miljoenen kg N (Commissie Stikstof, 1990).

aanvoer		afvoer	
mengvoer	498	dierlijke produkten	170
kunstmest	483	plantaardige produkten	95
bijprodukten akkerbouw	25		
depositie	88		
diversen	26	overschot	855
totaal	1120	totaal	1120

Het nationale stikstofoverschot bedroeg in 1985-1986 ongeveer 855 miljoen kg N. Dat dit overschot teruggedrongen moet worden leidt geen twijfel.

Hoe ligt dit voor de akkerbouw, wat kan de akkerbouw er toe bijdragen om dit overschot terug te dringen en wat zijn de consequenties hiervan voor de akkerbouwsector?

De akkerbouw zal ook moeten streven naar het terugdringen van het gebruik van stikstof, alhoewel de efficiëntie in de akkerbouw al redelijk hoog is. In de Nederlandse landbouw is de benutting van stikstof ongeveer 27%, terwijl deze benutting in de akkerbouw (zonder drijfmest) ongeveer 74 % is (Vereijcken en Wijnands). Gerekend is hier met aanvoer van stikstof in kunstmest en mengvoer en afvoer in produkten. Verplaatsing van mest tussen de bedrijfstakken is niet meegerekend.

Hoe groot zijn de verliezen aan stikstof in de akkerbouw en waar liggen de problemen?

Tabel 2 geeft een indicatie wat de verliezen kunnen zijn bij diverse gewassen.

Tabel 2. Gemiddelde adviesgift, afvoer van stikstof, de N-min bij de oogst en kans op uitspoeling van N voor verschillende akkerbouwgewassen, alles in kg N per ha.

	advies gift	afvoer produkt	N-min(0-100) bij oogst	mineralisatie na de oogst	oogstrest blad/stro	kans op verlies
cons.aard.	250	150	95	-	-	gering
fabr.aard.	210	170	75	-	-	ja
pootaard.	125	110	30	40	-	gering
w.tarwe	200	160	20	20	23	nee
z.gerst	80	100	25	20	10	nee
suikerbieten	150	120	30	-	100	mogelijk uit blad

Hoe groot is het gevaar van emissie naar het milieu van meststoffen in de akkerbouw en akkerbouwmatig geteelde groente gewassen?

We kunnen grofweg stellen dat naarmate het gewas korter op het land staat, dan wel in volle groei geoogst wordt, de kans op emissie groter wordt, tenzij in hetzelfde jaar twee of meer gewassen achter elkaar geteeld worden. Gedurende de perioden waarin geen gewasgroei en dus ook geen onttrekking van mineralen aan de grond plaatsvindt, is de kans op emissie van mineralen naar het milieu groter dan wanneer er wel een gewas groeit. In Denemarken heeft de overheid daarom de boeren verplicht om 's winters het land 'groen' te houden. Het stikstofvastlegend effect van deze groengewassen is groter naarmate ze eerder gezaaid kunnen worden (tabel 3).

Tabel 3. Effect van zaaidatum op het stikstofvastlegend vermogen in kg/ha van een groenbemester (Landman, 1990).

zaaidatum	15-8	31-8	15-9
kg N/ha	> 100	50-70	< 30

Voor de bemesting is het van belang te weten hoeveel kg stikstof (en andere elementen) een groen-gewas kan vastleggen en de winter over kan tillen; en hoeveel (en op welk moment) daarvan voor het volggewas beschikbaar komt en dus op de bemesting van dat gewas ingehouden kan worden. Wat is het effect op langere termijn van veelvuldig gebruik van groengewassen? Is het mogelijk (een deel van) dierlijk mest in het najaar aan deze groengewassen te geven en de mineralen daaruit voldoende vast te leggen?

Toediening van meststoffen moet nauwkeuriger en meer op de plantbehoefte afgestemd zijn om te kunnen komen tot een hogere stikstof-efficiëntie. Dit betekent in grote lijnen, dat gezocht moet worden naar meer verfijnde bemestingstechnieken en dat onttrekkingscijfers en -patronen van de gewassen bekend moeten zijn.

Daarnaast is het van belang te weten wat en hoe groot de relatie is tussen de stikstofvoorraad in de grond en de uitspoeling naar het grondwater.

Bij dit alles speelt de bodem een belangrijke rol. Nauwkeurig bemesten naar gewasbehoefte is zelfs op een schijnbaar homogene grond nog niet eenvoudig. Een aspect dat geheel buiten de discussie is gebleven is het begrip 'bodemvariabiliteit'. In de rapporten over stikstof komt het woord niet voor. Het enig bekende onderzoek in Nederland naar variabiliteit van de bodem in relatie tot stikstof is in de jaren 1987 tot heden uitgevoerd door de Vakgroep Bodemkunde en Geologie van de LUW op een perceel van ROC Van Bemmelenhoeve. Uit dit materiaal blijkt binnen een schijnbaar homogeen perceel een grote variabiliteit in N-mineraal (factor 2-4 en groter) en gewasreactie (factor 2) aanwezig te zijn.

Op basis van een analyse van ontbrekende gegevens over bovengenoemde relaties zal aanvullend monsteronderzoek moeten worden uitgevoerd. Dit kan grotendeels in bestaande proeven. Een bemonsteringsplan daartoe wordt opgesteld.

Voor een eventuele goede controle op naleving van te stellen normen en voor een goede bemesting van de gewassen is een betrouwbaarder systeem gewenst van N-mineraal monsters c.q. monsterna-me.

Beperking van het huidige stikstofbemestingsadvies voor het stikstofleverend vermogen van een grond is alleen mogelijk wanneer de mineralisatiesnelheid van deze grond bekend is. Momenteel vindt een correctie voor het stikstofleverend vermogen niet plaats omdat efficiënte en betrouwbare meetmethoden om het stikstofleverend vermogen in situ te meten ontbreken.

Uiteindelijk zal er een optimale afstemming moeten plaatsvinden van het N-aanbod op de behoefte van het gewas. Het behoeftepatroon van de meeste gewassen is redelijk bekend. Een goed voorbeeld is de deling van de kunstmestgift bij de teelt van wintergranen.

Hierbij zal rekening gehouden moeten worden met de mineralisatie van de stikstof in de grond, ofwel: op ieder gewenst moment moet bekeken kunnen worden of een aanvullende mestgift nodig is. Ontwikkelingen op dit gebied zijn: het N-bijmestsysteem in de vollegrondsgroenten en de bladsteel-tjes-methode bij aardappelen. Verder onderzoek naar het N-bijmestsysteem is gewenst voor alle akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen, waarbij een verlaging van de gehanteerde buffercapaciteit noodzakelijk is.

Naast tijdstip van toediening is vooral bij gewassen met een ruime rijafstand plaatsing van de stikstof belangrijk. Door toepassing van rijenbemesting kan de stikstof-efficiëntie verhoogd worden.

Tenslotte nog een aantal punten voor verder onderzoek.

Onderzoek naar teeltsystemen met een minimale nitraatmissie naar het grondwater, waarbij gewas-opbrengsten en kwaliteit zo min mogelijk beïnvloed worden. Effecten van verschillende rotaties, bemestingsstrategieën, groengewassen, afvoeren van oogstresten etc. zullen hierin meegenomen moeten worden.

Speciale aandacht vragen de gewassen met een lage bewortelingsdichtheid, zoals aardappelen en een aantal vollegrondsgroenten, omdat deze een lage N-benutting hebben.

De variabiliteit van de bodem, het medium waarop en waarin de gewassen groeien, zal goed bekeken moeten worden. Zonder analyse van de variabiliteit is een afweging van meststoftoepassing ten behoeve van gewasgroei en beperking van de uitspoeling niet te maken.

Onderzoek naar de grootte van stikstofverliezen die op kunnen treden door vervluchtiging vanuit het gewas. Een beter inzicht in de organische-stofdynamiek moet het mogelijk maken om 'verliesposten' in de mineralenbalans te verklaren.

Streven naar een betere beworteling van de gewassen door cultuurmaatregelen en veredeling en streven naar rassen met een hogere N-benutting.

Vanuit benuttings-oogpunt is het gebruik van dierlijke mest in de akkerbouw niet zonder meer aan te bevelen. Verantwoord inpassen van dierlijke mest in het totale bemestingsregiem en daarbij de mest zoveel mogelijk vlak voor de groeiperiode toedienen, onderzoek naar voorjaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden dient hiervoor gestimuleerd te worden.

Een ander probleem is een hoog mineralisatieniveau bij gronden die in het verleden veel dierlijke mest hebben ontvangen. Dit is er de oorzaak van dat op deze gronden zoveel stikstof vrijkomt dat sturing niet meer mogelijk is. Bekeken zal moeten worden hoe groot de opbrengstreducties zijn wanneer hier gewassen op geteeld worden die geen bemesting meer ontvangen en hoe snel deze hoge mineralisatie naar een 'normaal' niveau terug te brengen is.

Literatuur

Dijk, T.A. van, et al. (1991). Naar geïntegreerde bemesting op bedrijfsniveau. Notitie over bemesting bij duurzame landbouw, mede naar aanleiding van het Advies van de Commissie Stikstof. Stichting Nederlands Meststoffen Instituut, 60 pp, maart 1991.

Goossensen, F.R., P.C. Meeuwissen (1990). Advies van de Commissie Stikstof. In opdracht van ministers van LNV, V&W en VROM. 93 pp. + bijlagen, 1990.

Groot, J.J.R., P. de Willigen, W.P. Wadman (1989). Nitraatophoping in de bodem en nitraatuitspoeling ten gevolge van stikstofbemesting in de landbouw, IB nota 216, 24 pp., 1989.

Landman, A. (1990). Use of green manures to prevent nitrate leaching after slurry spreading. In: Fertilization and the Environment, eds: R. Merckx, H. Vereecken en K. Vlassak, p.348-355, 1990.

Vereijken, P. en F.G. Wijnands (1990). Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk -Strategie voor bedrijf en milieu-. PAGV, pub.nr. 50, 86 pp.

OPTIMALISERING VAN DE STIKSTOFBEMESTING VAN AARDAPPELEN DOOR MIDDEL VAN ANALYSE VAN BLADSTELLEN OP NITRAATGEHALTE

C.D. van Loon en A. Veerman

Een betere afstemming van de stikstofbemesting van consumptie-aardappelen op de behoefte van het gewas is om twee redenen gewenst. In de eerste plaats met het oog op de knolkwaliteit. Een overmaat aan stikstof beïnvloedt de kwaliteit van de knol doorgaans negatief:

- het optreden van doorwas (glazigheid) en knolmisvorming wordt bevorderd,
- de bakkwaliteit van frites en chips verslechtert,
- het onderwatergewicht neemt af,
- de grauwwerking na koken of bakken neemt toe,
- de textuur van frites wordt minder goed,
- het nitraatgehalte van de knol neemt toe.

Een te zware stikstofbemesting is voorts slecht voor het milieu. Als over enkele jaren zal moeten worden voldaan aan de EEG-drinkwaternorm wat betreft het nitraatgehalte van het oppervlaktewater, zal dit zeker ook gevolgen hebben voor de stikstofbemesting van aardappelen. Niet alleen zal dan in het voorjaar een lagere gift geboden zijn dan het huidige landelijke advies, bovendien zal ook meer rekening moeten worden gehouden met de mineralisatie van stikstof gedurende het groeiseizoen. Hoeveel stikstof op een bepaald perceel aan een gewas aardappelen moet worden gegeven, is vóór het poten slechts bij benadering vast te stellen. Men kan daarbij uitsluitend rekening houden met de hoeveelheid stikstof die in januari/februari in de grond aanwezig is (zoals bij het landelijk stikstofadvies gebeurt) en met de hoeveelheid organische mest die in het najaar is gegeven.

Onzekere factoren zijn echter de mate van mineralisatie en denitrificatie van stikstof gedurende het groeiseizoen. De mineralisatie, het vrijkomen van minerale stikstof uit organische stof in de bodem, hangt niet alleen af van het organische-stofgehalte van de grond, maar ook van temperatuur en neerslag. Afhankelijk van de weersomstandigheden kan de stikstofmineralisatie variëren van 50-150 kg per ha per groeiseizoen. Ook het meer of minder vrijkomen van stikstof uit organische mest kan aan deze variatie bijdragen. Daarnaast kan er tijdens het groeiseizoen stikstof verdwijnen door denitrificatie. Door het optreden van verslemping na zware regenval kan een zuurstoftekort in de bodem ontstaan, als gevolg waarvan nitraat wordt afgebroken tot ondermeer stikstof en zuurstof. Kortom, de hoeveelheid voor de plant beschikbare stikstof kan gedurende het groeiseizoen sterk wisselen. Dit geldt in het bijzonder voor percelen met een hoog organische-stofgehalte of voor percelen waaraan reeds jaren achtereen organische mest is gegeven. Dit alles betekent dat een goede afstemming van de stikstofbemesting op de behoefte van het gewas alleen mogelijk is, als voor het poten slechts een beperkte hoeveelheid stikstof wordt gegeven en tijdens het groeiseizoen wordt nagegaan hoe het er met de stikstofvoorziening van het gewas bijstaat en bij een eventueel tekort gecorrigeerd kan worden.

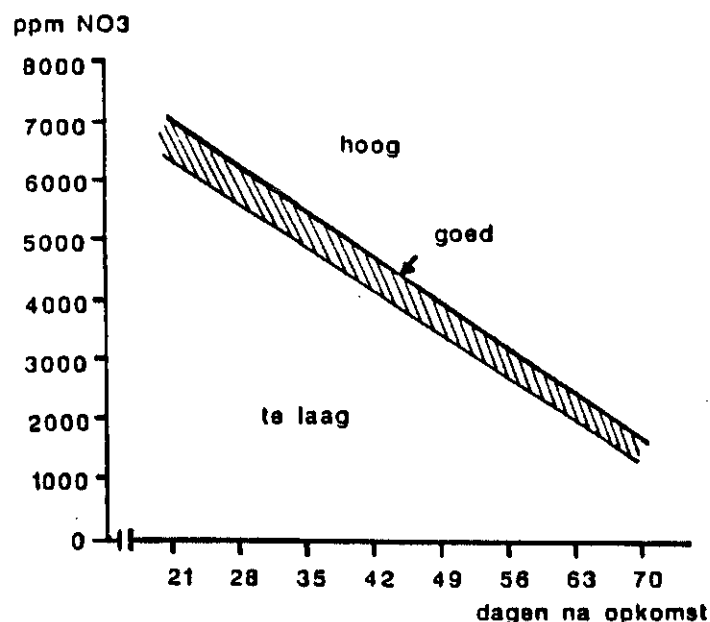
Dankzij onderzoek van het PAGV in het begin van de jaren tachtig is er een methode beschikbaar om tijdens het groeiseizoen de stikstofstatus van het gewas aardappelen te bepalen. Dit is mogelijk

door middel van analyse van de bladstelen op nitraat. Door in de periode van 25-55 dagen na opkomst het nitraatgehalte van de bladstelen 4 à 5 keer te bepalen en de gehalten te vergelijken met een normlijn, kan worden vastgesteld of een aanvullende stikstofbemesting nodig is.

Uitgangspunt bij deze methode is een gedeelde stikstofbemesting. Daarbij wordt bijvoorbeeld 60% van de volgens het landelijk advies benodigde stikstof, gebaseerd op een Nmin-bepaling in het voorjaar, voor het poten gegeven. Vervolgens wordt circa 10 dagen na het begin van de knolaanleg nog eens 20% van de adviesgift gestrooid. Met behulp van analyse van de bladstelen op nitraat wordt in de periode van 4-8 weken na opkomst vastgesteld of het gewas al dan niet over voldoende stikstof beschikt voor de rest van het groeiseizoen. In jaren met veel mineralisatie en weinig denitrificatie zal een derde gift als regel niet meer nodig zijn. Blijft de mineralisatie achter of treedt er veel denitrificatie op, dan moet wel worden bijbemest.

Uitvoering

Om genoemde methode te kunnen toepassen moeten per perceel minimaal 40 bladeren worden geplukt. Dit kan het beste gebeuren door langs de diagonalen van het veld te lopen. De bemonstering moet in een droog gewas, vroeg in de morgen (vóór 10 uur) plaatsvinden. Daarbij moeten volgroeide bladeren van ongeveer dezelfde leeftijd worden geplukt. Bij voorkeur het eerste volgroeide blad vanuit de top gerekend. Dit is meestal het vierde of vijfde blad van boven. Na het plukken moeten de blaadjes zo vlug mogelijk van de bladstelen worden geritst, waarna de stelen in de diepvries worden gelegd. Na ontdooien, uitpersen in een vruchtenpers en na een 50- of 100-voudige verdunning kan het nitraatgehalte worden bepaald met Merckoquant teststrookjes. Dit gaat het gemakkelijkst met een zogenaamde reflectometer, waarbij het gehalte digitaal kan worden afgelezen. De gevonden waarden kunnen nu worden vergeleken met de normlijn (figuur 1).



Figuur 1. Normtraject voor het nitraatgehalte in het sap van bladsteeltjes gedurende het groeiseizoen.

Deze methode is indertijd getoetst in een 16-tal proeven op verschillende proefboerderijen. Bemesting op basis van analyse van de bladstelen op nitraat gaf ten opzichte van alle N ineens voor het poten gemiddeld dezelfde netto knolopbrengst. In 8 van de 16 proeven kon echter 40-50 kg N worden bespaard, waardoor de stikstofvoorziening beter was afgestemd op de behoefte van het gewas. Het vermijden van een overmaat aan stikstof komt bovendien de knolkwaliteit ten goede. Met behulp van nitraatbepalingen in de bladsteeltjes kan een dreigend stikstoftekort van het gewas duidelijk eerder dan met het oog worden geconstateerd.

Als er inderdaad sprake is van een stikstoftekort in de bodem, dan is het zaak om direct een aanvullende stikstofgift te verstrekken. Gebleken is namelijk, dat voorkomen moet worden dat er een stilstand in de loofgroei als gevolg van stikstofgebrek optreedt. Als pas daarna stikstof wordt gegeven lukt het als regel niet meer - behalve na het optreden van een doorwasinductie - om de loofgroei op gang te brengen. Hoe snel de aanvullend gegeven stikstof kan gaan werken, hangt af van het tijdstip waarop de stikstof al dan niet kunstmatig wordt ingeregend. Bij de proeven op de regionale onderzoekcentra varieerde de periode tussen de aanvullende stikstofgift en natuurlijke regenval van 0 tot 22 dagen. In de drie proefjaren lijken de resultaten niet in belangrijke mate door de optredende variatie te zijn beïnvloed.

Inmiddels is er met deze methode al enige praktijkervaring opgedaan, waarbij in het algemeen goede resultaten zijn bereikt. In veel gevallen bleek het mogelijk om met minder stikstof eenzelfde opbrengstniveau te halen. Alleen na een langdurige droogteperiode blijkt toepassing lastiger. Men vindt dan soms lage nitraatgehalten in de bladstelen, terwijl er toch voldoende stikstof in de grond aanwezig is. Dit komt omdat de plant dan niet in staat is om de stikstof uit de droge grond op te nemen. In geval van twijfel is het in een dergelijk geval zinvol om een grondmonster op minerale stikstof te analyseren. Verder blijkt het in jaren met een droog groeiseizoen nodig om de normlijn aan te passen. Een verschuiving van 1000 ppm naar boven bleek echter in het droge jaar 1990 in zuidwest-Nederland onvoldoende. Dit leidde tot een enkele procenten lagere opbrengst dan die bij de gebruikelijke praktijkgift.

De thans beschikbare gegevens berusten op proeven met het ras Bintje. Thans wordt onderzocht in hoeverre de normlijn ook voor andere rassen dan Bintje bruikbaar is. Voorts zal in 1991 een begin worden gemaakt met onderzoek gericht op de vaststelling van een normlijn voor fabrieksaardappelen.

N-BENUTTING DOOR MAIS: HET MOET EN KAN BETER

W. van Dijk

In het Advies van de Commissie Stikstof wordt de teelt van maïs gezien als één van de grote lekken in de stikstofhuishouding. Veelal is dit toe te schrijven aan een onoordeelkundige bemesting van het gewas. Daar circa 80% van het Nederlandse maïsareaal op bedrijven ligt waar ook dierlijke mest wordt geproduceerd, wordt maïs veelal in ruime mate bemest met nutriënten van dierlijke oorsprong. De tolerantie tegen hoge mestgiften heeft er toe geleid dat met name op intensieve veehouderijbedrijven de teelt van maïs wordt gebruikt om van de mest af te komen. Door dergelijke hoge mestgiften heeft een verrijking van de bodem plaatsgevonden wat leidt tot een hoog mineralisatieniveau. Daardoor zal de benutting van de toegediende stikstof afnemen. Ook het met name in de eerste maanden relatief zwakke wortelstelsel en de lage activiteit ervan kunnen leiden tot een lagere N-benutting. De maïsteler beschikt echter over een aantal instrumenten om de benutting van stikstof te verbeteren.

Omvang van de gift

De gift dient zich te richten naar de onttrekking van het gewas. Hierbij moet rekening gehouden worden met het gemiddelde opbrengstniveau van het betrokken perceel. Bovendien zal enerzijds gecorrigeerd moeten worden voor mineralisatie van organisch gebonden stikstof en depositie en anderzijds voor onvermijdelijke verliezen als vastlegging in wortels, stoppels en de microbiële biomassa, denitrificatie en uitspoeling gedurende het groeiseizoen.

Rekening houdend met deze factoren wordt bij maïs momenteel het volgende advies gehanteerd:

150 kg werkzame N per ha uit dierlijke mest plus kunstmest:

- op percelen waar in het verleden regelmatig dierlijke mest is toegediend
- na gescheurd grasland.

200 kg werkzame N per ha uit dierlijke mest plus kunstmest:

- op percelen waar in het verleden niet of nauwelijks dierlijke mest is toegediend
- op percelen waar naar verwachting hoge opbrengsten gehaald kunnen worden.

Met de huidige wettelijk (nog) toegestane hoeveelheden drijfmest wordt echter veel meer stikstof dan volgens advies toegediend. Dit zal onherroepelijk leiden tot grote stikstofverliezen.

Hoewel uit economisch oogpunt op bovenstaand advies niets valt aan te merken, zou uit milieukundig oogpunt een verlaging in veel gevallen zeer wenselijk zijn daar het mineralisatieniveau in veel gevallen veel hoger ligt dan 50 kg N per ha per jaar. In extreme gevallen zou dit kunnen leiden tot het

niet meer bemesten van maïsland behoudens een lage startgift. Een dergelijk bemestingsregime zal met name in natte en koude jaren leiden tot opbrengstreducties.

Tijdstip van de gift

Voor een goede benutting van de stikstof in de mest dient deze zo laat mogelijk in het voorjaar te worden toegediend. Op zandgronden zal dit veelal geen probleem zijn. Op zwaardere gronden wordt in verband met structuurschade de mest meestal in de herfst toegediend. Om te voorkomen dat de stikstof zal uitspoelen gedurende de winter kan gebruik gemaakt worden van graanstro en groenbemesters om de oplosbare stikstof aanwezig in de mest vast te leggen. Toch zal ook in dat geval de benutting geringer zijn ten opzichte van toediening in het voorjaar doordat de remineralisatie van de gebonden stikstof in stro en/of groenbemesters zelden zal samenvallen met het opnamepatroon van het volggewas. Bij continueelt van maïs zal de vastlegging echter van veel geringere betekenis zijn daar maïsland relatief laat vrijkomt, zodat de groenbemester minder stikstof zal kunnen vastleggen. In vergelijking tot graanstro draagt maïsstro bovendien niet bij aan de binding van voedingsstoffen als gevolg van de veel lagere C/N-verhouding. Een ander alternatief voor voorjaars-toediening is herfsttoediening in combinatie met nitrificatieremmers. De werking is echter weersafhankelijk en op zwaardere grond minder voorspelbaar dan op zandgrond. Dit houdt in dat duurzame continueelt van maïs op zwaardere gronden alleen mogelijk lijkt te zijn wanneer de mest in het voorjaar kan worden toegediend. Momenteel wordt hier onderzoek naar verricht.

Het PAGV heeft tevens onderzocht of deling van de N-gift de benutting bij maïs kan verbeteren. Toediening van een deel van de drijfmest in het gewas bleek in sommige gevallen tot iets hogere opbrengsten te leiden. Het risico van gewasschade is in dat geval echter nadrukkelijk aanwezig. Uit onderzoek is voorts gebleken dat eventuele kunstmestaanvullingen bij voorkeur rond het zaaien gegeven moeten worden. Maïs heeft blijkbaar al in een vroeg stadium behoefte aan een hoog stikstofaanbod.

Plaatsing van de gift

Meststoffen dienen te worden aangeboden op een plaats waar deze snel door het gewas kunnen worden onderschept. Hierbij moet rekening worden gehouden met een juiste plaatsing in zowel het verticale als horizontale vlak. Met betrekking tot de verticale plaatsing dient in het geval van dierlijke mest deze enerzijds voldoende diep geplaatst te worden om vervluchtigingsverliezen te voorkomen en anderzijds voldoende ondiep om snel onderschept te kunnen worden door het gewas. Op dit moment wordt onderzocht of met een ondiepe toediening van drijfmest de benutting van stikstof verbeterd kan worden. Ook een juiste plaatsing in het horizontale vlak is van belang. Onderzoek heeft uitgewezen dat toedienen van een deel van de N-gift als rijenbemesting leidt tot een betere benutting. Dit jaar is in samenwerking met IB onderzoek opgestart waarin zal worden nagegaan hoeveel stikstof in de rij kan worden toegediend bij maïs en welke gevolgen dit heeft voor de benutting.

Teelt van groenbemesters

De teelt van groenbemesters kan een bijdrage leveren aan de vermindering van de nitraatuitspoeling. Dit zal echter alleen het geval zijn wanneer er rekening gehouden wordt met de bemestende waarde van de ondergeploegde groenbemester. Bij continue teelt van maïs heeft men de keuze tussen grasonderzaai of winterrogge. Bemesting van de groenbemester in het najaar is overbodig daar de bodem na maïs veelal rijk is aan stikstof. Op ROC Heino wordt in samenwerking met CABO en SC momenteel onderzocht in welke mate groenbemesters de uitspoeling kunnen verminderen en in welk tijdsbestek de gebonden stikstof weer vrijkomt.

De diepte en snelheid van beworteling zijn mede bepalend voor de mogelijkheden om meststoffen te onderscheppen. Momenteel wordt onderzocht of door toepassing van bepaalde teeltmaatregelen (zaaitijdstip, gebruik koude-tolerante rassen, plantverdeling) de benutting van stikstof tijdens de jeugdfase te verbeteren is. Ook de zaaibedbereiding en perceelskeuze dienen afgestemd te zijn op een zo hoog mogelijke benutting. De rotatie van maïs met andere gewassen kan mogelijk een verbetering van de bodemstructuur en de wortelgezondheid tot gevolg hebben hetgeen een positief effect kan hebben op de N-benutting. In het geval van rotatie met gras dient echter rekening gehouden te worden met de stikstof die vrijkomt uit de ondergewerkte graszode. Bovengenoemde aspecten worden in samenwerking met PR en CABO onderzocht in de wisselbouwproef op ROC Cranendonck.

Resumerend kan gesteld worden dat de stikstofbenutting bij maïs alleen verbeterd kan worden door een gelijktijdige toepassing van bovengenoemde maatregelen. Om milieukundig verantwoord maïs te telen zal op het scherpst van de snede bemest dienen te worden waarbij opbrengstreducties in veel gevallen geaccepteerd zullen moeten worden.

STIKSTOF (N) BIJBEMESTINGSSYSTEEM

ir. H.H.H. Titulaer

Inleiding

Na een aantal jaren onderzoeken en een jaar uitproberen op praktijkniveau (1989) is sinds 1990 het Stikstof Bijbemestings Systeem (NBS) operationeel.

Het systeem is gebaseerd op het Kulturbegleitendes Nmin Sollwert systeem (KNS), ontwikkeld door de 'Landesanstalt für Gemüsebau in Neustadt (Pfalz)'.

Eigenlijk is het systeem ontstaan omdat de N-bemestingsadviezen op basis van N-mineraalonderzoek voor de teelt vooral bij de tweede en volgende teelten niet bleken te voldoen.

Het NBS is gebaseerd op de kennis van het opnameverloop van stikstof door het gewas en het afstemmen van het stikstofaanbod vanuit de grond door het periodiek meten van de in de grond aanwezige stikstof.

N-opname in de tijd

Het stikstofopnamepatroon wordt vastgesteld door periodiek de bovengrondse delen van het gewas te oogsten, te wegen en te analyseren. Dit kan gebeuren door het gehele gewas te nemen of door het gewas te verdelen in blad, stengel en vruchten en deze dan afzonderlijk te wegen en te analyseren.

Zo kan men ook gewassen verdelen in onderdelen die van het veld afgevoerd worden en onderdelen die na de oogst op het veld achterblijven. Dit laatste is onder andere van belang bij het opstellen van een mineralenbalans.

Bij vollegrondsgroentegewassen zijn grofweg drie ontwikkelingspatronen te onderscheiden:

- a. Gewassen die in een vegetatief stadium geoogst worden, onder andere sla, andijvie, spinazie, ijssla.
- b. Gewassen die het einde van de vegetatieve fase benaderen maar als het ware nog net voor de generatieve fase geoogst worden of door het afsterven van het blad tot rust komen, onder andere witte kool, bloemkool, wortelen, witlof, uien.
- c. Gewassen die een generatieve fase bereiken en via de bloei overgaan tot vruchzetting, onder andere erwten, bonen, augurk, courgette.

Voorbeelden van opnamepatronen:

a. *Ijsla (figuur 1a en 1b)*

De eerste 3 à 4 weken is de gewasontwikkeling gering, daarna begint de echte groei en is de gewichtstoename (figuur 1a) en daarmee ook de N-opname (figuur 1b) vrijwel constant (± 7 kg N/ha/dag).

Aan de hand van de verse-opbrengstcurve kan bepaald worden bij welk kropgewicht geoogst wordt. Er moet wel rekening gehouden worden met het feit dat in deze figuur (1a) $\pm 40\%$ van het gewicht toekomt aan omblad en niet toegekomen kroppen die op het veld achterblijven. Dit betekent ook dat $\pm 40\%$ van de opgenomen hoeveelheid stikstof op het veld achter blijft.

b. *Witte kool en uien (figuur 2 en 3)*

Na een aarzelende beginontwikkeling begint de echte groei van witte kool na ± 2 à 3 weken en vooral de eerste twee maanden is er een hoge stikstofopname. Dit geldt voor alle drie de plant-tijdstippen. Daarna neemt de stikstofopname geleidelijk af om uiteindelijk tot nul te naderen. In het veld ziet men de bladeren geel worden en afsterven. De groei van de kool gaat echter nog door zij het niet meer zo sterk als in de voorafgaande periode. De voor deze groei benodigde stikstof wordt niet meer uit de grond opgenomen maar wordt betrokken uit de afstervende bladeren.

Uien vertonen vrijwel het gelijke beeld als witte kool (figuur 4): ook hier een langzame beginontwikkeling, daarna een sterke groei en uiteindelijk bij het begin van de diktegroei van de bol een afname van de groei. De stikstofopname vertoont hetzelfde beeld.

c. *Augurk*

De vegetatieve ontwikkeling verloopt tot de bloei vrij geleidelijk. Daarna neemt de hoeveelheid stengels (veel zijscheuten) nog enigszins toe tot eind juli/begin augustus. Als de produktie van de vruchten in volle gang is, neemt de blad- en stengelmassa niet meer toe (figuur 4).

N-levering vanuit de grond

Kunnen we bij de N-opname door het gewas spreken van een vrij regelmatig en constant patroon afhankelijk van de gewassoort, bij de N-levering vanuit de grond is dit niet het geval. Het N-aanbod uit de grond kan alleen door meting vastgesteld worden. Hoe langer het gewas op het veld staat, des te vaker moet gemeten worden om te kijken hoeveel stikstof er voor het gewas beschikbaar is. Aan de hand van de opnamecurve en het ontwikkelingsstadium waarin het gewas zich bevindt, kan dan het stikstofaanbod wel of niet door toediening van minerale meststoffen verhoogd worden. Dit is in wezen het principe van het NBS.

Ijssla als voorbeeld voor het NBS

In figuur 5 is weergegeven hoe op basis van het NBS geadviseerd wordt.

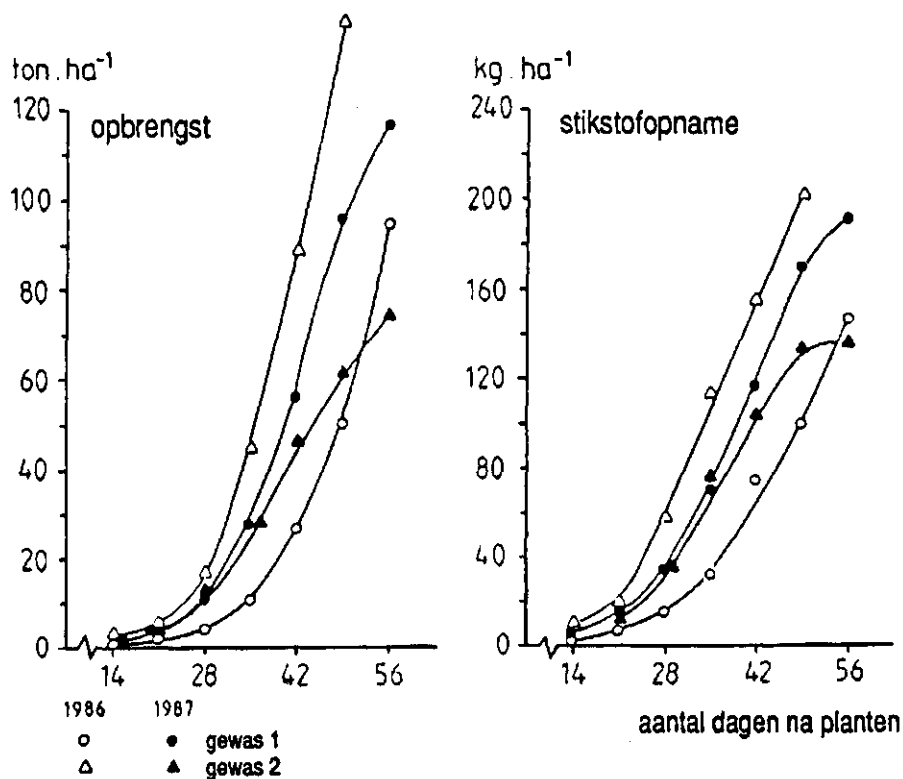
Vóór de teelt van het gewas ijssla wordt in de laag 0-30 cm een grondmonster genomen waarin het stikstofgehalte wordt bepaald.

Uit de opnamecurve blijkt dat ijssla de eerste 3 à 4 weken ± 20 kg N opneemt. Toch luidt het advies voor deze periode 60-Nmin. Dat komt omdat er in het systeem een buffervoorraad van 40 kg N is ingebouwd. Dit is gedaan om te voorkomen dat bij een flinke regenbui de stikstof uitspoelt en het gewas alsnog een tekort aan stikstof heeft. Een andere reden dat een buffer wordt meegegeven is het feit dat in een jong stadium het gewas slechts over een gering wortelstelsel beschikt zodat nog niet alle stikstof in de laag 0-30 cm voor het gewas bereikbaar is.

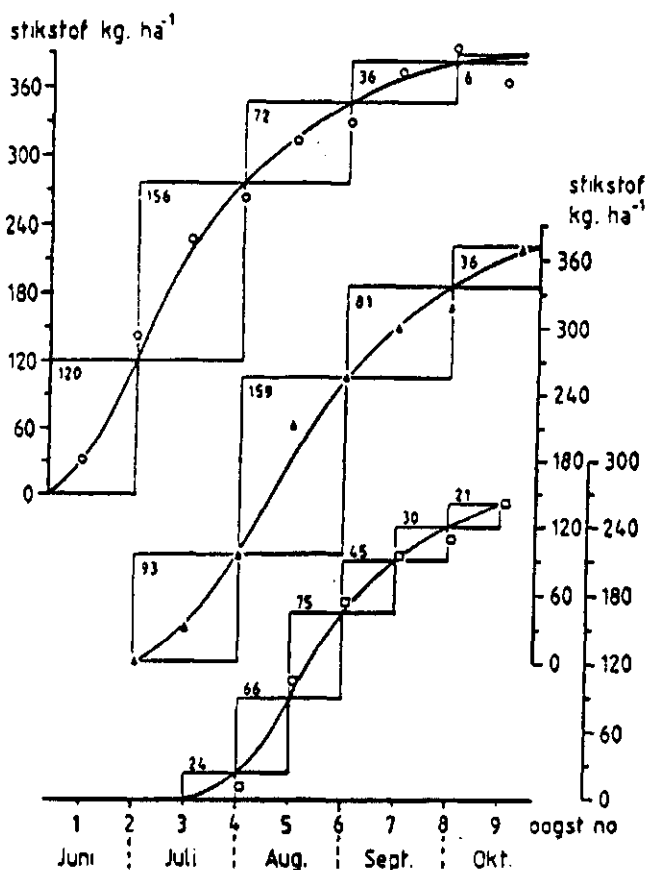
Aan de hand van de tweede bemonstering kon vastgesteld worden hoeveel stikstof nog voorradig is in de grond en hoeveel eventueel nog bijbemest moet worden met minerale stikstof om een bepaalde kropopbrengst te realiseren, bijvoorbeeld het aantal teeltdagen dat nodig is om een bepaald kropgewicht te behalen maal ± 7 kg N. Het laatste is de dagelijkse N-opname af te lezen uit de stikstofopnamecurve.

Conclusies

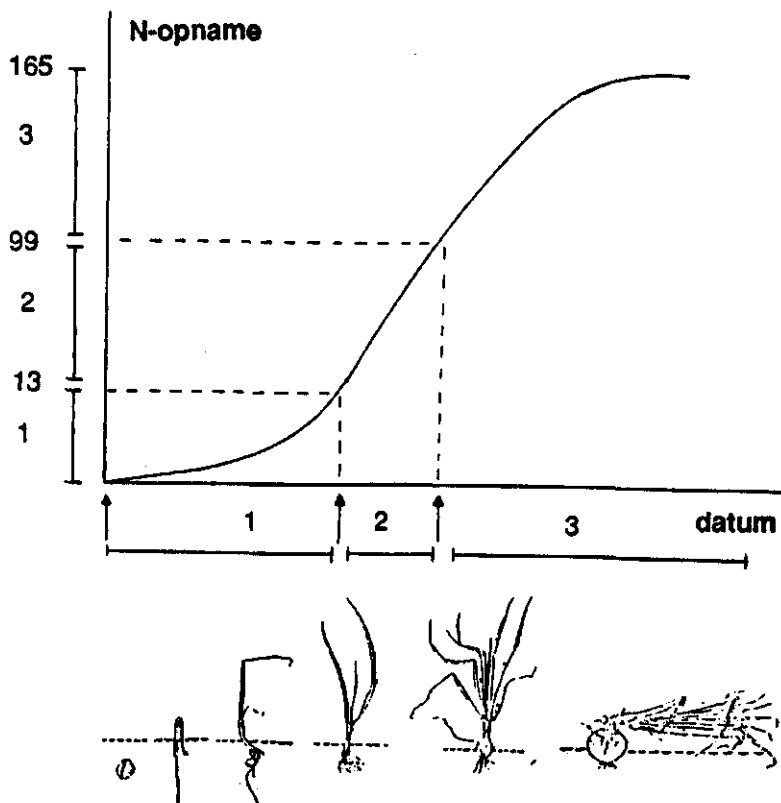
Het NBS is een methode om de stikstofhuishouding van gewassen beter te sturen.



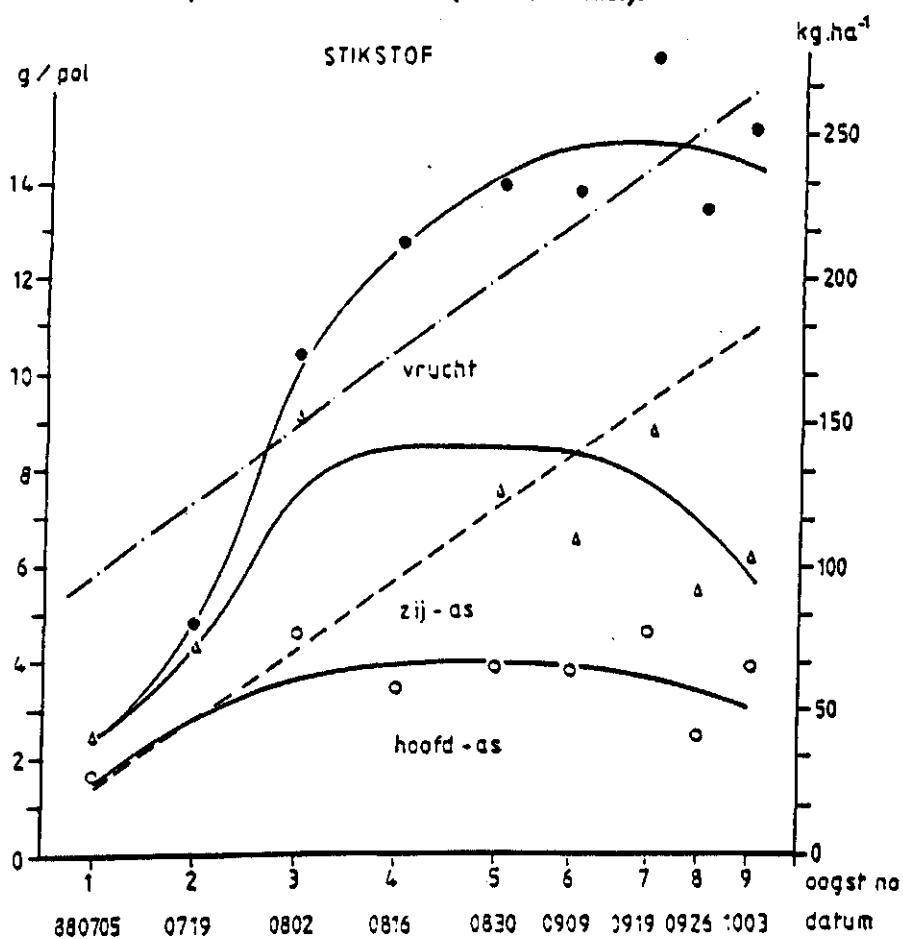
Figuur 1. Opbrengst (ton/ha) en stikstofopname (kg N/ha) van ijsla in 1986 en 1987 te Westmaas (Slangen, Titulaer en Rijkers, 1989).



Figuur 2. Opgenomen hoeveelheid stikstof (kg N/ha) door witte kool (cv. Bartolo) bij 3 planttijden (Slangen e.a., 1990).



Figuur 3. Stikstofopname door zaaiuien (Visser/Titulaer).

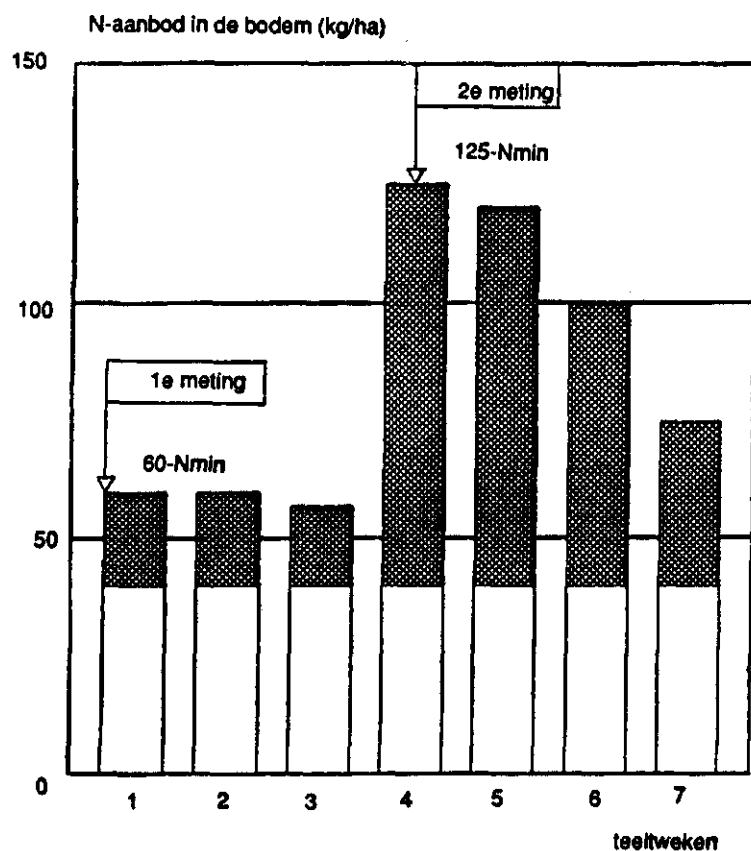


Figuur 4. Stikstofopname door augurken (kg/ha) onderscheiden in hoofd-as, zij-as en vruchten tijdens veldproef te Horst Meterik 1988 (Slangen e.a., 1988).

IJSSLA. Streefwaarden.

zomerteelt op zandgrond

buffer
 + streefwaarde=Nmin+Ngift



Figuur 5. Het NBS-schema voor de zomerteelt van ijssla op zandgrond (Soorsma en Gröniger, 1990).

STIKSTOFBEMESTING BIJ KOOLGEWASSEN

A.P. Everaarts en C.P. de Moel

Bij de teelt van bloemkool en broccoli wordt over het algemeen de stikstof-kunstmest enige weken voor het planten breedwerpig over het land uitgestrooid. Daarnaast wordt nog niet algemeen voor het planten een monster van het minerale stikstofgehalte van de bodem (N_{min}) genomen. Met de uitslag van een N_{min} -bemonstering van de bodem kan de hoogte van de stikstofgift worden aangepast aan de te verwachten levering van stikstof door de bodem zelf.

Het breedwerpig uitstrooien betekent dat kort na het planten de dan nog kleine en beperkt bewortelde planten, slechts een geringe hoeveelheid van de gegeven stikstof kunnen opnemen. Het betekent verder dat een gedeelte van de stikstof niet meer voor de planten beschikbaar zou kunnen zijn op het moment dat de wortels zover zijn uitgegroeid dat ze de stikstof kunnen opnemen. Dit leidt tot een niet optimale benutting van de gegeven stikstof.

Deze situatie van nog niet algemeen aanpassen van de hoogte van de stikstofgift aan de stikstoflevering door de bodem zelf en de niet maximale benutting van de gegeven stikstof, kan er toe leiden dat voor een optimale opbrengst en kwaliteit teveel stikstof wordt gegeven en dat teveel van de gegeven stikstof niet wordt opgenomen en in het milieu terecht komt.

Voor een optimale opbrengst en kwaliteit is een juiste bemesting van groot belang. Een zo gering mogelijke belasting van het milieu zal in de toekomst bij de teelt een belangrijke rol gaan spelen.

Daarom is onderzoek gestart naar het effect van de hoogte van de stikstofgift en de wijze van toediening op opbrengst en kwaliteit van bloemkool en broccoli.

De hoogte van de stikstofgift werd aangepast aan het N_{min} -gehalte van de bodem kort voor planten. Verder werd gekeken naar het effect van toedienen van de stikstof, breedwerpig of naast de rij geplaatst. Bij plaatsing van de stikstof enige centimeters diep, enige centimeters naast de rij, wordt de beschikbaarheid van de stikstof voor de planten verhoogd. Hierdoor zou wellicht met een lagere stikstofgift kunnen worden volstaan.

Uit proeven in 1990 bleek onder andere dat in een zomerteelt van bloemkool op ROC Zwaagdijk noch de hoogte van de stikstofgift, noch de wijze van toediening effect had op het aantal geoogste 'zessen' kwaliteit 1. Het N_{min} -gehalte van de bodem bij planten bedroeg gemiddeld 140 kg stikstof per hectare (bodemiaag 0-60 cm). Dit resultaat geeft aan dat op de humeuze gronden zoals die op Zwaagdijk en omgeving voorkomen, in de huidige situatie bemesting met stikstof soms geheel achterwege zou kunnen blijven. In een zomerteelt van broccoli op jonge zeeklei op het PAGV bleek dat voor eenzelfde opbrengst als de hoogste opbrengst bij breedwerpige bemesting, bij plaatsing naast de rij met een kwart lagere hoeveelheid stikstof kon worden volstaan. Dit duidt op een betere benutting van de gegeven stikstof bij plaatsing naast de rij.

In dit onderzoek wordt naast het effect op opbrengst en kwaliteit bij de oogst de bovengrondse opname van stikstof door het gewas vastgelegd en wordt in samenwerking met het Instituut voor

Bodemvruchtbaarheid te Haren (Groningen) de hoeveelheid en de verdeling van de stikstof in de bodem bij de oogst nagegaan.

Het onderzoek is nog niet afgerond en het is nog niet mogelijk een algemeen advies te formuleren.

Het onderzoek wordt de komende jaren voortgezet.

N-BEMESTING IN RELATIE TOT NATROT IN WITLOF

G. van Kruistum

Inleiding

Natrot vormt tijdens de witloftrek en ook later in het handelskanaal een ernstig probleem. Om deze bacterie-aantasting terug te dringen zijn in samenwerking met enkele ROC's, vanaf 1988 t/m 1990 veld- en forceerproeven aangelegd. De invloed van stikstof tijdens de wortelteelt op het optreden van natrot, samen met het treffen van maatregelen tijdens de trek zijn in dit onderzoek als uitgangspunten genomen.

Welke bacteriën

Verschillende soorten bacteriën kunnen witlof aantasten. De meest voorkomende zijn Pseudomonas marginalis en Erwinia carotovora. Beide soorten bestaan uit verschillende onderstammen. P. marginalis infecteert de witlofplant reeds op het veld en veroorzaakt het zogenaamde bladvuur. Onderzoek heeft echter vastgesteld dat vooral de bacteriestam E. carotovora carotovora (ECC) tijdens de trek en ook later in het handelskanaal problemen oproept. Deze stam veroorzaakt het zogenoemde slijmrot of natrot doordat deze bacterie delen van de celwand oplost.

Invloed N tijdens de wortelteelt

Op ROC-De Waag bleek het achterwege laten van een N-bemesting in 1988 te leiden tot een sterke daling van de wortelopbrengst (tabel 1). Dit komt ook tot uiting in het hogere percentage fijne wortels (<3 cm ϕ) en het gewicht van de wortels boven 3 cm doorsnede. Een beperkte N-bemesting toegevend voor zaai (object B), geeft echter reeds een wortelopbrengst die gelijk is aan de overmatig met stikstof bemeste objecten.

Het drogestofgehalte van de wortels wordt bij een ruime N-voorziening verlaagd. Het percentage door bladvuur aangetaste planten werd, vooral bij object D, sterk verhoogd (tabel 1). Dit kan verband houden met de overvloedige bladproductie als gevolg van het ruime N-aanbod.

Uit de resultaten van de N-mineraalmetingen (tabel 2) blijkt dat de stikstof in de bodem bij de objecten A en B vrijwel geheel is opgenomen op 26 september. Dit is ideaal voor de afrijping van de wortels. Bij de objecten C en D is dit niet het geval en zal de N-opname doorgaan en de afrijping worden uitgesteld. Het percentage N-totaal in de droge stof van de wortels wordt duidelijk door de N-gift beïnvloed. Op andere bodemtypen met een hoger organische-stofgehalte kan uit mineralisatie meer stikstof vrijkomen, waardoor volledige uitputting niet plaatsvindt, zoals op de ROC's Meterik en Westmaas. Dit leidt tot minder sterke verschillen in wortelproductie.

Beïnvloeding natrot tijdens de trek

Het optreden van natrot tijdens de trek kan sterk worden beïnvloed door het forceerklimaat zoals blijkt uit tabel 3. Door beperkte ventilatie en het nathouden van de vloer is in cel 2 een hogere relatieve luchtvochtigheid nagestreefd. Het percentage door natrot aangetaste kroppen aan het einde van de trek werd verdubbeld.

Behalve het forceerklimaat kan ook de N-voorziening van de wortels van grote invloed zijn op het optreden van natrot (tabel 4). Zoals reeds bekend, wordt de lofkwiteit door een ruimer aanbod van N tijdens de wortelteelt negatief beïnvloed. Dit komt in dit onderzoek duidelijk naar voren. De houdbaarheid van het lof loopt enigszins terug bij een ruimere N-voorziening van de wortels. Opvallend is dat hoewel op ROC-Westmaas tijdens de wortelteelt een aantasting door bladvuur vrijwel niet voorkwam, het percentage door natrot aangetaste kroppen tijdens de trek opliep tot maximaal 26% (tabel 4). Dit in tegenstelling met ROC-De Waag, waar een hoge bladvuuraantasting op het veld (tabel 1) resulteerde in slechts maximaal 4% door natrot aangetaste kroppen tijdens de trek.

De behandelingen tegen natrot in 1988 met een oplossing van actief chloor of dolokal bij het opzetten van de wortels, heeft op geen van de proefplaatsen tot het gewenste resultaat geleid. Blijkbaar zijn andere factoren belangrijker.

In 1989 en in 1990 had een kunstmatige infectie met de bacteriestam ECC, al dan niet gevolgd door een behandeling met een bactericide, geen duidelijke invloed op de natrotaantasting. In een enkel geval bleek de toegepaste bactericide een positief effect op de lofkwiteit te hebben.

Conclusies

- Een ruime N-voorziening tijdens de wortelteelt verhoogt het N-totaal gehalte in (de droge stof van) de wortel en daarmee de gevoeligheid voor het optreden van natrot tijdens de trek. Bij een N-gift tot circa 80 kg-Nmin voor het zaaien blijft deze toename in Nt gehalte en gevoeligheid voor natrot beperkt. Gestreefd dient te worden naar een Nt niveau van maximaal 0,7 %, ook met het oog op de lofkwiteit. In veel gevallen wordt echter reeds zonder een N-bemesting een hogere waarde bereikt!
- Een N-min. bepaling in februari geeft onvoldoende inzicht in het te bereiken N-totaal gehalte van de wortel. De voorgeschiedenis van het perceel, het organische-stofgehalte en de mate van N-mineralisatie zijn van grote invloed.
- Een forse aantasting door bladvuur op het veld behoeft niet automatisch in te houden dat ook tijdens de trek veel kroppen door natrot worden aangetast. Deze koppeling werd tot op heden wel min of meer verondersteld. Anderzijds kunnen ogenschijnlijk gezonde wortels met een laag Nt gehalte, tijdens de trek toch voor een aanzienlijk deel door natrot worden aangetast.

- Behandeling van de wortels direkt na het opzetten met een oplossing van actief chloor, dolokal of een bactericide bleek niet effectief te zijn. Ook werd in dit onderzoek na kunstmatige infectie met ECC, geen verhoging van het aantastingspercentage vastgesteld.
- Meer onderzoek is nodig naar de invloed van het microklimaat, met de nadruk op de relatieve luchtvochtigheid, op de zich ontwikkelende kroppen in de laatste week van de trek. Dit in relatie tot het infectiegedrag, pathogeniteit en vermeerderingssnelheid van de in het spel zijnde bacteriestammen.

Tabel 1. Invloed van de N-bemesting op de wortelopbrengst, droge stofgehalte en het percentage matig tot ernstig door bladvuur aangetaste planten.

Zaaidatum: 10 mei 1988, cv. Flash F1. Plantgetal: 200.000 per ha.

Rooidatum: 29 september 1988. Grondsoort: kleiig zand (9% slib, pH 7,3). Plaats wortelteelt: Ens.

object	wortelopbr. (ton/ha)	% ds wort.	% wort. <3 cm ϕ	gew. (g) wort. >3 cm ϕ	% aant. bladvuur
A geen N	28,0	25,9	25	173	5
B 80 kg N-N min.	37,1	24,7	17	214	27
C 3x50 kg N*)	37,6	22,9	19	218	39
D als B+3x50 kg N*)	37,5	23,1	15	217	71

*) 50 kg N gegeven op resp. 15-07, 06-08 en 27-08.

Tabel 2. Verloop Nmin-gehalte in kg/ha in de laag 0-60 cm-mv en het percentage N-totaal in de drogestof van de geoogste wortels bij de verschillende N-objecten. Org. stofgehalte grond: 1,2 %.

Plaats wortelteelt: Ens, 1988.

object	N-min op:				% Nt wortels
	14-03	29-07	26-08	26-09	
A geen N	17	5	19	7	0,38
B 80 kg N-Nmin	17	8	19	5	0,52
C 3x50 kg N*)	17	31	41	44	0,76
D als B+3x50 kg N*)	17	29	38	59	0,96

*) 50 kg N gegeven op resp. 15-07, 06-08 en 27-08.

Tabel 3. Lofopbrengst N-trappenproef, gemiddeld over alle veld- en forceerbehandelingen (kg/100 wortels), % natrot en houdbaarheid van het lof. Wortels geforceerd bij 94% RV (cel 1) of > 95% RV (cel 2). Opzetdatum 17 november 1988, ROC-Westmaas.

cel	lofopbrengst		%	%	%	cijfer*)
	kl.l	totaal	pit	kl.l	natrot	houdbaarheid
1	7,1	12,1	46	59	10	6,7
2	8,0	12,3	50	65	21	5,9

*) cijfer houdbaarheid bepaald na 10 dagen opslag bij 10 °C.

Tabel 4. Invloed N-bemesting tijdens de wortelteelt op het % N-totaal van de wortels, de lofopbrengst en lofkwiteit (kg/100 wortels), % natrot en houdbaarheid van het lof. Aanvang trek 17 november 1988, ROC-Westmaas.

object	% Nt wortels	lofopbrengst		%	%	cijfer
		kl.l	totaal	kl.l	natrot	houdbaarheid
A geen N	0,76	9,2	13,1	70	5	6,8
B 80 kg N-Nmin	0,85	8,0	12,4	65	9	6,5
C 3x50 kg N	1,02	6,3	11,6	54	22	5,9
D als B+3x50 kg N	0,96	6,6	11,7	56	26	6,1