

CODEN: IBBRAH (3-76) 1-12 (1976)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 3-76

LANGZAAMWERKENDE STIKSTOFMESTSTOFFEN OP SPRUITKOOL

Verslag van een in 1972 genomen proef te Zoutkamp (IB 2003)

door

J.H. PIETERS

1976

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

---

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 3-76 (1976) 12 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Uitvoering van de proef	4
3. Resultaten	5
4. Conclusies	10
5. Samenvatting	11
6. Literatuur	12

## 1. INLEIDING

De voor spruitkool gewenste hoeveelheid stikstof, die ca. 200 kg N/ha bedraagt, is in de meeste gevallen te groot om ineens omstreeks het planten te worden toegediend. Beschadiging van de jonge planten door verbranding ten gevolge van een te hoge zoutconcentratie is niet denkbeeldig. Daarom wordt de voor een goed gewas spruitkool benodigde stikstof meestal in gedeelten gegeven (Pieters et al., 1975). Daar overbemesting echter technisch vaak moeilijk uitvoerbaar is, vooral later in het seizoen in een gesloten gewas, en bovendien extra arbeid kost, vraagt men zich af of die noodzakelijk geachte overbemesting met stikstof zou kunnen worden vervangen door een gift ineens van een meststof waaruit de stikstof geleidelijk, althans niet tegelijk, ter beschikking komt.

In twee kleine, als oriëntering bedoelde proeven (IB 1578, Wehe den Hoorn 1969, en IB 1746, Sommeldijk 1970; Pieters, 1972) werden een aantal kort voor het planten van de spruitkool gegeven hoeveelheden IBH, een mengmeststof met de samenstelling 15+9+15 en wat de stikstof betreft langzaamwerkend, in hun N-werking vergeleken met enkele N-bemestingsregimes in de vorm van kalkammonsalpeter. Hierbij kwam naar voren dat IBH toch nog tamelijk snel ter beschikking komt van de spruitkool, het lange groeiseizoen van dit gewas in aanmerking genomen. Althans de 60% van de stikstof die in de vorm van  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3$  en ureum in deze meststof aanwezig is, bleek vrijwel gelijkwaardig te zijn aan de stikstof uit kalkammonsalpeter. Vandaar dat een hoge dosis IBH, in één keer toegediend ten tijde van het planten, wel eens te veel van het goede kan zijn.

## 2. OPZET EN UITVOERING VAN DE PROEF

Het product IBH werd, onder de nieuwe naam Floranid Permanent, opnieuw onderzocht in een proef op zeelei te Zoutkamp. Als tweede langzaam werkende N-meststof werd met zwavel omhulde ureum toegepast. Dit nieuwe, door ICI onder de naam Gold-N op de markt gebrachte product bevat minimaal 30% stikstof. Een klein gedeelte, namelijk 10-15% van deze stikstof is niet omhuld en daarom direct ter beschikking van de plant. De rest treedt geleidelijk via de capillairen van de omhulling naar buiten. Anders dan bij andere langzaamwerkende meststoffen, waarbij het vrijkomen van de stikstof uit complexe verbindingen afhankelijk is van de biologische activiteit in de grond, is voor de werking van Gold-N alleen water nodig.

Als derde langzaamwerkende stikstofmeststof was kalkstikstof in de proef opgenomen. Deze min of meer vergeten N-meststof, waarvan de 20% stikstof hoofdzakelijk in de vorm van cyaanamide aanwezig is, maakt de laatste jaren weer wat opgang, doordat men erin geslaagd is het product in gekorrelde staat aan te bieden in plaats van de als onaangenaam ervaren poedervorm. De omzettingstijd van cyaanamide tot nitraatstikstof is temelijk lang omdat verschillende tussenfasen moeten worden doorlopen. Kalkstikstof is dan ook te beschouwen als een N-meststof met lange werkingsduur.

Deze drie langzaamwerkende N-meststoffen, Floranid Permanent, Gold-N en kalkstikstof werden vergeleken met kalkammonsalpeter (26% N), die in 1× of in 3× werd toegediend. Er ontstonden op deze wijze 5 objecten, elk met 210 kg N/ha. De basisbemesting zonder stikstof werd gegeven op 5 mei en bestond per ha uit 240 kg K<sub>2</sub>O als K-60, 250 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> als dubbel-super, 100 kg MgO als kieseriet en 100 kg MnSO<sub>4</sub>. Daar Floranid Permanent een mengmeststof is (15+9+15+2), bestond de basisbemesting aan fosfaat en kali op het betreffende object uit een berekende aanvulling tot respectievelijk 250 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 250 kg K<sub>2</sub>O/ha. Het ras middelvroege Stiekema werd op 13 juni gepoot in een plantverband van 67 (rijafstand) × 60 cm (afstand in de rij). Op 25 mei werd de N-basisbemesting gestrooid naar 210 kg N/ha, behalve op het "kas in drie maal"-object, dat 70 kg N/ha ontving op 25 mei, daarna als eerste overbemesting 70 kg N/ha op 28 juli, ca. 6 weken na het planten en eveneens 70 kg N/ha als tweede overbemesting op 26 oktober.

De oogstdata waren 26 oktober (1e pluk), 30 november (2e pluk), 11 januari (3e pluk) en 7 maart (4e pluk). De vijf objecten:

- (1) kas in eenmaal
- (2) kas in drie maal
- (3) Flor.P.
- (4) Gold-N
- (5) kalkstikstof,

lagen in drievoud in een schema bestaande uit volledige blokken. Helaas kwam, door een vergissing begaan bij het toedienen van de stikstof, object 2 in viervoud en object 3 in tweevoud te liggen. Met deze situatie is bij de wiskundige verwerking der opbrengstgegevens rekening gehouden.

## 3. RESULTATEN

Tabel I geeft de per object behaalde oogstresultaten van de vier afzonderlijke plukken en hun som.

Een eerste indruk over de aanwezigheid van onderlinge verschillen in werking tussen de gebruikte stikstofbronnen kan worden verkregen met behulp van een eenvoudige rangordemethode, waarbij aan iedere object-opbrengst een plaatscijfer wordt toegekend (1 voor de beste opbrengst, 5 voor de slechtste). Sommatie van deze cijfers per object en per oogst-onderdeel (totaalopbrengst, leverbaar produkt en afval) levert een voorlopige rangschikking van de vijf toegepaste stikstofvoorzieningen (tabel II).

De tendens is aanwezig, maar het kon niet statistisch betrouwbaar worden aangetoond, dat object 3 (Floramid Permanent) het beste was, gevolgd door kas in eenmaal. De slechtste resultaten zouden zijn behaald met kalkstikstof. Kas in drie maal leek ook niet best, Gold-N haalt ongeveer het gemiddelde.

Een nauwkeuriger vergelijking was mogelijk via een regressiemodel. Een eenvoudig opgezette variantie-analyse was niet uitvoerbaar door gebrek aan orthogonaliteit van het verminkte proefschema. Aan de hand van de waarden van de multipele correlatiecoëfficiënt en de grootte van de t-waarde kon worden bekeken of een nadere betrouwbaarheidsberekening van de onderlinge objectverschillen zinvol was. Deze betrouwbaarheidsbepaling werd uitgevoerd volgens de Student-Newman-Keulstoets, waarbij alle onderlinge verschillen in opbrengst tussen de objecten werden bekeken in afhankelijkheid van het aantal herhalingen per object - in dit schema 2, 3 of 4 - en de wijde waarover een objectenpaar in de gevonden rangorde moest worden getoetst (2, 3, 4 of 5).

Als voorbeeld wordt in tabel III de betrouwbaarheidsberekening gegeven van de verschillen tussen de objectsgemiddelden van de totaalopbrengst in pluk 2.

De in tabel III gegeven objectsgemiddelden  $\bar{y}_2$  en  $\bar{y}_3$  dienen in verband met hun afwijkend aantal herhalingen (4, resp. 2) te worden gecorrigeerd met  $-\frac{1}{4}(\bar{y}_2 - \bar{y})$ , resp.  $+\frac{1}{2}(\bar{y}_2 - \bar{y})$ , waardoor de voor de S.N.K.-toets te gebruiken objectsgemiddelden worden:

obj. 1		73,05
2	$64,08 - \frac{1}{4}(69,02 - 67,90) =$	63,80
3	$74,83 + \frac{1}{2}(69,02 - 67,90) =$	75,39
4		66,88
5		64,27
Algemeen gemiddelde blijft		67,90

Vervolgens worden de objecten in oplopende volgorde geplaatst:

meststof	kas 3×	kst	Gold-N	kas 1×	Flor.P.
aantal herhalingen	4	3	3	3	2
gem. opbrengst	63,80	64,27	66,88	73,05	75,39

Met behulp van de in de regressieberekening bepaalde restvariantie  $s^2$

TABEL I. Opbrengsten in kg/are

Object	Totaal				Leverbaar				Afval						
	I	II	III	IV	I/IV	I	II	III	IV	I	I/IV	I	II	III	IV
1	83,2	73,1	46,1	24,0	226,3	69,5	68,9	41,7	18,6	198,7	13,7	4,1	4,4	5,4	27,6
2	79,9	64,1	44,7	25,3	213,9	67,3	61,3	41,5	21,1	191,1	12,6	2,8	3,2	4,2	22,8
3	88,5	74,8	46,1	26,8	236,2	70,5	70,9	42,4	19,3	203,0	18,0	4,0	3,7	7,6	33,2
4	87,2	66,9	46,0	22,3	222,4	69,8	64,2	42,8	17,8	194,6	17,4	2,7	3,2	4,5	27,8
5	71,9	64,3	42,3	20,6	199,0	61,1	61,4	38,6	16,7	177,8	10,8	2,9	3,7	3,9	21,2

I, II, III, IV: pluknummers.

TABEL II. Rangorde van de vijf N-bemestingsobjecten

	Pluk	Object				
		1	2	3	4	5
Totaalopbr.	1	3	4	1	2	5
	2	2	5	1	3	4
	3	1	4	2	3	5
	4	3	2	1	4	5
	1 t/m 4	2	4	1	3	5
$\Sigma$		11	19	6	15	24
Leverbaar	1	3	4	1	2	5
	2	2	5	1	3	4
	3	3	4	2	1	5
	4	3	1	2	4	5
	1 t/m 4	2	4	1	3	5
$\Sigma$		13	18	7	13	24
Afval	1	3	4	1	2	5
	2	1	4	2	5	3
	3	1	5	2	4	3
	4	2	4	1	3	5
	1 t/m 4	3	4	1	2	5
$\Sigma$		10	21	7	16	21
$\Sigma\Sigma$		34	58	20	44	69
Algem. rangorde		2	4	1	3	5

TABEL III. Opbrengstgegevens totaalopbrengst pluk 2

Object	Herhaling			Objectsgem. $\bar{y}_a$
	1.	2.	3.	
.1	71,31	77,63	70,22	73,05
.2	65,30	62,12	60,89	64,08
.3	75,63	67,99	74,03	74,83
.4	65,78	-	66,11	66,88
.5	63,85	68,75	60,35	64,27
herhalingsgem. $\bar{y}_a$ .	68,37	69,02	66,32	alg. proefv. gem. $\bar{y} = 67,90$

worden de varianties berekend van de verschillen tussen twee gemiddelden, met inachtneming van hun onderscheidenlijke aantal herhalingen. Zo bedraagt  $s^2$  van het verschil tussen twee gemiddelden uit 4 resp. 3 herhalingen:  $s_{4/3}^2 = 1/4 s^2 + 1/3 s^2 = 7/12 s^2$ .  $s_{4/3}$  is voor de totaalopbrengst 2e pluk:  $\sqrt{\{(7/12) \times 4,886\}} = 1,69$ .

Willen we het statistisch betrouwbaar te achten verschil weten tussen kas 3 $\times$  (uit 4 herhalingen) en kas 1 $\times$  (uit 3 herhalingen) dan vinden we als benodigde vermenigvuldigingsfactor in bestaande tabellen (bij voorbeeld tabel 10.6.1. uit "Snedecor", blz. 252) voor het 5%-point ( $P = 0,05$ ) over een wijdte van 4 behandelingen in een rangorde van 5 bij een restvariantie met - in dit geval - 8 graden van vrijheid: 4,53. Het betrouwbare verschil tussen de behandelingen kas 3 $\times$  en kas 1 $\times$  is dan  $4,53 \times 1,69 = 7,66$ . Het werkelijke verschil bedraagt  $73,05 - 63,80 = 9,25$ , hetgeen meer is dan 7,66, dus het verschil is wiskundig betrouwbaar.

Voor iedere restvariantie kan een aantal statistisch betrouwbare verschillen worden berekend, welke verschillen tussen de paren te toetsen behandelingen afhankelijk zijn van plaats in de rangorde en aantal herhalingen. Die voor de totaalopbrengst van pluk 2 zijn weergegeven in tabel IV.

TABEL IV. Statistisch betrouwbare verschillen tussen paren van totaalopbrengsten van pluk 2 afhankelijk van plaats in de rangorde en aantal herhalingen

Herhalings- combinatie	s	Vermenigvuldigingsfactor van s voor de plaats van het paar in de rangorde			
		aantal tussenliggende behandelingen			
		3	2	1	0
		$\times 4,89$	$\times 4,53$	$\times 4,04$	$\times 3,26$
4/3	1,69	8,26	7,66	6,83	5,51
3/3	1,80	8,80	8,15	7,27	5,87
4/2	1,91	9,34	8,65	7,72	6,23
3/2	2,02	9,88	9,15	8,16	6,59

De objecten die volgens tabel IV niet statistisch betrouwbaar van elkaar afwijken worden gezamenlijk onderstreept:

meststof	kas 3 $\times$	kst	Gold-N	kas 1 $\times$	Fln.P.
aantal herhalingen	4	3	3	3	2
gemiddelde opbrengst pluk 2	<u>63,80</u>	<u>64,27</u>	<u>66,88</u>	<u>73,05</u>	<u>75,39</u>

De eindconclusie bij de totaalopbrengst van pluk 2 is dat de objecten kas 1 $\times$  en Floranid Permanent niet statistisch betrouwbaar van elkaar verschillen, de objecten kas 3 $\times$ , kst en Gold-N onderling ook niet. De meststoffen kas 1 $\times$  en Floranid Permanent zijn echter elk voor zich beter dan kas 3 $\times$ , kst of Gold-N.

In deze proef werden dus met de meststoffen kalkammonsalpeter in eenmaal toegediend en Floranid Permanent statistisch betrouwbaar hogere totaalopbrengsten verkregen in de 2e pluk dan met in kg zuivere stikstof hiermee overeenkomende hoeveelheden kalkammonsalpeter in drie maal toege-



diend, kalkstikstof of Gold-N.

Dezelfde procedure ter vaststelling van de statistische betrouwbaarheid van de opbrengstverschillen onder invloed van de gebruikte N-bronnen is toegepast voor alle opbrengstbepalingen, t.w. de totaalopbrengst, de hoeveelheid leverbaar produkt en het verschil hiertussen, zijnde de hoeveelheid afval, zowel voor vier plukken afzonderlijk als voor de som van deze. Aan de hand van de grootte van de multipele correlatiecoëfficiënt en de t-waarden uit het regressiemodel werd eerst globaal vastgesteld of een betrouwbaarheidsberekening enige zin had, waarna, indien dit het geval was, allereerst het kleinste betrouwbare verschil werd berekend, dus dat tussen twee in volgorde van opbrengst naast elkaar gelegen objecten met drie en vier herhalingen. Bleek dit kleinste betrouwbare verschil al groter te zijn dan het grootste werkelijke verschil tussen twee in rangorde naast elkaar staande objectopbrengsten, dan bestond er geen onderscheid tussen de werkingen der meststoffen en was het niet nodig om een volledige tabel van betrouwbare verschillen op te stellen.

## 4. CONCLUSIES

Uit de gegevens van deze proef bleek uiteindelijk dat er slechts in twee gevallen, nl. bij de totaalopbrengst en de hoeveelheid leverbaar produkt van de 2e pluk, een statistisch betrouwbaar verband bestond tussen meststof en spruitenproduktie. Bij de totaalopbrengst van pluk 2 werkten kas 1× en Floranid Permanent enigszins beter dan de andere drie meststoffen. Ten aanzien van de hoeveelheid leverbaar produkt, bepalend voor de geldelijke opbrengst van het gewas spruitkool, kon slechts worden vastgesteld dat Floranid Permanent iets beter was dan kas in 3× en dan nog alleen bij de 2e pluk. Voor de uiteindelijke totaalopbrengst aan leverbare spruiten maakte het niets uit welke N-meststof was gebruikt.

Al met al lijkt de slotsom gerechtvaardigd dat het, althans op dit proefveld en onder de tijdens de teelt in 1972 heersende omstandigheden, zo goed als niets heeft uitgemaakt welke bron men gebruikte ter bevrediging van de stikstofbehoefte van het gewas spruitkool. Zonder significante verschillen hangt het geheel af van het toedieningsgemak en de prijs per kg stikstof, welke meststof de voorkeur verdient. In dit geval zou dit zeker zijn uitgedraaid op een gift kalkammonsalpeter, ineens toegediend bij het planten. In de inleiding is al gezegd, dat dit onder bepaalde omstandigheden riskant is wegens gevaar van wortelverbranding. Daarom zal toediening van de stikstof in gedeelten in de meeste gevallen te prefereren zijn (Pieters et al., 1975). Volgens deze proef zal men ermee kunnen volstaan spruitkool met stikstof te bemesten door middel van de goedkoopste meststof, i.c. kalkammonsalpeter.

## 5. SAMENVATTING

In een proef werden in 1972 als vergelijking de meststoffen kalkammonsalpeter, Floranid Permanent, Gold-N en kalkstikstof in eenmaal bij het planten en kalkammonsalpeter in drie keer, alle naar 210 kg N/ha, toegediend aan het gewas middelvroege spruitkool, sel. Stiekema. Uit hoofde van de stikstofvoorziening en de invloed op de uiteindelijke spruitenproductie verdiende geen van de gebruikte meststoffen de voorkeur, al moet wel worden gezegd dat er een zekere tendens te bespeuren was dat Floranid Permanent en kalkammonsalpeter als gift ineens beter waren dan de overige meststoffen. Dit was echter niet statistisch betrouwbaar te staven.

## 6. LITERATUUR

- Pieters, J.H., 1972. Verslag van een onderzoek naar de stikstofwerking van de mengmeststof Floranid Permanent 15+9+15 in vergelijking met kalkammonsalpeter bij het gewas spruitkool. Vertrouwelijk rapport IB, Haren/PGV, Alkmaar.
- Pieters, J.H., Nicolaï, P. en Boon, J.van der, 1975. Stikstofverbemesting op spruitkool. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 2-75: 58 pp.
- Snedecor, G.W., 1956. Statistical methods, applied to experiments in agriculture and biology. Iowa State College Press, Ames, Iowa, 534 pp.