



Lage temperatuureffecten op de generatieve en vegetatieve ontwikkeling bij courgette

Literatuuronderzoek 2001

Jan Janse

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw
december 2001

PPO GT 12002

615143

© 2001 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 is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Financiers: - Productschap Tuinbouw
 - Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Bornsesteeg 47, Wageningen
 : Postbus 167, 6700 AD Wageningen
Tel. : 0317 - 47 83 00
Fax : 0317 - 47 83 01
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

| | |
|---|----|
| Samenvatting | 5 |
| 1 Inleiding | 7 |
| 2 Temperatuur en processen in de plant..... | 9 |
| 3 Fysiologische processen en schadebeelden bij koude..... | 11 |
| 3.1 Fysiologische processen die kunnen leiden tot koudeschade | 11 |
| 3.2 Schadebeelden van koude bij courgette..... | 11 |
| 3.2.1 Bovengrondse delen..... | 11 |
| 3.2.2 Wortels | 12 |
| 4 Effect temperatuur op vegetatieve en generatieve aspecten bij courgette | 13 |
| 4.1 Productie | 13 |
| 4.1.1 Vroege productie | 13 |
| 4.1.2 Totaalproductie..... | 13 |
| 4.1.3 Parthenocarpie | 14 |
| 4.1.4 Vruchtkwaliteit | 15 |
| 4.2 Bloem- en vruchtabortie..... | 15 |
| 4.3 Geslachtelijkheid bloem | 15 |
| 4.3.1 Verloop bloemontwikkeling aan de plant..... | 15 |
| 4.3.2 Temperatuur..... | 15 |
| 4.3.3 Daglengte | 17 |
| 4.3.4 Lichtintensiteit en lichtkleur | 18 |
| 4.3.5 Interactie van verschillende klimaatsfactoren..... | 18 |
| 4.4 Plantvorm..... | 19 |
| 4.4.1 Temperatuurverschillen dag/nacht | 19 |
| 4.4.2 Kouval..... | 19 |
| 4.4.3 Geadviseerde teeltmaatregelen voor kortere planten | 20 |
| 4.5 Water- en voedingsopname | 20 |
| 5 Discussie en conclusies | 23 |
| Literatuur | 25 |

Samenvatting

In een literatuurstudie is voor courgette nagegaan waar de temperatuurgrenzen liggen waarbij schade ontstaat en welke schadebeelden dan ontstaan. Omdat de literatuurgegevens over dit onderwerp bij courgette zeer beperkt bleken te zijn, is in de literatuur ook gezocht naar gegevens over de klimaatsbeïnvloeding van de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen en plantlengte. Deze laatste twee aspecten zijn erg belangrijk voor courgettetelers.

Koude schade bij courgette ontstaat ondermeer bij 4 dagen 5°C. Op de bladeren verschijnen dan glazige plekjes. Bij een langere blootstellingsduur drogen de bladranden uit, gaan bladeren verkleuren, krullen naar binnen toe en ontstaat uiteindelijk necrose. Na 4 dagen 2°C zijn de wortels onherstelbaar beschadigd. Lagere nachttemperaturen gaan meestal ten koste van de vroegheid, maar de eindproductie in stuks is veelal hoger. Er ontstaan dan minder 'zwartjes' (geaborteerde vruchtjes) en 'geeltjes' (geaborteerde vrouwelijke bloemen).

Omstandigheden waarbij een plant snel groeit, dat is bij een hoge temperatuur, lange dag en hoge lichtintensiteit, zijn gunstig voor de vorming van mannelijke bloemen. De temperatuur is hierbij het belangrijkste, waarbij de nachttemperatuur weer een groter effect heeft dan de dagtemperatuur. Bij een lage nachttemperatuur komen de eerste vrouwelijke bloemen in een lager oksel te zitten en neemt de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen af.

Planten blijven compacter door in de vroege morgenuren een kouval te realiseren.

1 Inleiding

De energiemarkt wordt geliberaliseerd. Dit heeft grote consequenties voor de glastuinders die gas verstoken. Ook voor courgettetelers is het zeer belangrijk om een zo laag mogelijke contractcapaciteit te verkrijgen. Hieraan is namelijk een lagere gasprijs gekoppeld, zodat sterk op kosten kan worden bespaard. De kans is echter groot dat onder extreme omstandigheden in de winter, bij lage buitentemperatuur en veel wind, erg lage kastemperaturen ontstaan. Het is onvoldoende bekend hoe een courgette reageert op een tijdelijk te lage temperatuur.

Als onderdeel van het project 'Inventarisatie knelpunten in de teelt van courgette bij minimalisering van de gasaansluitwaarde' is een literatuurstudie verricht. Hierin is speciaal gezocht naar wat al bekend is uit onderzoek met lage temperaturen. Omdat er over dit onderwerp bij courgette weinig literatuur voorhanden was, is ook gebruik gemaakt van literatuurgegevens over temperatuuronderzoek bij andere *Cucurbitaceae*, met name komkommer.

Daarnaast is in de literatuur gezocht naar beïnvloeding van de plant- en steellengte via de temperatuur, wat van belang is bij grotere plantdichtheden. Naar aanleiding van positieve onderzoeksresultaten op het PPO en in de praktijk gaan courgettetelers namelijk steeds nauwer planten, waardoor planten elkaar onderling beschaduen. Het realiseren van kortere bladstelen zou daarbij zeer aantrekkelijk zijn.

Ook literatuurgegevens met betrekking tot het effect van vooral het temperatuurniveau op de geslachtelijkheid van de bloem is op een rijtje gezet, omdat verschillende telers in bepaalde periodes een tekort of soms een teveel aan mannelijke bloemen hebben.

In dit rapport wordt allereerst in een kort algemeen gedeelte ingegaan op de invloed van de temperatuur op een aantal plantprocessen. Daarna volgt een gedeelte over fysiologische processen en schadebeelden bij koude. In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op de effecten van temperatuur op een aantal vegetatieve en generatieve aspecten bij courgette.

Deze literatuurstudie is uitgevoerd in het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu (GLAMI) in opdracht van het Productschap voor de Tuinbouw (PT) en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV).

2 Temperatuur en processen in de plant

De fysiologische processen die in een plant plaatsvinden zijn in te delen in ontwikkelings- en groeiprocessen. Ontwikkeling is altijd sterk temperatuursafhankelijk: een hogere temperatuur betekent een snellere ontwikkeling. Voorbeelden van ontwikkelingsprocessen zijn celdeling, aanleg van vruchtbeginsels, afsplitsing van het blad, celstrekking (lengtegroei) en de uitgroei van vruchten.

Bij groei neemt het vers- of drooggewicht van de plant of het plantendeel toe door aanmaak, transport of verwerking van assimilaten. Deze drie opeenvolgende processen zijn niet allemaal temperatuurafhankelijk.

De aanmaak van assimilaten (fotosynthese) wordt maar weinig beïnvloed door de temperatuur (Buwalda, 1999), maar is wel sterk afhankelijk van de hoeveelheid licht en CO₂. Effecten van extreme temperaturen op de fotosynthese zijn over het algemeen omkeerbaar in het gebied 10-35°C. Buiten deze temperatuurgrenzen treedt er bij veel soorten al snel beschadiging op van het fotosynthetisch apparaat (Berry & Björkman, 1980). Het temperatuurtraject waarbij de fotosynthese maximaal is, is voor veel gewassen vrij breed.

Het transport van assimilaten is wel temperatuursafhankelijk. Bij een hogere temperatuur worden er meer assimilaten via de zeefvaten naar de groeiende delen (scheuten, vruchten en wortels) getransporteerd. Omdat de fotosynthese bij lagere temperatuur gewoon doorgaat, kan er in het blad onder koelere omstandigheden een overschot aan assimilaten ontstaan. Deze suikers kunnen worden vastgelegd in het osmotisch inactieve zetmeel. Bij lage temperatuur blijkt er onder andere bij komkommer inderdaad een ophoping van zetmeel in de bladeren plaats te vinden. Als de temperatuur later oploopt, wordt het zetmeel weer omgezet in suikers en kan het transport weer op gang komen (Penning de Vries et al., 1979). Door deze opslagmogelijkheid hoeven de assimilaten niet persé direct na het aanmaken te worden getransporteerd, wat perspectieven biedt voor temperatuurintegratie.

De verwerking van assimilaten tot celmateriaal hangt ook af van de temperatuur. Bij een hogere temperatuur worden assimilaten in groeiende plantendelen sneller tot celmateriaal verwerkt. Maar door een tijdelijke opslagmogelijkheid hoeven de assimilaten niet direct te worden verwerkt (Buwalda, 1999).

Het ademhalingsproces is weer wel sterk temperatuurgevoelig. Een hogere temperatuur betekent een hogere onderhoudsademhaling (Schapendonk en Challa, 1980).

3 Fysiologische processen en schadebeelden bij koude

In dit hoofdstuk wordt eerst kort ingegaan op enkele achtergronden van koudeschade. Daarna worden een aantal schadebeelden behandeld als gevolg van koude bij courgette.

3.1 Fysiologische processen die kunnen leiden tot koudeschade

Bij een bepaalde duur van de koude vindt er een opeenstapeling van effecten op deelprocessen plaats: remming van verschillende syntheseprocessen (chlorofyl, ribosomen), fasescheiding van membranen bij gevoelige soorten, afbraak van eiwitten en onherstelbare remming van de fotosynthese, ook wel foto-inhibitie genoemd (Berry en Björkman, 1980; Buwalda, 1999).

Door Raison en Lyons (1986) werd het ontstaan van koudeschade ingedeeld in een eerste en tweede fase. In de eerste fase ontstaat in feite de koudeschade: deze is zichtbaar in een verandering van de membraanstructuur (afbraak van vetten) of in verhoging van de Ca^{2+} -concentratie in het cytoplasma. De vervolgreacties worden dan ingedeeld in de tweede fase. Bij intacte planten is eigenlijk alleen maar de tweede fase te zien. Deze bestaat uit veranderingen in de stofwisseling, verstoringen in de relatie tussen plant en omgeving én effecten op groei en ontwikkeling. Koude kan dus ingrijpen op een aantal stofwisselingsprocessen en daardoor op verschillende manieren tot uiting komen. De keuze van de onderzoeksomstandigheden heeft dan ook een grote invloed op de wijze waarop de schade zich manifesteert (Rietze, 1988). Bij courgette en pompoen zijn de meeste proeven naar koudeschade uitgevoerd met jonge planten.

Ondermeer bij komkommer is een sterk negatief effect van licht aangetoond op de gevoeligheid voor schade bij koude (Rietze, 1988). De verklaring ligt waarschijnlijk in het 'overlopen' van elektronen tijdens de fotosynthese. Daardoor worden er zuurstofradicalen gevormd, die een snelle afbraak van chlorofyl veroorzaken. Dit proces wordt ook wel foto-oxidatie genoemd. Zo toonde Van Hasselt (1972) een snellere afbraak van bladgroen aan bij koude in licht. Onder andere Wright en Simon (1973) en Rietze (1988) vonden lagere chlorofylgehalten. Bij het foto-oxidatieproces is zuurstof essentieel. In een zuurstofvrije omgeving ontstaat er namelijk géén schade en blijven de jongste komkommerbladeren donkergroen (Van Hasselt, 1976; Rietze en Wiebe, 1987; Rietze, 1988; Rietze en Wiebe, 1989). Bij pompoen of courgette zijn geen literatuurgegevens gevonden over de combinatie koude en licht.

Planten kunnen zich na enkele dagen van blootstelling aan lage temperaturen ook aanpassen, waardoor de koudetolerantie sterk toe kan nemen (Helmy et al., 1999). Een belangrijk mechanisme hierbij is een stijging van het gehalte aan linoleenzuur in de membranen, waardoor de overgangstemperatuur van een vloeibare naar een kristallijne structuur wordt verlaagd (Kuiper, 1983).

3.2 Schadebeelden van koude bij courgette

3.2.1 Bovengrondse delen

Door Wang (1985) is zowel met courgette als komkommer onderzoek gedaan naar de schadebeelden bij een temperatuur van 5°C. Voor dit onderzoek zijn jonge planten van 21 en 28 dagen oud gebruikt. Deze werden 1 tot 7 dagen in een klimaatkamer bij 5°C geplaatst en daarna bij 25°C.

Na 4 dagen bij 5°C en daarna 1 dag bij 25°C traden de eerste koudeverschijnselen op. De bladeren vertoonden glazige plekje. Bij een langere verblijfsduur in de koude verdroogden de bladranden, waarna ze verkleurden en naar binnen krulden. Bij een blootstellingsduur van 6 dagen verschenen bruinverkleurde (necrotische) plekje langs de nerf en na 7 dagen bij 5°C verdroogde uiteindelijk het gehele blad.

De verschijnselen van koudeschade ontwikkelden zich slechts langzaam als de planten constant bij de lage temperatuur stonden, maar de schadebeelden kwamen versneld tevoorschijn als ze na de koude direct bij

25°C werden geplaatst. Courgette bleek minder gevoelig voor lage temperaturen te zijn dan komkommer.

Tijdens de opkweek van courgettes veroorzaken lagere temperaturen dan 10°C een stagnatie in de kieming en treedt bladvergelting bij jonge planten op (Tesi en Nencini, 1990).

Onder Nederlandse omstandigheden hebben telers de ervaring dat met name gele courgetterassen in het voorjaar bladvergelting kunnen vertonen. Dit treedt meer op bij lagere (nacht)temperaturen of koude hoeken van de kas.

Courgetteplanten bevroren bij -1°C. Beneden 8°C staat de groei stil. Tijdens de productie zou de minimumtemperatuur 7-10°C bedragen. De gemiddelde etmaaltemperaturen moeten volgens Erard (2001b) uitkomen op ongeveer 15°C.

3.2.2 Wortels

Voor het onderzoek met lage temperaturen, waarin speciaal naar de wortels is gekeken, zijn planten van het pompoenras Golden Girl (*Cucurbita pepo* L. var. *melopepo*) genomen (Reyes en Jennings, 1994). Vier dagen oude zaailingen kregen gedurende 1, 2, 4, 6 of 8 dagen in het donker temperaturen van 2, 6, 10 of 15°C. Daarna werden ze bij 26°C geplaatst om eventueel groeiherstel na te gaan.

Aan de wortels werd de volgende koudeschade waargenomen: wortels werden slap en stortten in elkaar als ze na de koude bij hoge temperatuur werden geplaatst. Zowel de worteltoppen, als de haarwortels en kleinere zijwortels waren gevoelig voor koude.

Bij 2°C werden er wortelxudaten waargenomen. Bij een twee dagen durende temperatuur van 10°C werden de worteltoppen bruin. Wortels die langer dan 4 dagen een temperatuur van 2°C kregen, werden onherstelbaar beschadigd. Terugzetten bij 26°C versnelde de ontwikkeling van de koudeschadebeelden. De wortelgroei op basis van het drooggewicht was bij 10 en 12°C beter dan bij 2 en 6°C. Het drooggewicht van de wortels nam af als ze langer dan 2 dagen bij 2 of 6°C stonden.

De lekkage van ionen (maat voor koudeschade) nam licht toe na 1 dag bij 2 en 6°C. Na 4 dagen werd de ionenlekkage bij beide temperaturen groter. Bij 10 en 15°C was er geen toename, zelfs niet na 8 dagen. De effecten van de koudeschade waren niet het gevolg van het snel overzetten van de lage naar de hoge temperatuur, omdat stapsgewijze verhoging dezelfde schadebeelden gaf (Reyes en Jennings, 1994). Erard (2001a) geeft een minimale bodemtemperatuur bij het planten van courgette aan van 12°C.

4 Effect temperatuur op vegetatieve en generatieve aspecten bij courgette

In dit hoofdstuk wordt allereerst ingegaan op de temperatuuffecten op de productie bij courgette. Daarna wordt de temperatuurinvloed op parthenocarpie, bloem- en vruchtabortie, de geslachtelijkheid van de bloem, de plantvorm en de water- en voedingsopname behandeld.

4.1 Productie

4.1.1 Vroege productie

Het instellen van een lage nachttemperatuur verlaagt in veel gevallen de vroege productie van het aantal courgettevruchten (Heij en Buitelaar, 1985; Tesi en Nencini, 1990; Tanis, 1995a). Door de nachttemperatuur te verlagen wordt uiteraard ook een lagere etmaaltemperatuur gerealiseerd.

In het onderzoek van Heij en Buitelaar (1985) met het ras Storr's Green, bleek een lage nachttemperatuur van 12 ten opzichte van 17°C (dagtemperatuur 20°C), de productie tot eind april te verlagen met 1,5 vrucht/m². Dat was circa 13%.

Op Proeftuin Westmaas was medio mei de productie bij het ras Storr's Green wat lager bij een lagere nachttemperatuur. Bij het ras Bengal was dit minder duidelijk. De kg-productie was bij dit ras juist het hoogst bij de laagste nachttemperaturen. Dit betekent dat de vruchten hier wat zwaarder waren. De nachttemperaturen waren in deze proef 13, 15, 17 en 19°C en de dagtemperatuur stond bij alle behandelingen op 19°C ingesteld. De gerealiseerde etmaaltemperatuur tot en met week 15 was bij de vier nachttemperaturen respectievelijk 16,5, 17,4, 18,4 en 19,5°C (Tanis, 1995a).

Van begin februari tot half juni hadden de Italiaanse onderzoekers Tesi en Nencini (1990/1991) een proef met twee courgetterassen in plastic tunnels met streefnachttemperaturen van 7 en 13°C. De gerealiseerde gemiddelde minimum temperatuur was respectievelijk 9,5 en 14,6°C en de gemiddelde etmaaltemperatuur respectievelijk 14,8 en 18°C. Afhankelijk van het ras was de start van de productie bij de lage nachttemperatuur 16 tot 23 dagen later dan bij de standaard nachttemperatuur. Tot mei waren de vruchten bij één ras wat lichter in gewicht bij de lage nachttemperatuur.

4.1.2 Totaalproductie

In een vroege teelt is, in tegenstelling tot de vroege productie, de eindproductie in stuks bij een lage nachttemperatuur meestal hoger (Mol, 1985; Heij en Buitelaar, 1985) dan of gelijk (Tesi en Nencini, 1990; Tanis, 1995a) aan die bij een lagere nachttemperatuur. In de herfst varieert het effect van de nachttemperatuur op de stuksproductie (Heij, 1991; Tanis, 1995b).

In twee proeven met het ras Storr's Green in 1984 en 1985 bleek een lage ingestelde nachttemperatuur vanaf eind februari van 12°C ten opzichte van 16 à 17°C, de eindproductie in stuks te verhogen (Mol, 1985; Heij en Buitelaar, 1985).

In het Italiaanse onderzoek door Tesi en Nencini (1990) met streefnachttemperaturen van 7 en 13°C, had de nachttemperatuur geen invloed op de totaalproductie. Wel waren de vruchten aan het einde van de proef wat zwaarder bij de lagere nachttemperatuur, maar er werd erg jong gesneden. Het vruchtgewicht was maar zo'n 40 tot 80 gram!

Volgens de Italiaanse onderzoekers zou de optimumtemperatuur voor courgettes in tunnels 15-18°C in de nacht en 24-30°C overdag bedragen (Tesi en Nencini (1990).

De eindresultaten van de vroege teeltproef in Westmaas zijn weergegeven in de volgende tabel (Tanis, 1995a).

Tabel 1: Eindproductie van courgettes half juli van een proef in 1995 met 4 nachttemperaturen en 2 rassen op Proeftuin Westmaas (Tanis, 1995a)

| Nachttemperatuur (°C) | Stuks/m ² | | Kg/m ² | | Gemiddeld vruchtgewicht | |
|-----------------------|----------------------|--------|-------------------|--------|-------------------------|--------|
| | Storr's Green | Bengal | Storr's Green | Bengal | Storr's Green | Bengal |
| 13 | 52,7 | 65,8 | 17,1 | 19,4 | 324 | 294 |
| 15 | 50,6 | 66,0 | 16,0 | 19,1 | 316 | 289 |
| 17 | 52,6 | 69,8 | 15,0 | 18,1 | 285 | 260 |
| 19 | 50,8 | 64,6 | 16,5 | 16,8 | 324 | 260 |

Aan het einde van de proef waren de verschillen in stuksproductie tussen de nachttemperaturen niet groot. Bij Bengal leek het aantal stuks bij een nachttemperatuur van 17°C wat hoger te zijn. Door de oogst van zwaardere vruchten nam de kg-productie bij Bengal echter toe naarmate de nachttemperatuur lager was. Het gemiddeld vruchtgewicht is aan de lage kant: de vruchten werden dus jong gesneden.

In een herfstteeltproef met de rassen Storr's Green, Elite en Regency vond Heij (1991) een hogere eindproductie bij een lage nachttemperatuur. De gemiddelde stuksproductie bij een gerealiseerde nachttemperatuur van 15,4 en 19,6°C was respectievelijk 13,2 en 11,0 stuks/m². Bij een hogere nachttemperatuur waren de vruchten wel duidelijk zwaarder. Als er naar de kg-productie wordt gekeken, was deze niet betrouwbaar verschillend. Bij de hoge nachttemperatuur waren de planten wel 13% langer (Heij, 1991).

Door Tanis (1995b) zijn in de herfst nachttemperaturen aangehouden van 15 en 17°C. Deze werden pas gerealiseerd vanaf half september. Een hogere nachttemperatuur gaf bij Bengal iets meer (6% meer) vruchten. Bij Storr's Green was er echter geen effect.

4.1.3 Parthenocarpie

Bij lage nachttemperaturen kunnen onbestoven courgettevruchten parthenocarp uitgroeien (Rylski, 1974; Rylski en Aloni, 1990).

In Israël kan de temperatuur in het winterseizoen in onverwarmde kassen dalen tot 5 à 10°C, soms zelfs tot onder het vriespunt. In het vroege voorjaar neemt de temperatuur toe, maar er is dan nog steeds een gebrek aan mannelijke bloemen voor bestuiving. Daarom groeien in deze periode veel vruchten niet uit, maar verschrompelen en gaan aan de bloeimeinde rotten. Vruchten die wel uitgroeien zijn vaak parthenocarp uitgegroeid. Rylski (1974) en Rylski en Aloni (1990) hadden een onderzoek bij courgettes met het ras Elite in plastic kassen opgezet met nachttemperaturen van respectievelijk 8-10, 12-15 en 16-20°C. De dagtemperatuur was bij alle behandelingen gelijk, namelijk 20-27°C. Een gedeelte van de vruchten werd bestoven, een ander gedeelte dat parthenocarp moest uitgroeien werd niet bestoven. Er werd slechts één vrucht per plant aangehouden die werd geoogst bij een leeftijd van 15 dagen.

Bij een hoge nachttemperatuur van 16-20°C groeiden onbestoven vruchten niet uit. Bij de andere twee nachttemperaturen groeiden onbestoven vruchten wel parthenocarp uit, maar bereikten slechts ongeveer de helft van het gewicht van de bestoven vruchten (zie volgende tabel).

Tabel 2: Invloed van de nachttemperatuur op het vruchtgewicht van bestoven en parthenocarp uitgegroeide vruchten (Rylski, 1974).

| Nachttemperatuur (°C) | Vruchtgewicht (g) | |
|-----------------------|-------------------|--------------------------|
| | Hand bestoven | Parthenocarp uitgegroeid |
| 16-20 | 1213 | 85 |
| 12-16 | 1499 | 756 |
| 8-10 | 1345 | 793 |

Het vruchtgewicht van bestoven vruchten was het hoogste bij een nachttemperatuur van 12-15°C en het laagste bij 16-20°C.

Rylski (1976) concludeert uit haar onderzoek dat endogene auxinen hoogstwaarschijnlijk een belangrijke rol spelen bij de parthenocarpe vruchtontwikkeling. De hoeveelheid auxinen of het transport van auxinen wordt waarschijnlijk verminderd door een hoge nachttemperatuur, waardoor onbestoven vruchten bij deze

temperaturen niet uitgroeien.

Bij het pompoenras Acorn (*Cucurbita pepo* L.) vonden Nitsch et al (1952) ook dat de kans op parthenocarpie groter werd bij lage temperaturen.

4.1.4 Vruchtkwaliteit

Volgens Rylski (1974) hadden bestoven vruchten zowel bij een nachttemperatuur van 8-10 als bij 12-15°C een goede vorm. Bij een nachttemperatuur van 16-20°C bleven de vruchten aan de steeleinde echter wat achter in ontwikkeling, waardoor een flesachtige vruchtvorm ontstond.

4.2 Bloem- en vruchtabortie

Het percentage veilbare vruchten (klasse 1+2) nam bij het ras Bengal af van 80 naar 68% bij een nachttemperatuur van respectievelijk 13 en 19°C. Dit werd veroorzaakt door de toename van 'zwartjes' en 'geeltjes'. Zwartjes zijn geaborteerde vruchtjes en geeltjes zijn geaborteerde vrouwelijke bloemen. Het percentage zwartjes nam toe van 7 naar circa 18% als de nachttemperatuur steeg van 13 naar 19°C (Tanis, 1995a).

4.3 Geslachtelijkheid bloem

In dit gedeelte wordt ingegaan op de invloeden van het klimaat, met name van de temperatuur, op de ontwikkeling van mannelijke en vrouwelijke bloemen.

4.3.1 Verloop bloemontwikkeling aan de plant

Door Nitsch et al (1952) is een zeer interessant onderzoek uitgevoerd met de pompoen (*Cucurbita pepo* L.) var. Acorn. Zij zagen dat de ontwikkeling van de bloemen aan de plant volgens een vast stramien en globaal van mannelijk naar vrouwelijk verliep. In de onderste oksels kwamen onderontwikkelde mannelijke bloemen voor die vaak verdroogden als ze nog klein waren. De volgende oksels bevatten goede mannelijke bloemen. Hoger aan de plant kwamen gelijktijdig mannelijke en vrouwelijke bloemen voor. Nog later waren er vrouwelijke bloemen met grote vruchtbeginsels en onderontwikkelde mannelijke bloemen. Tenslotte kwamen er alleen vrouwelijke bloemen met grote vruchtbeginsels voor die parthenocarp uitgroeiden. De lengte van de verschillende fases bleek te worden bepaald door omgevingsfactoren.

Ook bij courgette lijken, afhankelijk van de omstandigheden, globaal dezelfde verschijnselen op te treden. Zo komen er bij telers soms in de eerste oksels inderdaad infertiele mannelijke bloemen voor. Naarmate planten ouder worden, geven ze vaak ook meer vrouwelijke bloemen. Ook parthenocarpie komt voor, bijvoorbeeld bij vruchten aan oudere planten met verbrande bloempuntjes.

4.3.2 Temperatuur

Bij een lagere (nacht)temperatuur blijken de vrouwelijke bloemen in een lager oksel te zitten en komen er ook meer vrouwelijke bloemen voor (o.a. Nitsch et al, 1952).

In een onderzoek met het pompoenras Acorn met etmaaltemperaturen van 15 en 25°C, zat de eerste vrouwelijke bloem in respectievelijk het 9^e en 32^e bladoksel (Nitsch et al, 1952).

In een andere proef is bij hetzelfde pompoenras onderzocht wat de effecten waren van verschillende dag/nachttemperaturen op de geslachtelijkheid van de bloemen (Nitsch et al, 1952). De resultaten zijn weergegeven in de volgende tabel.

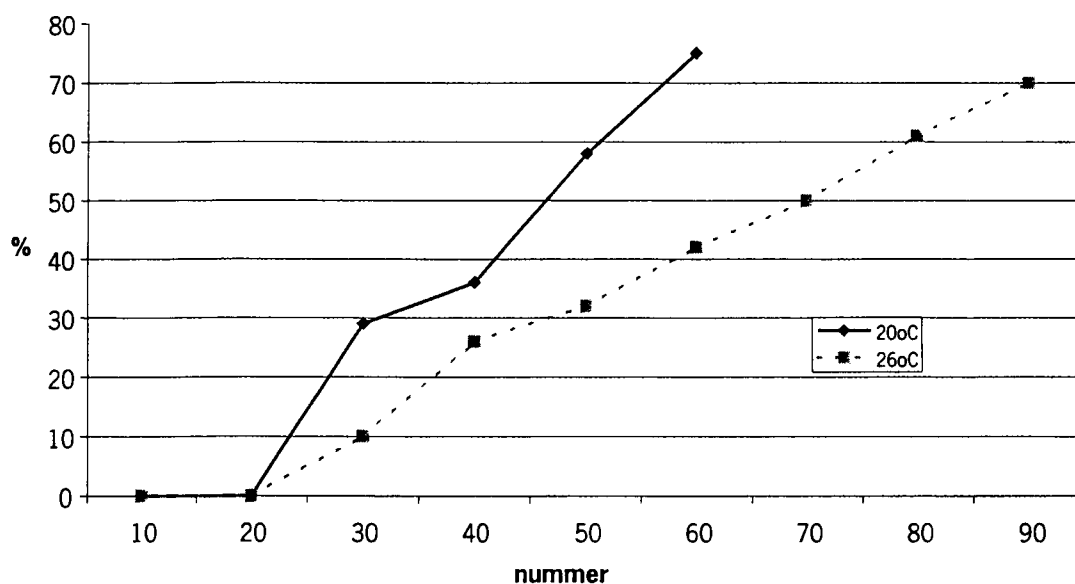
Tabel 3: Effect van de temperatuur op de bloei bij het pompoenras Acorn bij een dagperiode van 8 uur (naar Nitsch et al, 1952)

| Temperatuur (°C) | | | Okselnummer met eerste vrouwelijke bloem | Index voor vrouwelijkheid ¹⁾ |
|------------------|-------|--------|--|---|
| Dag | Nacht | Etmaal | 8 uur dag | 8 uur dag |
| 30 | 30 | 30 | 58 | 8 |
| 26 | 20 | 22 | 23 | 53 |
| 23 | 17 | 19 | 20 | 76 |
| 20 | 10 | 13,3 | 16 | 80 |

¹⁾ hoek tussen 0 en 90° van de lijn die ontstaat als het okselnummer in een grafiek uitgezet wordt tegen het percentage vrouwelijke bloemen per 10 oksels. Een hoger cijfer betekent meer vrouwelijkheid.

Een lagere nacht- en etmaaltemperatuur gaf een hoger percentage vrouwelijke bloemen. Bij een nachttemperatuur van 30°C kwamen er zelfs helemaal geen vrouwelijke bloemen voor. De toename in vrouwelijkheid is ook te zien in de vrouwelijkheidsindex. Ook verschenen de eerste vrouwelijke bloemen in een lager gelegen oksel naarmate de temperatuur lager was. Bij continu 30°C waren er zelfs helemaal geen vrouwelijke bloemen.

In de volgende figuur is de vrouwelijkheidsindex weergegeven bij twee nachttemperaturen en gelijke dagtemperatuur.



Figuur 1: Effect van twee nachttemperaturen op het percentage vrouwelijke bloemen per 10 oksels bij het pompoenras 'Acorn'. De dagtemperatuur was 26°C en de dagperiode duurde 8 uur (Nitsch et al, 1952)

Bij een lagere nachttemperatuur, maar gelijke dagtemperatuur, nam het percentage vrouwelijke bloemen sterker toe. De eerste vrouwelijke bloem kwam bij een nachttemperatuur van 20 en 26°C in respectievelijk het 25^e en 30^e oksel te zitten.

De dag- en nachttemperatuur zijn niet uitwisselbaar. Dit blijkt uit de volgende tabel.

Tabel 4: Effect van de dag- en nachttemperatuur op het aantal gevormde oksels in de eerste 3 maanden, het okselnummer met de eerste vrouwelijke bloem en de index voor vrouwelijkheid bij het pompoenras Acorn (Nitsch et al, 1952)

| Temperatuur (°C) | | | Aantal oksels in 3 maanden | Okselnummer met eerste vrouwelijke Bloem | Index voor vrouwelijkheid ¹⁾ |
|------------------|----------------|--------|----------------------------|--|---|
| Dag (8 uur) | Nacht (16 uur) | Etmaal | | | |
| 30 | 30 | 30,0 | 140 ²⁾ | 58 | 8 |
| 23 | 30 | 27,7 | 133 | 99 | 4 |
| 30 | 23 | 25,3 | 78 | 26 | 47 |
| 26 | 20 | 22,0 | 50 | 23 | 53 |

¹⁾ hoek tussen 0 en 90° van rechte lijn van okselnummer uitgezet tegen het percentage vrouwelijke bloemen per 10 oksels. Een hoger cijfer betekent meer vrouwelijkheid.

²⁾ erg kleine bloemen, maar extreem lang steeltje van sporendrager

Als de dagtemperatuur 23°C en de nachttemperatuur 30°C (= -DIF) was, gedroegen de planten zich als bij een hoge etmaaltemperatuur. Indien de dagtemperatuur 30°C en de nachttemperatuur 23°C (= +DIF) was, gedroegen ze zich als bij lage etmaaltemperatuur. De vrouwelijke bloemen kwamen dan lager te zitten en het percentage vrouwelijke bloemen was ook hoger. De nachttemperatuur heeft dus een groter effect op de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen dan de dagtemperatuur!

Ook bij courgettes (Heij, 1989; Tanis, 1995), gemengd bloeiende komkommers (Tiedjens, 1928; Nitsch et al, 1952; Ito en Saito, 1957a en 1957b; Cantliffe, 1981), augurken (Nitsch et al, 1952), watermeloenen (Sedgley en Buttrose, 1978) en een andere pompoensoort (Woodson en Fargo, 1991) worden er meer mannelijke bloemen gevormd bij hogere nacht- en/of etmaaltemperaturen.

In het onderzoek van Tanis zijn nachttemperaturen van 13, 15, 17 en 19°C bij de courgetterassen Bengal en Storr's Green aangehouden. Ongeveer 9 à 10 weken na het instellen van de lage nachttemperatuur van 13°C, ontstond er bij het ras Bengal bij 13°C een periode van negen aaneengesloten weken zonder mannelijke bloemen. Bij 15, 17 en 19°C was dit een periode van respectievelijk vijf weken, vier weken en één week. Bij het meer vegetatieve ras Storr's Green waren er bij de laagste nachttemperatuur van 13°C na 9 à 10 weken ook opvallend weinig mannelijke bloemen.

Heij (1989) vond bij Storr's Green 5% minder vrouwelijke bloemen (tot en met het éénendertigste oksel) bij een etmaaltemperatuur tijdens de opweek van 22°C dan bij 17 of 12°C.

Cantliffe (1981) vond bij een aantal gemengd bloeiende komkommerrassen meer mannelijke bloemen bij een etmaaltemperatuur van continu 26 of 30°C dan bij 16, 19 of 22°C. Bij 34°C werden er praktisch geen mannelijke bloemen meer gevormd en bij 16°C slechts enkele. Het temperatuureffect op het aantal vrouwelijke bloemen was wat afhankelijk van het komkommerras: de meeste goede vrouwelijke bloemen werden gevormd bij 26 en 30°C, maar er ontstonden bij deze temperaturen ook meer oksels! Ook Tiedjens (1928), Ito en Saito (1957a en 1957b) en Nitsch et al (1952) vonden dat hoge temperaturen, speciaal in de nacht, bij verschillende gemengd bloeiende komkommerrassen een hoger percentage mannelijke bloemen gaven. Lage temperaturen gaven juist meer vrouwelijke bloemen.

De temperatuureffecten op de vorming van mannelijke en vrouwelijke bloemen zijn hoogstwaarschijnlijk het gevolg van een hormonale werking. Bekend is dat er bij lage temperaturen meer auxinen worden gevormd, wat kan leiden tot parthenocarpe uitgroei van de vruchten (Rylski en Aloni, 1990/1991). Laibach en Kribben (1949) vonden bij komkommer en Nitsch et al (1952) bij pompoen, dat er na toepassing van auxinen eerder vrouwelijke bloemen optraden. Toepassing van ethrel gaf meer vrouwelijke en minder mannelijke bloemen in onderzoek met courgette (Robinson et al 1970; Sams en Krueger, 1977; Shannon en Robinson, 1979), maar ethyleentoediening gedurende 1 dag tot 1000 ppm had bij het pompoenras Acorn geen effect op de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen (Nitsch et al, 1952).

4.3.3 Daglengte

Bij een kortere dag komen de vrouwelijke bloemen in een lager oksel te zitten en zijn er verhoudingsgewijs meer vrouwelijke bloemen (Tiedjens, 1928; Nitsch et al, 1952).

Dit was ondermeer te zien in een onderzoek met het pompoenras Acorn, waar het effect van twee daglengtes in combinatie met verschillende dag/nachttemperaturen op de geslachtelijkheid van de bloemen is onderzocht (Nitsch et al, 1952). De resultaten zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 5: Invloed van de daglengte en de temperatuur op de bloei bij het pompoenras 'Acorn' (naar Nitsch et al, 1952)

| Temperatuur (°C) | | | Okselnummer met eerste vrouwelijke bloem | | Index voor vrouwelijkheid ¹⁾ | |
|------------------|-------|--------|--|------------|---|------------|
| Dag | Nacht | Etmaal | 8 uur dag | 16 uur dag | 8 uur dag | 16 uur dag |
| 30 | 30 | 30 | 58 | Geen vrouw | 8 | 0 |
| 26 | 20 | 22 | 23 | 28 | 54 | 41 |
| 23 | 17 | 19 | 20 | 26 | 76 | 62 |
| 20 | 10 | 13,3 | 16 | 22 | 80 | 70 |

¹⁾ hoek tussen 0 en 90° van rechte lijn van okselnummer uitgezet tegen het percentage vrouwelijke bloemen per 10 oksels. Een hoger cijfer betekent meer vrouwelijkheid.

Bij een lange dag kwamen de eerste vrouwelijke bloemen in een hoger oksel te zitten en was het percentage vrouwelijke bloemen lager. Bij continu 30°C kwamen zelfs helemaal geen vrouwelijke bloemen voor. Het effect op de hoeveelheid vrouwelijke bloemen is ook te zien aan de vrouwelijkheidsindex.

Ook bij een gemengd bloeiende komkommer (*Cucumis sativus* L. var. Boston pickling) en bij de augurk (*Cucumis anguria* L.) bleek de daglengte op het bloemtype ongeveer gelijk te zijn aan die bij het pompoenras Acorn (Nitsch et al, 1952). Dus de vorming van mannelijke bloemen wordt bevorderd door lange dagen (en hoge temperaturen). Daarentegen wordt de vorming van vrouwelijke bloemen gestimuleerd door korte dagen (en lage temperaturen). Ook anderen hebben dit bij *Cucurbitaceae* gevonden (Tiedjens, 1928; Saito, 1961; Matsuo en Fukushima, 1970). Daartegenover vond Cantliffe (1981) bij komkommer gemiddeld genomen geen effect van de daglengte variërend van 8 tot 20 uur op de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen.

4.3.4 Lichtintensiteit en lichtkleur

Bij gemengd bloeiende komkommers neemt het aantal vrouwelijke bloemen bij een hogere lichtintensiteit meestal toe (Tiedjens, 1928; Matsuo en Fukushima, 1970; Cantliffe (1981).

In een onderzoek met komkommerrassen vond Cantliffe (1981) dat het aantal mannelijke bloemen bij 17200 Lux groter was dan bij lagere en hogere lichtintensiteit. Het aantal vrouwelijke bloemen was bij een hoge lichtintensiteit van 17200 en 25800 Lux groter dan bij laagste belichtingstrappen (8600 en 12900 Lux). Een toename in vrouwelijke bloemen bij een hogere lichtintensiteit via kunstlicht bij komkommer is ook gevonden door Matsuo en Fukushima (1970). Bij een lagere lichtintensiteit nam de hoeveelheid vrouwelijke bloemen daarentegen af en het aantal mannelijke bloemen toe (Tiedjens, 1928).

Bij courgette vond NeSmith (1993) echter geen effect van een lichtreductie met 47% op het aantal bloemen of de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen. In hetzelfde onderzoek was er hierop ook geen effect te zien van verschillende bewortelingsvolumes variërend van 0,35 tot 7,6 liter per plant.

Toepassing van rood of verrood licht aan het einde van de dag had geen effect op de hoeveelheid mannelijke of vrouwelijke bloemen (Cantliffe, 1981).

4.3.5 Interactie van verschillende klimaatsfactoren

Hoge temperaturen en lange dagen bevorderen de vorming van mannelijke bloemen. Daarentegen wordt de vorming van vrouwelijke bloemen gestimuleerd door lage temperaturen en korte dagen. Dit is zowel bij pompoen (Nitsch et al, 1952), komkommer (Tiedjens, 1928; Nitsch et al, 1952; Cantliffe, 1981) als augurk gevonden (Nitsch et al, 1952)

Door de tegengestelde werking kan de combinatie van korte en warme dagen of lange en koele dagen een gelijk bloeiverloop geven. De temperatuur is echter belangrijker dan de daglengte (Nitsch et al, 1952; Cantliffe, 1981) of de lichtintensiteit (Sedgley en Buttrose, 1978; Cantliffe, 1981).

Omstandigheden waarbij de plant snel groeit, dat is bij een hoge temperatuur, lange dag en hoge lichtintensiteit, zijn gunstig voor de vorming van mannelijke bloemen (Cantliffe, 1981).

Het aantal mannelijke bloemen is sterker aan verandering onderhevig als gevolg van (klimaats)veranderingen dan het aantal vrouwelijke bloemen (Cantliffe, 1981; Woodson en Fargo). Onafhankelijk van de daglengte of lichtintensiteit, ontstonden er bij komkommers bij 30°C minder vrouwelijke bloemen dan bij 20°C (Cantliffe, 1981).

4.4 Plantvorm

Vooral bij bloemen en potplanten, maar ook bij verschillende groenten, is er veel onderzoek verricht naar de beïnvloeding van de plantlengte via temperatuurverschillen tussen de dag en de nacht (DIF) en kouval (DIP) in de morgenuren. Hierover kon bij courgettes praktisch geen literatuur worden gevonden, maar waarschijnlijk zijn de effecten bij courgette grotendeels vergelijkbaar met die bij veel andere planten.

4.4.1 Temperatuurverschillen dag/nacht

Een groter verschil tussen de dag- en nachttemperatuur (+DIF) of een hogere etmaaltemperatuur geeft langere internodiën, wat resulteert in langere stengels en planten. Daartegenover staat dat indien de nachttemperatuur hoger is als de dagtemperatuur (-DIF), de strekking vermindert en kortere internodiën ontstaan (Slack en Hand, 1981; Grimstad en Frimanslund, 1993; Berghage, 1998; Papadopoulos en Hao, 2000; Warner en Erwin, 2001).

Hamamoto en Oda (1997) hebben bij pompoenzaailingen (*Cucurbita moschata* Duch. ras Kongo) aangetoond dat de lengtegroei van de hypocotyl sterk werd gestimuleerd door een hogere dag- en etmaaltemperatuur. Een hogere nachttemperatuur en grotere DIF hadden bij de onderzochte pompoensoort relatief weinig effect.

4.4.2 Kouval

De strekking van plantstengels is over een etmaal niet gelijk. Stengels strekken het meeste aan het einde van de nacht en aan het begin van de dag. Daarom is de stengelstrekking rond zonop gevoeliger voor veranderingen in temperatuur dan op een ander tijdstip van de dag. Om duidelijk kortere stengels te bereiken wordt wel geadviseerd om de temperatuur een half tot één uur vóór tot drie à vier uur ná zonop te verlagen (Warner en Erwin, 2001). Hiermee kan eenzelfde effect worden bereikt als een lagere temperatuur gedurende de gehele dag (bij een hoge nachttemperatuur), maar is soms door veel instraling niet mogelijk. Hoe sneller de temperatuurval, hoe groter het effect hiervan. Als lelietelers hun energiescherm abrupt openen, bleven de planten duidelijk korter dan als ze het scherm geleidelijk openen. Aan de andere kant geeft een snelle temperatuurstijging bij zonop een sterkere stengelgroei. Hoge temperaturen in de middag kunnen de plantlengte weer doen toenemen (Erwin et al, 1999).

Grimstad (1993) heeft een kouval beproefd bij jonge komkommer- en tomatenplanten. Omdat komkommer evenals courgette een *Cucurbitaceae* (komkommerachtige) is, wordt wat uitgebreider op dit onderzoek met komkommer ingegaan. Bij zonop werd de temperatuur gedurende twee uur snel verlaagd met 0, 2, 6 of 10°C gedurende 7, 14 of 21 dagen voor het uitplanten. De plantleeftijd bij het uitplanten was 29 dagen. Tijdens de overige uren werd een iets hogere temperatuur aangehouden, zodat de etmaaltemperatuur bij alle behandelingen gelijk was. In de volgende tabel is het effect van de kouval op de lengtegroei van de planten weergegeven.

Tabel 6: Effect van drie verschillende kouvalen in de morgenuren gedurende drie perioden bij jonge komkommerplanten op de lengtegroei, weergegeven in procenten (geen temperatuurval is 100%) (Grimstad, 1993)

| Temperatuurval (°C) | 7 dagen | 14 dagen | 21 dagen |
|---------------------|---------|----------|----------|
| 2 | 98 | 93 | 90 |
| 6 | 88 | 84 | 78 |
| 10 | 84 | 80 | 76 |

Naarmate de kouval gedurende een langere periode wordt gegeven en de kouval groter is, nam de plantlengte sterker af. Een vergroting van de kouval van 2 naar 6°C, reduceerde de plantlengte méér (11% afname) dan een verhoging van 6 naar 10°C (afname 4%). Dit was in feite onafhankelijk van de periode van behandeling.

Bij tomaat was eenzelfde effect van de temperatuurval op de plantlengte te zien als bij komkommer. Bij komkommer bleek 77% van de verkorting verklaard te kunnen worden uit de kortere internodiellengte. De rest werd verklaard uit een minder aantal gevormde bladeren.

In onderstaande tabel is het effect van de temperatuurval op de bladsteellengte weergegeven.

Tabel 7: Effect van temperatuurval in de morgenuren gedurende drie perioden bij jonge komkommerplanten op de bladsteellengte weergegeven in procenten (geen temperatuurval is 100%) (Grimstad, 1993)

| Temperatuurval (°C) | 7 dagen | 14 dagen | 21 dagen |
|---------------------|---------|----------|----------|
| 2 | 101 | 92 | 88 |
| 6 | 94 | 86 | 81 |
| 10 | 82 | 75 | 69 |

Een langere periode van kouval of een grotere kouval, gaf een sterkere reductie van de bladsteellengte. In tegenstelling tot bij de plantlengte, werden de bladstelen sterker verkort van 6 naar 10°C dan van 2 naar 6°C. De vermindering in bladsteellengte was respectievelijk 12 en 7%. Ook bij tomaat bleven de bladstelen korter bij een grotere kouval.

Het plantdrooggewicht, de wortelgroei en het aantal gevormde bladeren namen zowel bij komkommer als tomaat wat af bij een kouval, maar de bladlengte en –breedte (maat voor bladoppervlakte) en de vroege productie of kwaliteit werden niet beïnvloed.

4.4.3 Geadviseerde teeltmaatregelen voor kortere planten

Om kortere planten te verkrijgen worden door Warner en Erwin (2001) een aantal teeltmaatregelen geadviseerd, die in eerste instantie bedoeld zijn voor bloementelers. Deze maatregelen zijn echter ook interessant zijn voor courgettelers. De maatregelen zijn als volgt:

- Van één tot een half uur vóór tot drie tot vier uur ná zonop een 3 tot 6°C lagere temperatuur instellen dan de nachttemperatuur. De effectiviteit van de kouval neemt af naarmate deze later op de dag plaatsvindt.
- Hoe sneller de temperatuur zakt, hoe groter het effect op de strekking. Bij gebruik van een energiescherm moet dit zo snel mogelijk worden geopend.
- De plant bevochtigen in de morgen met koud water vergroot het effect. Hierdoor neemt de planttemperatuur af. Het kan wel de schimmelaantasting vergroten!
- De reactie van de plant op DIF neemt toe bij hogere lichtintensiteiten. Het tijdens de dag belichten bij korte dagen zal de strekking van de planten sterker verminderen als DIF wordt toegepast. Bij donker weer is er dus relatief weinig effect van een DIF.
- Het effect van de DIF neemt af als de daglengte toeneemt. Daarom zijn de herfst, winter en vroege voorjaar de beste perioden om met een negatieve DIF te telen.
- Het toepassen van een DIF werkt minder bij nauwere plantafstanden.
- Bemesten met nitraatstikstof geeft minder strekking dan met ammoniumstikstof.

4.5 Water- en voedingsopname

Door Tachibana (1987) is de opname van water en voedingsstoffen van de pompoensoort *Cucurbita ficifolia* vergeleken met komkommer bij worteltemperatuurniveaus variërend van 12 tot 30°C. *Cucurbita ficifolia* is een pompoensoort die wel wordt gebruikt als onderstam voor komkommers. De water- en

voedingsopname bij *Cucurbita ficifolia* verliep bij alle temperaturen ongeveer even snel. Maar bij komkommer nam de opname van water en voeding beneden worteltemperaturen van 17 à 20°C duidelijk af. Waarschijnlijk is een courgette voor wat betreft de water- en voedingsopname gevoeliger voor lage worteltemperaturen dan *Cucurbita ficifolia*, maar minder gevoelig dan komkommer.

5 Discussie en conclusies

In de literatuur is gezocht naar onderzoeksgegevens over lage temperaturen bij courgette. De hoeveelheid gegevens over dit onderwerp was echter summier. Daarom is in de literatuur ook gezocht naar temperatuureffecten op de productie, de geslachtelijkheid van de bloem en de plantvorm. Voor telers is het namelijk erg belangrijk om te weten hoe ze deze kunnen beïnvloeden, omdat zowel de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen als de plant- en bladsteellengte in de praktijk in veel gevallen niet optimaal zijn.

Zo is de plaats van de eerste vrouwelijke bloem erg belangrijk. De eerste vrouwelijke bloem mag niet te hoog zitten, omdat dit vroeg algauw productie kost. Daarnaast komen er elk jaar in met name april en mei op verschillende courgettebedrijven periodes voor waarin het aantal mannelijke bloemen erg gering is, waardoor telers bij collega's mannelijke bloemen moeten gaan halen. Dit kost erg veel tijd en dus geld. Als dit kan worden voorkomen door bijvoorbeeld aanpassing van het temperatuurregime of -niveau, zou dit zeer gewenst zijn.

Daarnaast wordt er uit productieoogpunt steeds nauwer geplant, maar planten kunnen elkaar dan sterk beschaduen. Het zou zeer aantrekkelijk zijn als de planten via teeltmaatregelen compacter zouden kunnen worden gehouden. Ook zouden dan de oogst- en gewaswerkzaamheden gemakkelijker kunnen worden uitgevoerd, wat het arbeidsplezier verhoogt.

In de literatuur zijn inderdaad een aantal mogelijkheden gevonden om de gewassen compacter te houden en ook de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen te beïnvloeden. Weliswaar betreft dit veelal resultaten van onderzoek met andere gewassen, maar een aantal principes gelden hoogstwaarschijnlijk ook voor courgettes.

Hieronder zijn in het kort de belangrijkste conclusies uit de literatuurstudie weergegeven.

Koudeschade:

- Bij 4 dagen 5°C ontstaan op de bladeren van jonge courgetteplanten glazige plekjes. Bij een langere blootstellingsduur drogen de bladranden uit, gaan verkleuren en krullen de bladeren naar binnen. In extreme gevallen ontstaat bladnecrose.
- Koudeschade bij wortels van pompoenplanten uit zich in het slapgaan van wortels, waarna ze uiteindelijk in elkaar storten. Na 4 dagen 2°C zijn de wortels onherstelbaar beschadigd. Bij zaailingen ontstaan na 2 dagen bij 10°C bruine worteltoppen.
- Na een koudeperiode hoge temperaturen handhaven, wordt de koudeschade sneller zichtbaar.
- Voor courgetteplanten wordt een minimumtemperatuur aangegeven van 7 tot 10°C.

Nachttemperatuur en productie:

- Halverwege de teelt is het aantal geoogste courgettevruchten veelal minder bij een lagere nachttemperatuur, maar de eindproductie in stuks komt meestal meestal hoger uit.
- In veel gevallen neemt het vruchtgewicht toe bij een lagere nachttemperatuur.
- Onbestoven courgettevruchten groeien eerder (parthenocarp) uit bij een lagere dan bij een hogere nachttemperatuur.
- Hogere nachttemperaturen geven meer 'zwartjes' en 'geeltjes'.

Klimaat en bloemontwikkeling:

- De bloemontwikkeling aan de plant verloopt bij pompoenen en courgettes volgens een bepaald stramien. De duur van een bepaalde fase wordt sterk beïnvloed door de klimaatsomstandigheden.
- Bij een lage nacht- en etmaaltemperatuur komt de eerste vrouwelijke bloem laag aan de plant te zitten. Procentueel gezien worden er daarna ook meer vrouwelijke bloemen gevormd.
- De nachttemperatuur heeft een groter effect op de plaats van de eerste vrouwelijke bloem en de verhouding mannelijke/vrouwelijke bloemen dan de dagtemperatuur.
- Bij een korte dag komen de vrouwelijke bloemen in een lager oksel te zitten en zijn er verhoudingsgewijs meer vrouwelijke bloemen hoger aan de plant.
- Een hogere lichtintensiteit geeft meer vrouwelijke bloemen.
- Omstandigheden waarbij de plant snel groeit, dat is bij een hoge temperatuur, lange dag en hoge

lichtintensiteit, zijn gunstig voor de vorming van mannelijke bloemen. De temperatuur is veruit de belangrijkste factor.

Temperatuur en plantlengte:

- Planten strekken het meest rondom zonop.
- Planten blijven korter als de nachttemperatuur hoger is dan de dag (-DIF), bij een lagere etmaaltemperatuur of kouval rondom zonop.
- Van één tot een half uur vóór tot drie tot vier uur ná zonop een 3 tot 6°C lagere temperatuur instellen dan de nachttemperatuur, dat is een zogenaamde kouval, geeft bij veel plantensoorten een duidelijk kortere plant.
- Naarmate de kouval rond zonop gedurende een langere periode wordt gegeven, de kouval groter is en/of de temperatuur sneller wordt verlaagd, blijven de plant en de bladstelen korter.
- Bij komkommer en tomaat heeft een kouval geen effect op de bladoppervlakte.

Literatuur

- Berghage, R., 1998. Controlling height with temperature. Hort. Techn. 8(4): 535-539.
- Berry J. en O. Björkman, 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 31: 491-543.
- Buwalda, F., 1999. Mogelijkheden voor energiebesparing door temperatuurintegratie bij siergewassen. Literatuuroverzicht. Rapport 118, PBG Aalsmeer, 57 pp.
- Cantliffe, D.J., 1981. Alteration of sex expression in cucumber due to changes in temperature, light intensity and photoperiod. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(2): 133-136.
- Challa, H., 1976. An analysis of the diurnal course of growth, carbon dioxide exchange and carbohydrate reserve content of cucumber. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen, 88 pp.
- Erard, P., 2001a. La courgette sous abri. Des technique de culture pour améliorer la productivité. Première partie: diminuer les coûts et améliorer la précocité. Info-CTIFL, nr 168, p. 40-42.
- Erard, P., 2001b. La courgette sous abri. Des technique de culture pour améliorer la productivité. Deuxième partie: améliorer rendement et qualité. Info-CTIFL, nr 169, p. 43-46.
- Erwin, J.E. en R.D. Heins, R. Berghage, B.J. Kovanda, W.H. Carlson, J. Biernbaum. 1989. Cool mornings can control plant height. Grower Talks, p. 73-74.
- Grimstad, S.O. en E. Frimanslund, 1993. Effect of different day and night temperature regimes on greenhouse cucumber young plant production, flower bud formation and early yield. Sci. Hort 53: 191-204.
- Grimstad, S.O., 1993. The effect of a daily low temperature pulse on growth and development of greenhouse cucumber and tomato plants during propagation. Sci. Hort. 53: 53-62.
- Hamamoto, H. en M. Oda, 1997. Difference in elongation responses of cucumber and pumpkin hypocotyls. J. Jap. Soc. Sci. 65(4): 731-736.
- Hasselt, P.R. van, 1972. Photooxidation in leaf pigments in cucumis leaf discs during chilling. Acta. Bot. Neerl. 21: 539-548.
- Hasselt, P.R. van, 1976. Protection of Cucumis leaf pigments against photooxidative degradation during chilling. Acta. Bot. Neerl. 25(1): 41-50.
- Heij, G., 1989. Onduidelijke relatie dubbele vruchten en opkweektemperatuur. Groenten en Fruit, 10 maart 1989, p. 61.
- Heij, G. 1991. Teeltonderzoek bij op kleine schaal geteelde gewassen. Jaarverslag Proefstation voor de Glastuinbouw, p. 86-87.
- Heij, G. en K. Buitelaar, 1985. Effect van verlaagde nachttemperatuur op vroegheid en productie van courgette. Jaarverslag Proefstation voor de Glastuinbouw., p. 74-75.
- Helmy, Y.I., S.M. Singer en S.O. El Abd, 1999. Reducing chilling injury by short-term cold acclimation of cucumber seedlings under protected cultivation. Acta Hort. 491: 177-184.
- Ito, H. en T. Saito, 1957a. Factors responsible for the sex expression of Japanese cucumber. VI. Effects of the day length and night temperature, unsuitable for the pistillate flower formation, artificially controlled during the various stages of seedling development in the nursery bed. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 26:1-8.
- Ito, H. en T. Saito, 1957a. Factors responsible for the sex expression of Japanese cucumber. VII. Effects of long day and high night temperature treatment applied for short duration at the various stages of seedling development on the sex expression of flowers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 26: 141-153.
- Kuiper, P.J.C., 1983. Oecologische fysiologie. In: Plantenfysiologie (A. Quispel en D. Stegwee, eds.) pp. 407-464. Bohn, Scheltema en Holtema, Utrecht/Antwerpen.
- Laibach, F. en F.J. Kribben, 1949. Der Einfluss von Wuchsstoff auf die Bildung männlicher und weiblicher Blüten bei der monözischen Pflanze (*Cucumis sativus* L.). Ber. Deutsch. Bot. Ges. 62: 53-55.
- Matsuo, E en E. Fukushima, 1970. Studies in the photoperiodic sex differentiation in cucumber. *Cucumis sativus* L. IV. Light condition. J. Japan. Soc. Hort. 39:72-78.
- Mol, C., 1985. Courgette. Nachtverlaging werkt productieverhogend. Tuinderij, 14 maart 1985, p. 16-18.
- NeSmith, D.S., 1993. Summer squash response to root restriction under different light regimes. J. of

- Plant Nutrition, 16(5): 765-780.
- NeSmith, D.S. en G. Hoogenboom, 1994. Staminate and pistillate flower production of summer squash in response to planting date. Hort. Sci. 29(4): 256-257.
 - Nitsch, J.P. en E.B. Kurtz, J.L. Liverman, F.W. Went., 1952. The development of sex expression in cucurbit flowers. Amer. J. of Botany 39: 32-43.
 - Papadopoulos, A.P. en X. Hao, 2000. Effects of day and night air temperature on growth, productivity and energy use of long English cucumber. Can. J. Plant Sci. 80(1): 143-150.
 - Penning de Vries, F.W.T., A.H.M. Brunsting en H.H. van Laar, 1974. Products, requirements and efficiency of biosynthesis: a quantitative approach. J. Theor. Biol. 45: 339-377.
 - Raison, J.K. en J.M. Lyons, 1986. Chilling injury: a plea for uniform terminology. Plant, Cell and Environment 9: 685-686.
 - Reyes, E. en P.H. Jennings, 1994. Response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and squash (*Cucurbita pepo* L. var. *Melopepo*) roots to chilling stress during early stages of seedling development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(5): 964-970.
 - Rietze, E., 1988. Wirkungen kurzfristiger kälteperioden auf gurken (*Cucumis sativus* L.). Proefschrift Universiteit Hannover, 90 pp.
 - Rietze, E. en H.J. Wiebe, 1987. Kälte im Licht mögen Pflanzen nicht. Deutscher Gartenbau 41: 2436-2437.
 - Rietze, E. en W.J. Wiebe, 1989. Limits of a short-term temperature decrease as a base for on-line control. Acta Hort. 248: 345-348.
 - Robinson, R.W. T.W. Whitaker en G.W. Bohn, 1970. Promotion of pistillate flowering in cucurbita by 2-chloroethylphosphonic acid. Euphytica 19: 180-183.
 - Rylski, I., 1974. Fruit set and development of several vegetable crops grown under low temperature conditions. Proceedings of the XIX International Horticultural Congress, III. Section VIII. Vegetables. p. 375-385.
 - Rylski, I. en B. Aloni, 1990. Parthenocarpic fruit set and development in cucurbitaceae and solanaceae under protected cultivation in mild winter climates. Acta Hort. 287, 117-126.
 - Saito, T., 1961. Factors responsible for the sex expression of Japanese cucumber. X. Studies on the dark process. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 30: 1-8.
 - Sams, C.E. en W.A. Krueger, 1977. Ethephon alteration of flowering and fruit set pattern of summer squash. HortScience 12(2): 162-164.
 - Schapendonk, A.H.C.M. en H. Challa, 1981. Assimilate requirements for growth and maintenance of the cucumber fruit. Acta Hort. 118: 73-82.
 - Sedgley, M. en M.S. Buttrose, 1978. Some effects of light intensity, daylength and temperature on flowering and pollen tube growth in the watermelon (*Citrullus lanatus*). Ann. Bot. 42: 609-616.
 - Shannon, S. en R.W. Robinson, 1979. The use of ethephon to regulate sex expression of summer squash for hybrid seed production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(5): 674-677.
 - Slack, G. en D.W. Hand, 1981. Control of air temperature for cucumber production. Acta Hort. 118: 175-185.
 - Tachibana, S., 1987. Effect of root temperature on the rate of water and nutrient absorption in cucumber cultivars and figleaf gourd. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55(4): 461-467.
 - Tanis, C., 1995a. Courgette. Effect nachttemperatuur op verhouding mannelijke en vrouwelijke bloemen. Interne notitie Proeftuin Westmaas.
 - Tanis, C., 1995b. Courgette. Oriënterend onderzoek naar effecten van EC, temperatuur, rassen op vruchtbaarheid en houdbaarheid in een najaarsteelt. Interne notitie Proeftuin Westmaas.
 - Tiedjens, V.A., 1928. Sex ratios in cucumber flowers as affected by different conditions of soil and light. J. Agric. Res. 36: 720-746.
 - Wang, C.Y., 1985. Modification of chilling susceptibility in seedlings of cucumber and zucchini squash by the bioregulator paclobutrazol (PP333). Sci. Hort. 26: 293-298.
 - Warner, R.M. en J.E. Erwin, 2001. Using DIF and DIP to control height of greenhouse crops. Ohio Florists' Association 858: 1, 8-9.
 - Woodson, W.D. en W.S. Fargro, 1991. Interactions of temperature and squash bug density (Hemiptera: Coreidae) on growth of seedling squash. J. Econ. Entomol. 84: 886-890.
 - Wright, M. en E. W. Simon, 1973. Chilling injury in cucumber leaves. J. Exp. Bot. 24(79) 400-411.