



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

WAGENINGEN UR

Abortie bij courgette

Jan Janse, Wim Limburg en Joop Doorduyn

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Glastuinbouw
december 2005
PPO nr. 41717084

Productschap  Tuinbouw

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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

Dit project is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Louis Pasteurlaan 6
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer



Projectnummer: 417.17084
PT-nummer: 12085

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business Unit Glastuinbouw
Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 - 63 67 00
Fax : 0174 - 63 68 35
E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Samenvatting

Bij courgette kan abortie van bloemen (geeltjes) en vruchtjes (zwartjes) een groot probleem vormen. Soms worden wel 30% van de bloemen en vruchtjes geaborteerd. Dit kost productie en extra arbeid, omdat geaborteerde vruchtjes moeten worden verwijderd.

In 2005 is door PPO Glastuinbouw een onderzoek uitgevoerd om te proberen aanknopingspunten te vinden voor het ontstaan van abortie en dit via teeltmaatregelen trachten tegen te gaan. Het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. De proef vond plaats in twee afdelingen, waarbij naast een standaardklimaat gewerkt werd met een voornachtverlaging. Binnen de afdelingen lagen er behandelingen met twee plantdichtheden (1,2 en 1,5 planten/m²). Naast een behandeling zonder bladplukken, was er ook een behandeling waarin via het verwijderen van de oudste bladeren gestreefd werd naar een optimale LAI. De teelt duurde van week 3 tot en met week 23.

In de proef is veel abortie opgetreden: gemiddeld 28%. Hiervan bestond ongeveer een kwart uit geeltjes en driekwart uit zwartjes. Geeltjes kwamen vooral voor na een langere periode met relatief weinig instraling. Er kon geen duidelijke relatie worden gevonden tussen instraling en/of temperatuur en het aantal zwartjes. De hoeveelheid abortie werd wel duidelijk beïnvloed door de plantdichtheid. De hoogste plantdichtheid gaf relatief gezien 30% meer abortie. Vooral het aandeel van de geeltjes in de totale abortie nam toe bij dichtere planten. Een voornachtverlaging of bladverwijderen heeft niet tot minder abortie geleid.

Het dagelijks toepassen van een voornachtverlaging heeft bij courgette nauwelijks een positief effect gehad op de productie, terwijl het energieverbruik wel met zo'n 7% ofwel 1 m³/m² steeg. De behandeling waarbij gestreefd werd naar een optimale LAI door middel van het verwijderen van grote bladeren heeft zeker geen meerproductie opgeleverd ten opzichte van de standaard. Bij de hoogste plantdichtheid kwam de LAI in de laatste oogstweken in juni uit boven de 6, terwijl het geschatte optimum toen op 3,5 lag.

Door dichtere te planten nam het aandeel mannelijke bloemen toe van 34 naar 39%. Een plantdichtheid van 1,5 planten/m² heeft in vergelijking met een plantdichtheid van 1,2 planten/m² een meerproductie gegeven van 2 vruchten/m² ofwel 4%. Dit is een klein verschil en hoogstwaarschijnlijk onvoldoende om de meerkosten goed te maken. Per plant gezien is de productie bij de hoogste plantdichtheid 17% lager dan bij de laagste plantdichtheid. Dit productieverschil wordt voor circa 40% verklaard uit de vorming van minder vrouwelijke bloemen, voor 40% uit meer geeltjes en voor 20% uit meer zwartjes.

Ondanks de grotere hoeveelheid abortie bij nauwer planten, kan het in de praktijk toch aantrekkelijk zijn om naar een hogere plantdichtheid te gaan. Een plantdichtheid van 1,5 planten/m² lijkt echter aan de hoge kant. De plantdichtheid is mede afhankelijk van de lichtdoorlatendheid van de kas en het compact kunnen houden van het gewas.

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	2
1 INLEIDING	5
2 MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 Behandelingen.....	6
2.2 Waarnemingen.....	6
2.3 Overige gegevens.....	7
3 RESULTATEN EN BESPREKING	8
3.1 Klimaat	8
3.2 Productie en kwaliteit	9
3.3 Gewaswaarnemingen	10
3.3.1 Gewasstand	10
3.3.2 Aantal bladeren.....	11
3.3.3 Bladoppervlak.....	11
3.3.4 Plantlengte	12
3.3.5 Uitgroeiduur	12
3.3.6 Periode tussen tijdstip van waarneming bloem en de bloei	12
3.3.7 Plantbelasting.....	12
3.3.8 Mannelijke bloemen.....	13
3.3.9 Abortie.....	14
3.3.10 Oriënterende proef naar beperking assimilatenaanbod- en vraag	17
4 DISCUSSIE	18
5 CONCLUSIES	20
LITERATUUR.....	21
BIJLAGE 1	22

1 Inleiding

Bij courgette komen zeer frequent geaborteerde vruchten voor. Naast de veel voorkomende 'zwartjes', ontstaan ook wel geeltjes. Deze aborteren respectievelijk voor en na de bloei. Omdat veel telers er in dezelfde periode mee te maken te hebben, lijken mede de weersomstandigheden hierop van invloed. Toch komen er onverklaarbare verschillen tussen de bedrijven voor. Soms komen er op bepaalde bedrijven maanden achter elkaar zwartjes voor en op andere bedrijven slechts een korte periode. In recent PPO-onderzoek bleek zo'n 30% van de vruchtbeginsels te aborteren en hiervan bestond 80% uit zwartjes en de rest uit geeltjes (Janse et al., 2004).

Het optreden van zwartjes betekent voor telers een duidelijke opbrengstderving omdat deze vruchtjes niet geogst en verkocht kunnen worden, maar wél assimilaten verbruiken. Omdat de vruchtjes snel gaan rotten moeten ze ook van de plant worden verwijderd wat veel extra werk voor de teler met zich meebrengt. De laatste jaren wordt er uit productieoogpunt steeds nauwer geplant, wat de kans op zwartjes doet toenemen. Mogelijk moet bij een nauwere plantafstand een wat ander temperatuurregime worden aangehouden. Uit onderzoek van zo'n tien jaar geleden op proeftuin Westmaas leek het aantal zwartjes af te nemen naarmate de nachttemperatuur daalde (Tanis, 1995). Een lagere nachttemperatuur lijkt dus gunstig, maar heeft consequenties voor het percentage mannelijke bloemen en de ontwikkelingssnelheid van de courgette.

Bij gewassen zoals komkommer en tomaat wordt wel een voornachtverlaging toegepast. Het idee is dat de relatief warme vruchten dan nog extra assimilaten aantrekken. Toepassing hiervan bij courgette zou ertoe kunnen leiden dat er minder zwartjes ontstaan.

Uit bladoppervlakmetingen bleek dat courgette vooral tegen het einde van de teelt erg veel blad heeft. De LAI was toen opgelopen tot 6 (Janse et al., 2004). Dit lijkt niet optimaal, wat ten koste kan gaan van de vruchtgroei.

In dit rapport wordt een onderzoek beschreven naar een aantal factoren die van invloed zouden kunnen zijn op het optreden van abortie in courgette.

Het doel van het onderzoek is om oorzaken van abortie op te sporen en telers handvatten te geven om abortie te voorkomen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Behandelingen

De proefbehandelingen zijn vastgesteld in overleg met de BCO courgette. Voor het onderzoek waren twee afdelingen beschikbaar. De behandelingen waren:

A. Klimaat:

- Standaard temperatuurregiem
- Voornachtverlaging

B. Plantdichtheid:

- 1,2 planten/m² (53 cm)
- 1,5 planten/m² (42 cm)

C. Bladhoeveelheid:

- Geen blad verwijderen
- 'Optimalisering' hoeveelheid blad

Ad A. Bij het standaard temperatuurregiem werd tot 10 mei een stralingsverhoging op de temperatuur aangehouden van 1 à 2 °C per 200 W/m².

Bij de voornachtverlaging werd 0,5 uur voor zononder tot 3,5 uur (vanaf maart tot 1,5 uur) na zononder de temperatuur met een snelheid van 5 °C/uur verlaagd tot 14 °C (vanaf half april 13 °C). Om de lagere temperatuur te compenseren werd zowel overdag als de rest van de nacht of alleen overdag een iets hogere temperatuur aangehouden. Ook was er een extra stralingsverhoging op de temperatuur van 2 °C per 200 W/m² ten opzichte van de standaard. De voornachtverlaging is ingesteld op 9 februari, toen de eerste vruchtjes eraan hingen (zie Bijlage 1). Over een langere periode werd in beide behandelingen gestreefd naar dezelfde etmaaltemperatuur.

Ad C. Bij de optimale bladhoeveelheid is in overleg met een plantfysioloog van het PPO ingeschat wat de streef-LAI per maand bij courgette zou zijn. Voor de maanden februari, maart, april, mei en juni is gestreefd naar een LAI van respectievelijk 1,5 2,0 2,5 3,0 en 3,5 m²/m². Dit werd bereikt door indien nodig de onderste bladeren te verwijderen.

Oriënterende behandelingen

Bij enkele randplanten in elke kas werden wat extreme behandelingen uitgevoerd om het effect van enerzijds de beperking van aanmaak van assimilaten en anderzijds de beperking van de vraag naar assimilaten na te gaan op de hoeveelheid abortie. De behandelingen waren:

- om en om klein blaadje verwijderen
- om en om vruchtbeginsel verwijderen
- standaard

Bij deze planten is het aantal geaborteerde vruchtjes waargenomen.

2.2 Waarnemingen

Productie:	Dagelijks aantal vruchten en gewicht
Kwaliteit:	Dagelijks aantal klasse I en II
Plantbelasting:	Aantal vruchten aan de plant vanaf de bloei. Waarnemingen op maandag, woensdag en vrijdag
Uitgroeiduur:	Bepaling via labelen bij bloei; meestal op één dag in de week bij circa 15

Bladeren:	vruchten per klimaatbehandeling Aantal zichtbare bladeren per week, waarnemingen op dinsdag. Als kleinste blad werd een blad genomen met een totale lengte (bladsteel + bladschijf) van circa 10 cm en een oppervlakte van circa 35 m ² .
Bloemen:	Aantal mannelijke en vrouwelijke bloemen per week in de bladoksels van de zichtbare bladeren. Waarnemingen op dinsdag.
Vruchtabortie:	Wekelijks aantal vruchtbeginsels die aborteren ofwel geel worden voordat ze gebloeid hebben. Dit zijn 'geeltjes'. Tevens aantal vruchtjes die aborteren ofwel zwart worden enige tijd na de bloei, de zogenaamde 'zwartjes'.
Bladoppervlakte:	Meting bladoppervlakte bij twee planten per klimaatbehandeling via meting bladlengte- en breedte. Deze waarnemingen zijn om de 14 dagen uitgevoerd.
Bloemen zichtbaar tot bloei:	Tijdens de teelt zijn oriënterend enkele waarnemingen verricht om te bepalen hoe lang de periode was tussen zichtbaar zijn van de mannelijke en vrouwelijke bloem en de bloei
Plantlengte:	Aan het einde van de teelt is op 7 juni de plantlengte gemeten bij twee planten per veld

Van het klimaat werden per 5 minuten de volgende parameters geregistreerd: kastemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, buistemperatuur, CO₂ en ventilatie. De berekening van het energiegebruik gebeurde op basis van het model van Nawrocki, waarin gebruik gemaakt wordt van de gerealiseerde buis- en kastemperatuur.

2.3 Overige gegevens

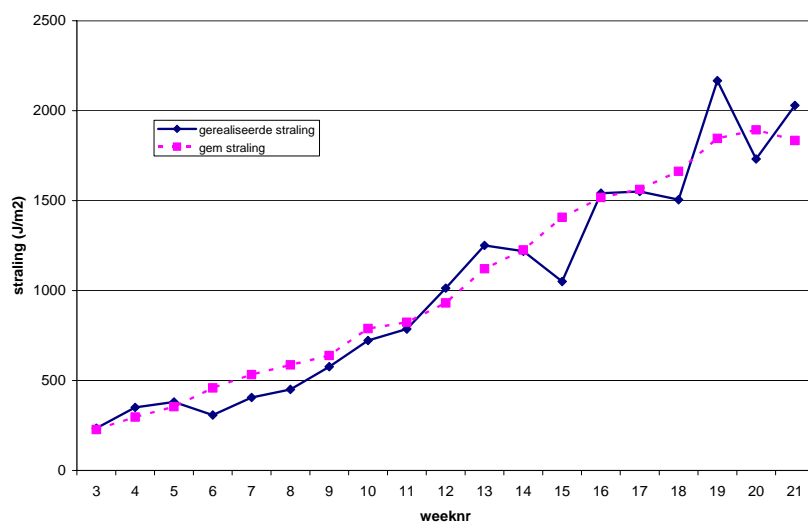
Kas	: PPO-kas 403 afdelingen 7 en 8
Grootte afdeling	: 76 m ²
Gaas	: de luchtramen waren begaasd
Zaaidatum	: 24 december 2004
Plantdatum	: 19 januari 2005
Ras	: Bengal (in proef), langs rand enkele planten Goldrush voor bestuiving
Aantal planten/veld	: 10
Veldgrootte	: oppervlakte bij 1,2 en 1,5 planten/m ² is respectievelijk 8,33 en 6,66 m ²
Herhalingen	: één afdeling per klimaatbehandeling, per klimaat overige behandelingen in tweevoud
Luchtbevochtiging	: in eerste teeltweken regelmatig natmaken bevoeiingsmatten op beton
Kouval	: tot en met maart kouval van 12,5 °C van 1 uur voor tot 2 uur na zonop
Start klimaatbehandelingen	: week 6
Teeltduur	: tot en met 12 juni 2005

3 Resultaten en bespreking

3.1 Klimaat

In Bijlage 1 zijn de klimaatinstellingen aan het begin van de proef weergegeven in tabel 7 in Bijlage 1. In tabel 8 in dezelfde bijlage staan de klimaatswijzingen gegeven gedurende de proef.

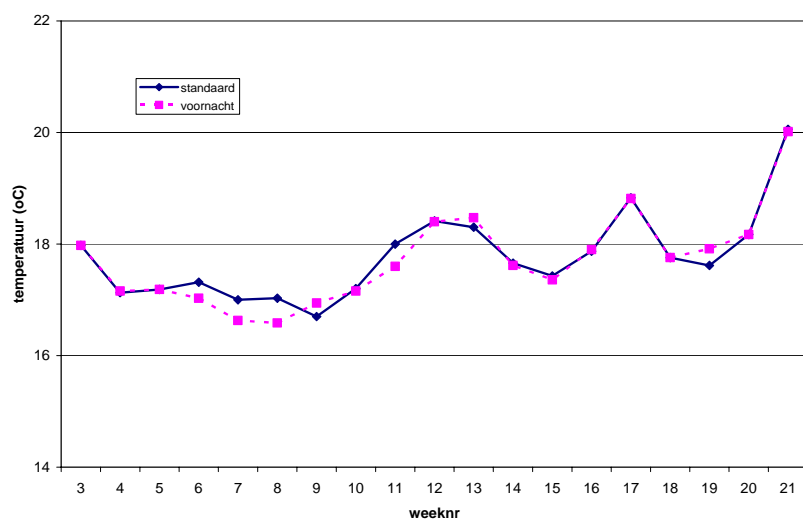
In de volgende figuur is de gerealiseerde stralingsom tijdens de proef weergegeven in vergelijking met het langjarig gemiddelde.



Figuur 1 : De gerealiseerde stralingsom per dag in vergelijking met het langjarig gemiddelde per week weergegeven

Vanaf week 6 tot en met week 8 is het duidelijk donkerder geweest dan normaal. Ook in week 15 is er relatief weinig instraling. Daarentegen is de instraling in week 19 duidelijk hoger dan het langjarig gemiddelde voor die week.

De wekelijks gerealiseerde temperatuur voor beide klimaatbehandelingen is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: De gemiddelde etmaaltemperatuur per week bij de standaard en voornachtverlaging

In week 6 tot en met 8 is de gemiddeld gerealiseerde temperatuur per week in de afdeling met voornachtverlaging wat lager dan in de standaard afdeling. In deze weken was de instraling ook lager dan normaal (zie figuur 1). Bij de voornachtverlaging werd de lagere temperatuur in de voornacht namelijk minder gecompenseerd als gevolg van de lage instraling. Vanaf week 12 zijn de verschillen in gemiddelde etmaaltemperatuur per week uiterst gering of afwezig.

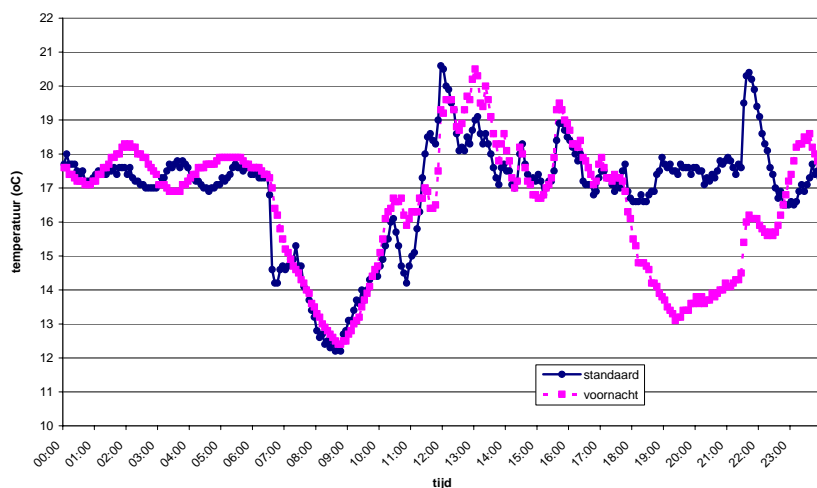
In onderstaande tabel zijn de gemiddelde klimaatparameters voor beide klimaten weergegeven.

Tabel 1: Het gemiddeld gerealiseerde klimaat en het energieverbruik in de proefperiode (week 3 tot en met 21) bij de beide klimaatbehandelingen

Klimaat-behandeling	Etmaaltemperatuur (°C)	RV (%)	CO ₂ -gehalte dag (ppm)	Ventilatie (%)	Berekende buistemperatuur (°C)	Berekend energiegebruik (m ³ /m ²)
Standaard	18,1	79,4	689	28,3	28,7	15,3
Voornachtverlaging	18,2	79,3	678	25,6	30,0	16,4

- Over de gehele periode gezien zijn de etmaaltemperatuur, de RV en het CO₂-gehalte in beide afdelingen praktisch gelijk. Tijdens de proef is er ook naar gestreefd om de etmaaltemperatuur in beide afdelingen over een langere periode gezien gelijk te houden.
- Bij de standaard is er iets meer geventileerd. Dit komt vooral omdat hier overdag de stralingsverhoging op de ventilatietemperatuur bij de standaardafdeling geringer was en er dus eerder werd gelucht.
- Het energiegebruik is in de afdeling met voornachtverlaging ruim 1 m³/m² hoger dan bij de standaard. Het gebruik van een voornachtverlaging kost dus 7% aan energie.

In de volgende figuur is als voorbeeld het verloop van de temperatuur weergegeven op 22 februari 2005.



Figuur 3: Verloop van de gerealiseerde kasttemperatuur bij de standaard en de voornachtverlaging op 22 februari.

Het effect van de voornachtverlaging is duidelijk in de figuur te zien. Vanaf circa 17.30 uur tot circa 21.30 uur is de temperatuur 3 à 4 oC lager in de afdeling met voornachtverlaging dan in de standaardafdeling. De piek van enkele graden na 21.30 uur in vooral de standaardafdeling wordt veroorzaakt door het sluiten van het scherm.

3.2 Productie en kwaliteit

In tabel 2 is de vroege productie weergegeven op 3 april 2006.

Tabel 2: Vroege productie en kwaliteit tot en met week 13 (3 april).

Behandeling	Stuks/m ² klasse I+II	Kg/m ² klasse I+II	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% Klasse 2
<i>Klimaat</i>				
Standaard	16,7	4,4	264	0,1
Voornachtverlaging	17,3	4,7	270	0,1
<i>Plantdichtheid</i>				
1.2 pl/m ²	16,3	4,3	265	0,2
1.5 pl/m ²	17,9	4,8	269	0,1
<i>Bladverwijderen</i>				
Geen bladverwijderen
'optimale' LAI ¹⁾
<i>Gemiddeld</i>	<i>17,0</i>	<i>4,5</i>	<i>267</i>	<i>0,1</i>

¹⁾Eerste bladeren pas verwijderd in week 13

- De productie in de afdeling met voornachtverlaging ligt begin april zeker niet lager dan bij de standaard. Ook het vruchtgewicht is in het vroege voorjaar iets hoger bij de voornachtverlaging.
- De hoge plantdichtheid geeft circa 1,5 vruchten/m² meer dan de lage plantdichtheid. Dat is op deze peildatum zo'n 10% meer.
- De verschillen in kwaliteit ofwel percentage klasse 2 zijn erg gering.

In tabel 3 is de eindproductie weergegeven.

Tabel 3: Eindproductie en kwaliteit bij de verschillende behandelingen tot en met week 23 (12 juni).

Behandeling	Stuks/m ² klasse I+II	Kg/m ² klasse I+II	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% Klasse 2
<i>Klimaat</i>				
Standaard	50,8	17,2	338	6,0
Voornachtverlaging	51,8	17,4	336	6,7
<i>Plantdichtheid</i>				
1.2 pl/m ²	50,4	17,1	340	6,8
1.5 pl/m ²	52,5	17,5	333	5,9
<i>Bladverwijderen</i>				
Geen bladverwijderen	52,4	17,6	337	6,4
'optimale' LAI	50,2	16,9	336	6,4
<i>Gemiddeld</i>	<i>51,3</i>	<i>17,3</i>	<i>337</i>	<i>6,4</i>

- In de proef leidt een voornachtverlaging nauwelijks tot een productieverhoging, namelijk maar 1 vrucht/m² meer ofwel plus 2%.
- De hoge plantdichtheid geeft in de proef aan het eind ruim 2 vruchten/m² meer. Dat is plus 4%. Ook dit verschil is relatief gering. De vruchten zijn bij een hoge plantdichtheid iets lichter in gewicht. Nauwer planten geeft eerder minder dan meer klasse 2 vruchten.
- Het streven naar een optimale LAI heeft zeker geen meerproductie opgeleverd. Bij de optimale LAI zijn er zo'n 2 vruchten/m² minder geoogst dan bij de behandeling waar geen bladeren werden verwijderd.

3.3 Gewaswaarnemingen

3.3.1 Gewasstand

De weggroei van de planten verliep goed. Vanaf april ontstond er in beide kassen vrij veel abortie. Dit bleef in feite zo tot het einde van de proef. Er ontstond mede hierdoor in mei en juni een zwaar gewas met grote bladeren. Mede door soms hoog oplopende temperaturen als gevolg van veel instraling, ontstonden soms ook vruchten met verbrande bloempuntjes die onvoldoende uitgroeiden, waardoor de vraag naar assimilaten eveneens afnam. Hierdoor bleven er nog meer assimilaten over voor het gewas, waardoor het

gewas nog zwaarder ging groeien. Het gewas belandde in feite in een vicieuze cirkel waar tot het eind van de proef niet uit werd gekomen. Met ziekten en plagen zijn er verder weinig problemen geweest. Aan het einde van de proef was het aantal uitgevallen planten te verwaarlozen.

3.3.2 Aantal bladeren

In tabel 4 is het aantal gevormde bladeren per week weergegeven.

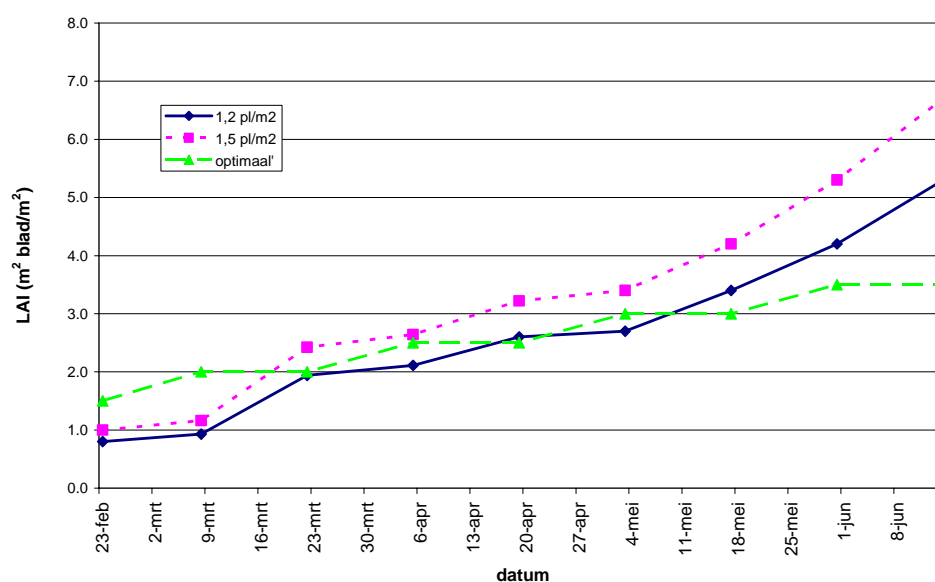
Tabel 4: Het aantal bladeren bij de start, het totaal aantal gevormde bladeren tijdens de proefperiode en het gemiddeld aantal bladeren per week (week 4 t/m 23) per behandeling weergegeven.

Behandeling	Aantal bladeren bij start	Totaal aantal bladeren einde proef	Gemiddeld aantal bladeren per week
<i>Klimaat</i>			
Standaard	5,1	100,4	5,0
Voornachtverlaging	5,0	102,9	5,2
<i>Plantdichtheid</i>			
1.2 pl/m ²	5,0	100,9	5,1
1.5 pl/m ²	5,1	102,4	5,1
<i>Bladverwijderen</i>			
Geen bladverwijderen	5,1	101,9	5,1
'optimale' LAI	5,0	101,4	5,1
<i>Gemiddeld</i>	<i>5,1</i>	<i>101,7</i>	<i>5,1</i>

- Een voornachtverlaging geeft gemiddeld iets meer bladeren per week.
- Het effect van de plantdichtheid op het aantal bladeren is zeer gering.
- Van onderen bladeren verwijderen heeft invloed op de vorming van het aantal bladeren.

3.3.3 Bladoppervlak

In de volgende figuur is de LAI in bladoppervlak/m² per plantdichtheid weergegeven in de loop van de proef bij de behandeling zonder bladverwijderen.



Figuur 4: Bladoppervlakte (LAI) bij de twee plantdichtheden en de optimaal geachte bladoppervlakte in de loop van de tijd.

- Door het groter aantal planten per oppervlakte eenheid is het bladoppervlak bij de hoge plantdichtheid steeds hoger dan bij de lage plantdichtheid. Aan het einde van de proef is het verschil in LAI tussen

beide plantdichtheden opgelopen tot bijna $1,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

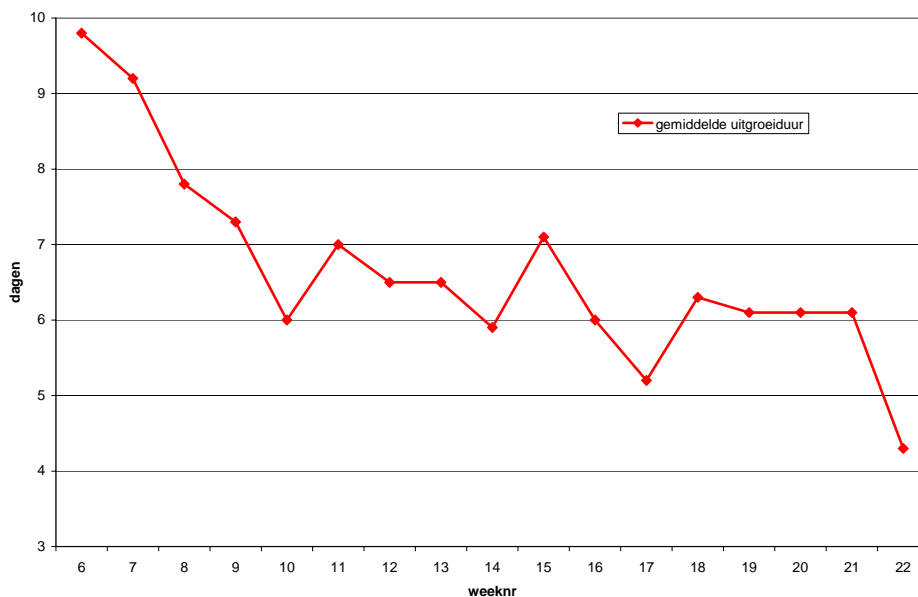
- Vooral vanaf mei neemt de LAI sterk toe. Aan het einde van de proef komt de LAI bij de hoogste plantdichtheid zelfs boven de 6,5 uit.
- Bij de lage plantdichtheid is de gerealiseerde LAI tot circa half maart lager dan de ingeschatte optimale LAI; daarna is deze ongeveer gelijk en vanaf half mei duidelijk hoger.
- Bij de hoge plantdichtheid is de gemeten LAI alleen in de eerste teeltmaand lager dan het geschatte optimum. Vooral vanaf half mei ligt de gerealiseerde LAI er duidelijk boven.
- Aan het einde van de proef is de LAI bij de lage en hoge plantdichtheid zelfs respectievelijk circa 50 en 90% % hoger dan de geschatte optimale LAI. Dit geldt voor de behandelingen zonder bladplukken.
- Tussen de klimaten lijken er weinig verschillen te zijn in LAI.

3.3.4 Plantlengte

Bij de plantlengtemetingen aan het einde van de proef bleken de planten bij de voornachtverlaging een paar centimeter (ruim 3%) langer te zijn dan bij de standaard. De plantlengte bij de standaard en de voornachtverlaging was namelijk respectievelijk 126 en 130 cm. De plantlengte bij de lage en hoge plantdichtheid was 127 en 129 cm. Het verschil was dus zeer gering. Bladverwijderen had geen invloed op de plantlengte.

3.3.5 Uitgroeiduur

De uitgroeiduur van de vruchten gemiddeld over alle behandelingen staat in figuur 5.



Figuur 5: Gemiddelde uitgroeiduur per week van de vruchten in de proef.

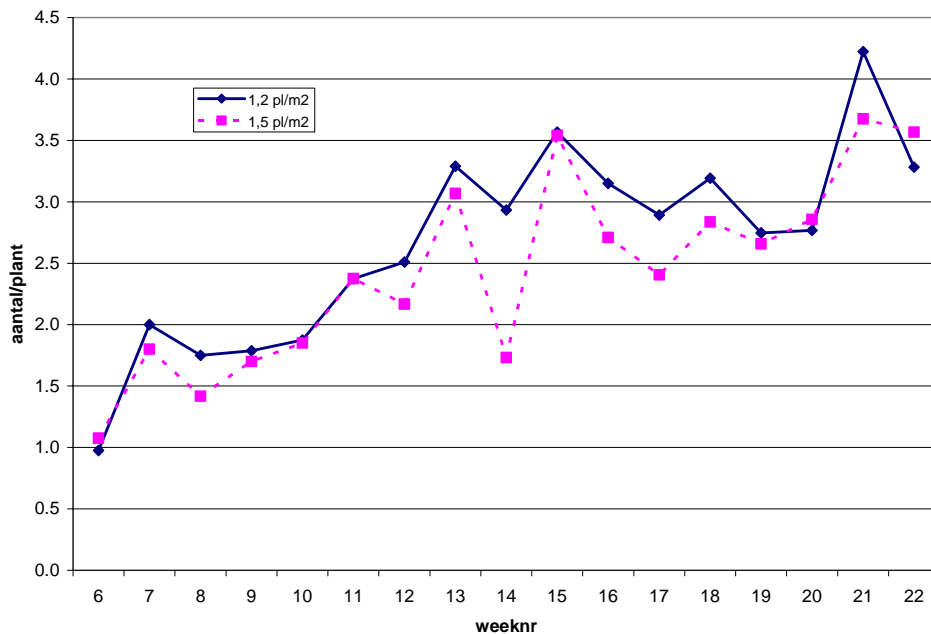
De uitgroeiduur neemt af in de tijd van ruim 9 dagen voor de eerste vruchten tot ruim 4 dagen bij de laatste vruchten. Gemiddeld over de gehele periode is de uitgroeiduur 6,5 dagen.

3.3.6 Periode tussen tijdstip van waarneming bloem en de bloei

Drie maal tijdens de proef zijn oriënterende waarnemingen verricht ten aanzien van de lengte van de periode tussen het zichtbaar zijn van de vrouwelijke en mannelijke bloemen en het moment van bloei. Voor de vrouwelijke bloemen bedroeg deze periode ongeveer één à anderhalve week. Bij de mannelijke bloemen was dit 3 à 3,5 week.

3.3.7 Plantbelasting

In figuur 6 is het verloop van de plantbelasting (aantal vruchten/plant) weergegeven bij de twee plantdichtheden.

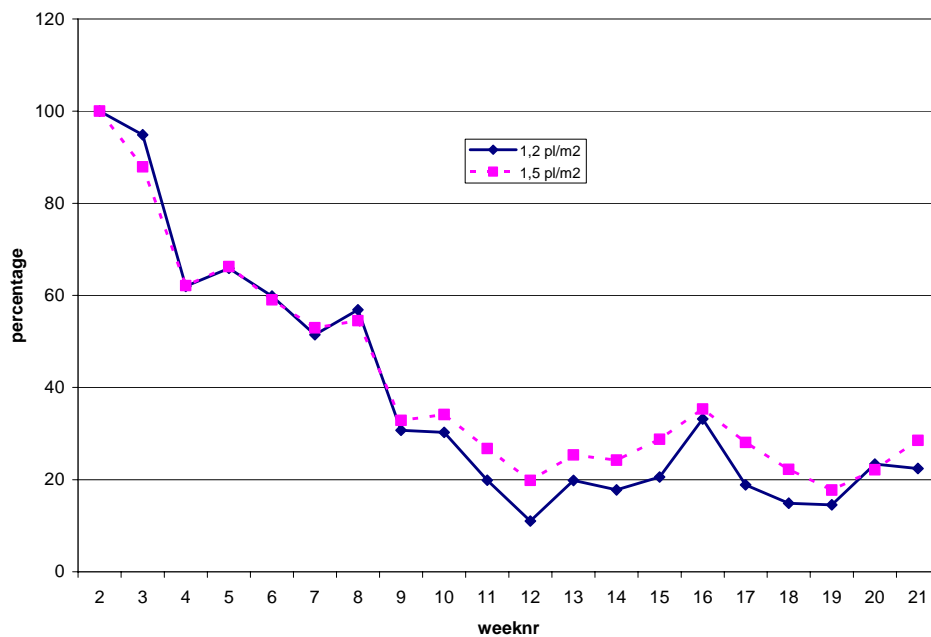


Figuur 6: Het verloop van de plantbelasting bij een plantdichtheid van 1,2 en 1,5 planten/m².

- Het aantal vruchten per plant is meestal wat lager bij de hoge dan bij de lage plantdichtheid. Vooral in week 14 is er bij de hoge plantdichtheid een duidelijk dal in de plantbelasting.
- Gemiddeld over de gehele periode is de plantbelasting bij de lage en hoge plantdichtheid respectievelijk 2,7 en 2,4 vruchten/m².

3.3.8 Mannelijke bloemen

Gemiddeld over de gehele proefperiode is het percentage mannelijke bloemen over alle behandelingen 36%. In de volgende figuur is het verloop in de tijd gegeven per plantdichtheid.



Figuur 7: Het verloop van het percentage mannelijke bloemen bij de twee plantdichtheden.

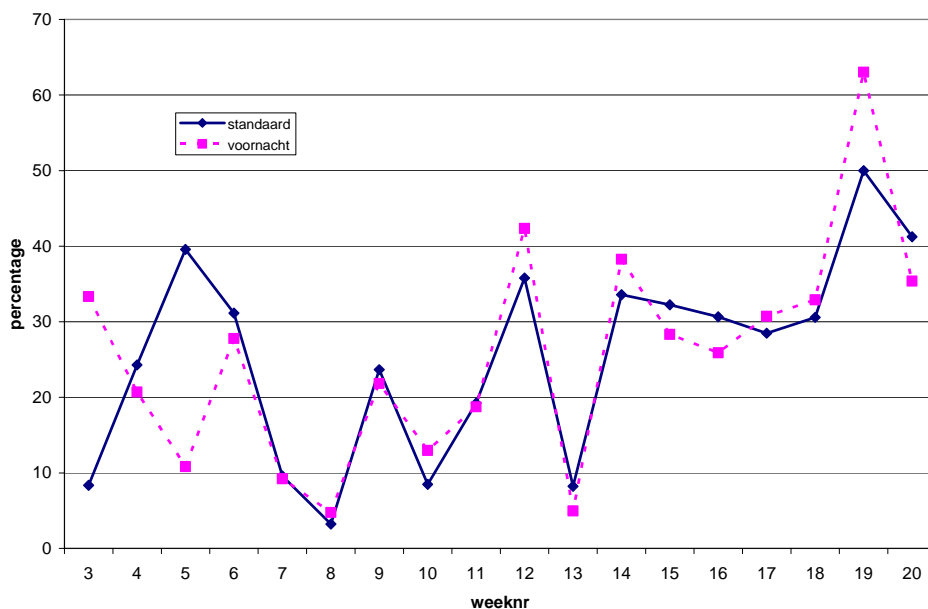
- In de eerste 8 weken is er weinig verschil in percentage mannelijke bloemen tussen de twee

plantdichtheden. De bloemen die zichtbaar worden in deze periode zijn echter voor het grootste gedeelte nog gevormd tijdens de opkweek.

- Vanaf week 10 worden er bij de hoge plantdichtheid relatief veel mannelijke bloemen, dus minder vrouwelijke bloemen gevormd.
- Gemiddeld over de gehele periode was het percentage mannelijke bloemen bij een plantdichtheid van 1,2 en 1,5 planten/m² respectievelijk 34 en 39%. Dit betekent dat het percentage vrouwelijke bloemen respectievelijk 66 en 61% was. Relatief gezien is dit verschil 7%.
- In geen enkele week is er in de proef een tekort aan mannelijke bloemen ontstaan voor de bestuiving.
- De voornachtverlaging en het bladverwijderen hadden nauwelijks of geen invloed op het percentage mannelijke en dus ook vrouwelijke bloemen ten opzichte van de standaardbehandelingen.

3.3.9 Abortie

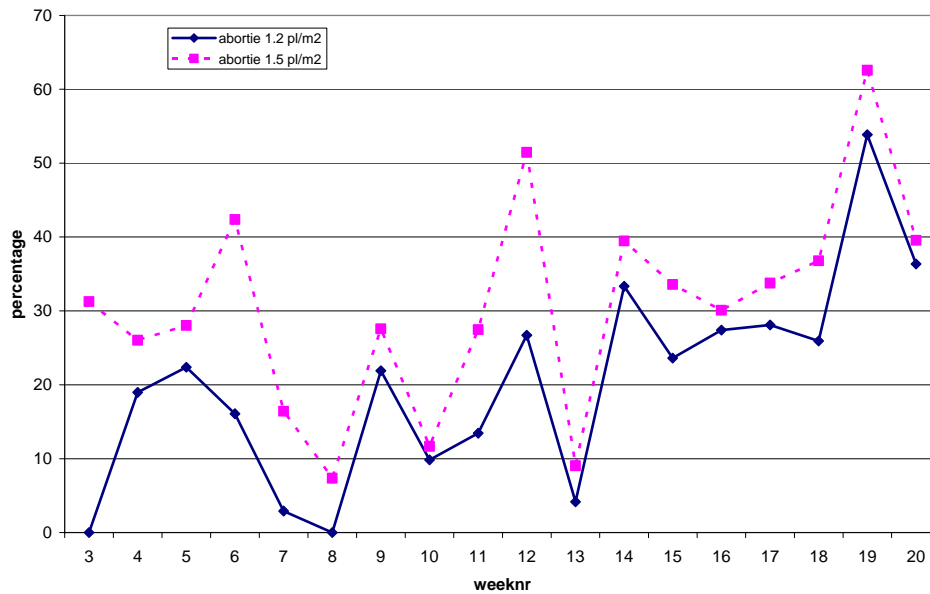
In figuur 8 is per klimaatbehandeling het percentage geaborteerde vruchtjes (zwartjes + geeltjes) gemiddeld per week weergegeven.



Figuur 8: Percentage totale abortie (geeltjes en zwartjes) per week bij de beide klimaatbehandelingen.

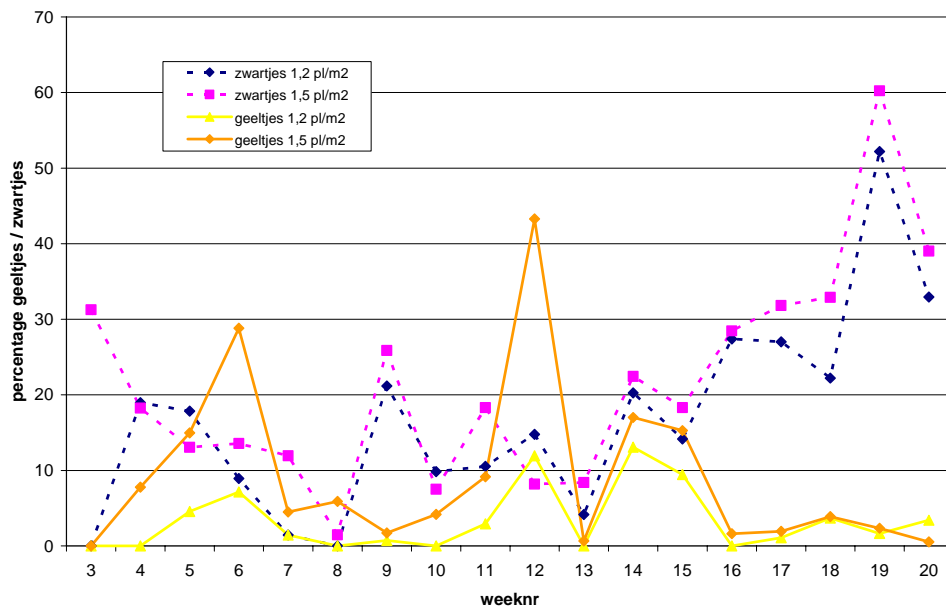
- Met uitzondering van enkele weken in de beginperiode is er weinig verschil in percentage abortie tussen de twee klimaatbehandelingen.
- Er zijn duidelijke verschillen per week in percentage abortie. Dit varieert van ongeveer 5% in week 8 tot wel 50 à 60% in week 19.

In de volgende figuren is per week het verloop van respectievelijk de totale abortie en het percentage geeltjes en zwartjes zichtbaar gemaakt voor beide plantdichtheden.



Figuur 9: Percentage totale abortie bij de twee plantdichtheden per week.

- Elke week ligt het abortiepercentage bij de hoge plantdichtheid boven die van de lage plantdichtheid.



Figuur 10: Percentage geeltjes en zwartjes per week bij de beide plantdichtheden.

- Duidelijke pieken in percentage geeltjes zijn er bij beide behandelingen in week 5/6, 12 en 14/15. Het relatief hoge aantal geeltjes in week 5/6 en week 14/15 zou te maken kunnen hebben met de relatief lage instraling in de betreffende periodes (zie figuur 1). De sterke piek in week 12 is hieruit echter niet te verklaren.
- Bij de zwartjes zijn er duidelijke pieken in week 9 en 19. Dit lijkt niet verklaard te kunnen worden uit de instralings- en temperatuurgegevens rondom deze weken (zie figuur 1 en 2).
- Verschillen in abortie tussen de beide plantdichtheden zijn er vooral bij de geeltjes: een hoge plantdichtheid geeft meer geeltjes. Vaak ligt het percentage zwartjes bij de hoge plantdichtheid echter ook wat hoger dan bij de lage plantdichtheid.

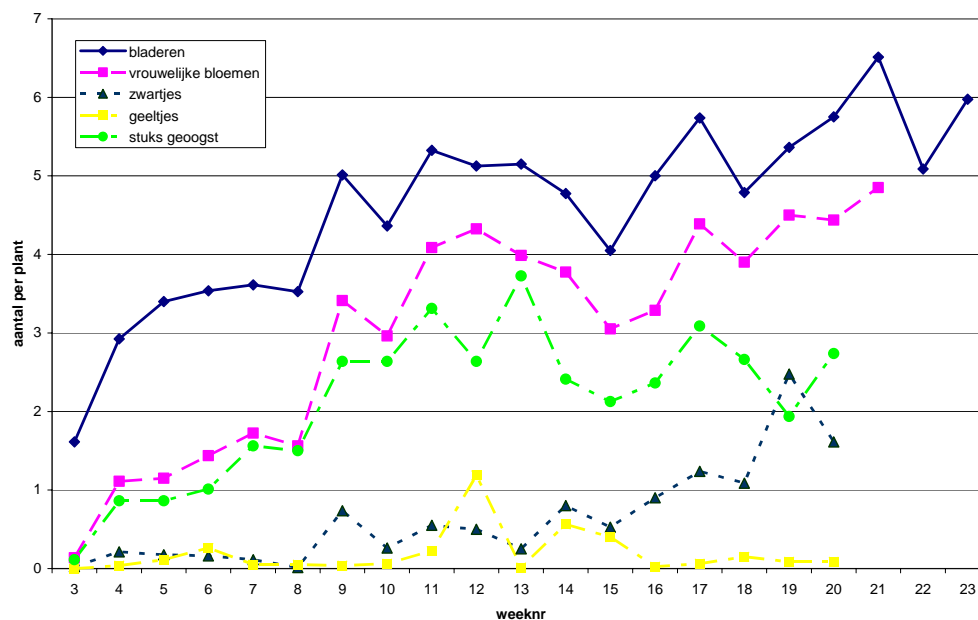
In tabel 5 worden de gemiddelde percentages geaborteerde vruchtjes en bloemetjes per behandeling gegeven.

Tabel 5: Percentage zwartjes, geeltjes en totaal geaborteerd per behandeling gemiddeld over de gehele periode.

Behandeling	Percentage geeltjes	Percentage zwartjes	Percentage abortie
<i>Klimaat</i>			
Standaard	6	22	28
Voornachtverlaging	6	22	29
<i>Plantdichtheid</i>			
1.2 pl/m ²	4	20	24
1.5 pl/m ²	9	24	33
<i>Bladverwijderen</i>			
Geen bladverwijderen	7	21	28
'optimale' LAI	7	23	29
<i>Gemiddeld</i>	<i>7</i>	<i>22</i>	<i>28</i>

- De klimaatbehandeling heeft geen duidelijk effect op het percentage geeltjes en zwartjes.
- Het percentage abortie is duidelijk hoger bij de hoge plantdichtheid: 25% meer planten geeft 30% meer abortie.
- De grotere hoeveelheid abortie wordt veroorzaakt door meer geeltjes en zwartjes, maar vooral door meer geeltjes. Van de totale hoeveelheid abortie is het relatieve aandeel van de geeltjes bij de lage en hoge plantdichtheid respectievelijk 17 en 27%.
- Streven naar een optimale LAI door middel van het verwijderen van bladeren heeft nauwelijks effect op het totale abortiepercentage. Mogelijk ligt het percentage zwartjes iets hoger.

In de volgende figuur is gemiddeld over alle behandelingen het aantal gevormde bladeren, vrouwelijke bloemen, zwartjes, geeltjes en geogoste vruchten per plant weergegeven.



Figuur 11: Het aantal gevormde bladeren, vrouwelijke bloemen, zwartjes, geeltjes en geogoste vruchten per plant gemiddeld over alle behandelingen.

- Pieken in geeltjes zijn er in week 12, 14 en 15.
- In het begin zijn er weinig zwartjes maar later neemt dit behoorlijk toe.
- Het aantal geogoste vruchten per plant valt in de tweede helft van de teelt (vanaf week 14) tegen. Gezien de hoeveelheid instraling zou dit juist moeten stijgen (zie figuur 1).
- Ook in de tweede helft van de teelt is het aantal vrouwelijke bloemen ten opzichte van de mannelijke

bloemen eigenlijk te laag. Dit duidt op een vegetatieve groei.

- Het aantal gevormde bladeren per week neemt toe in de tijd.

3.3.10 Oriënterende proef naar beperking assimilatenaanbod- en vraag

In de randrij zijn waarnemingen verricht bij planten waarbij om en om een blaadje werd verwijderd, de helft van de vruchtjes in een klein stadium werden verwijderd of waar niets werd gedaan (=standaard). De behandelingen zijn gestart op 22 maart (week 12). Het proefje moest helaas vroegtijdig worden afgebroken, omdat vooral in de behandelingen waarbij de helft van de vruchtjes werden gedund, relatief veel vruchten met verbrande bloempuntjes ontstonden. In een enkele plant brandde zelfs de kop er volledig uit. Hierdoor was het niet meer mogelijk om nog goede waarnemingen te verrichten.

In de volgende tabel zijn de resultaten weergegeven van week 12 tot en met week 18.

Tabel 6: Percentage geaborteerde vruchten bij drie behandelingen in een oriënterend proefje

Behandeling	% geaborteerde vruchten
Standaard	24
Om en om blad verwijderen	41
Om en om vrucht verwijderen	1

- Als de productie aan assimilaten wordt verminderd door het verwijderen van de helft van de bladeren, leidt dit tot bijna een verdubbeling van de abortie.
- Door de helft van de vruchtjes te verwijderen groeien vrijwel alle vruchtjes goed uit en is er weinig abortie.

4 Discussie

In deze proef naar de oorzaken van abortie is inderdaad veel abortie opgetreden. Gemiddeld over alle behandelingen was het abortiepercentage 28%. Hiervan bestond gemiddeld ongeveer een kwart uit geeltjes en driekwart uit zwartjes. Dit komt grotendeels overeen met de resultaten van eerder onderzoek, waar de verhouding op ongeveer 20/80 lag (Janse et al., 2004).

Het grootste effect op de abortie is gevonden bij de plantdichtheid. 25% meer planten per oppervlakte-eenheid gaf 30% meer abortie. Bij de hoge plantdichtheid werden er relatief veel geeltjes gevormd. In tegenstelling tot de verwachting hadden de voornachtverlaging en het bladverwijderen nauwelijks of geen invloed op de hoeveelheid abortie. Wel leken de vruchten in de vroege voorjaarsmaanden iets zwaarder te zijn in de afdeling met voornachtverlaging.

De voornachtverlaging is in de proef consequent dagelijks toegepast. Mogelijk zou het toepassen van een voornachtverlaging alleen bij veel instraling wel een positief effect gehad kunnen hebben. Het idee erachter was dat de relatief warme courgettevruchten nog extra assimilaten aantrekken en er minder zwartjes zouden ontstaan. In de proef kon dit echter niet worden bevestigd.

Een feit blijft echter dat een voornachtverlaging gepaard gaat met meer energieverbruik. Omdat de temperatuur snel moet dalen, wordt veel warmte weg gelucht. Om op dezelfde etmaaltemperatuur uit te komen, moet dit de rest van de dag worden gecompenseerd door een hogere temperatuur aan te houden. Hoewel gedeeltelijk kan worden geprofiteerd van de stralingswarmte van de zon door een extra lichtverhoging op de ventilatietemperatuur te zetten, kost dit toch meer energie. In de proef was het meerverbruik aan gas bij de behandeling met de voornachtverlaging zo'n 7%. Mede gezien de hoge gasprijzen is dit ongewenst.

Als de productie per plant wordt uitgedrukt, dan is het duidelijk dat bij de hoge plantdichtheid **per plant** minder wordt geoogst dan bij de lage plantdichtheid ofwel de standaard. De productie per plant is bij de lage en hoge respectievelijk 42 en 35 vruchten. Het productieverschil per plant bedraagt dus 7 vruchten ofwel 17%. De lagere productie per plant bij de hoge plantdichtheid wordt voor circa 40% verklaard uit het gegeven dat de plant minder vrouwelijke ofwel meer mannelijke bloemen vormt. De rest (60%) wordt verklaard uit de vorming van meer geeltjes en zwartjes. De verschillen in geeltjes en zwartjes verklaren respectievelijk 40% en 20% van het verschil in productie per plant tussen beide plantdichtheden. De planten worden bij een hoge plantdichtheid dus duidelijk vegetatiever.

Omdat er echter meer planten op dezelfde oppervlakte staan, is de productie per m² toch hoger. Het verschil is met 2 vruchten/m² ofwel 4% echter relatief gering en hoogstwaarschijnlijk onvoldoende om de meerkosten van arbeid en planten te vergoeden. In eerdere proeven was de productiestijging echter veel groter: per 10% meer planten/m² was de stijging over een groot aantal proeven ongeveer 7%. Bij de behandeling in de proef zou volgens deze berekening bij 25% meer planten de productiestijging ongeveer 17% hebben moeten bedragen. Dat is duidelijk meer dan in werkelijkheid is gerealiseerd. Mogelijk heeft dit mede te maken met de relatief grote lichtonderschepping door de kasdelen en/of het hoog oplopen van de temperatuur in de kleine kassen bij veel instraling.

Ondanks de grotere hoeveelheid abortie bij nauwer planten, kan het voor telers toch aantrekkelijk zijn om naar een hogere plantdichtheid te gaan. Een plantdichtheid van 1,5 planten/m² lijkt echter aan de hoge kant. De plantdichtheid is mede afhankelijk van de lichtdoorlatendheid van de kas en het compact kunnen houden van het gewas. Door een flinke kouval kan het gewas compacter blijven (Janse en Berkhout, 2003).

Tijdens de proef is het gewas door een of meer onbekende oorzaken in een soort vicieuze cirkel terecht gekomen. Door veel abortie ontstond er hoogstwaarschijnlijk een overschot aan assimilaten die met name in de plant ofwel het blad werd gestopt. De planten gingen hierdoor sterker groeien en er werden grotere bladeren gevormd. Hierdoor werd de plant nog vegetatiever, waardoor de vruchtjes waarschijnlijk weer gemakkelijk aborteerden en hetzelfde proces zich weer herhaalde. Vanaf eind april (week 17) tot aan het einde van de proef is er duidelijk minder geoogst dan gewenst.

Uit de proef lijkt naar voren te komen dat er bij een langdurige periode (weken) met relatief weinig instraling,

er meer geeltjes worden gevormd. Dit kan waarschijnlijk deels worden tegengegaan door wat lagere etmaaltemperaturen aan te houden. Ten aanzien van de zwartjes zijn er geen duidelijke aanknopingspunten binnen het onderzoek gevonden.

Weliswaar geeft een hoge plantdichtheid meer geeltjes en zwartjes, maar in een normale situatie leidt een hogere plantdichtheid toch tot een duidelijk hogere productie (Disco, 2001). De meerarbeid en de hogere plantkosten worden hierdoor meer dan vergoed. Mogelijk is 1,5 planten/m² echter wat aan de hoge kant.

Het streven in de proef naar een optimale LAI door het verwijderen van de onderste bladeren heeft absoluut geen positief effect gehad op de productie of de hoeveelheid abortie. Dit is vreemd, omdat de LAI vooral in de laatste oogstweken erg hoog was. Bij de hoogste plantdichtheid kwam deze zelfs boven de 6 uit, terwijl het geschatte optimum maximaal 3,5 is. Afhankelijk van de plantdichtheid lag de LAI in de laatste waarnemingsweek zelfs 50 tot 90% boven de optimaal geachte LAI. Deze bladeren verbruiken extra assimilaten, die niet naar de vruchten gaan. Mogelijk is het beter om bijvoorbeeld wekelijks vanaf half mei een klein blaadje te verwijderen uit een oksel waar geen vrouwelijke bloem inzit. Dan hoeft de plant ook niet te investeren in dit blad. Dit wordt ook wel bij tomaat toegepast. Afhankelijk van de plantdichtheid ging vanaf ongeveer half mei de werkelijke LAI fors afwijken van het geschatte optimum. Dit was ook in eerder onderzoek het geval (Janse et al., 2004). Te veel blad wegnemen in een jong stadium kan echter ten koste gaan van de productie (Janse, 2000). Dit blijkt ook uit de oriënterende proef in de randrij, waarbij de helft van de blaadjes werden verwijderd. Hierdoor ontstond duidelijk meer abortie. Als een plant goed in evenwicht is, is het hoogstwaarschijnlijk niet gewenst om kleine blaadjes te verwijderen.

5 Conclusies

- Gemiddeld over alle behandelingen bedroeg het percentage abortie 28%. Hiervan bestond ongeveer een kwart uit geeltjes en driekwart uit zwartjes.
- Een langere periode met relatief weinig instraling lijkt de vorming van geeltjes te stimuleren.
- In relatie tot het klimaat konden in de proef geen duidelijke aanknopingspunten worden gevonden voor het ontstaan van zwartjes.
- Een toename van de plantdichtheid met 25% (van 1,2 naar 1,5 planten/m²) leidde tot 30% meer geaborteerde vruchtjes.
- In vergelijking met de lage plantdichtheid nam het relatieve aandeel van de geeltjes bij de hoge plantdichtheid toe van 17 naar 27%.
- Het dagelijks toepassen van een voornachtverlaging heeft bij courgette nauwelijks een positief effect gehad op de productie of het abortiepercentage, terwijl het energieverbruik wel met zo'n 7% ofwel 1 m³/m² steeg.
- Streven naar een optimale LAI door regelmatig de oudste bladeren te verwijderen heeft niet geleid tot productieverbod of minder abortie.
- Bij de hoogste plantdichtheid kwam de LAI in de laatste oogstweken in juni uit boven de 6, terwijl het geschatte optimum op 3,5 ligt.
- Door dichter te planten ontstaan er meer mannelijke bloemen. Bij de onderzochte plantdichtheden nam het percentage mannelijke bloemen toe van 34 tot 39%.
- Een plantdichtheid van 1,5 planten/m² heeft in vergelijking met een plantdichtheid van 1,2 planten/m² een meerproductie gegeven van 2 vruchten/m². Dit betekent dat 25% meer planten in de proef leidde tot een productieverbod van maar 4%.
- Per plant gezien is de productie bij de plantdichtheid van 1,5 plant/m² 17% lager dan bij 1,2 planten/m².
- Dit productieverschil wordt voor circa 40% verklaard uit de vorming van minder vrouwelijke bloemen, voor 40% uit meer geeltjes en voor 20% uit meer zwartjes.
- Van zichtbaar zijn tot bloei duurt bij vrouwelijke bloemen één tot anderhalve week en bij mannelijke bloemen nog twee weken langer.

Literatuur

- Disco, A., 2001. Nauwer planten legt courgetteteler geen windeieren. Groenten & Fruit, 2001, week 48, p. 32.
- Janse, J., 2000. Lichtefficiëntie bij courgette. Onderzoek naar plantverdeling, plantdichtheden en bladsnoei. PBG-rapportnr. 298.
- Janse, J. en B. Berhout, 2003. Effect kouval op compactheid courgetteplanten. PPO-rapport projectnr. 417.04608.
- Janse, J., F. Buwalda, B. Houter en M. Raaphorst, 2004. Stralingsafhankelijke temperatuur bij courgette. PPO-rapport projectnr. 417.17029.
- Tanis, C. Courgette: Effect nachttemperatuur op verhouding mannelijke en vrouwelijke bloemen. Interne notitie proeftuin Westmaas, nr. ZW590.

Publicaties naar aanleiding van het onderzoek naar abortie bij courgette:

- Anonymus, 2005. Voornachtverlaging geen invloed op courgette. Groenten & Fruit, week 49, p. 12.
- Janse, J., 2005. Meer abortie bij nauwer planten courgette. Gewasnieuws Kleine gewassen LTO-Groeiservice, 8(2): 3.
- Janse, J., 2006. Nauwer planten geeft meer abortie. Groenten & Fruit, februari 2006, in druk.

Bijlage 1

Tabel 7: Ingesteld klimaat bij de start van de proef met courgettes op 19 januari 2005.

Klimaatparameter\behandeling	Standaard	Voornachtverlaging
Stooktemperatuur dag	18,0 °C	18,0 °C
Stooktemperatuur nacht	18,0 °C	18,0 °C
Ventilatietemperatuur dag en nacht	+1 °C	+1 °C
Dalingssnelheid verwarming en ventilatie	5 °C / uur	5 °C / uur
Stijgsnelheid verwarming en ventilatie	2 °C / uur	2 °C / uur
Maximum ventilatie	105%	105%
Achterlopen windzijde op luwe zijde	100%	100%
CO ₂ dag	1200	1200

Tabel 8: Veranderingen klimaatinstellingen tijdens de proef (veranderingen zijn cursief weergegeven)

Datum wijziging	Klimaatparameter	Standaard	Voornachtverlaging
24 jan	Stooktemperatuur dag/nacht	<i>18,0°C/17,5°C</i>	<i>18,0°C/17,5°C</i>
	Stooktemperatuur rond zonop (= 1 uur voor tot 2 uur na zonop)	<i>12,5°C</i>	<i>12,5°C</i>
	Stralingsinvloed stook- en ventilatietemperatuur dag	<i>100 tot 300W: +2°C</i>	<i>100 tot 300W: +2°C</i>
	Scherm open	<i>1 uur voor zonop</i>	<i>1 uur voor zonop</i>
	Scherm dicht	<i>dicht buitenT < 7°C</i>	<i>dicht buitenT < 7°C</i>
	Snelheid openen scherm	<i>leens open</i>	<i>leens open</i>
28 jan	Stooktemperatuur dag/nacht	<i>18,2°C/17,7°C</i>	<i>18,2°C/17,7°C</i>
1 febr	Scherm dicht	<i>1 uur na zononder</i>	<i>1 uur na zononder</i>
		<i>buitenT < 5°C</i>	<i>buitenT < 5°C</i>
	CO ₂ dag	<i>2000</i>	<i>2000</i>
4 febr	Stijgsnelheid verwarming en ventilatie	<i>3°C / uur</i>	<i>3°C / uur</i>
	CO ₂ dag	<i>2500</i>	<i>2500</i>
9 febr	Stooktemperatuur dag/nacht	<i>18,0°C/17,5°C</i>	<i>18,2°C/17,7°C</i>
	Voornachtverlaging 0,5 uur voor tot 3,5 uur na zononder	<i>17,5°C</i>	<i>14,0°C</i>
	Stralingsinvloed stook- en ventilatietemperatuur dag	<i>200 tot 400W: +2°C</i>	<i>200 tot 400W: +4°C</i>
	Scherm dicht	<i>3,5 uur na zononder</i>	<i>3,5 uur na zononder</i>
		<i>buitenT < 5°C</i>	<i>buitenT < 5°C</i>
2 mrt	Voornachtverlaging 0,5 uur voor tot <i>1,5 uur</i> na zononder	<i>17,5°C</i>	<i>14,0°C</i>
	Stooktemperatuur dag/nacht	<i>18,0°C/17,5°C</i>	<i>18,2°C/17,5°C</i>
	Scherm dicht	<i>1 uur na zononder</i>	<i>1 uur na zononder</i>
		<i>buitenT < 5°C</i>	<i>buitenT < 5°C</i>
11 mrt	Stooktemperatuur dag/nacht	<i>18,0°C/17,0°C</i>	<i>18,2°C/17,0°C</i>
23 mrt	Ventilatietemperatuur dag/nacht	<i>+0,5°C</i>	<i>+0,5°C</i>
	Maximum ventilatie	<i>200%</i>	<i>200%</i>
	Stijgsnelheid verwarming en ventilatie	<i>2°C / uur</i>	<i>2°C / uur</i>
	Achterlopen windzijde op luwe zijde	<i>30%</i>	<i>30%</i>
	CO ₂ dag	<i>1200</i>	<i>1200</i>
25 mrt	Stralingsinvloed stooktemperatuur dag	<i>0°C</i>	<i>0°C</i>
29 mrt	Ventilatietemperatuur dag/nacht	<i>+0,1°C</i>	<i>+0,1°C</i>
31 mrt	Stooktemperatuur dag/nacht	<i>17,5°C/16,0°C</i>	<i>17,5°C/16,0°C</i>
	Kouval rond zonop	<i>eruit</i>	<i>eruit</i>
7 april	Stralingsinvloed stook- en ventilatietemperatuur dag	<i>300 tot 500W: +1°C</i>	<i>300 tot 500W: +3°C</i>
	Stijgsnelheid verwarming en ventilatie	<i>1°C / uur</i>	<i>1°C / uur</i>
14 april	Stooktemperatuur dag/nacht	<i>17,5°C/15,0°C</i>	<i>17,5°C/15,0°C</i>
	Voornachtverlaging 0,5 uur voor tot 1,5 uur na zononder	<i>17,5°C</i>	<i>13,0°C</i>
10 mei	Stralingsinvloed stook- en ventilatietemperatuur dag	<i>0°C</i>	<i>300 tot 500W: +2°C</i>