

Stikstofrijenbemesting in een late herfstteelt bloemkool op zandgrond

Project: Telers Mineraal Paraat
Deelproject: Efficiënt bemesten in vollegrondsgroenten

W.C.A. van Geel & J.A.M Wilms

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK Den Haag



**landbouw, natuur en
voedselkwaliteit**

Het onderzoek is mede mogelijk gemaakt door:

Pouwels Fresh Food B.V. te Kronenberg

Projectnummer: 3250082200

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector akkerbouw, groene ruimte en vollegrondsgroententeelt

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	7
2 OPZET EN UITVOERING	9
2.1 Keuze van de proefobjecten	9
2.2 Uitvoering	10
3 RESULTATEN	13
3.1 Groeiverloop	13
3.2 Marktbaar opbrengst (oogstpercentage)	14
3.3 Drogestofproductie en stikstofopname	15
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	17
REFERENTIES	19
BIJLAGE 1. NEERSLAGGEGEVENS 2007 KNMI-STATION SEVENUM	20

Samenvatting

Voor uitspoelingsgevoelige gewassen op zandgrond zal de stikstofgebruiksnorm in de toekomst mogelijk verder worden verlaagd. Dit kan te koste gaan van de opbrengst en kwaliteit van de betreffende teelten. Daarom zijn in 2006 en 2007 in diverse teelten, waaronder bloemkool, de mogelijkheden verkend om de stikstofbenutting in uitspoelingsgevoelige gewassen op zandgrond te verhogen, om daarmee het risico van opbrengst- en kwaliteitsverlies te minimaliseren alsook het stikstofverlies naar het grond- en oppervlaktewater te verminderen.

In een late herfstteelt bloemkool op zandgrond in Limburg is in 2007 nagegaan of stikstofrijenbemesting al dan niet in combinatie met minder-uitspoelingsgevoelige meststoffen tot een betere stikstofbenutting zou kunnen leiden. Bij rijenbemesting is de stikstof in een keer toegediend bij het planten, maar ook is een variant opgenomen waarbij ca. 2/3 als rijenbemesting is gegeven en 1/3 deel breedwerpig vijf weken na planten. De referentie was een gedeelde, breedwerpige N-gift (2/3 bij de start en 1/3 vijf weken na planten). Als meststof is KAS gebruikt.

Bij de eenmalige gift als rijenbemesting is tevens een vergelijking opgenomen tussen KAS en Entec 26. Verder is een nieuwe toedieningstechniek beproefd: de zogenoemde Pulstec-techniek, waarbij vloeibare meststoffen onder zeer hoge druk van bovenaf in de grond worden geschoten. Met Pulstec is een precieze plaatsing mogelijk en er treedt vrijwel geen grondverstoring op. De beproeving is uitgevoerd met de Cultan-meststof.

De resultaten van de proef bevestigden het belang van een goede stikstofvoorziening van bloemkool tijdens de begingroei.

Technisch gezien bleek het goed mogelijk om een vloeibare meststof toe te dienen met de Pulstec-techniek. De beproeving van Pulstec is echter slechts ten dele geslaagd. Doordat de machine niet op tijd klaar was, vond de toediening te laat plaats en ook moest de meststof daardoor te ver van de planten af worden toegediend. Het gewas liep hierdoor een groeiachterstand op die niet meer werd ingehaald.

Stikstofrijenbemesting leidde in deze proef niet tot een hogere stikstofbenutting dan breedwerpige bemesting. Het leek de oogst wat te verlaten, maar gaf geen lager totaal oogstpercentage. Het leidde evenmin tot een lager stikstofoverschot (N-gift min N-afvoer met het geoogst product), maar ook niet tot een hoger N-overschot.

In vergelijking tot onderzoeksresultaten van anderen was de stikstofbenutting bij de rijenbemesting niet laag, maar was de benutting bij de breedwerpige bemesting opmerkelijk hoog. Een goede verklaring hiervoor ontbreekt. Mogelijk heeft de breedwerpige N-bemesting de bodemmineralisatie gestimuleerd en de rijenbemesting niet.

In dit relatief droge groeiseizoen, waarin uitspoelingsverlies tijdens de teelt waarschijnlijk van geen of weinig betekenis was, kwam geen duidelijk verschil naar voren tussen rijenbemesting met KAS of met Entec.

Plaatsing van stikstof via rijenbemesting bij de start van de teelt bevorderde de begingroei. Een nog te onderzoeken wellicht perspectievolle bemestingsstrategie in bloemkool is een breedwerpige stikstofbemesting in combinatie met een kleine startgift stikstof in de rij of bij de plant.

1 Inleiding

Voor uitspoelingsgevoelige gewassen op zandgrond zal de stikstofgebruiksnorm in de toekomst mogelijk verder worden verlaagd. Dit kan te koste gaan van de opbrengst en kwaliteit van de betreffende teelten, waaronder bloemkool. Binnen het project "Telers Mineraal Paraat" is daarom in 2006 en 2007 het deelproject "Efficiënt bemesten in vollegrondsgroenten" uitgevoerd, waarin de mogelijkheden zijn verkend om de stikstofbenutting in uitspoelingsgevoelige gewassen op zandgrond te verhogen, om daarmee het risico van opbrengst- en kwaliteitsverlies te minimaliseren alsook het stikstofverlies naar het grond- en oppervlaktewater te verminderen.

Er zijn daartoe veldproeven uitgevoerd in verschillende gewassen waaronder een late herfstteelt bloemkool in 2007. In deze teeltperiode van het jaar is de kans op uitspoeling groter dan in de zomer. Verder wordt bij een herfstteelt de N_{min} die achterblijft na de oogst, niet meer door een volggewas benut en zal in de winter grotendeels uitspoelen. Doel van de proef was om het perspectief van een aantal alternatieve bemestingsstrategieën te beoordelen ten opzichte van de meest gangbare bemesting in bloemkool op zuidoostelijk zand: een breedwerpige, gedeelde stikstofgift met een snelwerkende, uitspoelingsgevoelige meststof.

Efficiënt bemesten met stikstof houdt in: het minimaliseren van verliezen uit meststoffen (tijdens en na de teelt) en het maximaal benutten van stikstof die door mineralisatie beschikbaar komt uit de bodem, uit gewasresten en uit nawerking van organische meststoffen. Verhoging van de benutting en beperking van het verlies is mogelijk door:

- deling van de stikstofgift en gebruik van stikstofbijmestsystemen, waarmee beter kan worden ingespeeld op de actuele groeiomstandigheden, met name mineralisatie en uitspoeling;
- een goede plaatsing (rijen- of plantgatbemesting) van stikstof al dan niet in combinatie met fosfaat;
- het gebruik van minder-uitspoelingsgevoelige meststoffen.

Toepassing van een stikstofbijmeststelsel (NBS) is in bloemkool beperkt mogelijk. Voor een goede begingroei moet een ruime voorraad stikstof bij aanvang van de teelt in de bodem aanwezig zijn. Als de eerste gift te laag is of de volgende gift te laat wordt gegeven of te laat beschikbaar komt voor het gewas door bijvoorbeeld droogte, kan het gewas een groeiachterstand oplopen die moeilijk is in te halen.

Uit proeven met late zomerteelten en vroege herfstteelten bloemkool op kleigronden kwam naar voren dat toepassing van een stikstofbijmeststelsel (NBS) niet zinvol is als geen hoge mineralisatie wordt verwacht. Het geeft geen of weinig stikstofbesparing maar wel risico van groeiachterstand en opbrengstderving (Everaarts & Vlaswinkel, 1998; Everaarts & De Moel, 1995).

NBS is wel zinvol wanneer kort na planten een sterke mineralisatie wordt verwacht, op humeuze gronden of wanneer vlak voor planten een grote hoeveelheid vers organisch materiaal is ondergewerkt. Dan kan wel op de N-gift worden bespaard door bij te bemesten op basis van de N_{min}-voorraad in de bodem.

Deling van de N-gift via een ruime N-voorziening aan de basis en een beperkte bijmestgift tijdens het seizoen, vier tot zes weken na planten, biedt wel wat meer sturingsmogelijkheid tijdens de teelt: men kan de hoogte van de bijmestgift afstemmen op de groei/weersomstandigheden, de gewasontwikkeling en het ras.

Rijenbemesting kan de benutting door het gewas van de gegeven kunstmest verhogen, waardoor de gift omlaag kan met behoud van opbrengst en kwaliteit. De benutting is hoger door vermindering van verliezen via vervluchtiging/ denitrificatie, uitspoeling, fixatie, adsorptie en door een verhoging van de nutriënten-aanvoer naar de wortels (Van Erp & Titulaer, 1992). Rijenbemesting biedt met name voordeel:

- bij nutriënten die weinig mobiel zijn in de grond, zoals fosfaat;
- op arme en fixerende gronden;
- bij gewassen met een beperkt wortelstelsel;
- bij teelt op ruime rijenafstand;
- bij lage meststofhoeveelheden.

Vanwege de ruime rijenafstand bij bloemkool (75 cm) mag worden verwacht dat stikstofrijenbemesting tot een betere benutting kan leiden en met name de begingroei stimuleert. Toch leidde het in proeven met late zomerteelten en vroege herfstteelten bloemkool op kleigronden meestal niet tot een betere N-benutting.

Ook had het geen invloed op het aantal geoogste planten en op de kwaliteit en was er geen verschil in hoeveelheid stikstof die na oogst in de grond achterbleef (Everaarts & De Moel, 1995). De proeven zijn echter uitgevoerd op veelal stikstofrijke gronden in Noord-Holland. In één van de proeven, op een minder stikstofrijke grond te Lelystad, leek rijenbemesting wel een wat betere benutting te geven. In proeven met zomerteelten broccoli op kleigrond te Lelystad gaf stikstofrijenbemesting wel overwegend een betere benutting en meermalen een hogere opbrengst (Everaarts et al., 1996). Over de besparingsmogelijkheid van stikstofrijenbemesting in bloemkool op zandgrond is weinig informatie beschikbaar.

Op het proefstation voor de groenteteelt St. Katelijne Waver in België zijn in vroege bloemkool goede resultaten behaald met het gebruik van Entec (De Rooster, 2005; De Rooster & Spiessens, 2003; De Rooster, 2003). De meststof werd hierbij deels als rijenbemesting toegediend en deels als bandbemesting. De meststofband lag daarbij op het midden van de planterij. Deze bemestingsstrategie gaf een hoger oogstpercentage in klasse 1 dan breedwerpige bemesting met KAS. Ook kon 20% op de gift worden bespaard, uitgezonderd bij de vroegste rassen.

Entec is een korrelvormige, ammoniumhoudende meststof waaraan een nitrificatieremmer is toegevoegd, die de omzetting van ammonium naar nitraat vertraagt. Ammonium spoelt minder snel uit dan nitraat, waardoor de stikstof tijdens natte perioden langer beschikbaar blijft in de bodem.

Door de Entec geconcentreerd toe te dienen via rijenbemesting, blijft de stikstof nog langer in ammoniumvorm dan bij breedwerpige toediening. Het proefstation St. Katelijne Waver adviseert bij lage Nmin-voorraad, in de vroege bloemkoolteelt, een combinatie van band- en rijenbemesting, omdat enkel rijenbemesting dan een tekort kan geven tijdens de begingroei (o.a. De Rooster, 2006).

In het zuidoostelijk zandgebied wordt een deel van de prei bemest volgens de Cultan-methode. Dit is een bemestingsmethode waarbij een vloeibare ammoniummeststof wordt toegediend via rijenbemesting. De meststof betreft in de regel een oplossing van zwavelzure ammoniak en ureum, die als eenmalige gift naast of tussen de plantenrijen in de grond wordt geïnjecteerd. De werking berust eveneens op nitrificatieremming: doordat de ammonium zeer geconcentreerd in de grond wordt gebracht, wordt de omzetting van ammonium naar nitraat vertraagd. Voor een lange teelt als prei wordt een nitrificatieremmer toegevoegd. Loonwerkers in het gebied hebben speciale apparatuur om de vloeibare meststof in de grond te injecteren. Een voordeel van vloeibare meststoffen is dat ze nauwkeuriger zijn toe te dienen dan korrelmeststoffen. De toepassing van Cultan kan ook een optie zijn in bloemkool.

In het volgende hoofdstuk wordt de keuze van de proefobjecten toegelicht en wordt de uitvoering van de proef beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten weergegeven en in hoofdstuk 4 worden deze bediscussieerd.

2 Opzet en uitvoering

2.1 Keuze van de proefobjecten

De proef is aangelegd in een praktijkveld bloemkool te Evertsoord (bij Sevenum, Limburg) van Pouwels Fresh Food B.V. De gebruikelijk bemesting van Pouwels bestaat uit een basisgift zeugendrijfmest à ca. 105 kg N-totaal (75-80 kg N-werkzaam per ha) enkele weken voor het planten van de bloemkool, gevolgd door een breedwerpige gift van 250 à 300 kg magnesamonsalpeter (MAS) per ha bij het planten (55-66 kg N/ha) en vijf tot zes weken na het planten nogmaals een breedwerpige gift van 250 à 300 kg MAS per ha. De lagere MAS-gift (250 kg N/ha) wordt aangehouden indien er voor de bloemkool een groenbemester is ingewerkt. De totale werkzame N-gift komt daarmee uit op zo'n 190-210 kg N/ha.

Aangezien er vóór de bloemkool in deze proef geen groenbemester is ingewerkt, is een gedeelde gift van 210 kg N/ha als praktijkreferentie aangehouden in de proef. (De stikstofgebruiksnorm voor bloemkool op zand bedraagt 220 kg N/ha.)

Bijbemesting op basis van Nmin-meting tijdens de teelt is niet opgenomen in de proef. Telers op zandgrond vinden dit te onbetrouwbaar c.q. te risicovol. De Nmin die tijdens de teelt wordt gemeten, kan sterk fluctueren en geeft niet weer hoeveel stikstof er daadwerkelijk voor het gewas beschikbaar is in de bodem. Bovendien was het perceel volgens ervaring van de teler niet sterk mineraliserend en was ook geen extra mineralisatie uit gewasresten van de voorvrucht (opkweekplanten prei) te verwachten.

Besloten is om na te gaan of stikstofrijenbemesting al dan niet in combinatie met minder-uitspoelingsgevoelige meststoffen tot een betere stikstofbenutting zou kunnen leiden in bloemkool op zandgrond. Bij rijenbemesting kan de stikstof in een keer worden gegeven bij het planten, maar er kan ook worden gedeeld, waarbij de 1^e gift als rijenbemesting wordt toegediend en de 2^e gift volvelds wordt gestrooid of met de beddenbemester. Daardoor behoudt men toch nog sturingsmogelijkheid tijdens de teelt. Beide varianten zijn in de proef opgenomen.

Als minder-uitspoelingsgevoelige meststof is Entec opgenomen in de proef, gelet op de positieve berichten uit Belgisch onderzoek en omdat Entec in de vollegrondsgroenteteelt één van de meest gebruikte, alternatieve meststoffen is, die relatief goedkoop is ten opzichte van de andere alternatieve meststoffen. Verder is de toepassing van Cultan opgenomen in de proef. Ook Cultan is ten opzichte van andere alternatieve meststoffen relatief goedkoop. In principe zou Cultan in bloemkool met dezelfde apparatuur kunnen worden toegepast als in prei. Echter, hiermee wordt de meststof midden tussen de plantenrijen geïnjecteerd en niet vlak naast de plantenrijen.

Met additionele financiering uit het project "Co-innovatie precisiebemesting in vollegrondsgroentengewassen" is de Cultan-meststof toegediend met een nieuwe techniek: de zogenoemde Pulstec-techniek. Hierbij worden vloeibare meststoffen met een spuitlans plaatsgericht onder zeer hoge druk (50-200 bar) van bovenaf in de grond geschoten middels korte, snel opeenvolgende pulsjes (zie figuur 1). Met Pulstec is een precieze plaatsing mogelijk en er treedt vrijwel geen grondverstoring op, in tegenstelling tot rijenbemesting met kouters. Ook maakt de Pulstec-techniek een nog geconcentreerde toediening mogelijk. In plaats van dat de meststof als een doorgetrokken lijn naast de planterijen wordt gelegd, werd nu min of meer een plantbemesting toegepast door bij elke plant de meststof in een 15 cm lange streep te concentreren. De plantafstand bedroeg 58 cm.

Vanuit praktijk kwamen positieve berichten over gebruik van Flex-fertilizer in bloemkool en broccoli in Noord-Holland, dat een stabielere groei zou geven. Flex-fertilizer is een vloeibare, langzaamwerkende meststof, die bij het planten als rijenbemesting wordt toegediend. De nutriënten zijn gebonden in complexe verbindingen en komen hieruit geleidelijk beschikbaar voor de plant.

De leverancier van Flex-fertilizer is benaderd voor toepassing van het product in de bloemkoolproef, maar

gaf aan dat men nog te weinig ervaring heeft met het product in bloemkool op zandgrond en voor deze teelt eerst een optimale productformulering wil ontwikkelen.

Toediening van een (N)P-startgift is ook niet opgenomen in de proef, omdat bloemkool een lage fosfaatbehoefte heeft, de fosfaattoestand van het proefperceel hoog was (tabel 2) en de kans op fosfaatgebrek door lage bodemtemperatuur in de zomer geen rol speelt.

De verschillende bemestingswijzen zijn vergeleken bij eenzelfde, beoogde suboptimale N-gift van 170 kg N/ha om verschillen tussen de bemestingswijzen duidelijk tot uiting te kunnen laten komen. Bij een overmaat aan stikstof komen de verschillen niet of minder goed tot uiting.

Tot slot is ook een nulobject opgenomen (geen N-bemesting) om een beeld te krijgen van de N-levering vanuit de bodem. Tabel 1 geeft een overzicht van de proefobjecten. De proef is aangelegd als volledig gewarde blokkenproef in vier herhalingen.

Tabel 1. **Proefobjecten**

Objectcode	Objectomschrijving
Nul	nulobject: geen N-bemesting
KAS breed 210 N	gedeelde N-gift met KAS breedwerpig à 210 kg N/ha: 140 kg N/ha bij planten en 70 kg N/ha vijf weken na planten (praktijkreferentie)
KAS breed 170 N	gedeelde N-gift met KAS breedwerpig à 170 kg N/ha: 115 kg N/ha bij planten en 55 kg N/ha vijf weken na planten
KAS rij 170 N	rijenbemesting met KAS: 170 kg N/ha als eenmalige gift bij planten
KAS rij+breed 170 N	rijenbemesting met KAS à 115 kg N/ha bij planten en 55 kg N/ha breedwerpig vijf weken na planten
Entec rij 170 N	Entec 26: 170 kg N/ha als rijenbemesting bij planten aan beide zijden van de planterij
Pulstec – Cultan 170 N	startgift van 40 kg N/ha als rijenbemesting met KAS bij planten en 130 kg N/ha als Cultan ca. 3 weken na planten via de Pulstec-techniek



Figuur 1. **Toepassing van Cultan in prei met de Pulstec-techniek**

2.2 Uitvoering

In tabel 2 zijn de bodemvruchtbaarheidsgegevens van het proefveld weergegeven (analyse door Blgg, Oosterbeek) en in tabel 3 de gegevens van de proefuitvoering. De bodem van het proefveld bestond uit een bovenlaag bruin zand die plaatselijk varieerde van 30 tot 40 cm diepte. Daaronder bevond zich plaatselijk lichtgeel tot okergeel en geel-bruin zand.

Voorafgaand aan de proef is geen dierlijke mest toegediend. Op de rest van het praktijkperceel is wel dierlijke mest toegediend. Om qua bodemvruchtbaarheid geen verschil te creëren voor de navolgende jaren op het perceel is de basisbemesting fosfaat, kali en magnesium in de proef afgestemd op de bemesting die de teler op de rest van het perceel toediende in de vorm van dierlijke mest en magnesamon.

Bij de rijenbemesting is de meststof 10 cm naast het hart van de plantenrijen gepositioneerd en 7 cm diep. De KAS is aan één kant van elk plantenrij gelegd, de Entec aan beide zijden van de rij om het risico van zoutschade door een hoge ammoniumconcentratie dicht bij de jonge planten te verkleinen. Er is niet gekozen voor een combinatie van band- en rijenbemesting met Entec, omdat de Nmin-voorraad en mineralisatie hoger zijn dan in de vroege teelt en de kans op stikstoftekort tijdens de begingroei kleiner is. Ook duurt de nitrificatieremming door de hogere bodemtemperatuur korter dan in het vroege voorjaar (lage bodemtemperatuur). Dit kan er echter toe leiden dat alle ammoniumstikstof al voor het eind van de teelt is omgezet in nitraat en dan in een natte herfst toch uitspoelt. Daarom is voor volledige rijenbemesting gekozen c.q. een zo geconcentreerd mogelijke toediening van de meststof. Dat geeft de langste nitrificatieremming.

De intentie was om de Cultan-meststof twee weken na planten toe te dienen, ook op 10 cm naast het hart van de plantenrijen. Echter, omdat de toedieningsapparatuur niet tijdig beschikbaar was, werd het een week later. De planten hadden toen al dermate brede bladeren ontwikkeld dat de meststof op 25 cm afstand vanaf het hart van de plantenrijen moest worden aangebracht. De meststof is naast elke plant in een 15 cm lange streep aangebracht (in plaats van in een doorgetrokken lijn) en 10-15 cm diep in de grond gespoten.

Tabel 2. **Bodemvruchtbaarheidsgegevens proefveld 0-30 cm (25 juni 2007) volgens Blgg**

Parameter	Meetwaarde	Waardering (Blgg)
Organische stof (%)	2,4	vrij laag
pH-KCl	5,7	goed
P-PAE (mg P/kg)	14,9	hoog
Pw (berekende waarde)	±114	
P-Al	110	hoog
K-getal (berekend uit K-PAE)	23	hoog
Mg (mg Mg/kg)	58	vrij laag
N-leverend vermogen (kg N/ha)	91	vrij laag
S-aanvoer, incl. S-leverend vermogen (kg S/ha)	33	vrij hoog

Tabel 3. **Gegevens proefuitvoering**

Voorvrucht 2006:	winterprei
Voorvrucht 2007:	opkweekplanten prei, oogstperiode 1 juni t/m 25 juni
Nmin-voorraad: (analyse Blgg)	gemeten op 13 juli 0-30 cm: 92 kg N/ha 30-60 cm: 142 kg N/ha
Teeltperiode bloemkool	late herfstteelt
Basisbemesting:	100 kg P ₂ O ₅ per ha als tripelsuperfosfaat en 50 kg K ₂ O en 75 kg MgO per ha als patentkali en kieseriet op 27 juli volvelds gestrooid
Planttijdstip:	31 juli
Plantverband:	75 cm rijenafstand en 58 cm afstand in de rij
Ras:	Magellan
Stikstofbemesting	bemesting objecten op 1 aug, 23 aug (Cultan) en 4 sep (2 ^e gift KAS)
Gewasverzorging:	ziekte- en plaagbestrijding: chemisch onkruidbestrijding: 1x chemisch direct na het planten en 2x schoffelen, 3 en 6 weken na het planten; 6 weken na planten is tegelijk met het schoffelen licht aangeaard
Berekening:	geen
Oogst:	op 5, 13 en 21 november
Veldjesgrootte	bruto: 6 m x 9,3 m (8 rijen van 16 kolen) netto: 3 m x 7 m (4 rijen van 12 kolen)

Het streven van de teelt was om zoveel mogelijk bloemkolen te kunnen oogsten in kwaliteitsklasse I in de maat 'zessen' (waarbij er zes kolen in een veilingkist passen). De kleinere maten zijn 'achten' en 'tien'.

In de proef zijn de volgende waarnemingen en metingen gedaan:

- gewasontwikkeling en –stand op 18 september en 5 november;
- percentage weggevallen planten;
- percentage oogstbare planten per oogstmoment en totaal oogstpercentage;
- bovengrondse drogestofproductie en stikstofopname;
- N-opname in het marktbaar product c.q. N-afvoer.

Voor de bepaling van de drogestofproductie is op 5 en 12 november het gemiddeld gewicht van de oogstbare kolen vastgesteld alsook van de stronken van de planten en het blad. Op 12 november zijn van vijf planten per veldje de drogestofgehalten en N-gehalten gemeten in koolwit, omblad van de geogste kool, stronk en overig blad. Verder is de zogenoemde schijnbare stikstofbenutting berekend, hierna aangeduid als ANR (apparent nitrogen recovery), als:

N-opname bemest object bij oogst – N-opname nulobject bij oogst
N-gift bemest object

Ook is de stikstofafvoer van het veld met het geogst product berekend en het stikstofoverschot: totale N-gift min N-afvoer.

De resultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het softwarepakket Genstat. Daarbij is een variatieanalyse uitgevoerd en een tweezijdige t-toets.

3 Resultaten

3.1 Groeiverloop

Na de oogst van de opkweekplanten prei was een ruime hoeveelheid Nmin aanwezig in de bodem, met name in de laag 30-60 cm. Tussen het moment van meting en het planten van de bloemkool viel echter zo'n 100 mm neerslag (KNMI-station Sevenum). De Nmin zal daardoor dieper de bodem zijn ingespoeld en deels verloren zijn gegaan voor het gewas.

De maanden augustus, september en oktober hadden een normale temperatuur voor de tijd van het jaar. November was zacht en iets warmer dan gemiddeld. Augustus was een tamelijk natte maand, met forse hoeveelheden neerslag op 10 en 22 augustus (KNMI-station Sevenum). September had een vrijwel normale hoeveelheid neerslag, oktober was over het geheel aan de droge kant en in november viel iets minder neerslag dan normaal. Op 30 oktober viel een forse hoeveelheid neerslag. In september en november viel de neerslag regelmatig verspreid over de gehele maand. De neerslagcijfers zijn weergegeven in bijlage 1.

Vanaf ca. twee weken na het planten bleven de bloemkoolplantjes bij het nulobject al achter in groei. Het geeft aan dat er bovenin de bodem onvoldoende stikstof aanwezig was voor de begingroei en dat bemesting direct bij planten noodzakelijk was. Begin september was de gewasgroei al sterk achtergebleven ten opzichte van de bemeste objecten en dat bleef de rest van het groeiseizoen zo (zie figuur 2).



Figuur 2. **Gewasontwikkeling op 23 oktober bij het nulobject (links) en bij de bemeste bloemkool (rechts)**

Het gewas bij het Cultan-object, dat bij de start 40 kg N/ha als KAS in de rij had gehad, vertoonde op het moment van de Cultan-toediening (drie weken na planten) nog geen groeiachterstand. Begin september (twee weken later) bleef het echter wel wat achter in groei: kleinere planten met minder blad en een iets lichter groene kleur. Daarna trok het weer bij en half september was het groeiverschil met de overige bemeste objecten kleiner geworden, maar het bleef tot aan de oogst nog wel zichtbaar aan een iets minder forse plantontwikkeling. Het onderschrijft dat een eenmaal opgelopen groeiachterstand moeilijk wordt ingehaald.

De toediening van Cultan via de Pulstec-techniek lukte technisch gezien goed: de apparatuur functioneerde probleemloos. Maar de toediening vond een week te laat plaats en daardoor ook te ver van de planten af. Hierdoor liep het gewas in september een groeiachterstand op door tijdelijk stikstoftekort.

De rijenbemesting met zowel KAS als Entec à 170 kg N/ha gaf de beste begingroei. De planten waren hier het forste ontwikkeld.

Rond half september veranderde dat echter en kwam het effect van de hoogte van de N-gift sterker naar voren dan het effect van rijenbemesting. Bij de gedeelde, breedwerpige gift à 210 kg N/ha was het gewas het forste ontwikkeld, met name de bladeren. Het verschil met de overige objecten bleef tot aan de oogst

gehandhaafd. Bij één van de vier proefveldjes van dit object was de gewasstand te weelderig, wat duidde op een (te) hoog N-aanbod.

Vanaf begin oktober begon de gewasgroei bij de rijenbemesting met zowel KAS als Entec à 170 kg N/ha ook wat achter te blijven t.o.v. de breedwerpige KAS-gift à 170 kg N/ha. In tabel 4 zijn rapportcijfers weergegeven voor de beoordeling van de gewasstand op 18 september en 5 november. Op 5 november was bij de rijenbemesting met KAS en Entec à 170 kg N/ha de score voor de gewasstand omlaag gegaan ten opzichte van 18 september en bij de overige objecten was deze gelijk gebleven of iets gestegen.

Tijdens de groeiperiode viel gemiddeld 6% van de planten weg. De plantwegval werd niet beïnvloed door de bemesting, maar was voor het merendeel het gevolg van vrachtschade door hazen aan de jonge planten.

Tabel 4. **Beoordeling gewasstand (rapportcijfer)**

	Nul- object	KAS breed 210 N	KAS breed 170 N	KAS rij 170 N	KAS rij + breed 170 N	Entec rij 170 N	Pulstec Cultan 170 N	LSD ¹ ($p \leq 0,05$)
Gewasstand 18 september	3,8	7,3	7,0	7,0	6,3	6,8	5,5	0,7
Gewasstand 5 november	3,8	7,8	7,0	6,3	6,8	5,8	6,0	0,9

Opm.: voor beoordeling van het verschil tussen de twee tijdstippen bij hetzelfde object geldt een LSD-waarde van 0,6.

3.2 Marktbaar opbrengst (oogstpercentage)

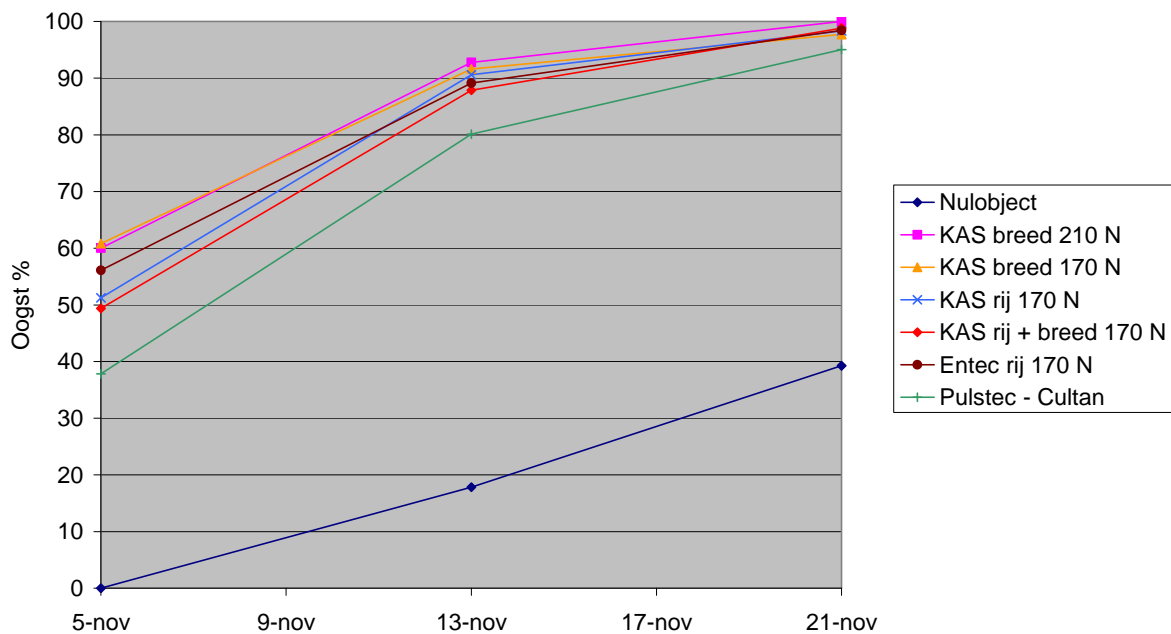
In tabel 5 is het totaal percentage geoogste bloemkolen weergegeven. Het percentage is uitgedrukt t.o.v. het aantal planten op het veld dat bij oogst aanwezig was (dus exclusief de weggevalle planten). Het betrof alle kolen in de kwaliteitsklasse 1. Qua koolgrootte werden bij de bemeste objecten allemaal 'zessen' geoogst en bij het nulobject 'zessen' en 'achten' op 13 november en uitsluitend nog 'achten' op 21 november. Op 5 november is bij het nulobject niets geoogst. De resultaten zijn tevens grafisch weergegeven in figuur 3.

Bij de breedwerpige KAS-bemesting was de bloemkool wat vroeger. Vroegheid is een gewaardeerde eigenschap vanwege de arbeidspreiding en omdat in het najaar de kans op vorstschade toeneemt naarmate de kolen langer in het najaar op het veld moeten blijven staan. Op 5 november was het oogstpercentage bij de breedwerpige bemesting met KAS hoger dan bij de rijenbemesting met KAS en de combinatie rijenbemesting + breedwerpige bemesting met KAS. Het oogstpercentage bij Entec-rijenbemesting zat er tussenin. De verschillen waren echter niet significant (n.s.). Op 13 november waren de verschillen in oogstpercentage kleiner geworden en op 21 november was er bij een gift van 170 kg N/ha geen verschil meer tussen de objecten 'KAS breed', 'KAS rij', 'KAS rij + breed' en 'Entec rij'. Het oogstpercentage was iets lager dan bij 210 kg N/ha breedwerpig met KAS (n.s.). De bloemkool bij 'Pulstec-Cultan' was wel duidelijk later en ook was het totaal oogstpercentage op 21 november iets lager (n.s.).

Tabel 5. **Oogstpercentage (% , cumulatief)**

	Nul- object	KAS breed 210 N	KAS breed 170 N	KAS rij 170 N	KAS rij + breed 170 N	Entec rij 170 N	Pulstec Cultan 170 N	LSD ($p \leq 0,05$)
5 november	0	60	61	51	49	56	38	17
13 november	18	93	92	91	88	89	80	9
21 november	39	100	98	98	99	98	95	6

¹ LSD = kleinste, betrouwbare verschil. Als het verschil tussen twee objecten groter is dan de lsd-waarde, kan normaliter worden aangenomen dat het een gevolg is van de verschillende behandelingen c.q. een significant verschil is. Als het verschil tussen twee objecten kleiner is dan de lsd-waarde, is onvoldoende duidelijk of het verschil een gevolg is van de verschillende behandelingen of een gevolg van de variatie die in een perceel aanwezig is.



Figuur 3. Oogstpercentage (% cumulatief)

3.3 Drogestofproductie en stikstofopname

De totale bovengrondse drogestofproductie was bij de breedwerpige bemeste objecten wat hoger dan bij de rijenbemestingsobjecten (tabel 6). Daarentegen kwam bij de rijenbemestingsobjecten een hoger percentage van de droge stof in kool + omblad terecht. Bij de breedwerpige bemeste objecten was er meer bladmassa geproduceerd.

Tabel 6. Bovengrondse drogestofproductie (ton/ha) en -verdeling

	Nul-object	KAS breed 210 N	KAS breed 170 N	KAS rij 170 N	KAS rij + breed 170 N	Entec rij 170 N	Pulstec Cultan 170 N	LSD ($p \leq 0,05$)
Totale droge stof	2,63	5,69	5,59	5,41	4,82	5,24	4,78	0,72
Aandeel kool + omblad in de totale droge stof	37%	32%	33%	39%	39%	39%	39%	5%
Bladmassa (excl. omblad)	1,29	3,36	3,17	2,82	2,42	2,71	2,40	0,66

De totale stikstofopname in de bovengrondse delen bij oogst was bij de rijenbemestingsobjecten lager dan bij de breedwerpige bemesting (tabel 7). Het verschil zat hoofdzakelijk in de N-opname in het blad (exclusief het meegeogste omblad). Ook de schijnbare stikstofbenutting (ANR) was bij rijenbemesting lager.

De stikstofafvoer met het geoogst product verschilde weinig (en niet significant) tussen de bemeste objecten en was enkel bij het nulobject zeer laag. Het stikstofoverschot was significant hoger bij de hogere N-gift van 210 kg N/ha. Bij een gelijke N-gift van 170 kg N/ha verschilde het N-overschot weinig (en niet significant) tussen de verschillende bemestingswijzen.

Tabel 7. **Bovengrondse N-opname (kg/ha), ANR, N-afvoer (kg N/ha) en N-overschot (kg N/ha)**

	Nul- object	KAS breed 210 N	KAS breed 170 N	KAS rij 170 N	KAS rij + breed 170 N	Entec rij 170 N	Pulstec Cultan 170 N	<i>LSD</i> ($p \leq 0,05$)
Bovengrondse N-opname	70	242	223	176	185	159	170	41
N-opname blad ¹	33	135	116	76	86	65	74	31
ANR ²	-	82%	90%	62%	68%	52%	58%	24%
Stikstofafvoer	20	92	91	88	87	83	82	10
Stikstofoverschot ³	-20	118	79	82	83	87	88	10

¹ exclusief het meege oogste omblad aan de kool

² schijnbare stikstofbenutting (apparent nitrogen recovery), berekend als:

$\frac{\text{totale bovengrondse N-opname bemest object bij oogst} - \text{totale bovengrondse N-opname nulobject bij oogst}}{\text{N-gift bemest object}}$

³ berekend als: N-gift – N-afvoer

4 Discussie en conclusies

De resultaten van de proef bevestigden het belang van een goede stikstofvoorziening van bloemkool tijdens de begingroei.

Het doel van de opname van Pulstec in de proef was tweeledig:

- het testen van deze nieuwe toedieningstechniek;
- plantbemesting door geconcentreerde plaatsing van de Cultan-meststof vlakbij elke plant.

De techniek op zichzelf functioneerde goed. Enkel vond de toediening een week te laat plaats, omdat de machine niet op tijd beschikbaar was. Het lukte daardoor ook niet meer om de meststof zo dicht bij de planten te brengen als was gewenst. Het gewas liep daardoor een groeiachterstand op die niet meer werd ingehaald en die resulteerde in een verlating van de oogst en een wat lager oogstpercentage (niet significant). De beproeving van Pulstec is daarom slechts ten dele geslaagd. Niettemin is Pulstec een veelbelovende techniek, die vervolgonderzoek waard is.

Als de wat latere toediening op grotere afstand van de planten van te voren was voorzien, had een hogere basisgift bij planten dan 40 kg N/ha wellicht kunnen voorkomen dat een tijdelijk stikstofgebrek optrad.

Hoewel rijenbemesting een betere begingroei gaf, had later in het groeiseizoen de hoogte van de N-gift meer effect op de forsheid van het gewas, met name van de bladeren, dan de plaatsing van stikstof. Aan het eind van de teelt leek de stikstofvoorziening bij rijenbemesting zelfs te kort te schieten ten opzichte van de breedwerpige bemesting en ook gaf rijenbemesting enige verlating van de oogst (niet significant). Het gaf geen lager totaal oogstpercentage.

Gezien de gewasontwikkeling was de gift van 210 kg N/ha mogelijk wat aan de ruime kant maar de gift van 170 kg N/ha zeker niet, gelet op het totaal oogstpercentage, dat net iets lager was (niet significant) dan bij 210 kg N/ha. In een natter groeiseizoen, met meer uitspoelingsverlies, zou de breedwerpige gift van 210 kg N/ha met KAS waarschijnlijk niet te ruim zijn geweest.

Rijenbemesting leidde niet tot de beoogde verhoging van de stikstofefficiency. Het leidde zelfs tot een lagere stikstofopname in de bovengrondse delen dan wel een lagere schijnbare stikstofbenutting (ANR) dan de breedwerpige bemesting.

De hogere N-opname bij de breedwerpige bemesting resulteerde vooral in meer bladmassa en meer stikstof in het blad, die achterbleef op het veld. De hogere ANR leidde daardoor niet tot een hogere N-afvoer dan wel een lager N-overschot.

Qua gewasgroei, oogstresultaat, ANR en N-overschot kwamen geen duidelijke of significante verschillen naar voren tussen de rijenbemesting met KAS of met Entec. Het groeiseizoen was echter niet bijzonder nat. Uitspoelingsverlies was tijdens de teelt waarschijnlijk van weinig betekenis. Eventueel minder-uitspoelingsgevoelige meststoffen konden zich daardoor niet bewijzen.

Everaarts & De Moel (1995) vonden eveneens dat breedwerpige N-bemesting de oogst iets kon vervroegen ten opzichte van N-rijenbemesting, maar dat de methode van toediening geen effect had op het totaal oogstpercentage. Ze vonden verder dat de ANR (op basis van totale bovengrondse N-opname) afnam bij toename van de N-gift en dat de ANR hoger was op gronden met een lagere mineralisatie. In de proef te Lelystad (zie inleiding) vonden ze een N-opname van 113 kg N/ha bij het nulobject en een ANR bij optimale N-gift van ca. 62% bij een eenmalige, breedwerpige gift en ca. 64% bij rijenbemesting.

Riley & Vagen (2003) vonden een ANR (op basis van totale bovengrondse N-opname) bij bloemkool van 62% respectievelijk 52% bij N-giften van 150 en 200 kg N/ha met KAS. Het betrof het gemiddelde van toediening in één keer als rijenbemesting bij het planten en toediening van een deel als rijenbemesting bij planten en de rest breedwerpig later tijdens de teelt. De toedieningswijze had geen significant effect op de N-opname. Ze meldden ook dat deze ANR-waarden in overeenstemming waren met in de literatuur gevonden waarden.

In vergelijking tot de voornoemde resultaten van andere proeven was in deze proef op zand in 2007 de ANR bij de rijenbemestingsobjecten niet laag, maar was de ANR bij de breedwerpige bemesting juist opmerkelijk hoog. Over de oorzaak hiervan kan men slechts speculeren. Een mogelijk verklaring is dat de breedwerpige N-gift de bodemmineralisatie heeft gestimuleerd. Bij het nulobject vond geen stimulering van de mineralisatie plaats. De N-opname bij het nulobject was laag, wat duidt op een laag stikstofaanbod vanuit de bodem. Bij de rijenbemesting vond evenmin stimulering van de mineralisatie plaats, omdat de meststof door de geconcentreerde toediening niet of minder met de rest van de bodem in aanraking komt. Mogelijk biedt N-rijenbemesting meer perspectief in de (zeer) vroege teelten, als de Nmin-voorraad in de bodem na de winter en de mineralisatie vroeg in het voorjaar laag zijn en het gewas sterk afhankelijk is van het stikstofaanbod uit bemesting.

Plaatsing van stikstof via rijenbemesting bij de start van de teelt had in deze proef op zand wel positief effect op de begingroei. Een soortgelijke ervaring is in 2007 opgedaan in andijvie op zandgrond. De Ruijter (2007) vond dat een kleine startgift stikstof, dicht bij de planten geplaatst, de begingroei bevorderde en de eindopbrengst kon verhogen. In een proef met ijssla op zandgrond leidde (gedeeltelijke) rijenbemesting met NPK-meststoffen tot een hogere ANR en hogere drogestofproductie dan breedwerpige bemesting (Van Geel & Wilms, 2008).

Een nog te onderzoeken wellicht perspectiefvolle bemestingsstrategie in bloemkool is een breedwerpige N-bemesting in combinatie met een kleine startgift in de rij of bij de plant.

Conclusies

- De resultaten van de proef bevestigden het belang van een goede stikstofvoorziening van bloemkool tijdens de begingroei.
- Technisch gezien bleek het goed mogelijk om een vloeibare meststof (in dit geval de Cultan-meststof) toe te dienen met de Pulstec-techniek. De beproeving van Pulstec is echter slechts ten dele geslaagd, omdat de toediening te laat plaats vond en/of te ver van de planten af.
- Stikstofrijenbemesting leidde in deze proef niet tot een hogere stikstofbenutting (ANR op basis van totale bovengrondse N-opname) dan breedwerpige bemesting. Het leek de oogst wat te verlaten, maar gaf geen lager totaal oogstpercentage. Het leidde evenmin tot een lager N-overschot, maar ook niet tot een hoger overschot.
- In vergelijking tot onderzoeksresultaten van anderen was de stikstofbenutting bij rijenbemesting niet laag, maar was deze bij de breedwerpige bemesting juist opmerkelijk hoog.
- In dit relatief droge groeiseizoen, waarin uitspoelingsverlies tijdens de teelt waarschijnlijk van geen of weinig betekenis was, kwam geen duidelijk verschil naar voren tussen rijenbemesting met KAS of met Entec.
- Plaatsing van stikstof via rijenbemesting bij de start van de teelt bevorderde de begingroei.

Referenties

- De Rooster, L. (2006). Rijenbemesting met ammoniumhoudende meststoffen. Proeftuinnieuws 2006: 6, p. 24-25.
- De Rooster, L. (2005). Stikstoftrappen bij teeltopvolging bloemkool-prei. Proeftuinnieuws 2005: 14/15, p. 24-25.
- De Rooster, L. & K. Spiessens (2003). Combinatie van band- en rijenbemesting voor vroege bloemkool. Proeftuinnieuws 2003: 22, p. 32-33.
- De Rooster, L. (2003). Rijenbemesting meest stabiel. Proeftuinnieuws 2003: 4, p. 26.
- De Ruijter, F.J. (2007). Stikstofbemesting bij andijvie. Timing (start, bijbemesting) en plaatsing (plant, rij, bed). Rapport 164, PRI, Wageningen, 21 p.
- Everaarts, A.P. & M. Vlaswinkel (1998). Inzicht in stikstofbemesting van bloemkool verbeterd. PAV-bulletin Vollegrondsgroententeelt, mei 1998, p. 32-35.
- Everaarts, A.P. , C.P. de Moel & P. de Willigen (1996). Stikstofbemesting en nutriëntenopname van broccoli. Verslag nr. 216, PAGV, Lelystad, 67 p.
- Everaarts, A.P. & C.P. de Moel (1995). Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. Verslag nr. 198, PAGV, Lelystad, 60 p.
- Riley, H. & I. Vagen (2003). Critical N concentrations in broccoli and cauliflower evaluated in field trials with varying levels and timing of N fertilizer. Acta Horticulturae 627, p.241-249.
- Van Erp, P.J. & H.H.H. Titulaer (1992). Rijenbemesting in de akkerbouw met vollegrondsgroenteteelt. Meststoffen 1992, p. 10-15.
- Van Geel, W.C.A. & J.A.M. Wilms (2008). Stikstofbemestingsstrategieën in een herfstteelt ijssla op zandgrond. Projectrapport 32 50082200. PPO, Lelystad, 22 p.

Bijlage 1. Neerslaggegevens 2007 KNMI-station Sevenum

Maand	Decade ¹	Actueel (mm)	Normaal (mm) ²
augustus	I	39,5	15,1
	II	9,5	18,0
	III	<u>42,9</u>	<u>25,3</u>
		91,9	58,4
september	I	15,0	20,4
	II	23,9	22,5
	III	<u>22,4</u>	<u>16,7</u>
		61,3	59,7
oktober	I	11,6	23,8
	II	5,8	17,3
	III	<u>27,3</u>	<u>21,1</u>
		44,7	62,2
november	I	26,5	19,6
	II	20,1	27,1
	III	<u>9,3</u>	<u>21,6</u>
		55,9	68,3

1 I = dag 1 t/m 10; II = dag 11 t/m 20; III = dag 21 t/m 30/31

2 langjarig gemiddelde