

Stikstofbemesting Conference

De invloed van stikstofbemesting op het suikergehalte bij Conference

Rien van der Maas, Maaïke de Vlas

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapportnummer 2011-19; € 15,- -

Projectnummer: 32 610 662 00
PT-nummer: 12513



**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit**

Adres : Lingewal 1 6668 LA Randwijk
Postbus 200 6670 AE Zetten
Tel. : +31 488 473702
Fax : +31 488 473717
E-mail : infofruit.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING.....	5
2	INLEIDING	7
3	MATERIAAL EN METHODE	9
3.1	Proefveld hoofdproef en behandelingen.....	9
3.2	Waarnemingen hoofdproef.....	9
3.3	Subproef stikstofvormen en opname	11
4	RESULTATEN EN DISCUSSIE	13
4.1	Hoofdproef.....	13
4.1.1	Pluktijdstipbemonstering.....	13
4.1.2	Stikstof in blad.....	13
4.1.3	Andere mineralen of elementen in blad	14
4.1.4	Suiker	15
4.1.5	Vruchtgewicht.....	16
4.1.6	Grondkleur	17
4.1.7	Productie, dracht en dode knoppen.....	18
4.1.8	Bewaarafwijkingen	19
4.1.9	Andere waarnemingen.....	20
4.2	Proef stikstofvormen.....	21
5	DISCUSSIE	23
5.1	Hoofdproef.....	23
5.2	Proef stikstofvormen.....	24
6	CONCLUSIES	25
7	AANBEVELINGEN	27
8	LITERATUUR.....	29
	BIJLAGE I PERCEELSINRICHTING	31
	BIJLAGE II STIKSTOFGIFT (KG N/HA) EN N _{MIN} -METINGEN	33
	BIJLAGE III TABELLEN 2006	35
	BIJLAGE IV TABELLEN 2007.....	39
	BIJLAGE V TABELLEN 2008	41
	BIJLAGE VI. PLUKTIJDSTIPBEMONSTERING 2006 EN 2007	43

1 Samenvatting

In dit onderzoek is gekeken naar het effect van stikstofbemesting op het suikergehalte en vruchtgewicht bij Conference. De volgende zaken waren aanleiding tot dit project:

- Stikstofonderzoek bij Elstar laat zien dat het suikergehalte daalt bij hoge stikstofbemesting.
- In Engeland zijn de uitbetaalprijzen voor Conference mede afhankelijk van het suikergehalte (het minimumgehalte moet 12 °Brix zijn).
- In de loop van het project (2006-2008) werd het in de praktijk belangrijker om peren met een minimum maat van 65 mm te produceren.
- Bij appel is een relatie gevonden tussen stikstofbemesting en maat: verhoging van de stikstofbemesting bij Elstar leidde in sommige jaren tot een stijging van de vruchtmaat met 3 mm of 20% hogere productie met gelijk blijvende maat (Maas, van der, 2007). Bij de bespreking van de proefresultaten moet daarom het suikereffect afgewogen worden tegen het effect op maat.

In dit onderzoek stonden de volgende hoofdvragen centraal:

- Bij welke hoogte van de stikstofbemesting van Conference, gemeten als stikstofconcentratie in het blad, is het suikergehalte en de vruchtmaat op niveau?
- Moet op grond hiervan de streefwaarde van stikstof in blad worden bijgesteld (na meewegen van alle andere relevante factoren als productie, maat en vruchtkwaliteit)?

Op verzoek van de Product Commissie Appel en Peer is in 2006 tevens onderzocht wat het effect is van verschillende stikstofvormen (nitraat, ammonium of ureum) op de opname van stikstof.

Uit het onderzoek konden de volgende conclusies worden getrokken:

- Stikstofbemesting werkte in de proef niet verlagend op het suikergehalte bij peer en heeft gemiddeld over de drie proefjaren ook geen verhogend effect.
- Stikstofbemesting werkte in de proef waarschijnlijk verhogend op het vruchtgewicht oftewel de vruchtmaat. Er is alleen een statistisch significante aanwijzing gevonden (significant effect bij $p=0.1$, maar niet bij $p=0.05$) dat verhoging van de stikstofbemesting tot gemiddeld 125 kg N/ha/jaar, gemiddeld over de drie proefjaren, tot een verhoging van het vruchtgewicht met 12 gram (een verhoging van 6%) heeft geleid. Als bemestingsmethode is gebruik gemaakt van de combinatie van breedwerpige bemesting en fertigatie.
- Stikstofbemesting in 2006 leidde tot een iets lager percentage afgesloten scheuten en tot (een aanwijzing voor) een hoger percentage dode knoppen in het voorjaar van 2007. Dit heeft waarschijnlijk geleid tot een lagere dracht in 2007 die echter teniet werd gedaan door een betrouwbaar lagere aantal handgedunde vruchten bij de hoge stikstofbemesting. In 2007 kan een initiële lagere dracht wel de verklaring geweest zijn voor een hoger vruchtgewicht.
- Het geven van stikstof in de vorm van ureum resulteerde in 2006 in grotere bladclusters in de weken na bemesten in vergelijking met calciumnitraat en ammoniumnitraat of wanneer geen stikstof gegeven was. Hierbij ging het om bladclusters met perenvruchten en zonder scheuten.

In deze proef waren de fosfaat- en kaliumgehalten in 2007 erg laag, waardoor (eventuele) stikstofeffecten wellicht zijn afgezwakt.

De hoogte van de stikstofbemesting had geen effect op het bewaarresultaat na 4 maanden gekoelde bewaring (de timing van een kleine stikstofgift wel, maar dat zou eerst nog een keer bevestigd moeten worden in onderzoek voor daar consequenties aan te verbinden). Er kan geen uitspraak worden gedaan over het lange termijn effect van stikstofbemesting, grotere vruchten door stikstofbemesting en het op het optreden van fysiologische vruchtafwijkingen na langdurige bewaring onder CA condities.

Praktijkadvies

Het is op dit moment niet verstandig om de aanwijzing van een klein positief maateffect van hoge stikstofbemesting bij peer te vertalen in een hoger stikstofstreefwaarde in het blad. Het bewijs hiervoor is immers te zwak.

Daarnaast is het mechanisme van het effect niet aantrekkelijk: namelijk het verminderen van groei-afsluiting en het verhogen van het percentage dode knoppen. Het eerste is ongunstig bij ziekte- en plaagbestrijding en het tweede is teeltkundig niet wenselijk en bovendien een moeilijk te beheersen proces. Tenslotte is er nog weinig bekend van het effect van hoge stikstofbemesting op de lange bewaring.

Er is aanleiding om een verhoging van de streefwaarde voor stikstof in het blad verder te onderzoeken vanwege de aanwijzing voor een mogelijk positief vruchtgewichteffect. Dan zou ook het effect van deze verhoging op bewaarbaarheid onder langdurige CA-condities onderzocht moeten worden. Daarnaast zou rekening gehouden moeten worden met een drachtverlagend effect van stikstofbemesting vanwege een lager percentage afgesloten scheuten en een hoger percentage dode knoppen (dat effect werd in dit onderzoek genivelleerd door de handdunning).

2 Inleiding

Stikstofonderzoek bij Elstar laat zien dat het suikergehalte daalt bij hoge stikstofbemesting (Maas, van der, 2007). Bij hoge stikstofbemesting bij Elstar daalde het suikergehalte met 0.5-1.0 °Brix.

Het suikergehalte in vruchten heeft een commercieel belang. In veel afzetketens geldt een minimum suikergehalte. In Engeland zijn de uitbetaalprijsen voor Conference mede afhankelijk van het suikergehalte. Dit was aanleiding voor het doen van onderzoek naar het effect van stikstofbemesting op het suikergehalte bij peer.

In de loop van het project (2006-2008) werd het in de praktijk belangrijker om peren met een minimum maat van 65 mm te produceren. Bij appel is een relatie gevonden tussen stikstofbemesting en maat: verhoging van de stikstofbemesting bij Elstar leidde in sommige jaren tot een stijging van de vruchtmaat met 3 mm of 20% hogere productie met gelijk blijvende maat (Maas, van der, 2007). Bij de bespreking van de proefresultaten moet daarom het suikereffect afgewogen worden tegen het effect op maat.

Op dit moment geldt een relatieve adviesbasis voor de toediening van stikstof op peer (Kodde, 1994). Hierbij dient het gemeten stikstofgehalte in het blad als maat. Als dit tussen 2,21 en 2,40 % zit, kan de stikstofbemesting gelijk als het voorgaande jaar worden uitgevoerd. Als de waarde hoger ligt, moet minder stikstof worden toegediend dan het voorgaande jaar en vice versa.

Bij Conference wordt in de praktijk vaak ruim omgegaan met stikstofbemesting. Daarbij wordt zowel kunstmest als champost gebruikt. De trend is dat het gebruik van stikstof toeneemt. De gedachte bij telers is dat een overdosis stikstof geen kwaad kan en extra productiezekerheid geeft.

In dit onderzoek stonden de volgende hoofdvragen centraal:

1. Bij welke hoogte van de stikstofbemesting van Conference, gemeten als stikstofconcentratie in het blad, is het suikergehalte en de vruchtmaat op niveau?
2. Moet op grond hiervan de streefwaarde van stikstof in blad worden bijgesteld (na meewegen van alle andere relevante factoren als productie, maat en vruchtkwaliteit)?

Op verzoek van de NFO-Productcommissie Appel en Peer is in 2006 tevens onderzocht wat het effect is van verschillende stikstofvormen (nitraat, ammonium of ureum) op de opname van stikstof.

3 Materiaal en methode

3.1 Proefveld hoofdproef en behandelingen

De proeven zijn in 2006, 2007 en 2008 uitgevoerd op de PPO-locatie te Randwijk, Lingewal 1, perceel West 2. Op dit perceel staan proefbomen Conference op Kwee C met tussenstam Doyenné du Comice met bestuiverbomen Verdi (19%). De bomen zijn geplant in 1999 (300x109 cm) en gevormd tot viertakker-V-haag. Van 1999 t/m 2003 is op die locatie een kaliumproef uitgevoerd (Maas, van der, 2004). Twee herhalingen van die proef (B en D) zijn gebruikt voor de huidige proef. Zes oude behandelingsgroepen van proef 141-RA-99102 waartussen geen significante verschillen optraden, zijn de nieuwe herhalingen geworden. Binnen deze 6 nieuwe herhalingen (blokken) zijn de nieuwe behandelingen verlost. De exacte indeling van het proefveld staat in bijlage I. Elk veldje had 6 waarnemingsbomen en aan elke kant 2 of 3 bufferbomen.

Er zijn 6 behandelingen uitgevoerd met (breedwerpige) stikstofbemesting met KAS of Nutramon en fertigatie met ammoniumnitraat conform onderstaand behandelingschema:

1. Onbehandeld
2. Stikstofbemesting alleen maart volgens advies*
3. Stikstofbemesting maart en juni volgens advies* (praktijkstandaard)
4. Stikstofbemesting maart en juni 2x advies*
5. Stikstofbemesting maart en juni 2x advies*, aangevuld met stikstoffertigatie
6. Stikstofbemesting alleen juni volgens advies*

*) 2006: advies op basis van N_{\min} ; in 2007 en 2008 in eerste instantie hoge vaste giften bij 4. en 5.

In Bijlage II staat een overzicht van toegediende hoeveelheden bij de breedwerpige bemesting en de fertigatie en zijn de resultaten van de N_{\min} -metingen weergegeven. In 2006 waren de N_{\min} -waarden hoog, hetgeen tot lage geadviseerde giften leidde. Hierdoor waren de verschillen tussen de behandelingen klein. In de jaren erna is daarom van hogere standaard giften uitgegaan.

Oorspronkelijk was het de bedoeling om op basis van N_{\min} -metingen de breedwerpige giften vast te stellen in april en juni/juli. Na afloop van 2006 bleek dat op deze manier weinig verschil ontstond tussen de behandelingen. In 2007 en 2008 zijn daarom standaard hogere giften gegeven voor de breedwerpige bemesting en de fertigatie. De behandelingen zonder fertigatie kregen druppelbevloeiing om het wateraanbod gelijk te houden.

In het voorjaar van 2006 is voorafgaande aan de proef 100m³ champost op de zwartstrook gebracht. Ook de overige bemesting is voor alle behandelingen identiek geweest. In december 2007 is op rij 23, 24 en 25 onterecht champost aangebracht. Deze champost is op 1 februari 2008 weer weggehaald.

Op 14 maart 2006 is het perenperceel aan de oostzijde van de rijen gewortelsnoeid. Het mes is ongeveer op 50 cm afstand langs de bomen gegaan en op 60 cm diep onder de stam doorgedaan. De hoek van de snede met het grondoppervlak was 50 graden. Op 19 februari 2008 is het gehele perceel opnieuw gewortelsnoeid. De bomen zijn op dezelfde wijze als in 2006 gewortelsnoeid, maar dan aan de westzijde.

3.2 Waarnemingen hoofdproef

Bodemstikstof (N_{\min})

Voorafgaande aan het nemen van grondmonsters voor N_{\min} -bepaling is eerst, indien relevant, champost weg geschept.

Vervolgens is per veldje 2x gestoken tot 30 cm diepte met een smalle gutsboor voor het nemen van de monsters. De analyses zijn uitgevoerd door Grond-, Gewas- en Milieulaboratorium Zeeuws Vlaanderen.

Mineralengehalte van bladeren

Bemonsterd zijn de bladclusters met vruchten (zonder scheuten). Er is 1 blad per cluster genomen, 3 bladeren per boom, 6 bomen per veldje (minimaal 60 bladeren per monster). Er is bemonsterd in drie herhalingen of gepoold over de herhalingen. Er is geanalyseerd op hoofdelementen; incidenteel is een verzamelmonster genomen over de behandelingen voor analyse op sporenelementen. Er zijn bladmonsters genomen in de periode eind juni/begin juli en in augustus. De analyses zijn uitgevoerd door Grond-, Gewas- en Milieulaboratorium Zeeuws Vlaanderen.

Productie en vruchtgewicht

Jaarlijks is per boom het aantal geplukte vruchten geteld en gewogen. Hieruit kon het vruchtgewicht worden afgeleid. Om eventuele effecten van de behandelingen op rijping en optimaal pluktijdstip te ondervangen zijn incidenteel vruchtmonsters genomen voor het bepalen van het optimaal pluktijdstip per behandeling. In 2006 is naar aanleiding daarvan de helft van de bomen van behandeling 1 drie dagen eerder geplukt. Dat leidde echter niet tot verschillen in vruchtkwaliteit.

Mineralengehalte van de vruchten

Bij de pluk zijn vruchtmonsters genomen om het mineralengehalte te bepalen. Per monsters zijn 25 vruchten random geplukt. Analyse vond plaats na verwijdering van klokhuis en steeltje. De analyses zijn uitgevoerd door Grond-, Gewas- en Milieulaboratorium Zeeuws Vlaanderen.

Meting van vruchtkwaliteit

Bij pluk zijn kwaliteitsmonsters genomen om de vruchtkwaliteit bij inslag te bepalen. Gemeten zijn vruchtgewicht, grondkleur (L-, a- en b-waarde met de Minolta Chromameter CR-300), hardheid (kg, Instron), suiker (°Brix, Atoga DBX 50), zuur (% appelzuur, Mettler titrator) en zetmeel (visuele bepaling ontkleuring na besproeiing met Lugol). De metingen zijn uitgevoerd door het kwaliteitslab van PPO te Randwijk. De monsters zijn standaard in drie herhalingen genomen. Incidenteel zijn gepoolde monsters genomen en zijn ook op andere momenten monsters genomen.

Teeltkundige waarnemingen

Incidenteel zijn de volgende teeltkundige waarnemingen uitgevoerd:

- Standcijfer in het voorjaar; cijfer van 1 (veel ontbrekende gesteltakken en weinig bloemen) tot 9 (optimaal volume en hoog percentage bloemtrossen)
- aantal bloemclusters per boom geteld
- cijfer voor de groei, afsluiten van de groei, hergroei en boomvolume per boom
- snoeiwaarnemingen; het aantal knippen en het gewicht van het snoeihout per veldje
- telling van het aantal gedunde vruchten
- telling van het aantal dode en gezonde knoppen

Gekoelde bewaring en vruchtafwijkingen

Jaarlijks zijn vruchtmonsters (15 kg/monster) 3 tot 4 maanden op 4 graden Celcius bewaard. Bij de pluk en na bewaring zijn eventuele uit- en inwendige vruchtafwijkingen geteld.

3.3 Subproef stikstofvormen en opname

Op 13 april 2006 zijn de volgende vier behandelingen in tweevoud uitgevoerd teneinde te onderzoeken wat het effect is van verschillende stikstofvormen op de stikstofopname door de boom:

30 kg N/ha binnen de wortelsnoeisnede in vorm van:

1. Onbehandeld
2. Calciumnitraat (16 %N)
3. Ammoniumnitraat (21 %N)
4. Ureum (45 %N)

De proef is uitgevoerd op veldjes met drie meetbomen per veldje. Tussen de veldjes stond één bufferboom. De behandeling op het veldje werd telkens doorgezet tot halverwege de standplaats van de bufferboom.

De gift is het dubbele van het praktijkadvies op basis van N_{\min} waarneming 22 maart 2006. Voorafgaande aan de gift is het aanwezige champost op de grasbaan geschoven.

Waarnemingen:

- N_{\min} op 10 en 26 mei (8 steken van 30 cm diep per monster); de monsters zijn eerst doorvroren in een vriezer voordat ze zijn opgestuurd naar Grond-, Gewas- en Milieulaboratorium "Zeeuws Vlaanderen" te Grauw.
- Bladanalyse op 24 mei en 4 juli; op hoofdelementen, inclusief totaal drogestofgewicht als maat voor de groei (van belang bij interpretatie van bladgehalten bij eventueel verschil in groei); bemonsterd bladtype: blad van bladclusters zonder scheut met vruchten (24 mei) of met vruchten in de buurt (4 juli); 7 bladclusters per meetboom bemonsterd (drie in de kop, en elk twee aan weerszijden op het niveau van het juk).

4 Resultaten en discussie

4.1 Hoofdproef

Op 22 juni 2008 heeft een zware hagelbui de bomen zwaar beschadigd. Op dat moment is de proef beëindigd en zijn zo veel mogelijk eindwaarnemingen gedaan.

Voor sommige factoren in de onderstaande tabellen was geen statistische analyse mogelijk omdat niet in herhalingen is gemeten. In die gevallen staan er geen letters achter de cijfers.

4.1.1 Pluktijdstipbemonstering.

In de eerste twee proefjaren zijn per behandeling pluktijdstipbemonsteringen uitgevoerd om het juiste pluktijdstip voor de hele proef en per behandeling te bepalen (zie bijlage VI). Het juiste pluktijdstip is het moment waarop de hardheid tussen de 5.5 en 6.0 kg ligt.

De verschillen in rijping (oftewel hardheid) tussen behandelingen waren in beide jaren niet groot.

In 2006 is de helft van de veldjes van behandeling 1 drie dagen later geplukt (14 september) dan de rest van de proef (11 september) om het effect daarvan te bestuderen. Per pluktijdstip zijn bij inslag aparte kwaliteitsbeoordelingen uitgevoerd. Uit de metingen voor beide pluktijdstippen bij inslag bleek dat de hardheid niet veel verschilde (0.1 kg) en de zetmeelwaarde bij de tweede pluk getalsmatig lager was (terwijl hoger verwacht werd). Bij uitslag waren de verschillen ook klein en werden bij beide pluktijdstippen geen vruchtafwijkingen gevonden. Dit betekent dat drie dagen wachten geen grote effecten heeft gehad, in ieder geval niet groter dan de toevallige effecten.

4.1.2 Stikstof in blad

Het Nederlandse systeem van bemestingsadviesing is gebaseerd op het stikstofbladgehalte. In bemestingsonderzoek is het daarom van belang dat de behandelingen tot statistische significante verschillen in bladgehalten leiden, in dit geval voor stikstof. In het kader van het huidige onderzoek is het tevens van belang dat de stikstofbladgehalten bij de behandelingen met hoge stikstofgiften hoog zijn (hoger dan 2.4%). In tabel 1 staan de gemeten bladgehalten vermeld.

Tabel 1. Stikstofgehalten in het blad

Behandeling	% Stikstof in blad (ten opzichte van de droge stof)			
	17-08-2006	26-06-2007	22-08-2007	29-07-2008
1	2.12a*	2.37a	2.30a	2.14a
2	2.16a	2.36a	2.40ab	2.29bc
3	2.06a	2.37a	2.43ab	2.23abc
4	2.18a	2.38a	2.45ab	2.29bc
5	2.08a	2.40a	2.58b	2.32c
6	2.10a	2.26a	2.51ab	2.18ab
Gemiddelde	2.12	2.36	2.45	2.24

* Cijfers zijn statistisch significant verschillend (bij $p=0.05$) binnen een kolom wanneer alle letters bij de getallen verschillend zijn

Uit de tabel valt af te leiden dat alleen in jaar 2007 de range in stikstofbladgehalte gerealiseerd is die gewenst was.

Ondanks de hoge N_{\min} -waarden in 2006 (zie bijlage 1) was het stikstofbladgehalte in augustus 2006 gemiddeld over de proef laag (volgens de advies basis moet de waarde tussen 2.2 en 2.4 liggen om van "goed" te kunnen spreken). Daarnaast hebben de stikstofgiften tot maximaal 85 kg N/ha binnen de wortelsnoeisnede (zie bijlage 1) in dat jaar niet tot significante verschillen in bladgehalte geleid. Wellicht dat de natte meimaand tot uitspoeling en/of vervluchtiging van de aanwezige stikstof (reeds aanwezig en gegeven) heeft geleid en dat de zeer droge maanden juni en juli de opneembaarheid van de stikstofbijbemesting te veel heeft beperkt.

De verschillen in bladgehalte in 2008 ontwikkelde zich ook goed, maar vanwege de hagelschade in juni van dat jaar, zijn de resultaten van dat jaar sowieso minder van belang.

4.1.3 Andere mineralen of elementen in blad

In het onderzoek naar streefwaarden voor een bepaald mineraal in blad, in dit geval voor stikstof, is het van belang dat de gehalten van de andere mineralen in het blad in de klasse "goed" vallen; een potentieel stikstofeffect kan immers achterwege of beperkt blijven als een tekort aan een ander mineraal te groot is.

Tabel 2. Mineralengehalten in het blad als gemiddelde over alle behandelingen (exclusief stikstof)

Kortlotblad	Fosfor	Kalium	Magnesium	Borium	Koper	Mangaan	Zink
	% ten opzichte van droge stof			ppm ten opzichte van de droge stof			
17-08-2006	0.16	1.50	0.47				
26-06-2007	0.14	1.43	0.38	22	9	110	34
22-08-2007	0.11	0.90	0.39				
29-07-2008	0.18	1.12	0.38	20	24 *)	46	74
Streeftraject rond 1 juli	0.15-0.19	1.45-1.60	0.34-0.48	25-50	5-15	40-200	20-60
Streeftraject rond 1 aug	0.14-0.18	1.45-1.60	0.18-0.32	25-50	5-15	40-200	20-60

*) Effect van koperbespuitingen na de hagelschade van 22 juni.

Uit tabel 2 blijkt dat de gehalten van de fosfor, kalium en magnesium in 2006 goed waren. Een eventueel stikstofeffect zou dus niet zijn beperkt als gevolg van een tekort aan deze mineralen.

Uit de resultaten van de bemonstering van 22 augustus 2007 blijkt dat het fosfor- en kaliumgehalte erg laag waren. De gehalten aan koper, mangaan en zink waren in juni 2007 wel goed. Het boriumgehalte was aan de lage kant.

De resultaten van 29 juli 2008 duiden op een tekort voor kalium en borium. De meting en interpretatie van deze resultaten is echter moeilijk vanwege de geleden schade aan bladeren, vruchten en hout als gevolg van de zware hagelbui in juni.

4.1.4 Suiker

In 2006 is twee maal het suikergehalte gemeten (zie tabel 3): bij inslag en na bewaring (op beide momenten gepoold over de herhalingen). Gemiddeld nam het suikergehalte 0.5 °Brix toe na 4 maanden gekoelde bewaring op 4 graden Celcius. Er is geen verband waarneembaar tussen de hoogte van de stikstofbemesting en het suikergehalte: de behandeling met de hoogste stikstofbemesting, namelijk behandeling 5, heeft dat jaar hetzelfde suikergehalte als behandeling 1 zonder stikstofbemesting. Behandelingen 2 en 3 waren in 2006 identiek, als ook behandelingen 1 en 6 (zie bijlage 2). De getalsmatige verschillen in suikergehalte uit tabel 3 berusten dus op toeval.

Proeftechnisch is 2007 het belangrijkste jaar, omdat de stikstofbemesting in dat jaar leidde tot verschil in stikstofbladgehalte (in 2006 gebeurde dat niet) en er geen hagelschade optrad (zoals in 2008). In 2007 zijn bij $p=0.05$ (95% betrouwbaarheid bij de statistische uitspraak) geen significante verschillen in suikergehalte gevonden. Bij $p=0.10$ (90% betrouwbaarheid) was het suikergehalte bij de hoogste stikstofgift van 195 kg/ha (behandeling 5) gemiddeld 0.4 °Brix significant hoger dan bij de behandelingen 2 en 4 met respectievelijk 30 en 120 kg stikstof/ha (in wetenschappelijk onderzoek is de afspraak dat de arbitraire grens voor significantie bij $p=0.05$ ligt; wanneer de F-waarde in de statistische analyse tussen de 0.05 en 0.10 kan worden gesproken van een "aanwijzing" voor een reëel effect). Bij de andere behandelingen met 30 tot 60 kg stikstof/ha was het suikergehalte gemiddeld 0.3 °Brix lager dan bij behandeling 5 (maar niet statistisch betrouwbaar bij $p=0.5$ of $p=0.10$).

In 2008 werd in juli geen significant verschil in suikergehalte gevonden.

Gemiddeld over de drie jaren is het suikergehalte bij onbehandeld (behandeling 1), namelijk 12.8 °Brix, vergelijkbaar met de behandeling met de hoogste stikstofgift (behandeling 5), namelijk 12.7 °Brix.

Geconcludeerd kan worden dat er in deze proef geen aanwijzing gevonden is dat stikstofbemesting verlagend werkt op het suikergehalte. In 2007 is zelfs een aanwijzing gevonden dat bij de hoogste stikstofbemestingstrap het suikergehalte iets hoger zou kunnen zijn. Gemiddeld over de jaren zijn is dat echter niet het geval.

Tabel 3. Het effect van de behandelingen op het suikergehalte (°Brix).

Behandeling	Suiker inslag 2006	Suiker na bewaring pluk 2006	Suiker 2006 gemiddeld	Suiker inslag 2007	Suiker juli 2008	Gemiddelde 2006 t/m 2008 **
1	13.6	14.1	13.9	12.13a (ab)*	9.9a	12.8
2	13.7	14.6	14.2	12.07a (a)	9.6a	12.8
3	13.4	14.1	13.8	12.13a (ab)	9.5a	12.6
4	13.5	13.8	13.7	11.90a (a)	9.4a	12.5
5	13.9	13.8	13.9	12.37a (b)	9.4a	12.7
6	13.1	13.5	13.3	12.10a (ab)	9.4a	12.4

* Cijfers zijn statistisch significant verschillend (bij $p=0.05$) binnen een kolom wanneer alle letters bij de getallen verschillend zijn; wanneer er geen letters weergegeven zijn was een statistische analyse niet mogelijk; bij $p=0.10$ in plaats van $p=0.05$ (90% betrouwbaarheid in plaats van 95%) gelden de letters tussen haakjes

** voor 2008 is gerekend met een fictief suikergehalte: suikergehalte juli 2008 vermenigvuldigd met factor 1.25

4.1.5 Vruchtgewicht

Er zijn voor de individuele jaren geen statistisch significante effecten van de stikstofbemesting op vruchtgewicht gevonden (zie tabel 4).

Gemiddeld over de jaren is het vruchtgewicht bij alle bemestingsbehandelingen getalsmatig gelijk of, in de meeste gevallen, hoger dan bij onbehandeld (maximaal 12 gram oftewel 6%). Bij $p=0.05$ (95% betrouwbaarheid) zijn deze verschillen niet significant verschillend. Bij $p=0.10$ (90% betrouwbaarheid) was het vruchtgewicht bij de behandeling met de hoogste stikstofgift, behandeling 5, hoger dan bij de behandelingen 1 t/m 4 waarin geen of minder stikstof gegeven werd. Omdat het stikstofgehalte bij de behandelingen 4 en 5 niet verschilt (zie tabel 1) gaat het hierbij wellicht om een effect van de bemestingsmethode bij behandeling 5 (fertigatie) en niet zozeer om de stikstofopname zelf.

Geconcludeerd kan worden dat er enerzijds geen overtuigend bewijs van een effect van stikstofbemesting op het vruchtgewicht gevonden is, maar dat er anderzijds wel aanwijzingen gevonden zijn dat hoge stikstofbemesting, of de bemestingsmethode fertigatie, in deze proef een verhogend effect van 12 gram, oftewel 6%, op het vruchtgewicht heeft gehad.

Tabel 4. Het effect van de behandelingen op het vruchtgewicht.

Behandeling	Gemiddeld vruchtgewicht (g) 2006	Gemiddeld vruchtgewicht (g) 2007	Gemiddeld vruchtgewicht (kg) 8 juli 2008	Gemiddelde 2006 t/m 2008 **
1	180a*	195a	51a	193a (a)***
2	180a	208a	49a	195a (a)
3	176a	211a	49a	195a (a)
4	177a	209a	49a	192a (a)
5	197a	206a	49a	205a (b)
6	185a	211a	50a	199a (ab)

* Cijfers zijn statistisch significant verschillend (bij $p=0.05$) binnen een kolom wanneer alle letters bij de getallen verschillend zijn

** voor 2008 is gerekend met een fictief vruchtgewicht: vruchtgewicht op 8 juli vermenigvuldigd met factor 4

*** bij $p=0.10$ in plaats van $p=0.05$ (90% betrouwbaarheid in plaats van 95%) gelden de letters tussen haakjes

4.1.6 Grondkleur

Er zijn geen statistisch significante effecten van de behandelingen op grondkleur gevonden in 2007 en 2008 (zie tabel 5). In 2006 is het grootste getalsmatige verschil gevonden tussen behandelingen 1 en 6, maar deze behandelingen verschilden niet betrouwbaar in dat jaar (zie bijlage 2). Dit verschil berust dus op toeval.

Tabel 5. Het effect van de behandelingen op de grondkleur (a-waarde; negatiever is groener).

Behandeling	Gemiddelde grondkleur pluk 2006 (bij inslag op 13 sept 2006)	Gemiddelde grondkleur pluk 2006 (na uitslag op 7 jan 2007)	Gemiddelde grondkleur pluk 2007	Gemiddelde grondkleur 15 juli 2008	Gemiddelde 2006 t/m 2008
1	-14.9	-4.9	-16.3a*	-13.7a	-12.5
2	-15.4	-4.2	-16.2a	-13.7a	-12.4
3	-15.3	-5.3	-15.8a	-13.5a	-12.5
4	-15.9	-5.6	-15.9a	-13.6a	-12.8
5	-15.0	-5.4	-16.6a	-14.0a	-12.8
6	-16.0	-5.3	-15.9a	-14.7a	-13.0

* Cijfers zijn statistisch significant verschillend (bij $p=0.05$) binnen een kolom wanneer alle letters bij de getallen verschillend zijn

4.1.7 Productie, dracht en dode knoppen

Er zijn geen statistisch significante verschillen in productie en dracht waargenomen (zie tabel 6a). Daarnaast heeft behandeling 1 (geen stikstof) gemiddeld over de jaren getalsmatig (nagenoeg) de hoogste productie en dracht; de andere behandelingen hebben tot maximaal 5% lagere productie en maximaal 8% minder vruchten. Het is niet duidelijk of deze verschillen op toeval of op een behandelingseffect berusten.

In februari 2007 is het percentage dode knoppen bepaald op basis van binoculaire waarnemingen aan 36 knoppen per behandeling (zie tabel 6b). Hieruit valt een aanwijzing af te leiden dat verhoging van de stikstofbemesting tot een hoger percentage dode knoppen leidt.

Tabel 6a. Het effect van de behandelingen op productie (kg/boom) en dracht (aantal vruchten/boom).

Behandeling	kg/boom 2006	kg/boom 2007	kg/boom 2008 (8 juli)	kg/boom gemiddeld**	Aantal vruchten/boom 2006	Aantal vruchten/boom 2007	Aantal vruchten/boom 2008	Aantal vruchten/boom gemiddeld
1	17.7a*	24.5a	4.4a	19.9a	98a	127a	87a	104a
2	17.1a	23.5a	4.4a	19.3a	96a	113a	88a	99a
3	17.9a	23.3a	4.5a	19.2a	103a	111a	83a	99a
4	18.2a	23.5a	4.4a	19.2a	104a	113a	83a	100a
5	17.0a	23.9a	4.2a	19.9a	87a	116a	90a	98a
6	18.3a	22.3a	4.2a	19.0a	101a	106a	81a	96a

* Cijfers zijn statistisch significant verschillend (bij $p=0.05$) binnen een kolom wanneer alle letters bij de getallen verschillend zijn

** voor 2008 is gerekend met een fictief vruchtgewicht: vruchtgewicht op 8 juli vermenigvuldigd met factor 4

Tabel 6b. Het percentage dode knoppen op 15 februari 2007.

Behandelingen 2006	kg N/ha 2006	% dode knoppen
1+6	0	57
2+3	15	63
4	45	75
5	85	75

4.1.8 Bewaarafwijkingen

Na bewaring van de in 2006 geplukte appels werden er bij behandeling 5 en 6 respectievelijk 10 en 15% vruchten met rot gevonden (in monsters van 25 appels; zie tabel 7). Aangezien over de herhalingen gepoold was, was een betrouwbaarheidsuitspraak niet mogelijk. Omdat in 2006 de behandelingen 1 en 6 aan elkaar gelijk waren (zie bijlage 2) mag ervan worden uitgegaan dat deze verschillen op toeval berusten.

Na bewaring van de in 2007 geplukte appels werd erop 17 januari 2008 een significant hoger percentage vruchten met afwijkingen gevonden bij behandeling 6 (in monsters van 80 tot 100 vruchten). Daarbij ging het vooral om meer afleving.

Tabel 7. Het effect van de behandelingen op vruchtafwijkingen na bewaring.

Percentage vruchtafwijkingen, 09/01/2007				
Behandeling	Percentage rot	Percentage afwijkingen	Percentage rot + afwijkingen	Aard van afwijkingen
1	0*	0	0	
2	0	0	0	
3	5	0	4	
4	0	0	0	
5	10	0	10	
6	15	0	15	

Inwendige kwaliteit, 17/01/2008				
Behandeling	Percentage rot	Percentage afwijkingen	Percentage rot + afwijkingen	Aard van afwijkingen
1	0.6a*	0.0a	0.6a	
2	1.8a	3.6a	5.4a	begin afleving, stenigheid
3	0.0a	3.8a	3.8a	begin afleving, stenigheid
4	0.4a	5.6a	6.0a	begin afleving, stenigheid
5	0.7a	1.1a	1.8a	begin afleving, hol
6	0.6a	27.0b	27.5b	begin afleving, klokhuisbruin, stenigheid

* Cijfers zijn statistisch significant verschillend (bij $p=0.05$) binnen een kolom wanneer alle letters bij de getallen verschillend zijn; wanneer er geen letters weergegeven zijn was een statistische analyse niet mogelijk.

4.1.9 Andere waarnemingen

Op teeltkundig vlak werden er weinig statistisch significante verschillen gevonden (zie bijlagen III t/m V). Hieronder volgt een samenvatting van de bevindingen op dit vlak. Hieraan zijn ook in 2007 gevonden verschillen op gebied van mineralengehalten en b-kleurwaarde toegevoegd.

2006

Niet verschillend:

- het boomvolumecijfer op 18 april (gemiddeld 4.9; range over de behandelingen 4.9 tot 5.0)
- aantal valvruchten bij de pluk (gemiddeld 4; range 3 tot 5 vruchten per boom)
- percentage hergroei (range: 0.0 tot 0.3%)

Wel verschillend:

- percentage afgesloten scheuten op 1 augustus; 3% van de scheuten waren bij behandeling 5 niet afgesloten tegen 0 tot 1% bij de andere behandelingen. Behandeling 5 is de behandeling met de hoogste stikstofgift, waarbij bovendien de stikstof voor een deel gefertigeerd wordt en dus beter opneembaar is dan breedwerpig gestrooide stikstof.

2007

Niet verschillend:

- aantal valvruchten bij de pluk (gemiddeld 3; range van 2 tot 4 vruchten per boom)
- groei, afsluiten van de groei en hergroei

Wel verschillend:

- aantal handgedunde vruchten/boom: gemiddeld 74; bij behandeling 1 werd met 84 dunvruchten/boom meer gedund dan bij behandelingen 5 en 6 met respectievelijk 68 en 69 dunvruchten/boom
- P- gehalte van het blad op 26 juni: het P-gehalte bij behandeling 5 is lager dan die van de behandelingen 1, 3 en 6. Dit kan worden verklaard door een stikstof-fosfaat-interactie: een hogere stikstofgift leidt tot een lagere fosfaatopname. De verschillen in P-gehalte zijn echter klein.
- Ca-gehalte van het blad op 26 juni: het calciumgehalte van het blad heeft geen betekenis voor het calciumgehalte van de vrucht of voor andere teeltkundige aspecten (er is voor het calciumgehalte van het blad dan ook geen streefwaarde opgesteld).
- Mg-gehalte van het blad op 22 augustus. Het Mg-gehalte van behandeling 6 is hoger dan het gehalte van de behandelingen 2 t/m 5. Dit kan verklaard worden door een ammonium-magnesium-interactie: ammonium-opname door de wortels leidt tot een lagere magnesium-opname. De stikstof wordt gedeeltelijk in de vorm van ammonium gegeven. De Mg-gehalten blijven echter bij alle behandelingen in de klasse goed zitten, zodat deze verschillen niet storend werken in het onderzoek.
- P-gehalte van de vruchten bij pluk: het gehalte bij behandeling 3 is lager dan bij behandeling 1. Dit is gedeeltelijk te verklaren door de stikstof-fosfaat-interactie: hogere stikstofopname leidt tot lagere fosfaatopname (gedeeltelijk omdat het laagste gehalte dan bij behandeling 5 met de hoogste stikstofgift gevonden zou moeten worden).
- De b-(kleur)waarde bij inslag: de b-waarde bij behandeling 5 (met de hoogste stikstofgift) was iets hoger dan die van de behandelingen 3, 4 en 6. De verschillen zijn echter te klein om praktisch relevant te zijn.

2008

Niet verschillend: snoei januari 2008 en aantal bloemtrossen/boom

4.2 Proef stikstofvormen

De resultaten van de N_{\min} bepalingen op 10 en 26 mei 2006 zijn weergegeven in tabel 8. De resultaten zijn weergegeven op hectare-basis, alsof de zwartstrook de hele boomgaard bedekt. Het werkelijke aanbod aan de wortels in de zwartstrook, binnen de wortelsnoeisnede, moet ongeveer 20 tot 30% van het totaal gerekend worden. De resultaten op 10 mei laten een onverklaarbaar beeld zien met de hoogste waarde bij behandeling 1 waarbij geen stikstof gegeven is. Aan deze resultaten wordt daarom geen belang gehecht. De resultaten van 24 mei laten een beter beeld zien: de laagste N_{\min} -waarde bij onbehandeld. Op 24 mei is nog steeds een deel van de gift van 13 april aanwezig in de zwartstrook.

Tabel 8. N_{\min} -metingen in 2006 in de laag 0-30 cm.

	N_{\min} (kg/ha)	
	10-mei	24-mei
1	439	86
2	139	170
3	265	139
4	315	176

In tabel 9 zijn de resultaten van bladgehalte- en drogestof metingen weergegeven. Er konden geen statistisch betrouwbare effecten op bladgehalten van mineralen geconstateerd worden. Wel bleek uit het drogestofgewicht op 24 mei dat de groei van het clusterblad zonder scheuten bij behandeling 4 (stikstofvorm: ureum) tot dan toe sterker is geweest dan bij de andere behandelingen. Bij het clusterblad met scheuten werd geen significant verschil gevonden, maar wees getalsmatige verhouding in dezelfde richting. Op 4 juli werd dit verschil niet meer gevonden. Het is mogelijk dat dit verschil in de loop van het jaar is genivelleerd.

Tabel 9. Gehalten aan mineralen in het blad en totaal drooggewicht van de monsters.

datum	behandeling	stikstof (% van droge stof)	fosfaat (% van droge stof)	kalium (% van droge stof)	magnesium (% van droge stof)	calcium (% van droge stof)	clusterblad zonder scheut; totaal droog gewicht (g)	clusterblad met scheut; totaal droog gewicht (g)
24-mei	1	3.0 a	0.27 a	1.6 a	0.32 a	1.13 a	27.9 a	31.5 a
	2	3.0 a	0.27 a	1.6 a	0.33 a	1.14 a	27.0 a	33.1 a
	3	3.1 a	0.27 a	1.6 a	0.33 a	1.18 a	30.6 a	32.1 a
	4	3.0 a	0.26 a	1.7 a	0.34 a	1.13 a	35.6 b	39.0 a
4-jul	1	2.0 a	0.12 a	1.8 a	0.48 a	2.13 a	30.6 a	
	2	2.1 a	0.12 a	1.7 a	0.45 a	2.06 a	33.1 a	
	3	2.1 a	0.13 a	1.6 a	0.45 a	2.09 a	27.3 a	
	4	2.1 a	0.12 a	1.8 a	0.44 a	1.98 a	31.0 a	

Getallen die gevolgd worden door een verschillende letters verschillen statistisch significant van elkaar bij $p=0.05$.

5 Discussie

5.1 Hoofdproef

Alleen in 2007 kon een goede, statistisch betrouwbare, range in stikstofbladgehalten worden gerealiseerd (2.3 tot 2.6 %) met het, in dat jaar, variëren van de stikstofgift van 0 tot 195 kg N/ha. In 2006 leidde de variatie in stikstofbemesting van 0 tot 85 kg N/ha niet tot statistisch betrouwbare verschillen in stikstofbladgehalten. Misschien dat de natte meimaand tot uitspoeling en/of vervluchtiging van de aanwezige stikstof (reeds aanwezig en gegeven) heeft geleid en dat de zeer droge maanden juni en juli de opneembaarheid van de stikstofbijbemesting te veel heeft beperkt. Het ook zijn dat een eventueel effect van 85 kg N/ha niet groot genoeg is om statistisch betrouwbaar aan te kunnen tonen. Een stikstofbemestingseffect hoeft overigens niet alleen in het stikstofbladgehalte tot uitdrukking te komen; in 2006 heeft stikstofbemesting immers geleid tot een statistisch betrouwbaar lager percentage afgesloten scheuten. In 2008 kon het onderzoek niet worden afgerond vanwege zware hagelschade op 22 juni.

In het belangrijkste onderzoekjaar 2007 is een statistische aanwijzing gevonden voor een klein verhogend effect van stikstofbemesting op het suikergehalte: 195 kg N/ha leidde tot een verhoging van dan 0.4 °Brix. Gemiddeld over de drie proefjaren kon echter geen verschil worden vastgesteld.

Er zijn statistische aanwijzingen gevonden dat hoge stikstofbemesting in deze proef, gemiddeld over de drie proefjaren, een verhogend effect van 12 gram, oftewel 6%, op het vruchtgewicht heeft gehad. Vruchtmaat is de laatste jaren commercieel belangrijker geworden.

Van de andere commercieel relevante eigenschappen, te weten productie, grondkleur en bewaarresultaat werden alleen een statistisch betrouwbare effect gevonden op het percentage vruchtafwijkingen na 4 maanden gekoelde bewaring met in 2007 geplukte appels: de zomerbemesting zonder voorjaarsbemesting (behandeling 6) leidde tot een opvallend hoog uitvalpercentage in vergelijking met alle andere behandelingen. Dit effect zou dus niet te maken hebben met het stikstofbemestingsniveau, maar met de timing ervan. Vanwege het onwaarschijnlijk grote effect ervan mede gezien het feit dat bij andere behandelingen ook zomerbemesting gegeven is, maar dan met voorjaarsbemesting, zou dit effect nogmaals gedemonstreerd moeten worden voordat er consequenties aan verbonden zouden gaan worden. Getalsmatig waren productie en dracht gemiddeld over de drie jaren respectievelijk 5 en 8% lager bij de stikstofbehandelingen. Deze dalingen waren statistisch niet betrouwbaar, maar soortgelijke kleine effecten kunnen ook niet uitgesloten worden. In 2006 heeft stikstofbemesting geleid tot een statistisch betrouwbaar lager percentage afgesloten scheuten en tot een (statistisch niet getoetst) hoger percentage dode knoppen, hetgeen beide tot een vermindering van het aantal bloemen en een lagere dracht in 2007 zal hebben geleid. Ook is er een aanwijzing gevonden dat de stikstofbemesting het percentage dode knoppen verhoogd. Dat er uiteindelijk in 2007 geen betrouwbare drachteffecten gevonden zijn kan worden verklaard door het betrouwbaar lager aantal gedunde vruchten bij hoge stikstofbemesting in 2007. De gevonden aanwijzing voor een hoger vruchtgewicht kan in 2007 te maken hebben gehad met een initiële lagere dracht.

In het belangrijkste onderzoekjaar 2007 bleek dat de kalium- en fosfaatgehalten in het blad veel te laag waren. Voor kalium is dit veroorzaakt door de hoge productie in 2007 van 72 ton/ha. Vruchten nemen veel kalium op hetgeen ten koste gaat van het kaliumgehalte in de bladeren. Voor fosfaat speelt dat veel minder sterk. Deze suboptimale gehalten zouden het eventuele stikstofeffect op het suikergehalte en vruchtgewicht hebben kunnen af zwakken. Grotere effecten van stikstofbemesting dan gevonden in deze proef zijn bij lagere dracht of bij goede kalium- en fosfaatbladgehalten niet uit te sluiten.

De hoogte van de stikstofbemesting had geen effect op het bewaarresultaat na 4 maanden gekoelde bewaring (de timing van een kleine stikstofgift wel, maar dat zou eerst nog een keer bevestigd moeten worden in onderzoek voor daar consequenties aan te verbinden).

Helaas zijn de vruchten niet onder CA-condities tot bijvoorbeeld juni bewaard, zodat geen uitspraak gedaan kan worden over het effect van stikstofbemesting, grotere vruchten door stikstofbemesting, op het optreden van fysiologische vruchtafwijkingen (onderzoek naar de effecten onder CA-condities is wel aangeboden aan het PT, maar is toen niet gehonoreerd).

In dit onderzoek stonden de volgende vragen centraal:

1. Bij welke hoogte van de stikstofbemesting van Conference, gemeten als stikstofconcentratie in het blad, is het suikergehalte en de vruchtmaat op niveau?
2. Moet op grond hiervan de streefwaarde van stikstof in blad worden bijgesteld (na meewegen van alle andere relevante factoren als productie, maat en vruchtkwaliteit)?

Op basis van het onderzoek kan worden vastgesteld dat onder de geldende proefomstandigheden geen verlagend effect van stikstofbemesting op het suikergehalte is vastgesteld. Er is wel een aanwijzing gevonden dat stikstofbemesting een verhogend effect had op het vruchtgewicht.

Het is op dit moment niet verstandig om de aanwijzing van een klein positief maateffect van hoge stikstofbemesting bij peer te vertalen in een hoger stikstofstreefwaarde in het blad. Het bewijs hiervoor is immers te zwak. Daarnaast is het mechanisme van het effect niet aantrekkelijk: namelijk het verminderen van groeiafsluiting en het verhogen van het percentage dode knoppen. Het eerste is ongunstig bij ziekte- en plaagbestrijding en het tweede is teeltkundig niet wenselijk en bovendien een moeilijk te beheersen proces. Tenslotte is er nog weinig bekend van het effect van hoge stikstofbemesting op de lange bewaring.

5.2 Proef stikstofvormen

Uit de stikstofvormen-proef bleek dat met ureum de groei van het clusterblad in de eerste weken na bemesting sterker was dan met calciumnitraat en ammoniumnitraat of wanneer geen stikstof gegeven was. Gezien de belangrijke functie van dit blad voor de vruchtgroei- en kwaliteitsontwikkeling is dit een interessante waarneming. De stikstofbladgehalten verschilden in deze proef niet van elkaar (getalsmatig nagenoeg gelijk en geen statistische betrouwbare verschillen vastgesteld). Hieruit blijkt dat stikstofbemesting een effect op de groei kan hebben zonder dat dat in het stikstofbladgehalte tot uiting komt. Eveneens kan worden vastgesteld dat de stikstofopname, te berekenen door bladgewicht en stikstofgehalte te vermenigvuldigen, kan stijgen zonder dat het stikstofgehalte stijgt.

6 Conclusies

In deze proef is onderzoek gedaan naar het effect van stikstofbemesting op het suikergehalte en vruchtgewicht van Conference. Uit dit onderzoek zijn de volgende conclusies te trekken:

1. Stikstofbemesting heeft in de betreffende proef geen effect gehad op het suikergehalte bij Conference.
2. Stikstofbemesting werkte in de proef waarschijnlijk verhogend op het vruchtgewicht oftewel de vruchtmaat. Er is alleen een statistisch significante aanwijzing gevonden (significant effect bij $p=0.1$, maar niet bij $p=0.05$) dat verhoging van de stikstofbemesting tot gemiddeld 125 kg N/ha/jaar, gemiddeld over de drie proefjaren, tot een verhoging van het vruchtgewicht met 12 gram (een verhoging van 6%) heeft geleid. Als bemestingsmethode is gebruik gemaakt van de combinatie van breedwerpige bemesting en fertigatie.
3. Hoge stikstofbemesting leidde in 2006 tot een iets lager percentage afgesloten scheuten. Tevens werd een aanwijzing gevonden voor een hoger percentage dode knoppen in het voorjaar van 2007 als gevolg van hoge stikstofbemesting. In dat verband is tevens van belang dat in 2007 het aantal hand gedunde vruchten bij hoge stikstofbemesting betrouwbaar lager was. Op deze manier is een negatief drachteffect uiteindelijk door de dunning teniet gedaan. De gevonden aanwijzing voor een hoger vruchtgewicht na hoge stikstofbemesting kan in 2007 veroorzaakt zijn door de initiële lagere dracht.
4. Het geven van stikstof in de vorm van ureum resulteerde in 2006 in grotere bladclusters in de weken na bemesten in vergelijking met calciumnitraat en ammoniumnitraat of wanneer geen stikstof gegeven was. Hierbij ging het om bladclusters met vruchten en zonder scheuten.
5. Het verdient de aanbeveling om het effect van hoge stikstofbemesting op het bewaarresultaat na lange CA-bewaring te onderzoeken.
6. Het is op dit moment niet verstandig om de aanwijzing van een klein positief maateffect van hoge stikstofbemesting bij peer te vertalen in een hoger stikstofstreefwaarde in het blad. Het bewijs hiervoor is immers te zwak. Daarnaast is het mechanisme van het effect niet aantrekkelijk: namelijk het verminderen van groeiafsluiting en het verhogen van het percentage dode knoppen. Het eerste is ongunstig bij ziekte- en plaagbestrijding en het tweede is teeltkundig niet wenselijk en bovendien een moeilijk te beheersen proces. Tenslotte is er nog weinig bekend van het effect van hoge stikstofbemesting op de lange bewaring.

7 Aanbevelingen

Er is aanleiding om een verhoging van de streefwaarde voor stikstof in het blad verder te onderzoeken vanwege de aanwijzing voor een mogelijk positief vruchtgewichteffect. Dan zou ook het effect van deze verhoging op bewaarbaarheid onder langdurige CA-condities onderzocht moeten worden. Daarnaast zou rekening gehouden moeten worden met een drachtverlagend effect van stikstofbemesting vanwege een lager percentage afgesloten scheuten en een hoger percentage dode knoppen (dat effect werd in dit onderzoek genivelleerd door de handdunning).

8 Literatuur

Kodde, J., 1994. Adviesbasis voor de bemesting van fruitteeltgewassen in de vollegrond; Grondonderzoek en Bladonderzoek. Ministerie van LNV, IKC AT, afdeling Fruitteelt, 34 blz.

Maas, M.P. van der, Hof M. op 't, Simonse, J. 2004. Kalium- en watervoorziening bij peer, PPO sector Fruit, rapport 2004-25

Maas, M.P. van der, J.J. Simonse, H.J. Kanne, M.C.J. op 't Hof, 2007. Stikstof en hardheid bij Elstar, PPO Sector Fruit, rapport 2007-14.

Bijlage I Perceelsinrichting

Tussen haakjes zijn de behandelingen van een voorgaande kaliumproef weergegeven. Vier objecten van elke herhaling lagen op herhaling D van de stikstofproef, vier objecten lagen op herhaling B.

	Rij 15	Rij 16	Rij 17	Rij 19	Rij 20	Rij 21	Rij 23	Rij 24	Rij 25
Boom 83-89	3H 2G (D26)	(D27)	1H 4G (D25)	E3 (D9)	B4 (D7)	(D8)	B6 (D10)	B2 (D11)	E5 (D12)
Boom 72-78	F6 (D21)	D4 (D19)	(D20)	A1 (D4)	A3 (D5)	E6 (D6)	C4 (D14)	F2 (D15)	(D13)
Boom 61-67	F3 (D24)	D2 (D22)	D1 (D23)	C5 (D16)	2H 3G (D17)	F1 (D18)	A2 (D2)	(D3)	(D1)
Boom 50-56	4H 1G (B26)	E4 (B27)	C6 (B25)	F4 (B24)	D6 (B22)	(B23)	E1 (B12)	(B10)	B5 (B11)
Boom 39-46	C3 (B16)	C2 (B17)	F5 (B18)	A6 (B4)	A5 (B5)	(B6)	A4 (B1)	(B2)	E2 (B3)
Boom 28-34	(B14)	(B15)	C1 (B13)	(B9)	B3 (B7)	B1 (B8)	D3 (B20)	(B21)	D5 (B19)

Bijlage II Stikstofgift (kg N/ha) en N_{min}-metingen

(breedwerpige giften zijn op de zwartstrook en binnen de wortelsnoeisnede gegeven)

2006	22 mrt	12 apr	3 mei	17 juni	27 jun	23mei– 19 aug		
Behandeling	N _{min} (kg/ha)	Gift Breed- werpig kg N/ha	N _{min} (kg/ha)	N _{min} (kg/ha)	Gift Breed- werpig kg N/ha	Gift fertigatie kg N/ha	N _{min} (kg/ha)	Gift totaal kg N/ha
1	123	0	118	74	0	0		0
2	98	15	130	126	0	0		15
3	86	15	135	99	0	0		15
4	99	30	121	133	15	0		45
5	104	30	154	126	15	40		85
6	99	0	108	90	0	0		0

2007	23 apr	24 april		21 juni	14 juli	1 mei – 15aug		
Behandeling	N _{min} (kg/ha)	Gift Breed- werpig kg N/ha	N _{min} (kg/ha)	N _{min} (kg/ha)	Gift Breed- werpig kg N/ha	Gift fertigatie kg N/ha	N _{min} (kg/ha)	Gift totaal kg N/ha
1	35	0		33	0	0		0
2	45	30		45	0	0		30
3	38	30		66	30	0		60
4	41	60		62	60	0		120
5	42	60		110	60	75		195
6	42	0		56	30	0		30

2008	2 april	17 apr				1 mei – 22juni	6 aug	
Behandeling	N _{min} (kg/ha)	Gift Breed- werpig kg N/ha	N _{min} (kg/ha)	N _{min} (kg/ha)	Gift Breed- werpig kg N/ha	Gift fertigatie kg N/ha	N _{min} (kg/ha)	Gift totaal kg N/ha
1	38	0					60	0
2	61	30					59	30
3	44	30					56	30
4	44	60					76	60
5	44	60				40	76	100
6	36	0					46	0

Bijlage III Tabellen 2006

Bladmonsters 17-08-2006							
Behandeling		Stikstof	Fosfor	Kalium	Magnesium	Calcium	Drooggewicht
1		2.12a	0.16a	1.45a	0.46a	2.62a	11.3a
2		2.16a	0.16a	1.39a	0.48a	2.74a	12.6a
3		2.06a	0.16a	1.64a	0.50a	2.90a	11.5a
4		2.18a	0.17a	1.53a	0.47a	2.77a	11.4a
5		2.08a	0.16a	1.51a	0.45a	2.61a	11.8a
6		2.10a	0.16a	1.47a	0.47a	2.72a	10.5a
Gemiddelde		2.12	0.16	1.49	0.47	2.72	11.6
Lsd		0.126	0.011	0.220	0.061	0.37	1.33
Lsd/gemiddelde		0.06	0.06	0.15	0.13	0.14	0.12
F		0.399	0.690	0.274	0.647	0.778	0.101

Vruchtmonsters 19-06-2006							
Behandeling		Stikstof (N-org)	Fosfor (P)	Kalium (K)	Magnesium (Mg)	Droge_stof	Calcium
1		0.30	0.07	0.72	0.04	15.2	0.050
2		0.28	0.07	0.72	0.04	16.1	0.023
3		0.32	0.07	0.72	0.04	15.2	0.029
4		0.30	0.07	0.85	0.04	16.0	0.035
5		0.31	0.08	0.84	0.04	15.9	0.032
6		0.32	0.08	0.88	0.04	14.7	0.028
Gemiddelde		0.31	0.07	0.81	0.04	15.5	0.032
Lsd							
Lsd/gemiddelde							
F							

Standcijfer 18 april 2006, pluk 2006 en afsluiten/hergroei 2006							
Behandeling	Standcijfer 18/04/2006	Kg/boom	Aantal vruchten/boom	Gemiddeld vru chtgewicht (g)	Val	% afsluiten	% hergroei
1	4.9a	17.7a	98a	180a	3.3a	100a	0.0a
2	4.9a	17.1a	96a	180a	4.1a	99ab	0.0a
3	4.9a	17.9a	103a	176a	4.9a	100a	0.0a
4	4.9a	18.2a	104a	177a	4.0a	100a	0.3a
5	5.0a	17.0a	87a	197a	3.6a	97b	0.0a
6	4.9a	18.2a	101a	185a	3.2a	100a	0.2a
Gemiddelde	4.9	18.1	100	182.1	3.9	99.5	0.08
Lsd	0.17	2.27	18.6	21.43	1.967	1.9	0.4
Lsd/gemiddelde	0.03	0.13	0.19	0.12	0.50	0.02	5.1
F	0.970	0.158	0.292	0.597	0.714	0.027	0.650

Inslag pluk 2006, plukdatum 11 september (pluk 1), 14 september (pluk 2)									
Behandeling	Pluk	Gewicht	Kleur: L	Kleur: a	Kleur: b	Hardheid	Zetmeel	Mengsuiker	Mengzuur
1	1	189.4	55.1	-14.9	32.8	5.1	5.9	13.6	0.19
1	2	212.4	58.0	-13.9	34.8	5.2	4.3	13.4	0.18
2	1	213.0	57.7	-15.4	35.4	5.4	4.8	13.7	0.18
3	1	191.8	55.3	-15.3	34.2	5.5	5.3	13.4	0.18
4	1	206.2	57.8	-15.9	38.3	5.5	5.1	13.5	0.18
5	1	202.7	55.5	-15.0	34.9	5.6	5.3	13.9	0.18
6	1	203.9	58.0	-16.0	34.3	5.5	6.2	13.1	0.20
Gemiddelde		203.26	56.91	-15.25	34.96	5.42	5.34	13.51	0.184

Uitslag van pluk 2006 (van pluk 1 en pluk 2) op 9-jan-2007									
Behandeling	Pluk	Gewicht	Kleur: L	Kleur: a	Kleur: b	Hardheid	Mengsuiker	Mengzuur	
1	1	188.3	73.7	-4.9	42.8	1.2	14.1	0.12	
1	2	200.0	70.7	-6.5	42.8	1.4	13.9	0.13	
2	1	189.5	72.4	-4.2	44.3	1.2	14.6	0.13	
3	1	171.1	73.2	-5.3	43.6	1.3	14.1	0.13	
4	1	172.0	72.9	-5.6	43.7	1.2	13.8	0.12	
5	1	197.5	72.6	-5.4	44.7	1.2	13.8	0.14	
6	1	198.2	72.4	-5.3	44.0	1.1	13.5	0.12	
Gemiddelde		188.73	72.48	-5.59	43.55	1.29	13.85	0.127	

Bij de uitslag was/waren

- 1 van de 24 peren rot bij behandeling 3,
- 2 van de 25 peren rot bij behandeling 5,
- 3 van de 25 peren rot bij behandeling 6

Bijlage IV Tabellen 2007

Behandeling	Oogst 2007 (30 augustus)					Groei 2007		
	Kg/boom	Aantal vruchten/boom	Gemiddeld vru chtgewicht (g)	Val	Dunvruchten	% afsluiten	% hergroei	Groeicijfer 08-10-2007
1	24.5a	127a	195a	2.3a	83.9^a	95a	0.0a	3.5a
2	23.5a	113a	208a	3.1a	78.3^{ab}	97a	1.0a	4.1a
3	23.3a	111a	211a	3.2a	75.2^{abc}	96a	0.5a	4.1a
4	23.5a	113a	209a	3.5a	74.5^{bc}	99a	0.0a	4.2a
5	23.9a	116a	206a	2.8a	68.3^c	89a	1.7a	4.4a
6	22.3a	106a	211a	4.0a	68.6^c	92a	0.3a	4.4a
Gemiddelde	23.63	115.2	206.3	3.05	73.9	94.6	0.62	4.1
Lsd	2.586	17.7	12.2	1.116	8.84	8.46	1.15	0.07
Lsd/gemiddelde	0.11	0.15	0.06	0.37	0.12	0.09	1.86	0.02
F	0.757	0.479	0.204	0.104	0.002	0.339	0.380	0.820

Behandeling	Bladmonsters 26-06-2007					Bladmonsters 22-08-2007				
	Stikstof	Fosfor	Kalium	Magnesium	Calcium	Stikstof	Fosfor	Kalium	Magnesium	Calcium
1	2.37a	0.15^a	1.41a	0.39a	2.00^a	2.30^a	0.11a	0.86a	0.41^{ab}	1.94a
2	2.36a	0.14^{ab}	1.30a	0.39a	1.84^b	2.40^{ab}	0.12a	0.09a	0.38^a	2.04a
3	2.37a	0.15^a	1.40a	0.36a	1.84^{ab}	2.43^{ab}	0.11a	0.95a	0.38^a	1.87a
4	2.38a	0.14^{ab}	1.37a	0.39a	2.08^{ac}	2.45^{ab}	0.10a	0.85a	0.38^a	2.02a
5	2.40a	0.13^b	1.45a	0.37a	1.87^{ab}	2.58^b	0.11a	0.92a	0.38^a	1.95a
6	2.26a	0.15^a	1.48a	0.40a	2.07^{ac}	2.51^{ab}	0.11a	0.90a	0.42^b	2.02a
Gemiddelde	2.36	0.14	1.429	0.3779	1.92	2.453	0.11	0.899	0.39	1.936
Lsd	0.1344	0.016	0.212	0.054	0.159	0.148	0.014	0.132	0.033	0.36
Lsd/gemiddelde	0.06	0.08	0.15	0.14	0.08	0.06	0.12	0.15	0.09	0.02
F	0.463	0.010	0.231	0.600	0.008	0.050	0.333	0.711	0.029	0.728

Vruchtmonsters 09-07-2007						
Behandeling	Droge_stof	Stikstof Kjeldahl	Fosfor(P)	Kalium (K)	Magnesium (Mg)	Calcium
1	14	0.4	0.09a	0.79a	0.04a	0.03a
2	14	0.4	0.08b	0.79a	0.04a	0.03a
3	14	0.4	0.07c	0.80a	0.04a	0.02a
4	14	0.4	0.08b	0.77a	0.04a	0.02a
5	14	0.4	0.08b	0.79a	0.04a	0.03a
6	14	0.4	0.08b	0.80a	0.04a	0.03a
Gemiddelde	14.0	0.41	0.08	0.792	0.039	0.025
Lsd	0.7	0.05	0.008	0.087	0.005	0.006
Lsd/gemiddelde	0.05	0.11	0.10	0.11	0.13	0.23
F	0.299	0.791	0.013	0.993	0.600	0.309

Kwaliteit inslag 2007; plukdatum 30 augustus 2007; meetdatum 31 augustus								
Behandeling	Kleur: L	Kleur: a	Kleur: b	Hardheid	Zetmeel	Suiker	Gewicht	Mengzuur
1	57a	-16.3a	35.6^{abc}	5.6a	5.6a	12.1a	209a	0.13a
2	58a	-16.2a	35.9^{ac}	5.5a	5.4a	12.1a	211a	0.12a
3	56a	-15.8a	34.9^b	5.4a	5.0a	12.1a	215a	0.13a
4	56a	-15.9a	35.1^{ab}	5.5a	5.3a	11.9a	206a	0.13a
5	58a	-16.6a	36.4a^c	5.3a	5.3a	12.4a	227a	0.13a
6	56a	-15.9a	35.3^{ab}	5.3a	5.2a	12.1a	212a	0.13a
Gemiddelde	56.9	-16.11	35.5	5.43	5.32	12.11	211.7	0.13
Lsd	1.5	0.65	0.9	0.39	0.39	0.28	20.0	0.009
Lsd/gemiddelde	0.03	0.04	0.03	0.07	0.07	0.02	0.09	0.07
F	0.054	0.251	0.042	0.457	0.326	0.085	0.398	0.397

Bijlage V Tabellen 2008

Behandeling	Oogst 2008 (8 juli)			Snoei januari 2008			Mei 2008
	Aantal vruchten/boom	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	Kg/boom	Knip feb 2008	g/knip	Kg knip	Bloemtrossen
1	86.6a	51a	4.4a	98a	16.1a	1.58a	59a
2	87.7a	49a	4.4a	103a	17.3a	1.80a	59a
3	82.6a	49a	4.5a	104a	18.0a	1.90a	58a
4	82.8a	49a	4.4a	107a	18.5a	1.99a	59a
5	90.0a	49a	4.2a	105a	17.5a	1.84a	59a
6	80.6a	50a	4.2a	110a	18.0a	1.98a	54a
Gemiddelde	85.1	50	4.32	105.9	17.28	1.838	58
Lsd	15.6	0.005	1.3	17.4	2.44	0.457	16.4
Lsd/gemiddelde	0.18	0.10	0.30	0.16	0.14	0.25	0.28
F	0.808	0.506	0.66	0.833	0.334	0.663	0.991

Bladmonsters 29-07-2008										
Behandeling	Borium	Calcium	Fosfor	Ijzer	Kalium	Koper	Magnesium	Stikstof	Mangaan	Zink
1	21a	1.79a	0.19a	97a	1.19a	25a	0.39a	2.14 ^a	45.7a	77.7a
2	21a	1.50a	0.18a	67b	1.06a	19a	0.34a	2.29 ^{bc}	42.0a	71.7a
3	23a	1.81a	0.18a	81ab	1.24a	36a	0.42a	2.23 ^{abc}	47.3a	79.0a
4	19a	1.84a	0.17a	68b	1.05a	21a	0.37a	2.29 ^{bc}	51.0a	75.3a
5	19a	1.76a	0.19a	77ab	1.22a	22a	0.39a	2.32 ^c	51.0a	78.0a
6	17a	1.68a	0.19a	61b	0.98a	19a	0.35a	2.18ab	37.7a	59.3a
Gemiddelde	20	1.73	0.18	75	1.12	24	0.38	2.24	45.8	73.5
Lsd	9	0.53	0.021	22	0.25	17	0.09	0.116	11.64	18.51
Lsd/gemiddelde	0.47	0.30	0.12	0.29	0.23	0.73	0.23	0.05	0.25	0.25
F	0.797	0.737	0.197	0.043	0.217	0.302	0.419	0.043	0.165	0.254

Vruchtmonsters 29-07-2008							
Behandeling	Calcium	Drooggewicht	Fosfor	Kalium	Koper	Magnesium	Stikstof
1	0.088a	16.53a	0.15a	1.36a	6.9a	0.070a	0.86a
2	0.082a	16.13a	0.16a	1.40a	6.8a	0.077a	1.00a
3	0.082a	15.97a	0.15a	1.44a	6.5a	0.080a	0.94a
4	0.086a	15.97a	0.16a	1.38a	6.7a	0.080a	1.03a
5	0.089a	15.73a	0.16a	1.56a	6.6a	0.083a	1.01a
6	0.085a	16.10a	0.16a	1.46a	7.9a	0.083a	0.91a
Gemiddelde	0.086	16.07	0.16	1.433	6.9	0.079	0.96
Lsd	0.017	0.68	0.024	0.291	1.9	0.016	0.17
Lsd/gemiddelde	0.20	0.04	0.15	0.20	0.27	0.21	0.18
F	0.868	0.27	0.967	0.724	0.641	0.508	0.296

Inslag, 15-07-2008							
Behandeling	Gewicht	Kleur: L	Kleur: a	Kleur: b	Mengsuiker	Mengzuur	Hardheid
1	54.3a	52.6a	-13.65a	31.82a	9.9a	0.30a	13.0a
2	52.3a	52.1a	-13.68a	31.58a	9.6a	0.31a	13.2a
3	53.5a	52.3a	-13.48a	31.50a	9.5a	0.31a	13.3a
4	48.9a	52.5a	-13.62a	31.74a	9.4a	0.30a	13.5a
5	55.0a	52.6a	-14.01a	31.93a	9.3a	0.31a	13.1a
6	54.6a	51.1a	-14.71a	31.81a	9.4a	0.30a	13.2a
Gemiddelde	53.1	52.19	-13.86	31.73	9.55	0.30	13.2
Lsd	8.41	2.53	2.765	1.799	0.54	0.036	1.02
Lsd/gemiddelde	0.16	0.05	0.20	0.06	0.06	0.12	0.08
F	0.641	0.768	0.929	0.995	0.380	0.949	0.923

Bijlage VI Pluktijdstipbemonstering 2006 en 2007

behandeling	datum	hardheid (kg)	zetmeel-waarde	suiker (° Brix)
1	7-sep-06	5.34	4.4	13.8
2	7-sep-06	5.55	4.6	13.4
3	7-sep-06	5.64	4.7	13.0
4	7-sep-06	5.57	5.4	13.1
5	7-sep-06	5.70	5.7	13.8
6	7-sep-06	5.72	5.6	13.2
1	20-aug-07	6.39	4.5	11.0
2	20-aug-07	6.27	4.3	11.1
3	20-aug-07	6.41	3.9	11.2
4	20-aug-07	6.22	3.7	11.3
5	20-aug-07	6.13	4.3	11.3
6	20-aug-07	6.18	4.3	11.2
1	27-aug-07	5.75	6.4	11.6
2	27-aug-07	5.64	5.6	11.5
3	27-aug-07	5.87	5.8	11.7
4	27-aug-07	5.85	6.4	11.5
5	27-aug-07	5.64	5.9	11.8
6	27-aug-07	5.82	5.2	11.7