

Stikstofbemesting in spuitkool na 15 september

W.C.A. van Geel, P.H.M. Dekker en M.E.T. Vlaswinkel

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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 onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door:



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

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

Projectnummer: 3250032508

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

1	INLEIDING	7
2	OPZET EN UITVOERING	9
3	RESULTATEN	11
3.1	Weersomstandigheden en groeiverloop	11
3.2	Gewasstand, opbrengst, sortering en kwaliteit	11
3.3	Drogestofopbrengst, stikstofopname en stikstofoverschot.....	17
4	DISCUSSIE	21
5	CONCLUSIES	23

Samenvatting

In het Besluit Gebruik Meststoffen is voor de teelt van vollegrondsgroenten, hyacinten en fruit een uitzondering opgenomen van het verbod op het toedienen van kunstmeststikstof in de periode van 16 september tot en met 31 januari. Deze uitzondering staat ter discussie vanwege de noodzaak om de nitraatuitspoeling te beperken.

De teelt van spruitkool vindt hoofdzakelijk plaats op kleigrond. Voor een goede opbrengst en kwaliteit is een continu goede stikstofvoorziening van belang tijdens de teelt tot aan het eind van het groeiseizoen. Het advies is om de stikstofgift te delen. Dat verkleint de kans op legering, bevordert de gewasontwikkeling, de opbrengst en de kwaliteit en vermindert het uitspoelingsverlies van stikstof. Spruitkool die na half oktober wordt geoogst, wordt na 15 september nog bijbemest. Naar schatting betreft dit tweederde deel (ongeveer 2.000 ha) van het spruitkoolareaal in Nederland.

Er is voor spruitkool ook een stikstofbijmeststelsel (NBS) ontwikkeld om bij te bemesten op basis van nitraatgehalte in de bladsteeltjes. Dit NBS helpt telers om de stikstofbemesting te optimaliseren. Ook dit NBS adviseert voor teeltwijzen met een oogst na half oktober een eventuele bijbemesting na 15 september. Een verbod om in spruitkool na 15 september een bemesting met kunstmeststikstof te mogen uitvoeren, leidt (afhankelijk van de groeiomstandigheden) mogelijk tot een slechtere opbrengst en kwaliteit. Telers zijn dan ook genooddaakt om bij de latere teelten de geplande stikstofgift in z'n totaliteit vóór 16 september te geven. Dat verhoogt het risico op stikstofuitspoeling, omdat die stikstofvoorraad (deels) kan uitspoelen voordat ze wordt opgenomen.

Op verzoek van het Ministerie van LNV is in 2007/2008 veldonderzoek uitgevoerd om beter te kunnen onderbouwen of het al dan niet gewenst is om na 15 september, indien nodig, te kunnen bijbemesten in spruitkool en wat daarvan het effect is op het stikstofverlies. Daartoe is in 2007 in het zuidwestelijk kleigebied op PPO-proefboerderij Westmaas een proef aangelegd in een late teelt spruitkool, die half mei 2007 werd geplant en half januari 2008 werd geoogst.

In de proef zijn verschillende stikstofbemestingsregimes vergeleken in de periode augustus t/m oktober. Na veel neerslag en uitspoeling in juli, moest begin augustus worden bijbemest. Er zijn toen twee vaste stikstoftrappen aangelegd van 50 en 100 kg N/ha. Vervolgens is bij beide stikstofniveaus in de periode september-oktober 80 kg N/ha bijbemest, waarbij onderscheid is aangebracht naar de momenten van toediening: de gehele gift in één keer vlak vóór 16 september of toediening in twee keer (2 x 40 kg N/ha). Bij de tweedeling van de gift is onderscheid gemaakt in één gift vóór en één gift na 15 september of beide giften na 15 september. Verder zijn twee objecten opgenomen waar in september-oktober niet meer is bijbemest (controleobjecten).

Aangezien er bij spruitkool rasverschillen bestaan in stikstofbehoefte, is de proef uitgevoerd met de rassen Hivernus en Genius, die van elkaar verschillen qua gewasontwikkeling, stevigheid en stikstofbehoefte. De rassen Hivernus en Genius reageerden echter niet duidelijk verschillend op de diverse N-bijmestregimes ten aanzien van gewasontwikkeling, opbrengst en kwaliteit.

De hoogte van de totale stikstofgift had duidelijk effect op de gewasontwikkeling, de opbrengst en de kwaliteit. Een hogere stikstofgift gaf langere planten, een betere gewasstand, een hogere spruitenopbrengst, een betere kwaliteit en een hogere stikstofopname in de spruiten. Een hogere stikstofgift leidde ook tot een hoger stikstofoverschot (N-gift minus N-afvoer met het geoogst product).

Het tijdstip van de bijbemesting in september-oktober had geen duidelijk effect op de opbrengst, maar wel op de sortering en kwaliteit. Voor de opbrengst kwam de noodzaak voor bijbemesting in de herfst niet duidelijk tot uiting in de proef ten opzichte van toediening van alle stikstof net vóór 16 september, wellicht omdat geen periode met grote hoeveelheid neerslag voorkwam in de herfst van 2007. De herfstperiode was droger dan normaal (c.q. dan gemiddeld). Wel bleek het na een lange, natte periode noodzakelijk te zijn om bij te bemesten, maar die situatie deed zich in 2007 juist in de zomer voor in plaats van in de herfst.

Na 15 september bijbemesten leidde tot een iets hoger percentage van de marktbaar opbrengst in de best uitbetaalde sorteermaten A en B. Evenwel resulteerde de vroege bijbemesting (alles vóór 16 september) in een wat hoger percentage in maat A, die afhankelijk voor de markt waarvoor men teelt meestal het beste wordt uitbetaald. Naast stikstofbemesting is echter ook het oogsttijdstip een sturende factor in de sortering.

Verder gaf bijbemesten na 15 september een betere algehele kwaliteit, minder geel blad, een meer donkere spruitkleur en minder grauw. Het positieve effect op de kwaliteit leek bij het lage bijmestniveau in augustus (50 kg N/ha) wat sterker naar voren te komen dan bij het hoge bijmestniveau in augustus (100 kg N/ha).

Toediening van stikstof na 15 september leidde niet tot een slechtere stikstofopname in de spruiten c.q. een lagere stikstofafvoer van het veld en derhalve ook niet tot een hoger stikstofoverschot dan toediening van alle stikstof vóór 16 september (bij gelijke totale stikstofgift). Van het berekende stikstofoverschot bevond zich gemiddeld de helft in de gewasresten bij de objecten die in september-oktober met 80 kg N/ha waren bijbemest en gemiddeld ca. 2/3 deel bij de niet-bijbemeste objecten. De stikstof in de gewasresten is organisch gebonden en in deze vorm niet gevoelig voor uitspoeling.

De terugwinningsindex (betrokken op de N-opname in de spruiten) van de 80 kg N/ha bijmesting in september-oktober werd niet significant beïnvloed door het tijdstip van toediening en evenmin door de hoogte van de stikstofgift in augustus (50 of 100 kg N/ha). Gemiddeld bedroeg die index 45%. Ofwel de 80 kg N/ha extra toegediende stikstof leidde tot 36 kg N/ha extra N-opname in de spruiten (c.q. N-afvoer) en verhoogde het N-overschot met 44 kg N/ha. Die verhoging van het N-overschot betrof hoofdzakelijk een verhoging van het mineraal deel van het N-overschot (niet organisch gebonden in de gewasresten), dat onderhevig is aan uitspoeling.

Van het mineraal deel van het N-overschot, werd na oogst weinig teruggevonden in de bodemlaag 0-60 cm. De Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm na was laag en verschilde niet significant tussen de proefobjecten. De voorraad bedroeg gemiddeld 6 kg N/ha op het proefveld van Hivernus en 10 kg N/ha op het proefveld van Genius.

Het niet-teruggevonden deel van het mineraal N-overschot is beschouwd als N-verlies. Het tijdstip van bijbemesting van de laatste 80 kg N/ha (vóór of na 15 september) had geen invloed op dit N-verlies, maar niet bijbemesten, c.q. een 80 kg N/ha lagere N-gift, verminderde het N-verlies met gemiddeld 39 kg N/ha.

Deling van de stikstofgift kan het stikstofverlies door uitspoeling of denitrificatie verminderen als tijdens de teelt (zeer) natte perioden voorkomen. Bijbemesting in de herst geeft op kleigronden wel meer risico van afspoeling van de net gestrooide stikstof, maar dat trad niet op in de proef.

Uit deze proef in 2007/2008 bleek dat deling c.q. bijbemesting na 15 september (in een relatief droge herfst) het stikstofverlies niet verhoogde. Stikstofdeling (met bijbemesting na 15 september) lijkt derhalve geen nadelen te geven met betrekking tot het stikstofverlies naar het milieu. Een verbod op stikstofbemesting in spuitkool na 15 september zal waarschijnlijk niet leiden tot het beoogde effect van minder stikstofverlies, maar schaadt wel het economische belang van de teelt.

Een lagere stikstofgift leidde wel tot een lager N-overschot en minder N-verlies, maar ook tot een lagere opbrengst en een slechtere kwaliteit.

Tot slot moet worden opgemerkt dat aan eenjarig onderzoek nog geen harde conclusies mogen worden verbonden. Daarvoor moet het onderzoek meerdere jaren worden herhaald. Dat is op dit moment niet voorzien.

1 Inleiding

In het Besluit Gebruik Meststoffen is voor de teelt van vollegrondsgroenten, hyacinten en fruit een uitzondering opgenomen van het verbod op het toedienen van kunstmeststikstof in de winterperiode. De winterperiode geldt van 16 september tot en met 31 januari. Deze uitzondering staat ter discussie vanwege de noodzaak om de nitraatuitspoeling te beperken. De landbouwkundige effecten (productie, kwaliteit geoogst product, ziektedruk, benodigde arbeid voor schoning, primeurteelt etc.) moeten worden afgewogen tegen de milieukundige gevolgen van het al dan niet handhaven van deze uitzondering. In 2006 hebben PPO en Alterra op verzoek van LNV een bureaustudie uitgevoerd waarin voor de relevante vollegrondsgroente-, fruit- en akkerbouwteelten de landbouwkundige en milieukundige gevolgen van bemesting met kunstmeststikstof in de winterperiode op een rij zijn gezet (Dekker, 2006). In dit rapport zijn ook de beschikbare resultaten van Nederlands onderzoek in spruitkool op een rij gezet.

De teelt van spruitkool vindt hoofdzakelijk plaats op kleigrond. Er worden meerdere teeltperioden onderscheiden. De spruitkoolplanten worden in de periode van begin april tot eind mei geplant. De spruiten worden geoogst in de periode van eind augustus tot en met maart. Tijdens de teelt is een continue goede stikstofvoorziening van belang om een goed evenwicht te houden tussen de vegetatieve groei van blad en stam en de groei van de spruiten. Een te ruime stikstofvoorziening in het begin van de groeiperiode leidt tot langere planten die gevoelig zijn voor legeren. Een ongelijke stikstofvoorziening tijdens het groeiseizoen veroorzaakt groeistoten en dit heeft een negatief effect op de gelijkmatigheid van de spruitzetting en op de kwaliteit van de spruiten. Ook op het einde van het groeiseizoen is een goede N-voorziening van belang. Voor het behoud van een goede spruitkwaliteit (vrij van smet en een gezonde kleur) is het belangrijk dat het gewas tot aan de oogst in de groei blijft. De landelijke stikstofbemestingsrichtlijn voor spruitkool beveelt derhalve deling van de stikstofgift aan (Van Dijk & Van Geel, 2008): een basisbemesting bij het uitplanten en twee bijbemestingen. Naast de positieve effecten hiervan op de gewasontwikkeling en kwaliteit, vermindert het tevens het uitspoelingsverlies. De eerste bijbemesting is in juni-juli, afhankelijk van de vroegheid van het ras. De tweede bijbemesting is ca. drie weken voor de oogst. Spruitkool die na half oktober wordt geoogst, wordt daarom na 15 september nog bijbemest. Naar schatting betreft dit tweederde deel van het spruitkoolareaal in Nederland (ongeveer 2000 ha van de in totaal 3000 ha). Het tijdstip van bijbemesten en de hoogte van de bijbemesting laat men in praktijk veelal afhangen van de mate van bladval, de kleur van het gewas en de kleur en vitaliteit van de spruiten. Er is voor spruitkool ook een stikstofbijmeststelsel (NBS) ontwikkeld om bij te bemesten op basis van nitraatgehalte in de bladsteeltjes (bladsteeltjesmethode). Dit NBS helpt telers om de N-bemesting te optimaliseren. Ook dit NBS adviseert voor teeltwijzen met een oogst na half oktober een eventuele bijbemesting na 15 september.

Een verbod om in spruitkool na 15 september een bemesting met kunstmeststikstof te mogen uitvoeren, kan (afhankelijk van de groeiomstandigheden) leiden tot een slechtere opbrengst en kwaliteit. Telers zijn dan ook genoodzaakt om bij de latere teelten de geplande N-gift in z'n totaliteit vóór 16 september te geven. Dat verhoogt het risico op stikstofuitspoeling, omdat die N-voorraad (deels) kan uitspoelen voordat ze wordt opgenomen.

De beschikbare Nederlandse onderzoeksresultaten van stikstofbemesting in spruitkool geven geen uitsluitend over de noodzaak van bijbemesting na 15 september, omdat de proeven niet voor dit doel waren opgezet. Stikstof van late bijbemesting(en) wordt door het gewas opgenomen, maar de mate waarin is niet bekend. Er zijn wel aanwijzingen dat de late bijbemestingen een extra opbrengstverhoging geven.

Op verzoek van het Ministerie van LNV is in 2007/2008 veldonderzoek uitgevoerd om beter te kunnen onderbouwen of het al dan niet gewenst is om na 15 september, indien nodig, te kunnen bijbemesten in spruitkool. Doel van het onderzoek was:

- nagaan in hoeverre spruitkool na 15 september nog behoefte heeft aan stikstof;

- of bijbemesting na half september leidt tot meer of minder stikstofverlies dan toediening van alle stikstof vóór 16 september.

De opzet en uitvoering van het onderzoek is beschreven in hoofdstuk 2 van dit rapport, de resultaten in hoofdstuk 3 en de discussiëring ervan in hoofdstuk 4. De conclusies van dit eenjarig onderzoek zijn verwoord in hoofdstuk 5.

Tot slot dank aan G.L. Velthof van Alterra, die een bijdrage heeft geleverd aan het rapport door het concept te voorzien van kritisch commentaar.



Spruitkoolproef januari 2008, vlak vóór de oogst

2 Opzet en uitvoering

In 2007 is in het zuidwestelijk kleigebied op PPO-proefboerderij Westmaas een proef aangelegd in een late teelt spruitkool, die half mei 2007 werd geplant en half januari 2008 werd geoogst. In de proef zijn verschillende N-bemestingsregimes vergeleken in de periode augustus t/m oktober. In de periode daarvoor is de stikstofgift op het gehele proefveld gelijk gehouden.

Na veel neerslag en uitspoeling van stikstof in juli, moest begin augustus worden bijbemest. Er zijn toen twee vaste N-trappen aangelegd van 50 en 100 kg N/ha. Vervolgens is bij deze beide N-niveaus in de periode september-oktober 80 kg N/ha bijbemest, waarbij onderscheid is aangebracht naar de momenten van toediening: de gehele gift in één keer vlak vóór 16 september of toediening in twee keer (2 x 40 kg N/ha). Bij de tweedeling van de gift is onderscheid gemaakt in één gift vóór en één gift na 15 september of beide giften na 15 september. Om geen verstremgeling te krijgen tussen tijdstip van toediening en hoogte van de N-gift is ervoor gekozen de hoogte van de N-giften vóór en na 15 september gelijk te houden. Verder zijn twee objecten opgenomen waar in september-oktober niet meer is bijbemest (controleobjecten). In de tabel 1 zijn de proefobjecten weergegeven met de momenten en hoogte van de N-giften. Het betreft de stikstofbemesting na 1 augustus. Bij alle objecten is breedwerpig bemest met kalkammonsalpeter (KAS).

Aangezien er bij spruitkool rasverschillen bestaan in stikstofbehoefte is de proef uitgevoerd met twee rassen: de rassen Hivernus en Genius. Hivernus vormt een vrij lang gewas met een slechte stevigheid. Het gaat matig bladrijk de winter in en het vraagt weinig stikstof voor een optimale gewasontwikkeling. De stikstofbehoefte is 205 kg N aan de basis en totaal 60 kg N/ha aan bijbemestingen. Genius vormt een bladrijk gewas, maar wordt later in het seizoen vrij kaal. Het heeft een gemiddelde gewaslengte en is vrij stevig. De stikstofbehoefte is 265 kg N aan de basis en totaal 80 kg N/ha aan bijbemestingen. Daar bovenop wordt bij beide rassen voor de oogst nog eens 30 kg N per ha in de vorm van kalksalpeter over het gewas gespoten om de kwaliteit te behouden.

Bij beide rassen zijn dezelfde proefobjecten opgenomen (tabel 1), aangelegd als volledig gewarde blokkenproef in drie herhalingen. De rassen zijn niet geward: per ras is een afzonderlijke proef aangelegd.

De overige gegevens van de bemesting en de proefuitvoering zijn weergegeven in tabel 2. Half november is van vijf planten per veldje de lengte gemeten. Vlak vóór oogst is de gewasstand beoordeeld. Alle objecten zijn half januari op hetzelfde moment geoogst. Daarna is de bruto-opbrengst vastgesteld. Vervolgens zijn de spruiten geschoond, gesorteerd naar grootte en is de kwaliteit beoordeeld.

Uit elk veldje zijn submonsters van ongeveer twee kg spruiten genomen voor bepaling van het drogestofgehalte en het N-gehalte. Het laatste is bepaald door Blgg te Oosterbeek. Vervolgens zijn de drogestofopbrengst berekend, de N-opname door het gewas en het N-overschot (N-gift minus N-afvoer met de geoogste spruiten).

Om een indicatie te verkrijgen van de totale N-opname door het gewas is bij de objecten E, G en H van 10 planten per object (een mengmonster uit de drie herhalingen) de gewichtsverhouding tussen spruiten, blad en stonk vastgesteld. Ook zijn het drogestof- en N-gehalte in blad en stonk gemeten. Aan de hand hiervan is vervolgens de totale N-opname berekend. Na de oogst is de N_{min}-oogst in de laag 0-60 cm gemeten. Tot slot is de terugwinningsindex (apparent nitrogen recovery; ANR) berekend van de bijbemesting na 1 september à 80 kg N/ha. Deze index wordt normaliter berekend als: N-opname in de spruiten c.q. N-afvoer bij het bemest object minus N-opname c.q. -afvoer bij het onbemest object gedeeld door de N-gift. In dit geval is de terugwinningsindex berekend als: N-opname in de spruiten bij de objecten die na 1 september zijn bijbemest met 80 kg N/ha (A, B, C respectievelijk E, F, G) minus N-opname in de spruiten bij de objecten die na 1 september niet zijn bijbemest (respectievelijk D en H) gedeeld door 80 kg N/ha.

De resultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het programma Genstat. Daarbij is een variantie-analyse uitgevoerd en een tweezijdige t-toets. Om de response op het hoofdeffect stikstofgift te beoordelen is binnen de variantie-analyse het lineaire en kwadratische contrast getoetst van een polynoomfunctie (met behulp van de Genstat-functie POL). Om te beoordelen of er bij gelijke marktbaar opbrengst verschillen waren tussen de objecten qua sortering van de spruiten, is gebruik gemaakt van lineaire regressie.

Tabel 1. **Objecten en N-giften toegediend na 1 augustus 2007**

Object	Stikstofgift (kg N/ha)				
	3 aug	11 sep	1 okt	18 okt	totaal
A	50	80	-	-	130
B	50	40	40	-	130
C	50	-	40	40	130
D	50	-	-	-	50
E	100	80	-	-	180
F	100	40	40	-	180
G	100	-	40	40	180
H	100	-	-	-	100

Tabel 2. **Overige teeltgegevens**

Grondsoort	zware zavel (19% lutum)
Voorvrucht 2006	gras (groene braak)
Nmin 0-60 cm	68 kg N/ha in 0-30 cm en 30 kg N/ha in 30-60 cm op 23 mei ¹
Basisbemesting	90 kg K ₂ O per ha, 30 kg MgO, 65 kg P ₂ O ₅ en 120 kg N/ha op 23 mei 2007 in de vorm van patentkali en NPK 26-14-0
Planttijdstip en ras	15 mei Hivernus en 18 mei Genius
Plantverband	75 x 40 cm
Berekening	geen
Gewasbescherming	volgens praktijk
Oogst	16 januari 2008
Veldjesgrootte	bruto 10 x 3 m ² netto 40 planten (12 m ²)

¹ De proef is aangelegd op een perceel waar aanvankelijk al wintertarwe was ingezaaid. Deze is ten behoeve van de proef na de winter ondergewerkt. Echter, in februari was de wintertarwe al bemest met 111 kg N/ha. Dit verklaart de hoge Nmin-voorraad op 23 mei.

3 Resultaten

3.1 Weersomstandigheden en groeiverloop

De maanden mei en juni 2007 waren warm. Juli was relatief koel. De maanden augustus, september en oktober hadden een normale temperatuur voor de tijd van het jaar. November was zacht en iets warmer dan gemiddeld. December had een normale temperatuur voor de tijd van het jaar en januari 2008 was zacht.

Mei en juni 2007 waren natte maanden. Juli was zeer nat. In deze maand is zeer waarschijnlijk stikstof verloren gegaan door uitspoeling. Daarna was het tot december niet bijzonder nat. In augustus, oktober en november viel minder neerslag dan normaal, in september iets meer. Het eerste deel van december was erg nat, maar daarna viel er in december weinig regen. Ook januari 2008 was niet bijzonder nat. De neerslagcijfers van het groeiseizoen van de spruitkool zijn weergegeven in bijlage 1.

In juni was er een sterke gewasgroei. Ook daarna groeide het gewas goed, maar na de vele neerslag in juli was het nitraatgehalte in de bladstelen tot een laag niveau gedaald (bijlage 2) en zou volgens het NBS-advies 50-70 kg N/ha moeten worden bijbemest. Er is toen voor gekozen om begin augustus de helft van de objecten 50 kg N/ha bij te geven en de andere helft 100 kg N/ha (zie tabel 1).

3.2 Gewasstand, opbrengst, sortering en kwaliteit

De resultaten zijn per ras afzonderlijk en over de beide rassen gemiddeld geanalyseerd. Voor geen van de in de tabellen 3 t/m 10 weergegeven parameters was er sprake van een significante interactie tussen de verschillende stikstofbemestingsobjecten en het ras. Dit wil zeggen dat de rassen Hivernus en Genius niet duidelijk verschillend reageerden op de diverse N-bijmestregimes ten aanzien van deze parameters of dat verschillen tussen de rassen niet duidelijk door de verschillende N-bemestingen werden beïnvloed. Hierna zal het effect van de N-bijbemestingen daarom gemiddeld over de beide rassen worden besproken.

In tabel 3 is de plantlengte op 16 november weergegeven en de beoordeling van de gewasstand kort voor de oogst. Gemiddeld over de beide rassen had de hoogte van de N-bijbemesting een significant effect op de plantlengte en de gewasstand. Een hogere N-gift gaf langere planten en een betere gewasstand. Het tijdstip van bijbemesten had geen significant effect op de plantlengte en de stand. Wel leek de stand iets beter naarmate op een vroeger moment werd bijbemest. Er was geen significante interactie tussen het tijdstip van bemesten en de hoogte van de N-gift m.b.t. de gewasstand en plantlengte.

In tabel 4 is de bruto opbrengst aan spruiten weergegeven (ge oogst product) en de marktbaar opbrengst (na schonen en sorteren). De hoogte van de N-bijbemesting had een significant effect op zowel de bruto als de marktbaar opbrengst. De opbrengst nam lineair toe bij toename van de N-gift. Het tijdstip van bijbemesten had geen significant effect op de opbrengst. Wel leek de tendens aanwezig dat verdeling van de laatste bijbemesting (80 kg N/ha) in de helft vóór en de helft na 15 september een iets hogere opbrengst gaf dan toediening van de gehele gift vóór of na 15 september. De verschillen waren echter niet significant.

Tabel 3. **Plantlengte en gewasstand**

Object	N-gift aug-okt (kg N/ha)	Tijdstip van de bijbemesting in sep-okt	Plantlengte 16 nov (cm)			Gewasstand voor oogst ¹		
			Hiver- nus	Genius	Gemid- deld	Hiver- nus	Genius	Gemid- deld
A	50 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	56	48	52	7,0	6,7	6,8
B	50 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	58	50	54	6,7	6,0	6,3
C	50 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	54	50	52	6,8	6,2	6,5
D	50 + 0	geen bijbemesting na 1/9	52	47	50	6,0	4,8	5,4
E	100 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	60	56	58	7,7	7,0	7,3
F	100 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	60	56	58	7,2	7,0	7,1
G	100 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	57	54	55	7,0	6,3	6,7
H	100 + 0	geen bijbemesting na 1/9	54	52	53	6,3	5,8	6,1
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>8</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>1,3</i>	<i>1,0</i>	<i>0,8</i>
D	50		52	47	50	6,0	4,8	5,4
H	100		54	52	53	6,3	5,8	6,1
A, B, C	130		56	49	53	6,8	6,3	6,6
E, F, G	180		59	55	57	7,3	6,8	7,0
p_{LIN}^2			<i><0,024</i>	<i>0,001</i>	<i><0,001</i>	<i>0,011</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>
p_{KWAD}^2			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
A, E		80 kg N/ha vóór 16/9	58	52	55	7,3	6,8	7,1
B, F		40 vóór en 40 na 15/9	59	53	56	6,9	6,5	6,7
C, G		2x40 kg N/ha na 15/9	55	52	54	6,9	6,3	6,6
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>4</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>1,0</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>

¹ Een hoger rapportcijfer betekent een betere gewasstand.

² De overschrijdingskansen uit de variantie-analyse van het lineaire en kwadratische contrast (n.s. = niet significant).

Tabel 4. **Bruto en marktbaar opbrengst aan spruiten (ton/ha)**

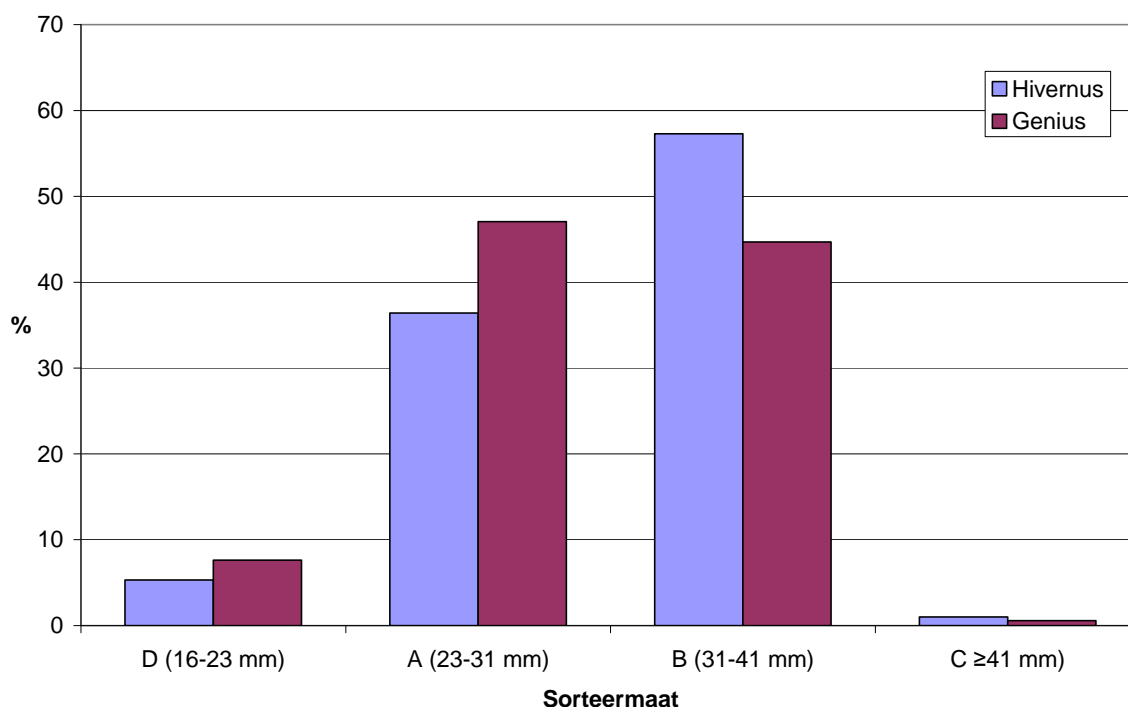
Object	N-gift aug-okt (kg N/ha)	Tijdstip van de bijbemesting in sep-okt	Bruto opbrengst			Marktbaar opbrengst		
			Hiver- nus	Genius	Gemid- deld	Hiver- nus	Genius	Gemid- deld
A	50 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	25,7	28,4	27,1	23,3	24,6	23,9
B	50 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	26,4	28,9	27,7	23,7	25,4	24,6
C	50 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	25,7	27,3	26,5	24,0	23,5	23,7
D	50 + 0	geen bijbemesting na 1/9	23,2	25,5	24,3	20,1	21,3	20,7
E	100 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	27,5	28,9	28,2	25,5	25,9	25,7
F	100 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	29,4	30,2	29,8	27,5	27,6	27,6
G	100 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	25,6	30,4	28,0	24,3	27,5	25,9
H	100 + 0	geen bijbemesting na 1/9	24,7	27,4	26,0	21,9	24,0	23,0
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>6,0</i>	<i>3,8</i>	<i>3,4</i>	<i>5,9</i>	<i>4,1</i>	<i>3,4</i>
D	50		23,2	25,5	24,3	20,1	21,3	20,7
H	100		24,7	27,4	26,0	21,9	24,0	23,0
A, B, C	130		25,9	28,2	27,1	23,7	24,5	24,1
E, F, G	180		27,5	29,8	28,6	25,8	27,0	26,4
p_{LIN}^1			<i>0,064</i>	<i>0,007</i>	<i>0,002</i>	<i>0,015</i>	<i>0,002</i>	<i><0,001</i>
p_{KWAD}^1			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
A, E		80 kg N/ha vóór 16/9	26,6	28,6	27,6	24,4	25,2	24,8
B, F		40 vóór en 40 na 15/9	27,9	29,6	28,7	25,6	26,5	26,1
C, G		2x40 kg N/ha na 15/9	25,6	28,8	27,2	24,1	25,5	24,8
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>4,5</i>	<i>2,8</i>	<i>2,5</i>	<i>3,9</i>	<i>3,0</i>	<i>2,3</i>

¹ De overschrijdingskansen uit de variantie-analyse van het lineaire en kwadratische contrast (n.s. = niet significant).

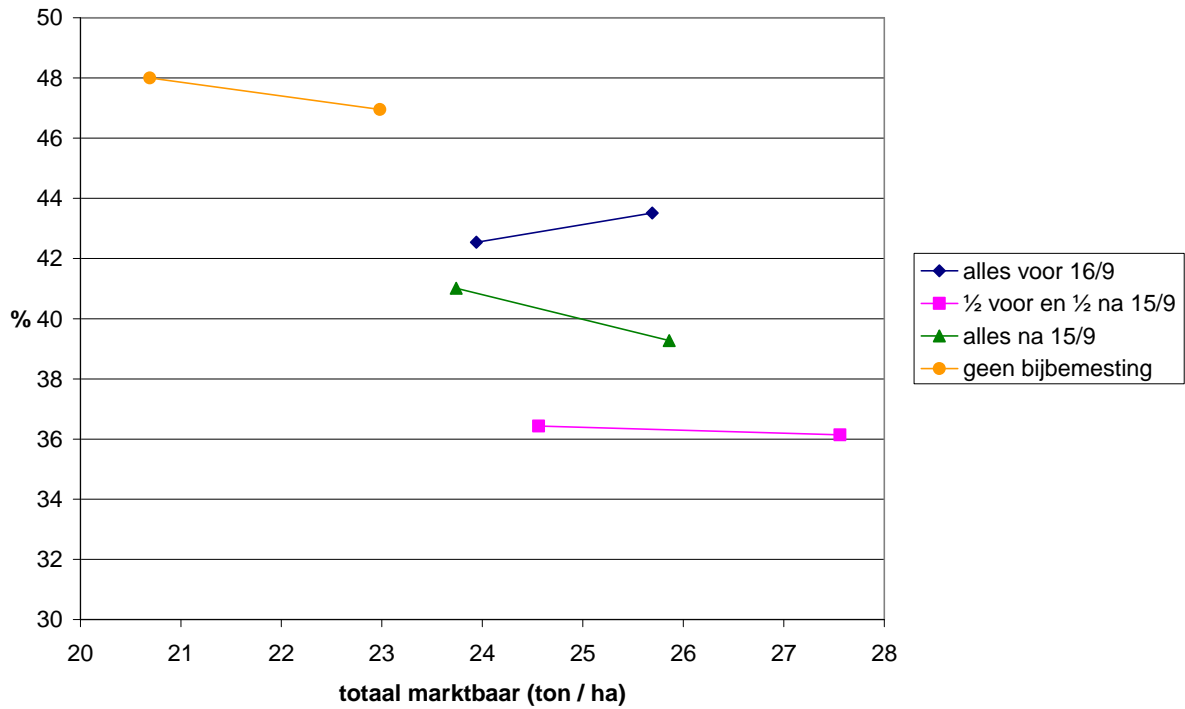
Van de marktbaar opbrengst kwam het overgrote deel van de spruiten terecht in de sorteermaten A (23-31 mm) en B (31-41 mm). Het percentage in maat D (16-23 mm) was gering en C (≥ 41 mm) vrijwel nihil. In figuur 1 is de sorteerverhouding per ras weergegeven, gemiddeld over alle proefobjecten.

Een hogere marktbaar opbrengst ging gepaard met een grovere sortering. Echter, ook het tijdstip van de N-bijbemesting had significant effect op de sortering (zie de figuren 2 en 3). Toediening van de laatste bijmestgift (à 80 kg N/ha) in zijn geheel vóór 16 september gaf een iets minder grove sortering (meer in maat A en minder in maat B) dan toediening in zijn geheel na 15 september. Toediening van de helft vóór en de helft na 15 september gaf de grofste sortering (minder in maat A en meer in maat B). Het verschil tussen 'alles vóór 16/9' en de helft vóór en de helft na 15/9' was significant voor zowel het percentage in maat A als B. Verder was bij maat B ook het verschil tussen 'alles vóór 16/9' en 'alles na 15/9' significant. Er was geen significante interactie met ras.

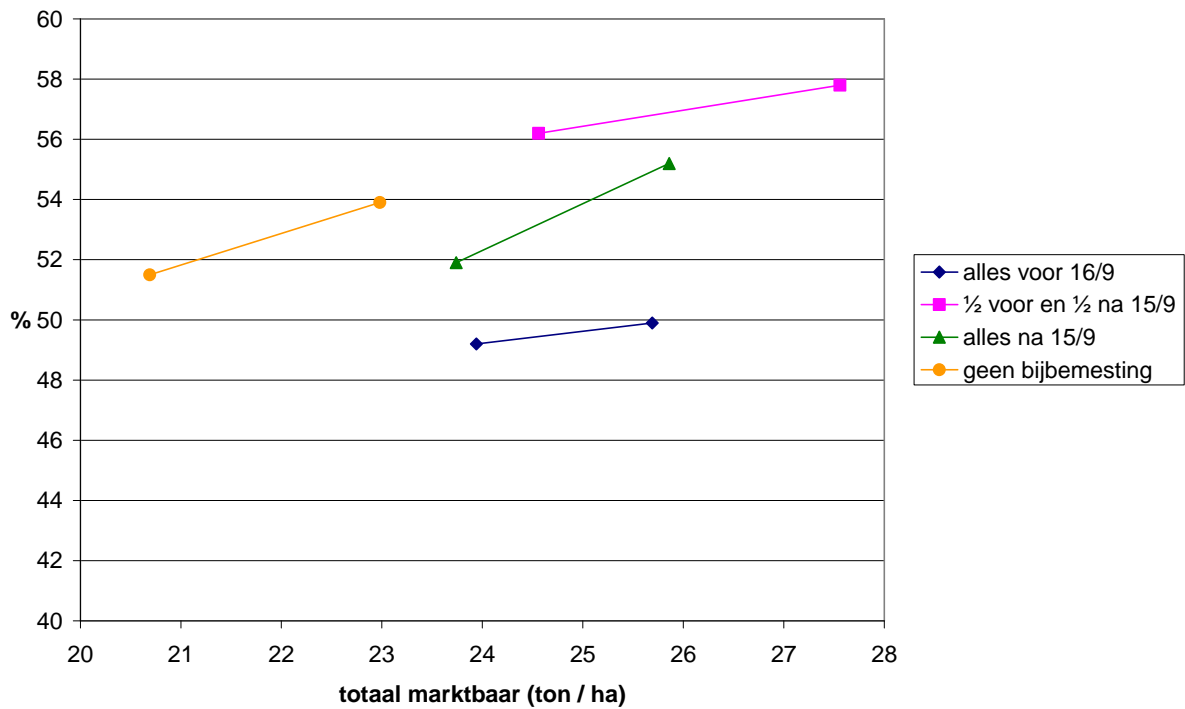
Het percentage van de marktbaar opbrengst in de maten A en B tezamen was iets hoger bij toediening van de gehele bijmestgift na 15 september (figuur 4). Dit was een significant verschil ten opzichte van toediening van de gehele bijmestgift vóór 16 september.



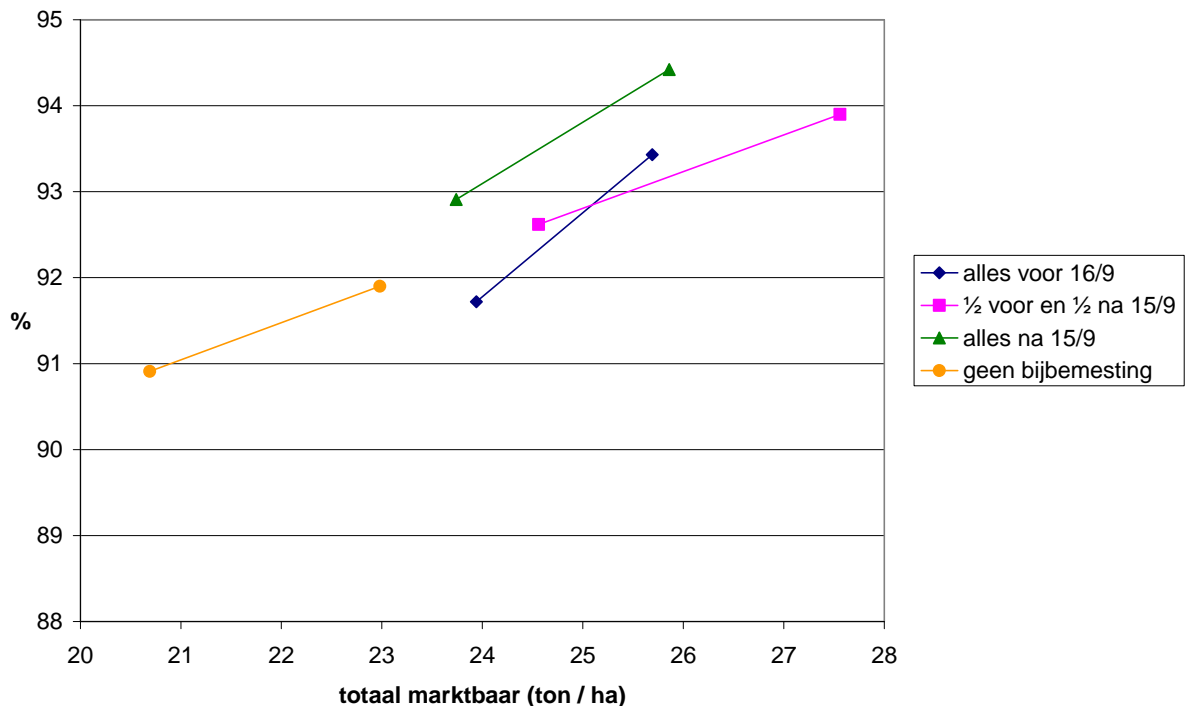
Figuur 1. Sortering van de spruiten per ras, gemiddeld over alle proefobjecten



Figuur 2. **Percentage in maat A (23-31 mm), uitgezet tegen de totale marktbaar opbrengst, bij verschillende verdelingen van de laatste bijbemesting (80 kg N/ha) in september-oktober (gemiddeld voor Hivernus en Genius)**



Figuur 3. **Percentage in maat B (31-41 mm), uitgezet tegen de totale marktbaar opbrengst, bij verschillende verdelingen van de laatste bijbemesting (80 kg N/ha) in september-oktober (gemiddeld voor Hivernus en Genius)**



Figuur 5. **Percentage in de maten A en B (23-41 mm), uitgezet tegen de totale marktbare opbrengst, bij verschillende verdelingen van de laatste bijbemesting (80 kg N/ha) in september-oktober (gemiddeld voor Hivernus en Genius)**

Het resultaat van de kwaliteitsbeoordeling van de spruiten is weergegeven in de tabellen 5a en 5b. De hoogte van de N-gift had een significant effect op het geel blad en op de spruitkleur. Bij hogere N-gift was er minder geel blad en hadden de spruiten een meer donkere kleur. Ook het tijdstip van de latere bijbemesting had een significant effect op het geel blad en zwak significant effect op de kleur ($F_{\text{prob}} = 0,074$). Toediening van de gehele bijmestgift vóór 16 september resulteerde in meer geel blad en een lichtere kleur van de spruiten. Bij het N-niveau van 50 kg N/ha in augustus leek dit effect wat sterker op te treden dan bij het N-niveau van 100 kg N/ha in augustus, maar dit was niet significant.

De hoogte van de stikstofgift had geen significant effect op grauwigheid (aantasting door meeldauw en/of slijtage). Het tijdstip van de bijbemesting had een zwak significant effect daarop ($F_{\text{prob}} = 0,064$). Naarmate de bijbemesting later werd toegediend, trad iets minder grauwigheid op.

De verschillende N-bemestingsregimes hadden geen effect op de gladheid van spruiten. Deze eigenschap werd bij beide rassen gewaardeerd met een zeven.

In het totaal was de kwaliteit beter naarmate de N-gift hoger was. Dit was een significant effect, maar ook het tijdstip van de N-bijbemesting had significant effect hierop. Toediening van de gehele laatste bijmestgift van 80 kg N/ha na 15 september gaf de beste kwaliteit en toediening van de gehele bijmestgift vóór 16 september de slechtste kwaliteit. Het kwaliteitsverschil tussen het N-niveau in augustus van 50 kg N en 100 kg N/ha was bij volledige toediening van de laatste bijmestgift à 80 kg N/ha na 15 september iets kleiner dan bij toediening vóór 16 september of bij de helft vóór en de helft na 15 september, maar dit effect was niet significant.

Tabel 5a. **Kwaliteitsbeoordeling van de spruiten: geel blad en kleur**

Object	N-gift aug-okt (kg N/ha)	Tijdstip van de bijbemesting in sep-okt	Geel blad ¹			Kleur ²		
			Hiver- nus	Genius	Gemid- deld	Hiver- nus	Genius	Gemid- deld
A	50 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	4,3	3,0	3,7	5,3	4,0	4,7
B	50 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	5,2	4,0	4,6	6,0	4,3	5,2
C	50 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	5,7	4,3	5,0	6,0	5,3	5,7
D	50 + 0	geen bijbemesting na 1/9	5,0	2,7	3,8	5,5	3,7	4,6
E	100 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	6,3	4,3	5,3	6,7	4,7	5,7
F	100 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	6,5	5,0	5,8	6,5	5,3	5,9
G	100 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	6,3	5,3	5,8	6,3	5,8	6,1
H	100 + 0	geen bijbemesting na 1/9	4,8	4,0	4,4	5,5	4,8	5,2
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>1,6</i>	<i>0,9</i>	<i>0,9</i>	<i>1,4</i>	<i>0,9</i>	<i>0,8</i>
D	50		5,0	2,7	3,8	5,5	3,7	4,6
H	100		4,8	4,0	4,4	5,5	4,8	5,2
A, B, C	130		5,1	3,8	4,4	5,8	4,6	5,2
E, F, G	180		6,4	4,9	5,6	6,5	5,3	5,9
<i>p_{LIN}³</i>			<i>0,010</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i>0,036</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>
<i>p_{KWAD}³</i>			<i>0,067</i>	<i>n.s.</i>	<i>0,060</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
A, E		80 kg N/ha vóór 16/9	5,3	3,7	4,5	6,0	4,3	5,2
B, F		40 vóór en 40 na 15/9	5,8	4,5	5,2	6,3	4,8	5,5
C, G		2x40 kg N/ha na 15/9	6,0	4,8	5,4	6,2	5,6	5,9
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>1,2</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>1,1</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>

¹ Een hoger waarderingscijfer betekent minder geel blad.

² Een hoger waarderingscijfer betekent een betere c.q. donkerdere kleur.

Tabel 5b. **Kwaliteitsbeoordeling van de spruiten: grauw en totaal oordeel**

Object	N-gift aug-okt (kg N/ha)	Tijdstip van de bijbemesting in sep-okt	Grauw ¹			Totaal oordeel ²		
			Hiver- nus	Genius	Gemid- deld	Hiver- nus	Genius	Gemid- deld
A	50 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	5,7	4,3	5,0	4,5	3,2	3,8
B	50 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	6,3	5,0	5,7	5,3	3,5	4,4
C	50 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	6,3	5,3	5,8	5,7	4,3	5,0
D	50 + 0	geen bijbemesting na 1/9	6,0	4,7	5,3	5,0	2,7	3,8
E	100 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	6,7	4,3	5,5	6,2	3,7	4,9
F	100 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	6,3	4,7	5,5	6,5	4,5	5,5
G	100 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	6,3	5,8	6,1	6,3	5,2	5,8
H	100 + 0	geen bijbemesting na 1/9	6,0	4,7	5,3	5,2	4,0	4,6
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>1,2</i>	<i>1,3</i>	<i>0,8</i>	<i>1,7</i>	<i>1,0</i>	<i>0,9</i>
D	50		6,0	4,7	5,3	5,0	2,7	3,8
H	100		6,0	4,7	5,3	5,2	4,0	4,6
A, B, C	130		6,1	4,9	5,5	5,2	3,7	4,4
E, F, G	180		6,4	4,9	5,7	6,3	4,4	5,4
<i>p_{LIN}³</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>0,022</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>
<i>p_{KWAD}³</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
A, E		80 kg N/ha vóór 16/9	6,2	4,3	5,3	5,3	3,4	4,4
B, F		40 vóór en 40 na 15/9	6,3	4,8	5,6	5,9	4,0	5,0
C, G		2x40 kg N/ha na 15/9	6,3	5,6	6,0	6,0	4,8	5,4
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>0,8</i>	<i>1,0</i>	<i>0,6</i>	<i>1,3</i>	<i>0,7</i>	<i>0,7</i>

¹ Een hoger waarderingscijfer betekent minder grauw.

² Een hoger waarderingscijfer betekent een betere algehele kwaliteit.

³ De overschrijdingskansen uit de variantie-analyse van het lineaire en kwadratische contrast (n.s. = niet significant).

3.3 Drogestofopbrengst, stikstofopname en stikstofoverschot

In tabel 6 is de bruto drogestofopbrengst aan spruiten weergegeven en het stikstofgehalte in de droge stof. In tabel 7 zijn de stikstofopname en het stikstofoverschot weergegeven.

De hoogte van de N-gift had een significant effect op de drogestofopbrengst, het N-gehalte in de droge stof, de N-opname in de spruiten en het N-overschot. Deze stegen alle bij toename van de N-gift.

Het tijdstip van de N-bijmesting had geen significant effect op de drogestofopbrengst, het N-gehalte, de N-opname of het N-overschot. Bij verhoging van de N-gift in augustus van 50 naar 100 kg N/ha namen het N-gehalte toe, maar die toename leek het zwakst bij toediening van de laatste bijbemesting geheel vóór 16 september en het sterkst bij toediening van de helft vóór en de helft na 15 september. Bij de N-opname in de spruiten was dezelfde tendens aanwezig. Andersom leek het N-overschot het sterkst toe te nemen bij toediening van de laatste bijbemesting geheel vóór 16 september en het minst sterk bij toediening van de helft vóór en de helft na 15 september. Deze effecten waren echter niet significant.

De terugwinningsindex (betrokken op de N-opname in de spruiten) van de 80 kg N/ha bijmesting in september-oktober werd niet significant beïnvloed door het tijdstip van toediening en evenmin door de hoogte van de N-gift in augustus (50 of 100 kg N/ha). Gemiddeld bedroeg die index 45%. Ook was er nauwelijks verschil tussen de twee rassen c.q. proefvelden (44% bij Hivernus en 46% bij Genius). De bijmestgift van 80 kg N/ha in september-oktober leidde tot gemiddeld 36 kg N/ha extra N-opname in de spruiten (c.q. N-afvoer) en verhoogde het N-overschot met gemiddeld 44 kg N/ha.

De Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm na oogst (gemeten op 21 januari 2008) was laag en verschilde niet significant tussen de objecten (tabel 8). De voorraad bedroeg gemiddeld 6 kg N/ha op het proefveld van Hivernus en 10 kg N/ha op het proefveld van Genius.

Tabel 6. **Drogestofopbrengst spruiten (bruto) en N-gehalte in de droge stof**

Object	N-gift aug-okt (kg N/ha)	Tijdstip van de bijbemesting in sep-okt	Droge stof (ton/ha)			N-gehalte (g/kg d.s.)		
			Hiver- nus	Genius	Gemid- deld	Hiver- nus	Genius	Gemid- deld
A	50 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	3,81	4,48	4,14	38,2	35,6	36,9
B	50 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	3,83	4,53	4,18	36,3	36,0	36,2
C	50 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	3,78	4,31	4,05	38,3	35,5	36,9
D	50 + 0	geen bijbemesting na 1/9	3,54	4,04	3,79	29,5	30,4	30,0
E	100 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	4,00	4,56	4,28	37,4	37,9	37,7
F	100 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	4,29	4,71	4,50	39,8	38,9	39,4
G	100 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	3,69	4,77	4,23	39,2	38,5	38,8
H	100 + 0	geen bijbemesting na 1/9	3,73	4,39	4,06	33,0	32,2	32,6
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>0,87</i>	<i>0,64</i>	<i>0,52</i>	<i>2,7</i>	<i>3,5</i>	<i>2,1</i>
D	50		3,54	4,04	3,79	29,5	30,4	30,0
H	100		3,73	4,39	4,06	33,0	32,2	32,6
A, B, C	130		3,81	4,44	4,12	37,6	35,7	36,6
E, F, G	180		3,99	4,68	4,34	38,8	38,4	38,6
<i>p_{LIN}¹</i>			<i>n.s.</i>	<i>0,019</i>	<i>0,010</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>
<i>p_{KWAD}¹</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>0,013</i>	<i>n.s.</i>	<i>0,095</i>
A, E		80 kg N/ha vóór 16/9	3,91	4,52	4,21	37,8	36,7	37,3
B, F		40 vóór en 40 na 15/9	4,06	4,62	4,34	38,0	37,5	37,8
C, G		2x40 kg N/ha na 15/9	3,73	4,54	4,14	38,8	37,0	37,9
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>0,65</i>	<i>0,48</i>	<i>0,38</i>	<i>1,9</i>	<i>3,0</i>	<i>1,7</i>

¹ De overschrijdingskansen uit de variantie-analyse van het lineaire en kwadratische contrast (n.s. = niet significant).

Tabel 7. N-opname in de spruiten en N-overschot

Object	N-gift aug-okt (kg N/ha)	Tijdstip van de bijbemesting in sep-okt	N-opname (kg N/ha)			N-overschot (kg N/ha) ¹		
			Hiver- nus	Genius	Gemid- deld	Hiver- nus	Genius	Gemid- deld
A	50 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	146	160	153	104	90	97
B	50 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	139	163	151	111	87	99
C	50 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	145	154	150	105	96	100
D	50 + 0	geen bijbemesting na 1/9	105	123	114	65	47	56
E	100 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	150	173	161	150	127	139
F	100 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	171	183	177	129	117	123
G	100 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	144	184	164	156	116	136
H	100 + 0	geen bijbemesting na 1/9	123	141	132	97	79	88
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>31</i>	<i>33</i>	<i>22</i>	<i>31</i>	<i>33</i>	<i>22</i>
D	50		105	123	114	65	47	56
H	100		123	141	132	97	79	88
A, B, C	130		143	159	151	107	91	99
E, F, G	180		155	180	167	145	120	133
<i>p_{LIN}²</i>			<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>
<i>p_{KWAD}²</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
A, E		80 kg N/ha vóór 16/9	148	166	157	127	109	118
B, F		40 vóór en 40 na 15/9	155	173	164	120	102	111
C, G		2x40 kg N/ha na 15/9	145	169	157	130	106	118
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>23</i>	<i>27</i>	<i>16</i>	<i>23</i>	<i>27</i>	<i>16</i>

¹ Het N-overschot is berekend als totale N-gift minus N-afvoer (N-opname in de spruiten (bruto)).

² De overschrijdingskansen uit de variantie-analyse van het lineaire en kwadratische contrast (n.s. = niet significant).

Tabel 8. Nmin 0-60 cm na oogst

Object	N-gift aug-okt (kg N/ha)	Tijdstip van de bijbemesting in sep-okt	Nmin 0-60 cm (kg N/ha)		
			Hivernus	Genius	Gemiddeld
A	50 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	6	10	8
B	50 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	4	9	7
C	50 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	8	11	9
D	50 + 0	geen bijbemesting na 1/9	6	10	8
E	100 + 80	80 kg N/ha vóór 16/9	6	10	8
F	100 + 80	40 vóór en 40 na 15/9	8	10	9
G	100 + 80	2x40 kg N/ha na 15/9	7	12	10
H	100 + 0	geen bijbemesting na 1/9	0	12	6
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>7</i>	<i>4</i>	<i>4</i>
D	50		6	10	8
H	100		0	12	6
A, B, C	130		6	10	8
E, F, G	180		7	11	9
<i>p_{LIN}¹</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<i>p_{KWAD}¹</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
A, E		80 kg N/ha vóór 16/9	6	10	8
B, F		40 vóór en 40 na 15/9	6	9	8
C, G		2x40 kg N/ha na 15/9	7	11	9
<i>lsd (p≤0,05)</i>			<i>5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>

¹ De overschrijdingskansen uit de variantie-analyse van het lineaire en kwadratische contrast (n.s. = niet significant).

In tabel 9 is per ras de totale bovengrondse N-opname door het gewas weergegeven bij de objecten E, G en H (berekend op basis van mengmonsters per object), de terugwinningsindex (ANR) van de 80 kg N/ha bijmesting in september-oktober (op basis van totale bovengrondse N-opname) en het percentage van het berekende N-overschot dat in de gewasresten zit. Ook dit geeft het beeld dat de laatste bijbemesting à 80 kg N/ha geheel vóór 16 september of na 15 september in een gelijke N-opname door het gewas resulteert en dat niet bijbemesten in sept-okt tot een lagere N-opname leidt.

Van het berekende N-overschot bevond zich gemiddeld de helft in de gewasresten bij de objecten die in september-oktober waren bijbemest (E en G) en gemiddeld ca. 2/3 deel bij het niet-bijbemeste object (H). Het deel van het N-overschot dat niet in de gewasresten bij oogst zat, betreft stikstof in minerale vorm en organisch gebonden stikstof in het blad dat vóór de oogst al afvalt. Hoewel dit laatste naar schatting geen grote post zal zijn op de balans, aangezien het stikstofgehalte in afgevallen (afgestorven) blad in de regel laag is. Bovendien komt deze stikstof al tijdens de teelt weer deels vrij door vertering van het blad. Gemakshalve wordt daarom het gehele deel van het N-overschot dat niet in de gewasresten bij oogst zat, aangeduid als mineraal N-overschot. Dit mineraal N-overschot was bij bijbemesting geheel vóór of na 15 september (vrijwel) gelijk, maar was lager indien na 1 september niet meer was bijbemest c.q. de totale N-gift 80 kg N/ha lager was.

De bijmestgift van 80 kg N/ha in september-oktober verhoogde het N-overschot gemiddeld over de objecten E en G en de beide rassen met 49 kg N/ha. Het verhoogde het mineraal deel van het N-overschot met gemiddeld 41 kg N/ha. De verhoging van het N-overschot door de bijmestgift in september-oktober bedroeg dus voor bijna 85% een mineraal N-overschot.

Van het mineraal deel van het N-overschot werd na oogst weinig teruggevonden in de bodemlaag 0-60 cm. Het verschil tussen dit (mineraal) overschot en de N_{min} 0-60 cm na oogst is in tabel 9 weergegeven als N-verlies uit 0-60 cm. Bijbemesting van de laatste 80 kg N/ha geheel na 15 september gaf geen groter N-verlies dan bijbemesting vóór 15 september, maar niet bijbemesten, c.q. een 80 kg N/ha lagere N-gift, verminderde het N-verlies met gemiddeld 39 kg N/ha.

Tabel 9. **Totale bovengrondse N-opname, ANR, N-overschot, percentage hiervan in de gewasresten, deel van het N-overschot dat niet in gewasresten zat en verlies uit de laag 0-60 cm**

Ras	Object	N-opname (kg N/ha)			ANR (%)	N-overschot (kg N/ha)	Percentage van N-overschot in gewasresten	N-overschot niet in gewasresten (kg N/ha)	N-verlies uit 0-60 cm (kg N/ha)
		spruiten	stronk +blad	totaal					
Hivernus	E	150	63	212	43%	150	42%	88	82
	G	144	77	221	55%	156	49%	79	72
	H	123	54	177	-	97	56%	43	43
Genius	E	173	70	243	48%	127	55%	57	47
	G	184	59	243	47%	116	51%	57	47
	H	141	63	205	-	79	81%	15	3

4 Discussie

Na een lange, natte periode in juni-juli 2007 ontstond stikstoftekort voor het gewas, waarna bijbemesten noodzakelijk was. In het algemeen is de kans hierop het grootst in de herfst. In 2007 echter, deed die situatie zich juist voor in de zomer en moest begin augustus al worden bijbemest.

De herfstperiode was droger dan normaal (c.q. dan gemiddeld). Met betrekking tot de totale marktbaar opbrengst en de plantlengte kwam de noodzaak voor bijbemesting niet duidelijk tot uiting in de proef ten opzichte van toediening van alle stikstof net vóór 16 september, wellicht omdat geen periode met grote hoeveelheid neerslag voorkwam in de herfst.

Wel had bijbemesten na 15 september positief effect op de sortering en kwaliteit van de spruiten. Er kwam daardoor een iets hoger percentage van de marktbaar opbrengst in de best uitbetaalde sorteermaten A en B terecht. Evenwel resulteerde de vroege bijbemesting (alles vóór 16 september) in een wat hoger percentage in maat A, die afhankelijk van de markt waarvoor men teelt meestal het beste wordt uitbetaald. Stikstofbemesting is echter niet de enige sturende factor die de sortering beïnvloedt. Ook het oogsttijdstip is hierop van invloed. Door op een iets vroeger of iets later moment te oogsten, kan men iets fijnere of iets grovere spruiten verkrijgen. In de proef zijn alle objecten op hetzelfde tijdstip geoogst.

Een latere bijbemesting in de periode september-oktober gaf een betere algehele kwaliteit, minder geel blad, een meer donkere spruitkleur en minder grauw. Het positieve effect op de kwaliteit leek bij het lage bijmestniveau in augustus (50 kg N/ha) wat sterker naar voren te komen dan bij het hoge bijmestniveau in augustus (100 kg N/ha).

Toediening van stikstof na 15 september leidde niet tot een slechtere N-opname in de spruiten c.q. een lagere N-afvoer van het veld en derhalve ook niet tot een hoger N-overschot dan toediening van alle stikstof vóór 16 september (bij gelijke N-totaalgift).

Het tijdstip van bijbemesting (vóór of na 15 september) had dus geen effect op het N-overschot, maar de hoogte van de stikstofgift had dat wel. Een lagere stikstofgift leidde tot een lager N-overschot. Echter, het leidde ook tot een lagere opbrengst en een slechtere kwaliteit.

Een deel van het N-overschot zat in de gewasresten c.q. was organisch gebonden stikstof en is in deze vorm niet gevoelig voor uitspoeling. Veel van deze stikstof kan in de volgteelt benut worden door de bemesting aan te passen op de N-levering uit de gewasresten van de spruitkool.

Van de bijmestgift van 80 kg N/ha in september-oktober bedroeg de terugwinningsindex (betrokken op de N-opname in de spruiten) 45%. Ofwel het leidde tot 36 kg N/ha extra N-opname in de spruiten (c.q. N-afvoer) en verhoogde het N-overschot met 44 kg N/ha. Die verhoging van het N-overschot betrof hoofdzakelijk een verhoging van het mineraal N-overschot (het deel dat niet organisch was gebonden in de gewasresten).

Van het mineraal deel van het N-overschot, werd na oogst weinig teruggevonden in de laag 0-60 cm. Dit deel is beschouwd als N-verlies. Het tijdstip van bijbemesting van de laatste 80 kg N/ha (vóór of na 15 september) had geen invloed op dit verlies, maar niet bijbemesten, c.q. een 80 kg N/ha lagere N-gift, verminderde het N-verlies met gemiddeld 39 kg N/ha.

Deling van de stikstofgift kan het stikstofverlies door uitspoeling of denitrificatie verminderen als tijdens de teelt (zeer) natte perioden voorkomen (De Haan & Dekker, 2005). Aangezien kleigronden gevoelig zijn voor afspoeling, met name onder natte omstandigheden, geeft bijbemesting later in de herfst wel een groter risico van afspoeling dan bijbemesting vroeg in de herfst. Het risico van afspoeling is kleiner, als de stikstof al in de bodem zit. (Kans op) afspoeling trad in de herfst niet op in de proef.

Uit deze proef in 2007/2008 bleek dat deling c.q. bijbemesting na 15 september (in een relatief droge herfst) het stikstofverlies niet verhoogde. Stikstofdeling (met bijbemesting na 15 september) lijkt derhalve geen nadelen te geven met betrekking tot het stikstofverlies naar het milieu. Een verbod op stikstofbemesting in spruitkool na 15 september zal waarschijnlijk niet leiden tot het beoogde effect van minder stikstofverlies, maar schaadt wel het economische belang van de teelt.

De proef kende specifieke groeiomstandigheden: een natte zomer en een relatief droge herfst. In geval van een drogere zomer en een natte herfst, waren waarschijnlijk andere verschillen tussen de diverse N-bemestingsobjecten opgetreden. Daarom mogen aan een eenjarige proef geen harde conclusies worden verbonden. Er kan pas een betrouwbaar oordeel worden gegeven als het onderzoek meerdere jaren worden herhaald. Dat is op dit moment niet voorzien.

De drogestofopbrengst aan spruiten, de N-opname in de spruiten en in het totaal gewas waren bij Genius hoger dan bij Hivernus en het N-overschot en N-verlies lager. Het is moeilijk aan te geven of het verschil in productie en N-opname daadwerkelijk een raseffect is of een gevolg van verschillen tussen de twee afzonderlijk proefvelden (veldvariatie). De twee proefvelden lagen echter wel naast elkaar op hetzelfde perceel en hadden dezelfde voorgeschiedenis, wat een groot verschil in veldvariatie onwaarschijnlijk maakt. Anderzijds verschilde de terugwinningsindex nauwelijks tussen de twee rassen en betrof het verschil in N-opname bij alle N-trappen een constant verschil (geen significante interactie tussen N-gift en ras), wat erop wijst dat er geen verschil was in N-benutting tussen de twee rassen, maar dat vermoedelijk het N-aanbod vanuit de bodem op het Genius-proefveld hoger is geweest, mogelijk door een wat hogere mineralisatie. Bij een betere stikstofbenutting en lager N-overschot zou men ook een lagere N_{min} na oogst verwachten op het Genius-proefveld en dat was niet het geval.

5 Conclusies

Bijbemesting met stikstof na 15 september leidde (bij gelijke totale stikstofgift) tot een minstens even goede stikstofopname in de spruiten als toediening van alle stikstof vóór 16 september en niet tot een hoger stikstofoverschot c.q. meer stikstofverlies. Verder had het een positief effect op de maatsortering van de spruiten en bevorderde het de kwaliteit.

Een verbod op stikstofbemesting in spuitkool na 15 september zal waarschijnlijk niet leiden tot het beoogde effect van minder stikstofverlies naar het milieu, maar schaadt wel het economische belang van de teelt.

De terugwinningsindex van de bijmesting à 80 kg N/ha in september-oktober bedroeg 45%. Ofwel het leidde tot 36 kg N/ha extra N-opname in de spruiten (c.q. N-afvoer) en verhoogde het N-overschot met 44 kg N/ha. Die verhoging van het N-overschot betrof hoofdzakelijk een verhoging van het mineraal deel van het N-overschot (niet organisch gebonden in de gewasresten), dat onderhevig is aan uitspoeling.

Een lagere stikstofgift leidde wel tot een lager N-overschot en minder N-verlies, maar ook tot een lagere opbrengst en een slechtere kwaliteit van de spruiten.

Referenties

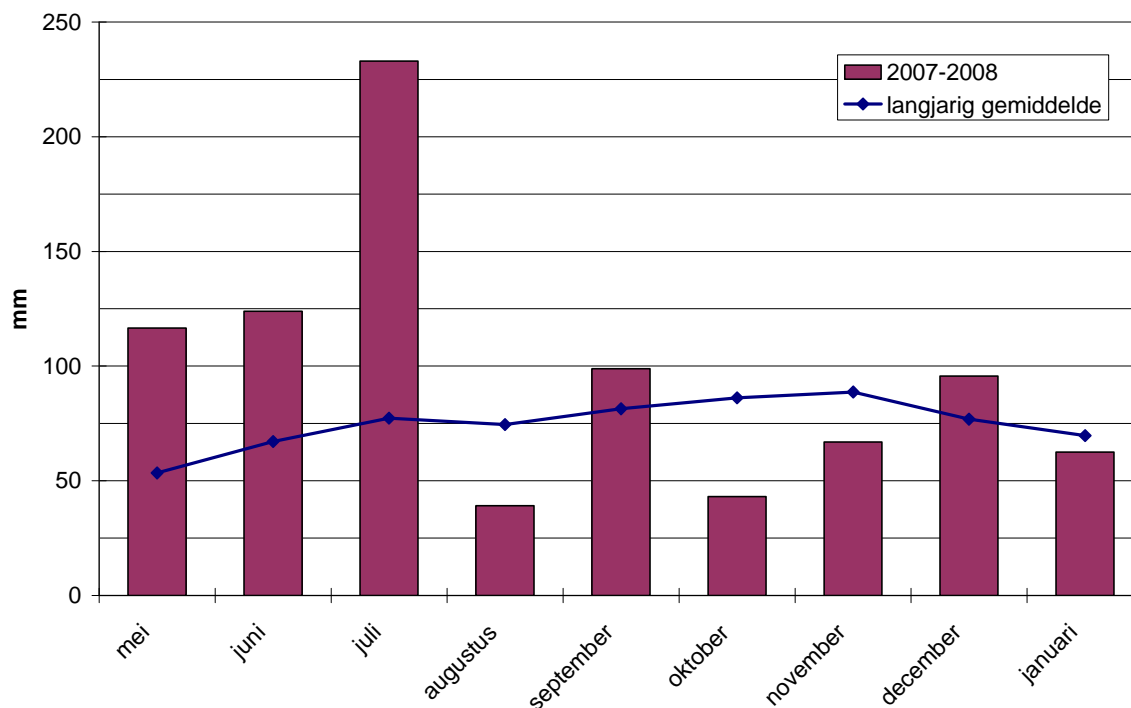
- De Haan, J. & P. Dekker (2005), *redactie*. Best Practices Bemesting vollegrondsgroenten. PPO, Lelystad, 30 p.
- Dekker, P.H.M. (2006). Gebruik van kunstmeststikstof in de winterperiode. Landbouwkundige noodzaak en milieukundige consequenties van het al dan niet toestaan van het gebruik van kunstmeststikstof in de periode van 16 september t/m 31 januari. PPO projectrapport nr. 3250032500, Lelystad, 100 p.
- Van Dijk, W. & W. van Geel (2008). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatienr. 307. PPO, Lelystad, 96 p. + bijlagen. *Alleen digitaal beschikbaar op de webiste Kennisakker (www.kennisakker.nl)*

Bijlage 1. Neerslaggegevens Westmaas 2007/2008

Maand	Decade ¹	Neerslag (mm)	Maand	Decade ¹	Neerslag (mm)
mei	I	49,7	oktober	I	21,0
	II	43,5		II	11,0
	III	23,4		III	11,1
		116,6			43,1
juni	I	11,7	november	I	31,2
	II	54,2		II	19,5
	III	58,0		III	16,2
		123,9			66,9
juli	I	90,5	december	I	86,5
	II	57,2		II	3,2
	III	85,3		III	6,0
		233,0			95,7
augustus	I	11,0	januari	I	11,3
	II	23,5		II	40,0
	III	4,6		III	11,2
		39,1			62,5
september	I	21,5			
	II	31,7			
	III	45,7			
		98,9			

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

2 langjarig gemiddelde



Figuur B1. Totale hoeveelheid neerslag per maand en langjarig gemiddelde te Westmaas

Bijlage 2. Uitslag nitraatmeting bladsteeltjes 23 juli

PPO
T.a.v. mevrouw M. Vlaswinkel
Groeneweg 3
3273 LP WESTMAAS

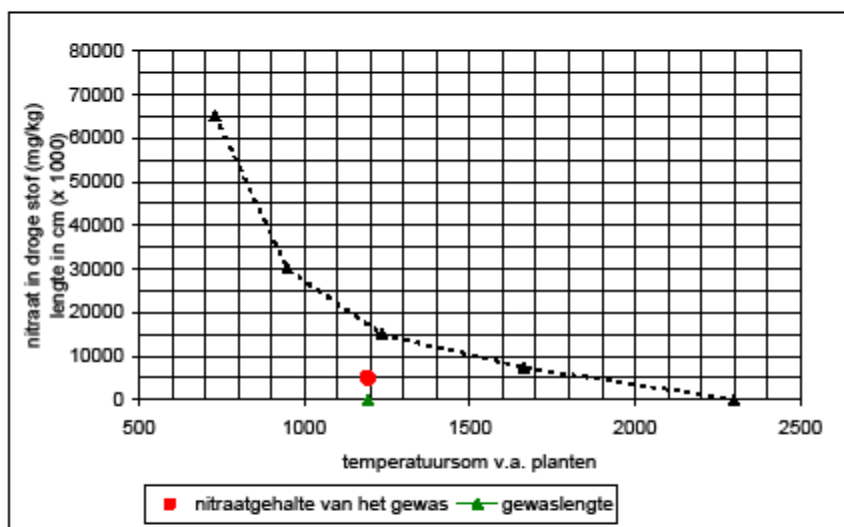
Mookhoek, 25-jul-2007

Marian.Vlaswinkel@wur.nl

Geachte heer/ mevrouw,

Hieronder vindt u de uitslag van het op: 23 juli 2007 ras: Hivernus
genomen monster op het perceel : hivernus plantdatum: 15 mei 2007

Temperatuursom vanaf het planten	nitraatgehalte mg/kg droge stof	monsterdatum	Lengte (cm)
1192	5000	23 juli 2007	?



De grafiek toont het verloop van het nitraatgehalte in de bladstelen.
De theoretisch 'ideale lijn' is de gestippelde lijn. Uw resultaat zijn de ronde stippen.
Als het nitraatgehalte op nul blijft, is er geen lengtegroei meer. Dit moment ziet u van te voren aankomen. Rond de 5000 is de sterkste lengtegroei uit het gewas.

De volgende monsternamen datum is: nvt

PPO
T.a.v. mevrouw M. Vlaswinkel
Groeneweg 3
3273 LP WESTMAAS

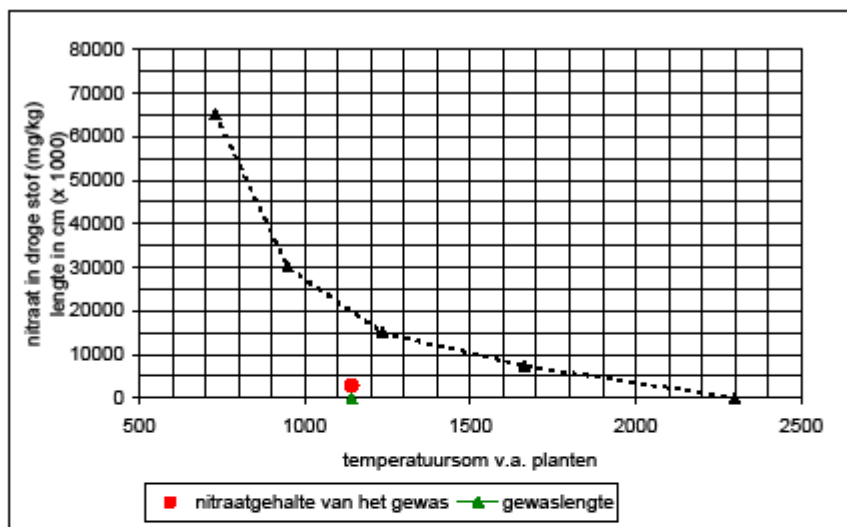
Mookhoek, 25-jul-2007

Marian.Vlaswinkel@wur.nl

Geachte heer/ mevrouw,

Hieronder vindt u de uitslag van het op: 23 juli 2007 ras: Genius
genomen monster op het perceel : genius plantdatum: 18 mei 2007

Temperatuursom vanaf het planten	nitraatgehalte mg/kg droge stof	monsterdatum	Lengte (cm)
1142	2900	23 juli 2007	?



De grafiek toont het verloop van het nitraatgehalte in de bladstelen.
De theoretisch 'ideale lijn' is de gestippelde lijn. Uw resultaat zijn de ronde stippen.
Als het nitraatgehalte op nul blijft, is er geen lengtegroei meer. Dit moment ziet u van te voren aankomen. Rond de 5000 is de sterkste lengtegroei uit het gewas.

De volgende monsternamen datum is: nvt