

Stikstof en hardheid bij Elstar

Resultaten onderzoek 2003 – 2005 te Randwijk

M.P. van der Maas, J.J. Simonse, H.J. Kanne, M.C.J. op 't Hof

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Fruit

maart 2007

Rapportnr.
2007-14

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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 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.

Rapportnummer 2007-14; € 15,- -



Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw

Projectnummer PPO: 3261021700

Projectnummer PT: 36256

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Fruit

Adres : Lingewal 1, 6668 LA Randwijk

: Postbus 200, 6670 AE Zetten

Tel. : 0488 - 47 37 00

Fax : 0488 - 47 37 17

E-mail : infofruit.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | SAMENVATTING..... | 5 |
| 2 | INLEIDING | 7 |
| 3 | MATERIAAL EN METHODEN | 9 |
| 3.1 | Proefveld | 9 |
| 3.2 | Behandelingen..... | 9 |
| 3.3 | Waarnemingen..... | 10 |
| 3.4 | Statistische verwerking | 12 |
| 4 | RESULTATEN | 13 |
| 4.1 | Stikstofgehalten in het blad..... | 13 |
| 4.2 | Stikstofgehalte in blad in juni in relatie tot hardheid..... | 13 |
| 4.3 | Stikstofgehalte in blad in juni in relatie tot grondkleur..... | 15 |
| 4.4 | Productie-effecten..... | 16 |
| 4.5 | Kwaliteitseffecten | 17 |
| 4.6 | Bewaarafwijkingen. | 19 |
| 4.7 | Mineralengehalten van de vruchten..... | 19 |
| 4.8 | Scheutgroei | 19 |
| 4.9 | Stikstofaanbod in het bodemvocht | 20 |
| 5 | DISCUSSIE | 21 |
| 6 | CONCLUSIES | 23 |
| 7 | OUTPUT VAN DIT PROJECT. | 25 |
| 8 | LITERATUUR..... | 27 |
| | BIJLAGE 1 PLATTEGROND PROEFVELD PERCEEL WEST 7 | 29 |
| | BIJLAGE 2 TEELTKUNDIGE WAARNEMINGEN | 31 |
| | BIJLAGE 3 BODEMKUNDIGE WAARNEMINGEN..... | 37 |

1 Samenvatting

In het in dit rapport beschreven onderzoek is getoetst of het mogelijk is om met een aangepaste stikstofbemestingsstrategie de hardheid van Elstar bij de pluk met 0,5 kg te verhogen en een groenere grondkleur te bereiken, terwijl bloemknopvorming en vruchtzetting niet nadelig worden beïnvloed.

Op de PPO-locatie Randwijk zijn in het voorjaar van 2001 bomen geplant die in de periode 2003 t/m 2005 verschillende bemestingsbehandelingen hebben ondergaan variërend van standaard voorjaarsbemesting en onbehandeld tot alleen zomerbemesting vanaf juni of juli.

Uit de proef bleek dat wanneer stikstofbemesting leidt tot verhoging van het stikstofbladgehalte in juni in de range van 2.1 tot 2.7%N hardheidseffecten van 0.4 tot 0.8 kg mogelijk zijn. Gemiddeld steeg de hardheid met 0.1 kg bij elke daling van dit bladgehalte met 0.1% punt.

Het stikstofbemestingseffect op hardheid wordt bepaald door het uiteindelijk effect van stikstofbemesting op het stikstofbladgehalte in juni. Omdat de stikstofbemesting enkele jaren achtereen werd gewijzigd veranderde de effecten op het stikstofbladgehalte. De stikstofbemesting heeft namelijk ook effect op groei, bloemknopvorming en dracht, waardoor het stikstofgehalte ook weer beïnvloedt wordt. Door de effecten op groei en dracht traden ook overjarige effecten van stikstofbemesting op suiker- en zuurgehalte op. Bij een hogere dracht als gevolg van stikstofbemesting in voorafgaande jaren daalt het suiker- en zuurgehalte.

Het grondkleureffect van stikstofbemesting was minder sterk dan het hardheidseffect. Zowel voorjaarsbemesting als zomerbemesting zullen soms de grondkleur iets groener maken. Dit gaat veelal gepaard met verlaging van de hardheid. Wellicht ontstaan hierdoor problemen op het vlak van verwachting van handel in consumenten ten aanzien van het vruchtuiterlijk. De stikstofbemesting bleek incidenteel ook de rijping en het percentage blos te beïnvloeden.

Onder de gegeven omstandigheden van de proeflocatie Randwijk is het mogelijk gebleken om de hardheid te verhogen door het uitstellen van de stikstofbemesting. Dit ging gepaard met een productiereductie van 5% (3 ton/ha) per jaar in combinatie met een verbetering van de gemiddelde maat van 83 naar 80 mm. De productiereductie over de drie jaar wordt volledig verklaard door een reductie van de gemiddelde maat. Het aantal vruchten over de drie jaar werd niet beïnvloed door de stikstofbemesting. De (hoge) stikstofbemesting in het voorjaar verhoogde de kans op bewaarafwijkingen bij lange bewaring in vergelijking met de andere behandelingen (geen stikstof of stikstofbemesting in de zomer).

De beschreven effecten van stikstofbemesting zijn in eerste instantie alleen geldig voor boomgaarden waarin vanaf juli een goede stikstofopname gerealiseerd wordt, leidend tot een gegarandeerd stikstofbladgehalten van minstens 2,5% in augustus. Nader onderzoek moet uitwijzen wat, met name op gebied van productie, de mogelijkheden zijn op gronden waarop dit van nature niet gerealiseerd wordt.

Met het oog op de verdere ontwikkeling van de stikstofbemesting bij appel kon worden geconcludeerd dat de stikstofstreefwaarde voor het juni-blad afhankelijk gemaakt moet worden van het stikstofleverend vermogen van de betreffende grond vanaf juli en de mogelijkheden om de stikstofopname in deze periode nog via bemesting te beïnvloeden.

2 Inleiding

De hardheid van Elstar is een zwak punt.,met name bij lange bewaring. Uit correlatief onderzoek is gebleken dat lage stikstofgehalten in het blad in juni correleerden met een hoge hardheid bij de pluk en na bewaring (Willeboer, 1999b). Daarnaast correleerden hoge stikstofgehalten in het blad in augustus en in de vruchten bij pluk met een groenere grondkleur bij de pluk en na bewaring. Naast een correlatief verband bleek er ook een oorzakelijk verband te bestaan tussen de stikstofopname en de hardheid. Gemiddeld steeg de hardheid bij pluk en na bewaring met 0,15 kg per afname van 0,1 % N in het blad in juli als gevolg van een lagere stikstofbemesting in maart en juni. Een verlaging van het stikstofbladgehalte in de periode juni/juli van 0,3 % door een verplaatsing van het grootste gedeelte van de stikstofbemesting naar de periode vanaf juli zou mogelijk een hardheidswinst van ongeveer 0,5 kg kunnen opleveren, wat een flinke verbetering zou betekenen voor de gemiddelde hardheid van Elstar. In het in dit rapport beschreven onderzoek is getoetst of het mogelijk is om met een aangepaste stikstofbemestingsstrategie de hardheid van Elstar bij de pluk met 0,5 kg te verhogen en een groenere grondkleur te bereiken, terwijl bloemknopvorming en vruchtzetting niet nadelig worden beïnvloed.

3 Materiaal en methoden

3.1 Proefveld

In april 2001 zijn op perceel West 7 van de proeftuin van PPO Fruit te Randwijk vier rijen Elstar geplant voor deze proef. De proef is opgezet als gewarde blokkenproef met 8 herhalingen (blokken), twee blokken van vier behandelingen per rij en 5 proefbomen per veld. In Bijlage 1 staat de plattegrond van de proef. Het plantmateriaal bestond uit 2-jarige knipbomen van het ras Elstar 'Elshof' op onderstam M.9 met tussenstam Summerred. Als bestuiver is de Cox's mutant la Vera gebruikt. De plantafstand was 3,00 x 1,09 m. De bomen zijn begin april 2001 direct vanuit de koelcel geplant.

In 2001 en 2002 is er geen bodembemesting met stikstof uitgevoerd. In alle jaren is enkele keren ureum gegeven als bladvoeding.

3.2 Behandelingen

Voor een vergelijking van een aangepaste stikstofbemestingsstrategie met de gebruikelijke strategie én vergelijking van verschillende momenten van compensatie, is een proef opgezet met vier behandelingen. Tabel 1 toont een overzicht van de behandelingen.

Tabel 1. Streefwaardes stikstofgehalte (%N) 2003 en 2004 in het basislanglotblad in gewichtsprocenten ten opzichte van de drogestof.

| Object | N verloop | N bemesting | 23 juni | 11 juli | 4 augustus |
|--------|--------------------------------|-----------------|---------|---------|------------|
| 1 | N normaal verloop | Tot half juni | 2.60 | 2.50 | 2.40 |
| 2 | N hele jaar laag | Geen | 2.30 | 2.20 | 2.10 |
| 3 | N juni laag, compensatie laat | Vanaf half juli | 2.30 | 2.20 | 2.40 |
| 4 | N juni laag, compensatie vroeg | Vanaf half juni | 2.30 | 2.35 | 2.40 |

De behandelingen zijn gestart in het derde groei-jaar (2003). De verschillende stikstofgehalten in het blad zijn gerealiseerd door middel van fertigatie en breedwerpige bemesting. Voor fertigatie is gebruik gemaakt van ammoniumnitraat, voor breedwerpige bemesting van kalkammonsalpeter. De tabellen 2 en 3 tonen de stikstofgiften bij de verschillende behandelingen over de jaren 2003 en 2004.

Tabel 2. Stikstofgift per behandeling in kg N per ha per periode in 2003.

| Object | | 11 april | tot 20 juni | 20 juni | tot 11 juli | 11 juli | tot 1 aug. |
|--------|-------------|----------|-------------|---------|-------------|---------|------------|
| 1 | Fertigatie | - | 46.3 | - | - | - | - |
| | Breedwerpig | 60.0 | - | - | - | - | - |
| 2 | Fertigatie | - | - | - | - | - | - |
| | Breedwerpig | - | - | - | - | - | - |
| 3 | Fertigatie | - | - | - | - | - | 19.5 |
| | Breedwerpig | - | - | - | - | 41.8 | - |
| 4 | Fertigatie | - | - | - | 19.5 | - | 19.5 |
| | Breedwerpig | - | - | 11.8 | - | 11.8 | - |

Tabel 3. Stikstofgift per behandeling in kg N per ha per periode in 2004.

| Object | 11 april | tot 21 juni | 21 juni | tot 12 juli | 12 juli | tot 9 aug. |
|--------------|----------|-------------|---------|-------------|---------|------------|
| 1 Fertigatie | - | 42.0 | - | - | - | - |
| Breedwerpig | 60.0 | - | - | - | - | - |
| 2 Fertigatie | - | - | - | - | - | - |
| Breedwerpig | - | - | - | - | - | - |
| 3 Fertigatie | - | - | - | - | - | 21.7 |
| Breedwerpig | - | - | - | - | 41.8 | - |
| 4 Fertigatie | - | - | - | 54.9 | - | 21.7 |
| Breedwerpig | - | - | 11.8 | - | 11.8 | - |

Op basis van de resultaten van 2003 en 2004 is het doel van het onderzoek in 2005 iets gewijzigd. In 2003 en 2004 werd gevonden dat verlating van de stikstofbemesting (de zomerbehandelingen) leidde tot een verhoging van de hardheid (2003: 0,4 kg; 2004: 0,9 kg) en het suiker- en zuurgehalte voor en na bewaring. De dracht en de vruchtmaat werden echter gereduceerd. In 2005 is daarom onderzocht hoe door optimalisatie van de zomerbehandelingen (iets minder bemesten in de zomer in combinatie met een kleine gift in het voorjaar) de dracht en maat gelijkgetrokken konden worden met behoud van het grootste deel van het gevonden hardheidseffect. Tabel 4 toont de streefwaardes van de proef in 2005. Tabel 5 geeft de daaruit voortvloeiende geplande stikstofbemesting weer.

Tabel 4. Streefwaardes stikstofgehalte (%N) in 2005 in het basislanglotblad in gewichtsprocenten ten opzichte van de drogestof.

| Object | N verloop | N bemesting | 23 juni | 11 juli | 4 augustus |
|--------|--------------------------------|-----------------|---------|---------|------------|
| 1 | N normaal verloop | Tot half juni | 2.70 | 2.70 | 2.70 |
| 2 | N hele jaar laag | Geen | 2.10 | 2.30 | 2.50 |
| 3 | N juni laag, compensatie laat | Vanaf half juli | 2.30 | 2.40 | 2.60 |
| 4 | N juni laag, compensatie vroeg | Vanaf half juni | 2.30 | 2.50 | 2.60 |

Tabel 5. Stikstofgift per behandeling in kg per ha per periode in 2005

| Object | 23 maart | tot 15 juni | 15 juni | tot 15 juli | 15 juli | tot 15 aug. |
|--------------|----------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1 Fertigatie | - | 20 | - | 20 | - | - |
| Breedwerpig | 60 | - | - | - | - | - |
| 2 Fertigatie | - | - | - | - | - | - |
| Breedwerpig | - | - | - | - | - | - |
| 3 Fertigatie | - | 10 | - | - | - | 20 |
| Breedwerpig | 30 | - | - | - | 20 | - |
| 4 Fertigatie | - | 10 | - | 20 | - | 20 |
| Breedwerpig | 30 | - | 20 | - | - | - |

3.3 Waarnemingen

Omdat de gewenste stikstofgehaltenes in het blad uitgangspunt van de proef waren, werd in alle jaren een bladmonster genomen in juni en augustus. In juni werden de rozetbladeren bij vruchten bemonsterd. In augustus werden het eerste volgroeide basislanglot al of niet bij aanwezigheid van vruchten bemonsterd. In dit monster werden de gehalten N, P, K, Ca en Mg als percentage van de droge stof bepaald. De bladmonsters werden genomen op 23 juni en 4 augustus 2003, 21 juni en 18 augustus 2004 en op 24 juni en 26 augustus 2005.

Bij de oogst is de opbrengst per veldje bepaald aan de hand van het aantal vruchten en het totaal geoogste gewicht per veld. Uit deze twee waarden is het gemiddeld vruchtgewicht berekend.

Aan de individuele vruchten zijn binnen één week na de pluk de volgende kwaliteitsmetingen verricht (waarbij de vruchten bij 4 tot 7 graden Celcius bewaard werden):

- Vruchtgewicht (gram, Mettler PM300)
- Percentage blos en blosintensiteit (Aweta, op basis van Elstar-programma; % vruchten met meer dan 50% blos ook handmatig gemeten)
- Grondkleur (Minolta chromameter CR-300)
- Hardheid (kg, Instron)
- Zetmeel (visueel met lugol), alleen bij inslag
- In- en uitwendige bewaarafwijkingen (visueel)

Op basis van een mengmonster zijn nog de volgende metingen gedaan:

- Suiker (°Brix, Atago DBX 50)
- Zuurgehalte (% appelzuur, Mettler titrator)

Van de vruchten is in 2003 en 2004 een minerale analyse uitgevoerd op hoofd- en sporenelementen. De oogst was op 10 september 2003 en 6 september 2004. In 2005 is in drie keer geplukt, een voorpluk op 7 september, een eerste pluk op 12 september en een tweede pluk op 23 september. In 2004 en 2005 zijn monsters van 60 vruchten per veld bewaard bij ULO condities om de kwaliteit na bewaring na te kunnen gaan. De kwaliteits- en bewaarmonsters van 2005 zijn van de eerste pluk genomen. Van pluk 2003 zijn de vruchten op 27 april 2004 direct na uitslag en na 2 weken uitstallen bij 18 °C beoordeeld op de kwaliteitskenmerken hardheid, suiker-(alleen bij uitslag) en zuurgehalte (alleen bij uitslag). Van pluk 2004 zijn de vruchten op 31 januari 2005 direct na uitslag en na 2 weken uitstallen bij 18 °C beoordeeld op de kwaliteitskenmerken hardheid, grondkleur, suiker- en zuurgehalte. Met pluk 2005 zijn deze kwaliteitsbeoordelingen uitgevoerd op 10 en 24 mei 2006.

Om de effecten van de stikstofbemestingsstrategie op de groei en vruchtdracht na te gaan, is in het najaar van 2003 en 2004 een groeicijfer gegeven voor het groeiniveau van de boom. Dit cijfer heeft een schaal van 1 (geen groei) tot 9 (zeer sterke groei) waarbij 5 de gewenste groei is. Tevens is het aantal niet afgesloten scheuten per boom geteld. In de winter, volgend op het proefjaar is bij de snoei een telling uitgevoerd van het aantal knippen per boom en er is een cijfer gegeven voor de snoei-intensiteit. Dit cijfer ligt op een schaal van 0 tot 9 en is een maat voor de hoeveelheid hout die van de boom is geknipt, waarbij dikke takken zwaarder meetellen dan dunne takken. In het voorjaar van 2004 en 2005 is een bloeicijfer gegeven (van 1 tot 9) voor de bloeirijkdom en in juni 2004 is een duncijfer gegeven voor de hoeveelheid gedunde vruchten (van 1 tot 5).

In 2003 en 2004 is op vier momenten de stikstofaanbod in het bodemvocht in de wortelzone gemeten door in de druppelzone op 35 en 75 diepte (met respectievelijk 8 en 4 herhalingen) en in de zone daarbuiten op 15, 35 en 75 cm (met respectievelijk 8, 8 en 2 herhalingen) vocht te onttrekken aan de grond en die op stikstof te analyseren. De bodemvochtbemonstering werd uitgevoerd vanuit een 30 cm brede vertikaal ingegraven koker middels Rhizons (zie www.surechem.com.my/download/eijkelp/P2/P2-30e.pdf). Naast elke rhizon is een zuigspanningsmeting uitgevoerd met een Watermark. Na omrekening van de zuigspanning naar volumetrisch vochtgehalte op basis van de pF-curve van de plaatselijke grond is het stikstofaanbod tot de bewortelingsdiepte van 100 cm in kgN/ha uitgerekend. Hierbij zijn de waarden voor de 10-cm lagen waarop niet werd gemeten via inter- en extrapolatie ingeschat. In 2005 zijn incidenteel de traditionele Nmin-metingen uitgevoerd over de laag -30 cm. Na monsternamen is het monster eerst minstens twee dagen ingevroren alvorens de chemische analyse uit te voeren.

3.4 Statistische verwerking

Het statistische analyseprogramma Genstat™ versie 8.11 werd gebruikt om de resultaten te analyseren. Er werd gebruik gemaakt van variantieanalyse. Significante F-toetsen ($P < 0,05$) werden gevolgd door een LSD-toets voor paarsgewijze vergelijking van de gemiddelden van de objecten. Hierbij is de $LSD_{0,05}$ -waarde gebruikt, welke in de tabellen en de bijlagen vermeld staat. In de tabellen en in de bijlagen betekenen: n.s. = niet significant, ~ = aanwijzing tot ($0,05 < p < 0,10$), en *, **, *** respectievelijk significant ($P < 0,05$), sterk significant ($P < 0,01$) en zeer sterk significant ($P < 0,001$). In de tabellen zijn waarden gevolgd door dezelfde letter(s) niet betrouwbaar verschillend (bij $0,05 < p < 0,10$ staan de letters tussen haakjes).

4 Resultaten

4.1 Stikstofgehaltenes in het blad

Uit tabel 6 blijkt dat de uitgevoerde stikstofbemesting in 2003 en 2004 tot de ongeveer de gewenste streefwaardes van het stikstofgehalte in het blad in juni heeft geleid. Door het weglaten van de voorjaarsgift bij object 2, 3 en 4 is het stikstofgehalte in het blad zowel in 2003 als in 2004 met 0,4 punt gedaald ten opzichte van de streefwaarde van de standaardbemesting (object 1). De juni-streefwaardes voor 2005 zijn niet gerealiseerd.

Tabel 6. Streefwaardes en werkelijke gehaltenes van stikstof (%N d.s.) in het blad in juni.

| object | streefwaarde N juni | | N in blad juni | | | | |
|---------------|---------------------|------|----------------|------|-------|---|-------------|
| | 03/04 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | | |
| 1 | 2.6 | 2.7 | 2.72 | b | 2.70 | c | 2.34 |
| 2 | 2.3 | 2.1 | 2.16 | a | 2.10 | a | 2.45 |
| 3 | 2.3 | 2.3 | 2.20 | a | 2.23 | b | 2.45 |
| 4 | 2.3 | 2.3 | 2.21 | a | 2.27 | b | 2.53 |
| <i>sign.</i> | | | *** | | *** | | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | 0.181 | | 0.089 | | |

Uit tabel 7 blijkt dat het stikstofgehalte in het blad van juni tot augustus bij alle objecten is gestegen. De verschillen tussen de objecten zijn kleiner, hoewel ze nog steeds significant zijn. De streefwaardes voor augustus zijn met ongeveer 0.2 – 0.3 overschreden. Ook bij object 2, waar niet werd gecompenseerd is het stikstofgehalte gestegen en nog wel het sterkst. Het compenseren in de zomer leidde in 2003 niet en in 2004 wel in significante verhoging van het stikstofgehalte in augustus. Het niveau van behandeling 1 werd echter niet bereikt. In 2005 werden de augustus-streefwaardes niet gerealiseerd.

Tabel 7. Streefwaardes en werkelijke gehaltenes van stikstof (% N d.s.) in het blad in augustus.

| object | streefwaarde N aug. | | N in blad augustus | | | | |
|---------------|---------------------|------|--------------------|------|-------|---|-------------|
| | 03/04 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | | |
| 1 | 2.4 | 2.7 | 2.74 | b | 2.81 | c | 2.57 |
| 2 | 2.1 | 2.5 | 2.53 | a | 2.48 | a | 2.70 |
| 3 | 2.4 | 2.6 | 2.58 | a | 2.64 | b | 2.76 |
| 4 | 2.4 | 2.6 | 2.61 | a | 2.59 | b | 2.51 |
| <i>Sign.</i> | | | ** | | *** | | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | 0.11 | | 0.090 | | |

Vanwege de niet significant verschillende N-gehaltenes in juni en de natuurlijke stikstofnalevering op de rivierkleigrond in Randwijk, die een werkelijk effect van compensatie in het najaar onzichtbaar maakt, is in de zomer van 2005 besloten om de proef niet voort te zetten.

4.2 Stikstofgehalte in blad in juni in relatie tot hardheid

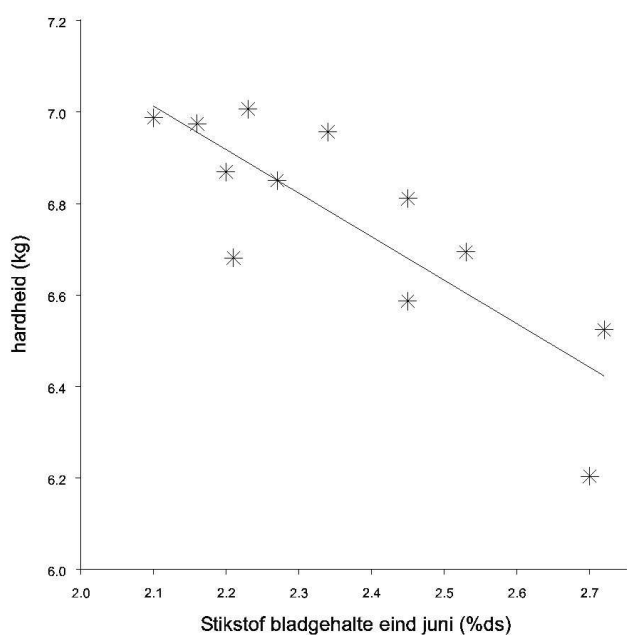
De belangrijkste vraag in dit onderzoek was: is de hardheid bij de pluk te verhogen door een lager stikstofgehalte in het blad in juni te realiseren na een aangepaste stikstofbemesting? Een lager stikstofgehalte in het blad in juni is door aangepaste stikstofbemesting gerealiseerd in de objecten 2, 3 en 4. In tabel 8 staan de stikstofgehaltenes in het blad in juni gecombineerd met de hardheid bij de pluk.

Uit tabel 8 blijkt dat de hardheid van de behandelingen zonder voorjaarsbemesting (object 2, 3, 4) significant hoger is dan die van object 1 (standaard). Het verschil was in 2003 $\pm 0,4$ kg, in 2004 was het 0,8 kg. Het bijbemesten leidde in 2003 tot reductie van het verschil. Hierbij gold dat eerder beginnen met de zomerbemesting des te geringer het hardheidsverschil was.

Tabel 8. Streefwaardes en werkelijke gehalten van stikstof in het blad in juni en hardheid bij de oogst.

| Object | streefwaarde N juni | | N in blad juni | | | hardheid | | |
|----------------------|---------------------|------|----------------|--------|-------------|----------|--------|-----------|
| | 03/04 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 2.6 | 2.7 | 2.72 b | 2.70 c | 2.34 | 6.23 a | 6.33 a | 7.14 (b) |
| 2 | 2.3 | 2.1 | 2.16 a | 2.10 a | 2.45 | 6.66 c | 7.13 b | 6.97 (b) |
| 3 | 2.3 | 2.3 | 2.20 a | 2.23 b | 2.45 | 6.56 bc | 7.15 b | 6.76 (a) |
| 4 | 2.3 | 2.3 | 2.21 a | 2.27 b | 2.53 | 6.38 ab | 6.99 b | 6.86 (ab) |
| <i>significantie</i> | | | *** | *** | <i>n.s.</i> | ** | *** | ~ |
| <i>l.s.d.</i> | | | 0.181 | 0.089 | | 0.20 | 0.27 | 0.30 |

In 2005 waren de verschillen in N-gehalte in het blad niet significant. De hardheid bij de oogst liet bijna significante verschillen zien met de hoogste hardheid bij behandeling 1. Hoewel niet significant, had object 1 het laagste stikstofgehalte in het blad. Object 3 had het hoogste N-gehalte in het blad in augustus, het grootste aantal vruchten per boom en de laagste hardheid. In 2005 werd dus een bevestiging gevonden van het hardheidseffect van voorgaande jaren, namelijk dat een laag N-gehalte in het blad in juni gepaard gaat met een hoge hardheid bij de oogst. In figuur is de hardheid bij pluk (na correctie van het jaareffect op hardheid) uitgezet tegen de stikstofbladgehalten in juni (functie van de lijn: $\text{hardheid} = 9.01 - 0,95 \%N \text{ juni}$; $F_{pr} < 0.001$): per 0.1 %N daling in juni stijgt de hardheid ongeveer 0.1 punt bij de pluk.



Figuur 1. Het verband tussen stikstof bladgehalte eind juni en hardheid bij de pluk in de periode 2003 t/m 2005 na correctie voor de jaareffecten op hardheid.

Na bewaring bleven de procentuele hardheidsverschillen tussen de behandelingen ongeveer gelijk (in absolute zin werd de verschillen kleiner; zie bijlage 2), mits de geëxtrapoleerde procentuele verschillen bij pluk naar bewaaruitslag de verschillen groter zijn dan ongeveer 0.2 punt. Zijn deze kleiner dan werkt de natuurlijke spreiding in hardheid te veel verstorend op de verschillen.

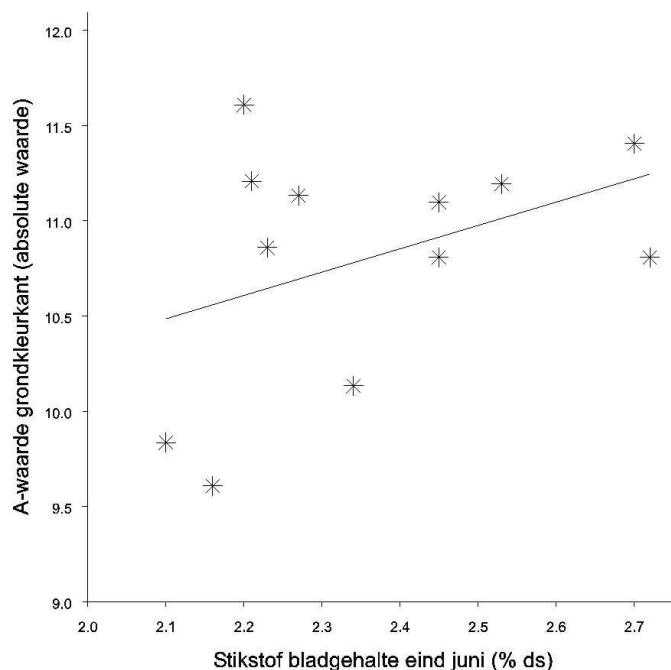
4.3 Stikstofgehalte in blad in juni in relatie tot grondkleur

De grondkleur was in 2003 niet significant verschillend als gevolg van de behandelingen (zie tabel 9). In 2004 was dat wel het geval. In 2004 werd de minst groene grondkleur gevonden bij de behandeling zonder stikstof en het laagste stikstofbladgehalte in juni. Bijbemesten in de zomer leverde echter een significante verhoging van de grondkleur op zodat de correlatie tussen stikstofgehalte in juni en grondkleur bij de oogst zwak is (zie figuur 2; functie van de lijn: $-A_{waarde} = 7,91 + 1,23 \%N_{juni}$; $F_{pr.} = 0.19$). Het verschil in grondkleur bleef na bewaring in absolute zin bestaan (zie bijlage 2). In 2005 was het verschil in grondkleur niet significant. Wel werd de minst groene grondkleur gevonden bij behandeling 1 waar het stikstofgehalte in juni, hoewel eveneens niet significant, het laagst was.

Tabel 9. Streefwaardes en werkelijke gehalten van stikstof in het blad in juni en grondkleur bij de oogst.

| Object | streefwaarde N juni | | N in blad juni | | | Grondkleur * | | |
|----------------------|---------------------|------|----------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|
| | 03/04 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 2.6 | 2.7 | 2.72 a | 2.70 c | 2.34 | 5.4 | 16.7 a | 10.5 |
| 2 | 2.3 | 2.1 | 2.16 b | 2.10 a | 2.45 | 4.8 | 14.4 b | 11.5 |
| 3 | 2.3 | 2.3 | 2.20 b | 2.23 b | 2.45 | 5.8 | 15.9 a | 11.2 |
| 4 | 2.3 | 2.3 | 2.21 b | 2.27 b | 2.53 | 5.6 | 16.3 a | 11.6 |
| <i>significantie</i> | | | *** | *** | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | *** | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | 0.18 | 0.09 | | | 0.8 | |

*: absolute A-waarde grondkleurkant; hoe hoger de waarde hoe groener



Figuur 2. Het verband tussen stikstof bladgehalte eind juni en de absolute A-waarde aan de grondkleurkant bij de pluk in de periode 2003 t/m 2005 na correctie voor de jaareffecten op grondkleur.

4.4 Productie-effecten

Uit tabel 10 wordt duidelijk dat het lagere N-gehalte in het blad in juni een significant negatief effect had op de productie in 2003. Het weglaten van de voorjaarsbemesting leidde tot een productieverlies van ongeveer 7 ton/ha. Dit verlies wordt volledig verklaard door een kleinere vruchtmaat; 80 in vergelijking met 84 mm. In dit geval is dit een gunstig effect omdat een gemiddelde maat van 84 mm te groot is. In 2004 was het productieverlies bij het weglaten van de voorjaarsbemesting 14 ton/ha. In dat jaar was juist het verschil in aantal vruchten per boom de verklaring voor het verschil. Dit verschil in dracht is waarschijnlijk een overjarig effect of beurtjaareffect van een mindere bloemknopvorming of vorming van minder sterke bloemen gekoppeld aan de lagere stikstofbladgehaltes. In maart 2004 werden bij de behandelingen zonder voorjaarsbemesting significant lagere bloeicijfers gescoord (zie bijlage 2). Ook uit het duncijfer van voorjaar 2004 blijkt dat de hogere (potentiële) dracht van object 1 (zie bijlage 2). Van het aantal vruchten per boom bij de behandelingen 2 t/m 4 kan worden afgeleid dat deze behandelingen op zich een hoog dracht niveau hadden. Uit de drachtcijfers van 2005 blijkt dat het drachtniveau van behandeling 1 in 2004 te hoog is geweest: het aantal vruchten per boom van behandeling 1 zakt als enige onder de 100 vruchten/boom. Dit ging gepaard met een grotere vruchtmaat van 88 mm, opnieuw te groot. De lagere dracht ging gepaard met een significant lager bloeicijfer in het voorjaar van 2005 (zie bijlage 2). Uiteindelijk heeft het lichte drachtverhogende effect van de voorjaarsbemesting niet positief uitgekapt.

Tabel 10. Opbrengst, vruchtmaat en aantal vruchten per boom bij de verschillende stikstofbemestingsstrategieën.

| Object | opbrengst (ton/ha) | | | vruchtmaat (mm) | | | aantal vruchten per boom | | |
|---------------|--------------------|------|---------|-----------------|-------------|------|--------------------------|-------|-------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 65 b | 85 b | 53 (a) | 84 b | 78 | 88 B | 111 | 163 b | 90 a |
| 2 | 57 a | 71 a | 61 (ab) | 80 a | 77 | 84 A | 106 | 144 a | 115 b |
| 3 | 58 a | 71 a | 66 (b) | 80 a | 79 | 82 A | 109 | 135 a | 133 b |
| 4 | 58 a | 72 a | 67 (b) | 81 a | 77 | 84 A | 105 | 139 a | 129 b |
| <i>sign.</i> | ** | ** | ~ | *** | <i>n.s.</i> | ** | <i>n.s.</i> | ** | ** |
| <i>l.s.d.</i> | 5 | 8 | 12 | 2 | | 2 | | 15 | 24 |

Wanneer de productie gemiddeld wordt over de drie jaren, heeft object 1 met voorjaarsbemesting 68 ton/ha geproduceerd, object 2 63 ton en objecten 3 en 4 zonder voorjaarsbemesting gemiddeld 65 ton/ha. Het gemiddelde productieverlies van de najaarsstikstofbemesting is dus 3 ton/ha, maar de vruchtmaat is gemiddeld beter in vergelijking met standaard stikstofbemesting.

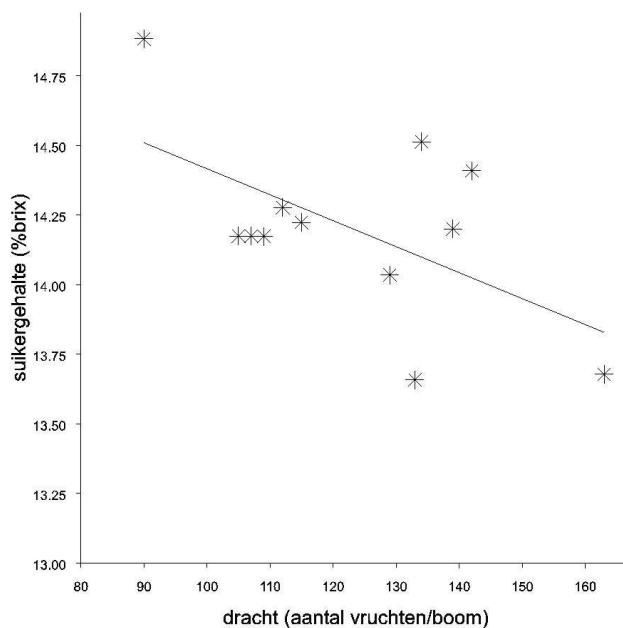
4.5 Kwaliteitseffecten

Voor de feitelijke gegevens zie bijlage 2.

Voor de effecten op hardheid en grondkleur zie paragrafen 4.2 en 4.3

Suiker

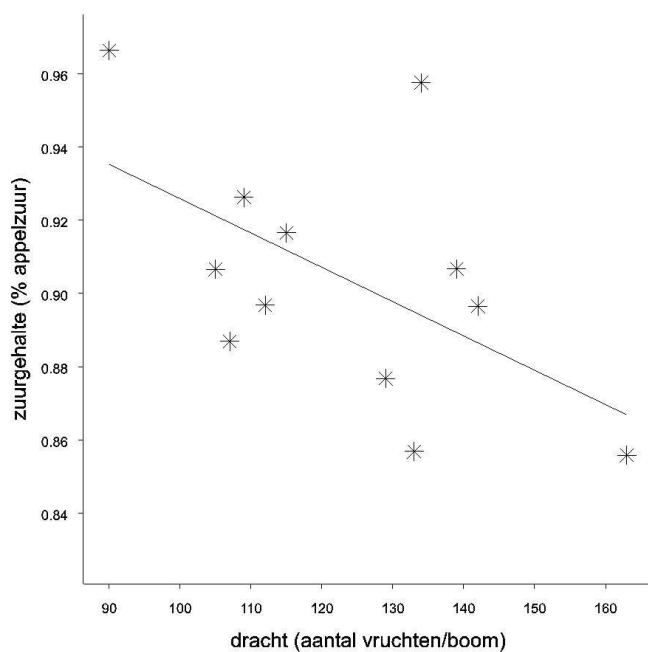
In 2003 werden voor en na bewaring geen significante effecten op suikergehalte gevonden. In 2004 en 2005 is dit wel het geval. De gevonden suikergehalten zijn gecorreleerd aan dracht (zie figuur 3; functie van de curve: $\text{suikergehalte} = 15,35 - 0,0093 \cdot \text{aantal vruchten/boom}$; $F_{pr.} = 0,053$). In de laatste twee jaren gaat het dus waarschijnlijk om een indirect overjarig effect van stikstofbemesting via dracht.



Figuur 3. Het verband tussen dracht en het suikergehalte na direct na bewaring in de periode 2003 t/m 2005 na correctie voor de jaareffecten op suikergehalte.

Zuur

In 2003 werden geen significante verschillen in zuurgehalte gevonden, in 2004 en 2005 wel. Ook hier zijn de resultaten gecorreleerd met de dracht en gaat het dus waarschijnlijk om een indirect overjarig effect van stikstofbemesting via dracht (zie figuur 4; functie van de lijn: $\text{zuurgehalte} = 1,02 - 0,00094 * \text{aantal vruchten/boom}$; Fpr. = 0.064).



Figuur 4. Het verband tussen dracht en het zuurgehalte bij pluk in de periode 2003 t/m 2005 na correctie voor de jaareffecten op zuurgehalte.

Zetmeel

Alleen in 2005 zijn significante effecten op zetmeelwaarde gevonden. Deze effecten zijn niet gecorreleerd met stikstofbladgehalte of dracht. De effecten zijn waarschijnlijk voornamelijk een overjarig effect van stikstofbemesting (omdat ze pas in 2005 gevonden worden) maar kunnen niet worden verklaard.

Percentage blos

In 2004 werd een effect van de behandelingen op percentage blos gevonden, in de andere jaren niet. Het ging hierbij alleen om een blosverhogend effect bij behandeling 2 ten opzichte van de alle andere behandelingen. Een direct effect van stikstofbemesting op percentage blos, dat vooral in 2003 zichtbaar zou moeten zijn is dus niet gevonden. Het effect in 2004 is waarschijnlijk een indirect effect, maar niet eenvoudig te verklaren. Waarschijnlijk spelen in de drie jaren zowel dracht- (hogere dracht leidt tot minder blos) als groeiverschillen (meer groei leidt tot minder blos) een rol.

4.6 Bewaarafwijkingen.

In bewaarperiodes '03/'04 en '05/'06 zijn bewaarafwijkingen gevonden (zie bijlage 2). In het seizoen '04/'05 zijn geen bewaarafwijkingen geregistreerd; in dit seizoen zijn de vruchten, in verband met de "go/no go" vraag, vroeg uit te bewaring gehaald. Vanwege de korte bewaarperiode onder ULO-condities hebben er waarschijnlijk ook geen bewaarafwijkingen opgetreden.

In het algemeen werd vast gesteld dat als er bewaarafwijkingen werden waargenomen, dat het percentage bewaarafwijkingen bij behandeling 1 altijd het hoogste was. Dit ging gepaard met een grotere vruchtmaat. In bewaarperiodes '05/'06 werd qua hardheid een goed resultaat geboekt (hardheid bij uitslag rond de 5.5 kg; zie bijlage 2). In dit seizoen was het percentage bewaarafwijkingen het hoogst. Behandeling 1 had het hoogste percentage bewaarafwijkingen van 25%, vooral veroorzaakt door vruchtvliesbruin.

4.7 Mineralengehalten van de vruchten

Het mineralegehalte van vruchten is op zich geen kwaliteitskenmerk, maar kan wel een indicator zijn voor de kans op fysiologische bewaarafwijkingen.

De behandelingen hadden effecten op de mineralengehalten van de vruchten (zie bijlage 2).

Stikstofbemesting in het voorjaar of zomer leidde tot hogere stikstofgehalten in de vrucht. Vooral stikstofbemesting in het voorjaar leidde tot lagere gehalten aan fosfaat. Dit verband was bij de vruchten duidelijker dan bij de bladeren. De correlatie tussen fosfaatgehalte van de vrucht en de hardheid bij de pluk was goed. Wellicht is de verklaring tussen de goede correlatie tussen een laag stikstofgehalte in juni en hoge hardheid bij de pluk te vinden in een fysiologisch effect van een hoger fosfaatgehalte in de vrucht.

In 2003 zijn zowel minerale vruchtanalyses als gegevens over bewaarafwijkingen beschikbaar. Een belang van een hoger calciumgehalte voor een hogere hardheid of vermindering van bewaarafwijkingen (in dit geval alleen ouderdomsbederf) kon niet worden aangetoond.

4.8 Scheutgroei

Naast eventuele aanwezige effecten van een aangepaste stikstofbemesting op productie en kwaliteit, is het interessant om te weten of er een direct of indirect effect is op de groei. Tabel 11 toont de groeiwaarnemingen van de proefjaren 2003 en 2004.

Tabel 11. Groeivolume najaar, aantal onafgesloten scheuten, aantal knippen bij de snoei en snoei-intensiteit.

| object | groeicijfer najaar | | onafgesloten scheuten | | aantal knippen | | snoei-intensiteit | |
|---------------|--------------------|---------|-----------------------|--------|----------------|-----------|-------------------|-------------|
| | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| 1 | 5.78 b | 5.05 bd | 2.6 a | 0.48 a | 29.4 | 31.9 (b) | 4.8 | 3.3 |
| 2 | 4.71 a | 3.89 a | 8.0 b | 0.93 a | 29.4 | 28.6 (ab) | 4.4 | 3.0 |
| 3 | 5.24 b | 5.22 cd | 8.3 b | 4.48 b | 27.9 | 28.7 (ab) | 4.3 | 3.6 |
| 4 | 5.48 b | 4.19 ab | 6.7 b | 1.38 a | 26.7 | 27.9 (a) | 4.3 | 3.1 |
| <i>sign.</i> | * | * | ** | *** | <i>n.s.</i> | ~ | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | 0.64 | 0.93 | 3.0 | 0.93 | | 3.3 | | |

Weglaten van de stikstofbemesting leidde in 2003 en 2004 logischerwijze tot het laagste groeivolume. In 2003 werd geen significant verschil gevonden in groei tussen de voorjaarsbemesting of de bemesting in juni of juli. In 2004 verschilde de groei van object 1 niet significant met die van object 3 (compensatie juli), maar wel met object 4 (compensatie juni). Stikstofbemesting in juni gaf een lager groeivolume dan bij voorjaarsbemesting.

In 2003 trad er significant meer hergroei op bij de behandelingen 2 t/m 4 ten opzichte van behandeling 1. Enerzijds zorgt voorjaarsbemesting waarschijnlijk voor het langer doorgroeien in de zomer, waardoor hergroei minder optreedt en in het najaar uiteindelijk meer scheuten goed zijn afgesloten. Daarbij leidde zomerbemesting (behandelingen 3 en 4) in 2003 niet tot extra hergroei in vergelijking met het achterwege laten van bemesting (behandeling 2). In 2004 sloot de groei in het algemeen beter af, waarschijnlijk door de hogere gemiddelde dracht in dat jaar (zie tabel 10), ondanks de natte zomer. Bij behandeling 3 sloten de scheuten het minst goed af, waarschijnlijk door de late bijbemesting (juli) en de lage dracht ten opzichte van de andere behandelingen (zie tabel 10). Als de dracht hoog genoeg is, is hergroei dus geen probleem. De geringe extra hergroei in 2003 bij 100 vruchten per boom heeft niet tot problemen geleid. Bij lagere dracht zal waarschijnlijk de hergroei na zomerbemesting sterker zijn. Hiermee moet men dan ook voorzichtig zijn.

Bij stikstofbemesting in juli lag de groei in 2004 op gelijk niveau met de voorjaarsbemesting. Gezien het hogere aantal onafgesloten scheuten in 2004, zou het heel goed zo kunnen zijn dat het groeiniveau van object 4 gedurende de zomer lager was dan van object 1, maar dat door de late stikstofgift en regenval er hergroei is ontstaan in de maand augustus. Een en ander heeft niet geleid tot significante verschillen in snoei.

4.9 Stikstofaanbod in het bodemvocht

In bijlage 3 staat het stikstofaanbod in het bodemvocht vermeldt per datum, diepte en behandeling. Bij behandeling 2 (geen stikstofbemesting) ligt het aanbod tussen de 6 en 20 kgN/ha. Behalve in het najaar van 2004 lag het stikstofaanbod in het bodemvocht in de jaren 2003 en 2004 altijd beneden de 50 kgN/ha. Het hoogste aanbod van 110 kgN/ha is gemeten bij behandeling 4 op 1 september 2004. Bij de Nmin-metingen in 2005 lagen de waarden tussen de 34 en 125 kg N/ha. Bij behandelingen 3 en 4 zijn op 23 mei onverwacht hoge waarden gemeten. Wellicht hebben de hoge waarden te maken met de variabiliteit in de grond als gevolg van stikstoffertigatie. De waarden op 18 juli zijn ongeveer als verwacht.

Het is opvallend dat ondanks het lage stikstofaanbod bij onbehandeld, het stikstofgehalte in het blad kan oplopen tot 2,7% in augustus (zie tabel 7). Bijbemesten in de zomer bij behandelingen 3 en 4 leidde in 2003 en 2004 tot verhoging van het stikstofaanbod. De verhoging was in 2004 groter dan in 2003, en leidde in 2004 wel en 2003 niet tot verhoging van het stikstofgehalte in augustus (zie tabel 7). De verhoging in 2004 was echter beperkt in relatie tot het hoge aanbod. De hier besproken gegevens van behandelingen 2 t/m 4 demonstreren dat er maar een beperkt verband is tussen stikstofaanbod in de grond en stikstofgehalte in de bladeren.

De verdeling van de stikstof over het profiel varieert gedurende het seizoen. Na de breedwerpige bemesting in het voorjaar is een verloop van het stikstofaanbod met de diepte te zien. Vanaf juni laten alle profielen een meer gelijkmatige verdeling over de diepte zien. Dit werd mede veroorzaakt door de bijdrage van de stikstoffertigatie die gepaard ging met een homogene verticale verdeling van stikstof in de druppelkegel in de grond. Dit demonstreert dat N-mineraal metingen tot 30 cm diepte, zeker vanaf juni, maar een beperkt beeld geven van het hele stikstofaanbod.

5 Discussie

Directe en indirecte effecten van stikstofbemesting

Uit de resultaten blijkt dat stikstofbemesting directe en indirecte effecten heeft. Het belangrijkste directe effect is het hardheidseffect. In 2003 werd 0.4 kg hogere hardheid gemeten bij de pluk door het weglaten van de voorjaarsbemesting, of een 0.3 kg hogere hardheid na bijbemesten vanaf half juli. In 2004 werden hardheidsverschillen tot 0.8 kg gemeten, maar hier kan mogelijk ook een indirect effect via het drachtheffect meegespeeld hebben; de hardheidsverschillen zijn in dat jaar ook gecorreleerd met de drachtverschillen. In 2005 leidde de stikstofbemesting niet tot de verwachte verschillen in bladgehalten. Dit kan verklaard worden door het verschillende effect van de stikstofbemesting op bloemknopvorming, dracht en groei. Door de relatief hoge dracht bij behandeling 1 in 2004 is de dracht bij deze behandeling in 2005 relatief laag. De hiermee gepaard gaande sterkere groei leidde tot verdunning van de stikstofconcentratie in blad, oftewel een lager stikstofbladgehalte. Een andere verklaring is het verlagen van de stikstofbemesting in 2005 bij behandeling 1 van 100 naar 80 kgN/ha en de voorjaarsbemesting van 40 kg N/ha bij behandelingen 3 en 4. Al met al wordt wel duidelijk dat niet de stikstofbemesting het hardheidseffect bepaald maar het stikstofbladgehalte in juni.

Alle andere effecten van stikstofbemesting op kwaliteit in productie zijn vooral indirect omdat het overjarige effecten zijn. Hiervan zijn de effecten op suiker- en zuurgehalte te verklaren via het stikstofbemestingseffect op dracht.

Stikstofbemesting en consumenten-associatie bij het vruchtouterlijk

In 2004 werd gevonden dat stikstofbemesting, na verhoging van het stikstofbladgehalte in juni, de hardheid bij de pluk verlaagde en de grondkleur groener maakte. Dit kan verwarrend werken op het verwachtingspatroon van handel en consumenten die juist een hogere hardheid verwachten bij een groenere vrucht.

Een vergelijkbaar effect is ook wel eens waargenomen bij mangaanbespuitingen. Deze bespuitingen leiden bij relatief lage stikstof- en mangaanbladgehalten tot groenere appels zonder dat de rijping beïnvloedt wordt (Maas, 1995).

Resultaten zeggen vooral iets over gronden met veel stikstoflevering in de zomer

Van de kleigrond op het proefperceel in Randwijk is bekend dat het een sterke nalevering heeft van stikstof. De verschillen in stikstofgehalte in het blad in augustus worden door deze nalevering gereduceerd, hoewel ze nog steeds significant zijn. De streefwaardes voor augustus worden als gevolg van deze nalevering bij alle behandelingen gehaald of overschreden. Dat vertroebelt mogelijk het inzicht in gewenste en ongewenste effecten van het weglaten van de voorjaarsbemesting en het compenseren van de stikstofgift in juni of juli. Het is belangrijk om bij de interpretatie van de hiernavolgende resultaten hiermee rekening te houden. Bij minder nalevering is het belangrijker om een laag stikstofgehalte in het blad in juni daarna met bemesting te compenseren.

Streefwaardes N voorjaar in relatie tot N opname zomer

In de tachtiger jaren werd in Nederland de streefwaarde voor de stikstofbemesting vastgesteld op basis van het bladgehalte in augustus in het voorafgaande jaar. Voor het vaststellen van deze streefwaarde is veel onderzoek uitgevoerd in de zeventiger en tachtiger jaren. Op basis van de wens om tijdens het jaar de voedingsstatus van de boom nog bij te kunnen stellen is in de negentiger jaren een streefwaarde voor het bladgehalte in juni vastgesteld door de streefwaarde voor augustus te extrapoleren op grond van het gemiddelde dalende verloop van het stikstofgehalte in Nederland. Uit dit onderzoek is duidelijk geworden dat de streefwaarde van 2,5% in augustus voor Elstar goed is, maar dat in juni voor de bloemknopvorming kan worden volstaan met 2,2% of zelfs 2,1%, mits het percentage van 2,5% maar in augustus gehaald wordt. Of dit op andere gronden dan in Randwijk via bemesting te realiseren is, moet nader onderzocht worden.

6 Conclusies

- De beschreven effecten van stikstofbemesting zijn in eerste instantie alleen geldig voor boomgaarden waarin vanaf juli een goede stikstofopname gerealiseerd wordt, leidend tot een gegarandeerd stikstofbladgehalten van minstens 2,5% in augustus. Nader onderzoek moet uitwijzen wat de mogelijkheden zijn op gronden waarop dit van nature niet gerealiseerd wordt.
- Het stikstofbemestingseffect op hardheid wordt bepaald door het uiteindelijk effect van stikstofbemesting op het stikstofbladgehalte in juni.
- In de range van 2.1 tot 2.7%N in het blad in de maand juni zijn bij de pluk hardheidseffecten van 0.4 tot 0.8 kg mogelijk mits de stikstofbemesting leidt tot verhoging van dit gehalte. Gemiddeld stijgt de hardheid met 0.1 kg bij elke daling van dit bladgehalte met 0.1% punt. De procentuele verschillen in hardheid blijven na ULO bewaring bestaan.
- Het grondkleureffect van stikstofbemesting was minder sterk dan het hardheidseffect. Zowel voorjaarsbemesting als zomerbemesting zullen soms de grondkleur iets groener maken. Dit gaat veelal gepaard met verlaging van de hardheid. Wellicht ontstaan hierdoor problemen op het vlak van verwachting van handel in consumenten ten aanzien van het vruchtuitendelijk.
- Het effect van stikstofbemesting op hardheid is ieder geval voor een deel een direct effect in de situatie dat het stikstofbladgehalte ook stijgt. Daarnaast heeft stikstofbemesting effect op groei, bloemknopvorming en dracht. Als gevolg hiervan treden ook overjarige effecten van stikstofbemesting op suiker- en zuurgehalte op. Bij een hogere dracht als gevolg van stikstofbemesting in voorafgaande jaren daalt het suiker- en zuurgehalte.
- Onder de gegeven omstandigheden van de proeflocatie Randwijk is het mogelijk gebleken om de hardheid bij de pluk en na bewaring te verhogen door het uitstellen van de stikstofbemesting. Dit ging gepaard met een productiereductie van 5% (3 ton/ha) per jaar in combinatie met een verbetering van de gemiddelde maat van 83 naar 80 mm (waarbij is aangenomen dat het percentage vruchten in de maatklasse 75-80mm hierbij toenam). De productiereductie over de drie jaar wordt volledig verklaard door een reductie van de gemiddelde maat. Het aantal vruchten over de drie jaar werd niet beïnvloed door de stikstofbemesting.
- Stikstofbemesting kan incidenteel ook de rijping en het percentage blos beïnvloeden.
- De (hoge) stikstofbemesting in het voorjaar verhoogde de kans op bewaarafwijkingen bij lange bewaring in vergelijking met de andere behandelingen (geen stikstof of stikstofbemesting in de zomer).
- De stikstofbemesting in het voorjaar resulteerde in meer groei in vergelijking met de andere behandelingen. De hergroei in het najaar was bij voorjaarsbemesting bij 100 tot 110 vruchten per boom 5 scheuten/boom minder dan bij de andere behandelingen. Dit leidde niet tot suboptimale dracht bij de andere behandelingen.
- De stikstofstreefwaarde voor het juni-blad moet afhankelijk gemaakt worden van het stikstofleverend vermogen van de betreffende grond vanaf juli en de mogelijkheden om de stikstofopname in deze periode nog via bemesting te beïnvloeden.
- Het verband tussen stikstofaanbod in de grond en stikstofgehalten in de bladeren is zwak; een laag aanbod kan tot hoge gehalten in het najaar leiden.

7 Output van dit project.

Publicaties

Maas, Rien van der, Marc op 't Hof, 2005. Vroege stikstofbemesting leidt tot hardheidsverlies. *Fruitteelt* 95(2005)12:12-13

Maas, Rien van der, Jan Simonse, Jos Kanne, Marc op 't Hof, 2007. Stikstofbemesting doet veel met de appel en zijn boom. *Fruitteelt* 97(2007)20:14-15

Onderzoekberichten Fruitteelt

Poldervaart, Gerard, 2003. Stikstofgift Elstar, *Onderzoekbericht, Fruitteelt* 93(2003)51/52:14

Poldervaart, Gerard, 2004. Hardere Elstar-appels, *Onderzoekbericht, Fruitteelt* 94(2004)15

Lezingen

Maas, Rien van der, 2005. Verhoging hardheid Elstar door aanpassing stikstofbemesting
De Fruitteelt Kennisdag 2005, 2 december 2005.

Maas, Rien van der, 2006. Beïnvloeding suikergehalte Elstar en Conference door stikstofbemesting.
De Fruitteelt Kennisdag 2006, 1 december 2006.

Posterpresentaties

Maas, Rien van der, 2004. Hardere Elstar door aanpassing stikstofbemesting. Open dag PPO Randwijk augustus 2004.

Maas, Rien van der, 2004. Hardere Elstar door aanpassing stikstofbemesting. De Fruitteelt Kennisdag 2004, 3 december 2004.

Maas, Rien van der, 2005. Hardere Elstar door aanpassing stikstofbemesting.
Klantendag FruitConsult 12 januari 2005

Maas, Rien van der, 2005. Verhoging hardheid Elstar door aanpassing stikstofbemesting
De Fruitteelt Kennisdag 2005, 2 december 2005.

Maas, Rien van der, 2006. Verhoging hardheid Elstar door aanpassing stikstofbemesting
Klantendag FruitConsult 11 en 12 januari 2006.

Maas, Rien van der, 2006. Beïnvloeding suikergehalte Elstar en Conference door stikstofbemesting.
De Fruitteelt Kennisdag 2006, 1 december 2006.

Rondleidingen

Leden FruitConsult 16 augustus 2004. Onderdeel FC-appeldag.

Open dag PPO Randwijk augustus 2005

8 Literatuur

Literatuurverwijzingen:

Maas, Rien van der, 1995. Nut van borium en zink rond de bloei nog niet gebleken. *Fruitteelt* 85(1995)13:12-13.

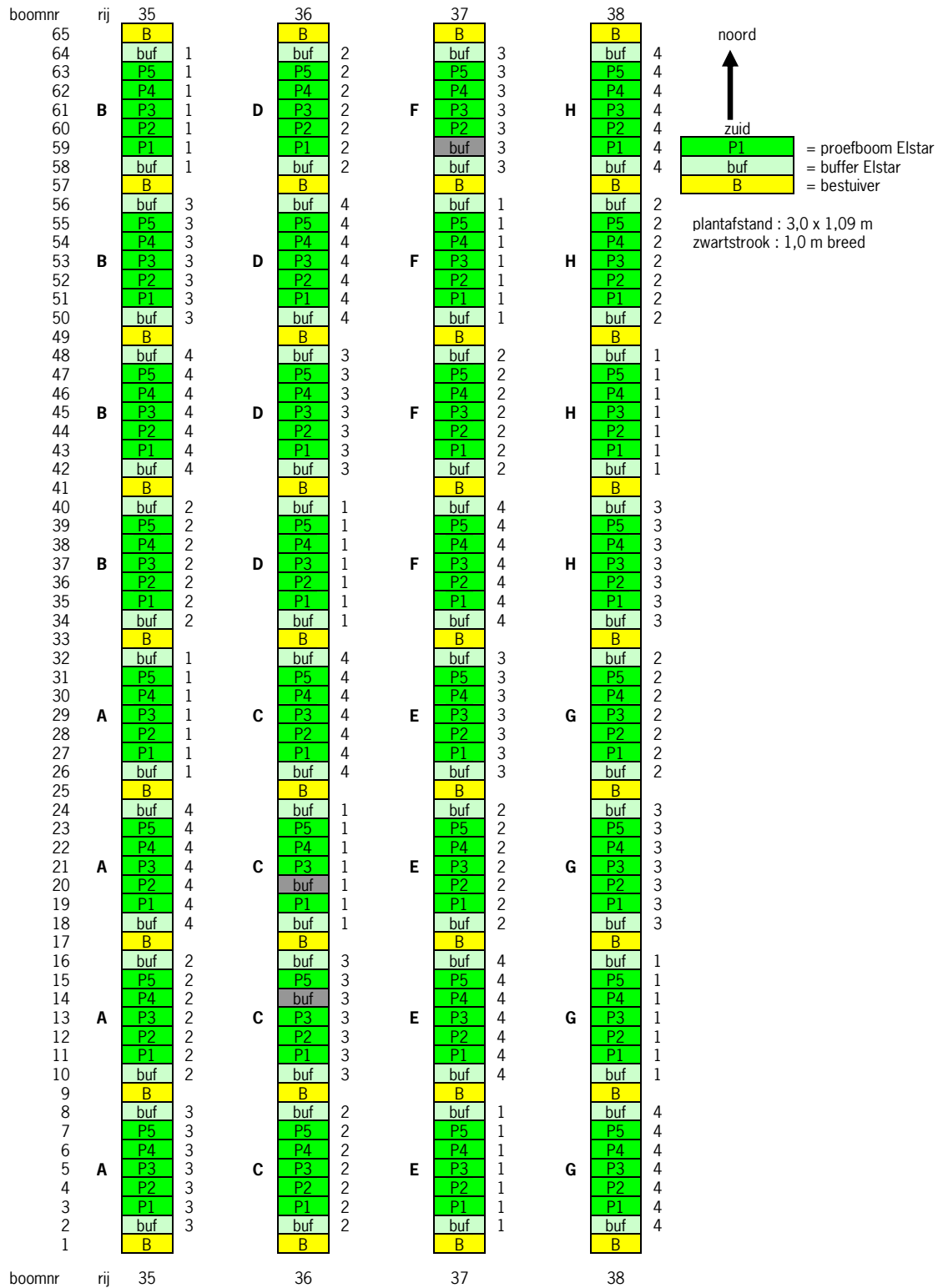
Willeboer, P.F., 1999b. Invloed van nutriënten op kwaliteit, perceel 21, verslag '95/'98. Rapport 9910, *Fruitteeltpraktijkonderzoek*, 35 pag.

Andere relevante literatuur:

Willeboer, P.F., 1999a. Invloed van nutriënten op kwaliteit, regioproef, verslag '94/'95. Rapport 9909, *Fruitteeltpraktijkonderzoek*, 27 pag.

Willeboer, P.F., 1999c. Invloed van nutriënten op kwaliteit, perceel 17, verslag '95/'97. Rapport 9911, *Fruitteeltpraktijkonderzoek*, 28 pag.

Bijlage 1 Plattegrond proefveld perceel West 7



Bijlage 2 Teeltkundige waarnemingen

Opbrengstwaarnemingen

| Object | opbrengst kg/boom | | | aantal vruchten per boom | | | gemiddeld vruchtgewicht | | |
|---------------|-------------------|--------|-----------|--------------------------|-------|-------|-------------------------|-------------|-------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 21.3 b | 27.9 b | 17.2 (a) | 111 | 163 b | 90 a | 192 b | 171 | 191 b |
| 2 | 18.5 a | 23.3 a | 19.9 (ab) | 106 | 144 a | 115 b | 175 a | 162 | 173 a |
| 3 | 19.0 a | 23.4 a | 21.7 (b) | 109 | 135 a | 133 b | 175 a | 173 | 163 a |
| 4 | 18.9 a | 23.5 a | 22.0 (b) | 105 | 139 a | 129 b | 179 a | 169 | 171 a |
| <i>Sign.</i> | ** | ** | ~ | <i>n.s.</i> | ** | ** | *** | <i>n.s.</i> | ** |
| <i>I.s.d.</i> | 1.6 | 2.6 | 3.8 | | 15 | 24 | 7 | | 13 |

Kwaliteitswaarnemingen bij oogst - A

| Object | hardheid | | | zetmeel | | | suiker | | |
|---------------|----------|--------|-----------|-------------|-------------|---------|-------------|--------|--------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 6.23 a | 6.33 a | 7.14 (b) | 3.3 | 2.24 | 2.59 a | 13.4 | 12.1 a | 14.1 c |
| 2 | 6.66 c | 7.13 b | 6.97 (b) | 3.4 | 2.20 | 2.28 a | 13.4 | 12.5 b | 13.5 b |
| 3 | 6.56 bc | 7.15 b | 6.76 (a) | 3.6 | 2.11 | 3.05 b | 13.3 | 12.8 b | 13.3 a |
| 4 | 6.38 ab | 6.99 b | 6.86 (ab) | 3.6 | 2.18 | 2.65 ab | 13.4 | 12.5 b | 13.2 a |
| <i>Sign.</i> | ** | *** | ~ | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | ** | <i>n.s.</i> | ** | ** |
| <i>I.s.d.</i> | 0.20 | 0.27 | 0.30 | | | 0.42 | | 0.34 | 0.54 |

Kwaliteitswaarnemingen bij oogst – B

| Object | zuur | | | Streiff-index | | | grondkleur (hoger getal = groener) | | |
|---------------|-------------|--------|---------|---------------|---------|----------|------------------------------------|--------|-------------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 0.91 | 0.84 a | 0.97 cd | 0.15 | 0.26 a | 0.264 ab | 5.4 | 16.7 b | 10.5 |
| 2 | 0.90 | 0.88 b | 0.92 bc | 0.16 | 0.30 ab | 0.297 b | 4.8 | 14.4 a | 11.4 |
| 3 | 0.94 | 0.94 c | 0.86 a | 0.15 | 0.32 b | 0.235 a | 5.8 | 15.9 b | 11.2 |
| 4 | 0.92 | 0.89 b | 0.88 ab | 0.14 | 0.28 ab | 0.254 ab | 5.6 | 16.3 b | 11.6 |
| <i>Sign.</i> | <i>n.s.</i> | *** | ** | <i>n.s.</i> | * | *** | <i>n.s.</i> | *** | <i>n.s.</i> |
| <i>I.s.d.</i> | | 0.04 | 0.06 | | 0.04 | 0.046 | | 0.76 | |

Kwaliteitswaarnemingen bij oogst – C

| Object | percentage blos | | | vruchtdiameter (mm) | | |
|---------------|-----------------|--------|-------------|---------------------|-------------|--------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 75 | 47.2 a | 70.8 | 83.5 b | 77.9 | 87.9 b |
| 2 | 76 | 53.3 b | 72.6 | 80.3 a | 76.6 | 84.5 a |
| 3 | 77 | 43.7 a | 72.6 | 80.5 a | 78.5 | 82.3 a |
| 4 | 79 | 45.7 a | 70.5 | 80.3 a | 77.3 | 83.6 a |
| <i>Sign.</i> | <i>n.s.</i> | ** | <i>n.s.</i> | *** | <i>n.s.</i> | ** |
| <i>I.s.d.</i> | | 4.82 | | 1.6 | | 3.0 |

Kwaliteitswaarnemingen na bewaring bij uitslag en na 2 weken uitstalling bij 18 °C – pluk 2003

| Object | hardheid | | suiker | | zuur | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | uitslag | uitstalling | uitslag | uitstalling | uitslag | uitstalling |
| 1 | 3.34 | 2.68 a | 14.0 | | 0.60 | |
| 2 | 3.54 | 3.96 bc | 13.9 | | 0.59 | |
| 3 | 3.49 | 3.03 c | 13.9 | | 0.61 | |
| 4 | 3.44 | 2.90 b | 13.9 | | 0.61 | |
| <i>sign.</i> | <i>n.s.</i> | ** | <i>n.s.</i> | | <i>n.s.</i> | |
| <i>I.s.d.</i> | | 0.10 | | | | |

Kwaliteitswaarnemingen na bewaring bij uitslag en na 2 weken uitstalling bij 18 °C – pluk 2004

| object | hardheid | | grondkleur | | suiker | | zuur | | | | | | | | | |
|---------------|----------|-------------|------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|------|-----|------|-----|-------|------|------|-----|
| | uitslag | uitstalling | uitslag | uitstalling | uitslag | uitstalling | uitslag | uitstalling | | | | | | | | |
| 1 | 3.62 | a | 2.97 | a | 10.9 | c | 8.1 | c | 13.1 | a | 13.0 | a | 0.643 | (ab) | 0.54 | a |
| 2 | 4.05 | b | 3.16 | b | 8.5 | a | 5.3 | a | 13.8 | b | 13.9 | c | 0.636 | (a) | 0.56 | ab |
| 3 | 4.01 | b | 3.27 | b | 9.7 | b | 7.0 | b | 13.9 | b | 14.0 | c | 0.663 | (ab) | 0.58 | b |
| 4 | 3.93 | b | 3.16 | b | 9.9 | b | 6.9 | b | 13.6 | b | 13.5 | b | 0.664 | (b) | 0.58 | b |
| <i>sign.</i> | ** | ** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | ~ | ~ | *** | *** |
| <i>l.s.d.</i> | 0.21 | 0.15 | 0.9 | 1.1 | 0.4 | 0.3 | 0.027 | 0.02 | | | | | | | | |

Kwaliteitswaarnemingen na bewaring bij uitslag en na 2 weken uitstalling bij 18 °C – pluk 2005

| object | hardheid | | grondkleur | | Suiker | | zuur | | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|-------|----|-------|---|-------------|
| | uitslag | uitstalling | uitslag | uitstalling | uitslag | uitstalling | Uitslag | uitstalling | | | | | |
| 1 | 5.57 | 4.98 | 6.6 | a | 3.62 | a | 15.8 | b | 15.63 | dc | 0.641 | b | 0.57 |
| 2 | 5.39 | 4.82 | 7.3 | a | 4.97 | b | 15.1 | a | 15.14 | bc | 0.636 | b | 0.55 |
| 3 | 5.41 | 4.76 | 9.1 | b | 5.13 | b | 14.5 | a | 14.44 | a | 0.608 | a | 0.54 |
| 4 | 5.44 | 4.85 | 8.9 | b | 5.21 | b | 14.9 | a | 14.71 | ab | 0.610 | a | 0.54 |
| <i>sign.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * | * | * | * | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | 1.3 | 0.89 | 0.6 | 0.55 | 0.026 | | | | | | |

Groeiwaarnemingen

| object | groecijfer najaar | | onafgesloten scheuten | | aantal knippen | | snoeiintensiteit | | | | | | |
|---------------|-------------------|------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|-------------|------|------|-------------|-------------|
| | 2003 | 2004 | Groeijaar 2003 | Groeijaar 2004 | Groeijaar 2003 | Groeijaar 2004 | Groeijaar 2003 | Groeijaar 2004 | | | | | |
| 1 | 5.78 | b | 5.05 | bd | 2.6 | a | 0.48 | a | 29.4 | 31.9 | (b) | 4.8 | 3.3 |
| 2 | 4.71 | a | 3.89 | a | 8.0 | b | 0.93 | a | 29.4 | 28.6 | (ab) | 4.4 | 3.0 |
| 3 | 5.24 | b | 5.22 | cd | 8.3 | b | 4.48 | b | 27.9 | 28.7 | (ab) | 4.3 | 3.6 |
| 4 | 5.48 | b | 4.19 | ab | 6.7 | b | 1.38 | a | 26.7 | 27.9 | (a) | 4.3 | 3.1 |
| <i>sign.</i> | * | * | ** | ** | *** | *** | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | ~ | ~ | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | 0.64 | 0.93 | 3.0 | 0.93 | | | | | | 3.3 | | | |

Bloei- en drachtwaarnemingen

| object | bloecijfer | | duncijfer | | | |
|---------------|------------|------|-----------|-----|------|---|
| | 2004 | 2005 | 2004 | | | |
| 1 | 6.51 | b | 5.60 | a | 4.12 | b |
| 2 | 5.38 | a | 7.40 | b | 2.62 | a |
| 3 | 5.62 | a | 8.00 | b | 3.12 | a |
| 4 | 5.57 | a | 7.90 | b | 3.25 | a |
| <i>sign.</i> | ** | ** | *** | *** | * | * |
| <i>l.s.d.</i> | 0.66 | 1.12 | 0.93 | | | |

Mineralgehaltenes in het blad (in % van de droge stof)

| object | N in blad juni | | | N in blad augustus | | |
|---------------|----------------|--------|-------------|--------------------|--------|-------------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 2.72 b | 2.70 c | 2.34 | 2.74 b | 2.81 c | 2.57 |
| 2 | 2.16 a | 2.10 a | 2.45 | 2.53 a | 2.48 a | 2.70 |
| 3 | 2.20 a | 2.23 b | 2.45 | 2.58 a | 2.64 b | 2.76 |
| 4 | 2.21 a | 2.27 b | 2.53 | 2.61 a | 2.59 b | 2.51 |
| <i>sign.</i> | *** | *** | <i>n.s.</i> | ** | *** | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | 0.18 | 0.09 | | 0.11 | 0.090 | |

| object | P in blad juni | | | P in blad augustus | | |
|---------------|----------------|---------|-------------|--------------------|---------|-------------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 0.24 a | 0.25 a | 0.22 | 0.22 a | 0.21 a | 0.23 |
| 2 | 0.26 b | 0.28 b | 0.24 | 0.30 c | 0.31 c | 0.25 |
| 3 | 0.26 b | 0.26 ab | 0.23 | 0.26 b | 0.24 b | 0.24 |
| 4 | 0.24 a | 0.26 ab | 0.23 | 0.24 ab | 0.22 ab | 0.22 |
| <i>sign.</i> | * | ** | <i>n.s.</i> | *** | *** | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | 0.01 | 0.020 | | 0.03 | 0.027 | |

| object | K in blad juni | | | K in blad augustus | | |
|---------------|----------------|-------------|-------------|--------------------|--------|-------------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 1.77 | 1.65 | 1.95 | 1.40 a | 1.29 a | 1.36 |
| 2 | 1.80 | 1.75 | 1.95 | 1.57 b | 1.55 c | 1.38 |
| 3 | 1.82 | 1.78 | 1.95 | 1.46 a | 1.42 b | 1.32 |
| 4 | 1.78 | 1.68 | 1.89 | 1.46 a | 1.30 a | 1.29 |
| <i>sign.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | ** | ** | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | | 0.08 | 0.109 | |

| object | Ca in blad juni | | | Ca in blad augustus | | |
|---------------|-----------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|---------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 1.01 | 1.28 | 1.08 | 2.23 b | 2.01 | 1.43 a |
| 2 | 0.92 | 1.29 | 1.16 | 2.02 a | 1.98 | 1.63 c |
| 3 | 0.93 | 1.68 | 1.09 | 2.05 a | 2.10 | 1.50 ab |
| 4 | 0.96 | 1.63 | 1.09 | 2.14 a | 2.05 | 1.59 bc |
| <i>sign.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | * | <i>n.s.</i> | ** |
| <i>l.s.d.</i> | | | | 0.03 | | 0.09 |

| object | Mg in blad juni | | | Mg in blad augustus | | |
|---------------|-----------------|-------------|-------------|---------------------|--------|-------------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | 0.22 | 0.26 | 0.25 | 0.30 b | 0.25 b | 0.22 |
| 2 | 0.21 | 0.26 | 0.24 | 0.258 a | 0.23 a | 0.22 |
| 3 | 0.21 | 0.27 | 0.24 | 0.245 a | 0.26 b | 0.22 |
| 4 | 0.21 | 0.27 | 0.24 | 0.253 a | 0.25 b | 0.22 |
| <i>sign.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | * | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | | | 0.015 | |

Mineralgehaltenes in de vrucht bij de pluk 2003 (mg per 100 g versgewicht)

| object | 23 juni '03 | | 10 sept '03 | | 6 sept '04 |
|---------------|-------------|---|-------------|---|-------------|
| N | | | | | |
| 1 | 113 | a | 50 | a | 62 |
| 2 | 92 | b | 41 | b | 57 |
| 3 | 91 | b | 51 | a | 62 |
| 4 | 89 | b | 50 | a | 65 |
| <i>sign.</i> | ** | | ** | | <i>n.s.</i> |
| <i>l.s.d.</i> | 11 | | 5 | | |

| | | | | | |
|---------------|------|------|------|----|--------|
| P | | | | | |
| 1 | 14.7 | (a) | 13.3 | a | 11.3 a |
| 2 | 15.4 | (ab) | 14.9 | b | 14.0 c |
| 3 | 16.3 | (b) | 15.0 | b | 14.0 c |
| 4 | 15.7 | (ab) | 13.9 | ab | 12.4 b |
| <i>sign.</i> | ~ | | * | | *** |
| <i>l.s.d.</i> | 1.1 | | 1.3 | | 0.7 |

| | | | | | |
|---------------|-----|-----|-------------|--|-------|
| K | | | | | |
| 1 | 167 | (a) | 139 | | 96 a |
| 2 | 158 | (b) | 143 | | 108 b |
| 3 | 158 | (b) | 156 | | 124 c |
| 4 | 157 | (b) | 152 | | 119 c |
| <i>sign.</i> | ~ | | <i>n.s.</i> | | *** |
| <i>l.s.d.</i> | 9 | | | | 10 |

| | | | | | |
|---------------|------|-----|-------------|--|-----------|
| Ca | | | | | |
| 1 | 10.7 | (a) | 4.77 | | 5.00 (ab) |
| 2 | 10.8 | (a) | 5.06 | | 5.49 (a) |
| 3 | 10.6 | (a) | 5.56 | | 4.56 (b) |
| 4 | 12.4 | (b) | 5.96 | | 5.13 (ab) |
| <i>sign.</i> | ~ | | <i>n.s.</i> | | ~ |
| <i>l.s.d.</i> | 1.4 | | | | 0.68 |

| | | | | | |
|---------------|------|--|------|----|--------|
| Mg | | | | | |
| 1 | 8.37 | | 5.86 | a | 5.36 a |
| 2 | 8.39 | | 5.70 | a | 5.80 b |
| 3 | 8.51 | | 6.07 | ab | 6.03 b |
| 4 | 8.38 | | 6.62 | b | 5.92 b |
| <i>sign.</i> | ~ | | * | | ** |
| <i>l.s.d.</i> | 1.4 | | 0.73 | | 0.26 |

Bewaarafwijkingen (%)

(de meeste resultaten konden niet statistisch worden getest vanwege het afwezig zijn van afwijkingen bij een te groot aantal monsters)

| object | 11 mei '04 | 10 mei '06 | 24 mei '06 |
|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Totaal | | | |
| 1 | 16 | 9 | 25 |
| 2 | 4 | 3 | 11 |
| 3 | 0 | 3 | 5 |
| 4 | 0 | 3 | 9 |
| <i>sign.</i> | <i>Niet te bepalen</i> | <i>Niet te bepalen</i> | |
| <i>l.s.d.</i> | | | |
| Ouderdomsbederf | | | |
| 1 | 16 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 |
| <i>sign.</i> | <i>Niet te bepalen</i> | <i>Niet te bepalen</i> | <i>Niet te bepalen</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | |
| Hol | | | |
| 1 | 0 | 7 | 2 |
| 2 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 2 | 1 |
| <i>sign.</i> | <i>Niet te bepalen</i> | <i>Niet te bepalen</i> | <i>Niet te bepalen</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | |
| Vruchtvliesbruin | | | |
| 1 | 0 | 1 | 16 |
| 2 | 0 | 1 | 6 |
| 3 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 5 |
| <i>sign.</i> | <i>Niet te bepalen</i> | <i>Niet te bepalen</i> | |
| <i>l.s.d.</i> | | | |
| Rest | | | |
| 1 | 0 | 1 | 7 |
| 2 | 2 | 1 | 4 |
| 3 | 0 | 2 | 4 |
| 4 | 0 | 1 | 3 |
| <i>sign.</i> | <i>Niet te bepalen</i> | <i>Niet te bepalen</i> | <i>Niet te bepalen</i> |
| <i>l.s.d.</i> | | | |

Bijlage 3 Bodemkundige waarnemingen

Stikstofaanbod in het bodemvocht (Kg N/ha) per behandeling en per diepte in 2003 en 2004

| 2003 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| kg N/ha | | | | | | | | | | | | | | | | |
| datum- | | | | | | | | | | | | | | | | |
| > | 23 mei | | | | 20 juni | | | | 11 juli | | | | 1 augustus | | | |
| behand- | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> |
| > | | | | | | | | | | | | | | | | |
| diepte | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | 4.1 | 0.5 | 1.0 | 1.4 | 4.1 | 0.5 | 0.4 | 1.5 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 1.8 | 0.9 | 6.4 | 5.4 |
| 10-20 | 3.9 | 0.5 | 1.0 | 1.4 | 4.2 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 1.9 | 0.9 | 6.3 | 5.4 |
| 20-30 | 3.7 | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 3.5 | 0.5 | 0.7 | 1.7 | 1.9 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 2.0 | 0.7 | 6.9 | 4.9 |
| 30-40 | 3.5 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 2.9 | 0.5 | 0.9 | 1.9 | 2.0 | 0.0 | 0.9 | 1.4 | 2.0 | 0.5 | 7.5 | 4.5 |
| 40-50 | 3.2 | 1.0 | 1.1 | 0.9 | 2.9 | 0.6 | 1.0 | 1.6 | 2.4 | 0.3 | 0.8 | 1.3 | 2.5 | 0.6 | 5.9 | 3.6 |
| 50-60 | 2.9 | 1.0 | 1.2 | 0.8 | 2.9 | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 2.9 | 0.5 | 0.7 | 1.3 | 2.9 | 0.7 | 4.4 | 2.8 |
| 60-70 | 2.6 | 1.0 | 1.3 | 0.6 | 3.0 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 3.3 | 0.7 | 0.6 | 1.3 | 3.3 | 0.8 | 2.8 | 2.0 |
| 70-80 | 2.3 | 1.0 | 1.4 | 0.5 | 3.0 | 0.9 | 1.0 | 0.5 | 3.8 | 0.9 | 0.5 | 1.3 | 3.7 | 0.9 | 1.2 | 1.2 |
| 80-90 | 2.3 | 1.0 | 1.4 | 0.5 | 3.0 | 0.9 | 1.0 | 0.5 | 3.8 | 0.9 | 0.5 | 1.3 | 3.7 | 0.9 | 1.2 | 1.2 |
| 90-100 | 2.3 | 1.0 | 1.4 | 0.5 | 3.0 | 0.9 | 1.0 | 0.5 | 3.8 | 0.9 | 0.5 | 1.3 | 3.7 | 0.9 | 1.2 | 1.2 |
| tot | 31 | 8 | 12 | 9 | 32 | 7 | 9 | 12 | 27 | 4 | 5 | 19 | 27 | 8 | 44 | 32 |

| 2004 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| kg N/ha | | | | | | | | | | | | | | | | |
| datum- | | | | | | | | | | | | | | | | |
| > | 6 mei | | | | 1 juni | | | | 7 juli | | | | 1 september | | | |
| behand- | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> |
| > | | | | | | | | | | | | | | | | |
| diepte | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-10 | 7.4 | 4.9 | 3.9 | 5.4 | 7.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 3.8 | 0.5 | 0.5 | 4.9 | 5.2 | 2.5 | 11.5 | 12.8 |
| 10-20 | 7.4 | 4.9 | 3.9 | 5.4 | 7.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 3.8 | 0.5 | 0.5 | 4.9 | 5.2 | 2.5 | 11.5 | 12.8 |
| 20-30 | 5.6 | 3.4 | 3.4 | 4.4 | 5.1 | 0.7 | 0.7 | 1.2 | 4.5 | 0.5 | 0.5 | 4.9 | 4.6 | 2.0 | 9.5 | 11.8 |
| 30-40 | 3.9 | 2.0 | 2.9 | 3.4 | 3.2 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 5.2 | 0.5 | 0.5 | 4.9 | 4.0 | 1.5 | 7.5 | 10.8 |
| 40-50 | 3.2 | 1.6 | 2.7 | 2.7 | 3.1 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 5.0 | 0.6 | 0.5 | 4.8 | 4.0 | 1.3 | 6.6 | 10.6 |
| 50-60 | 2.5 | 1.2 | 2.5 | 2.0 | 3.0 | 0.5 | 1.0 | 0.7 | 4.8 | 0.7 | 0.5 | 4.7 | 4.1 | 1.2 | 5.8 | 10.5 |
| 60-70 | 1.8 | 0.9 | 2.2 | 1.2 | 2.8 | 0.5 | 1.2 | 0.6 | 4.6 | 0.9 | 0.5 | 4.6 | 4.2 | 1.1 | 5.0 | 10.4 |
| 70-80 | 1.1 | 0.5 | 2.0 | 0.5 | 2.7 | 0.5 | 1.5 | 0.5 | 4.4 | 1.0 | 0.5 | 4.5 | 4.3 | 1.0 | 4.1 | 10.3 |
| 80-90 | 1.1 | 0.5 | 2.0 | 0.5 | 2.7 | 0.5 | 1.5 | 0.5 | 4.4 | 1.0 | 0.5 | 4.5 | 4.3 | 1.0 | 4.1 | 10.3 |
| 90-100 | 1.1 | 0.5 | 2.0 | 0.5 | 2.7 | 0.5 | 1.5 | 0.5 | 4.4 | 1.0 | 0.5 | 4.5 | 4.3 | 1.0 | 4.1 | 10.3 |
| Tot | 35 | 20 | 27 | 26 | 39 | 6 | 11 | 9 | 45 | 7 | 5 | 47 | 44 | 15 | 70 | 110 |

Stikstofaanbod (N-mineraal) in de bodem (Kg N/ha) per behandeling in de eerste 30 cm in 2005

| | | | | | |
|--------|---------------|-----|---------|---------------|----|
| 23 mei | Behandeling 1 | 81 | 18 juli | Behandeling 1 | 43 |
| | Behandeling 2 | 53 | | Behandeling 2 | 34 |
| | Behandeling 3 | 125 | | Behandeling 3 | 42 |
| | Behandeling 4 | 123 | | Behandeling 4 | 64 |