

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700, fax 0174-636835

LITERATUURSTUDIE UNIFORMITEIT PLANTMATERIAAL

onderzoek uitgevoerd in opdracht van Productschap Tuinbouw

Project 2611

W. Verkerke
R. Kaarsemaker
Naaldwijk, december 1999

Intern verslag 202

2203276

INHOUD

SAMENVATTING	2
1. INLEIDING	3
2. KOPLOOSHEID	4
2.1 Groeiwijzen Tomaat	4
2.2 Late koploosheid	6
2.3 Vroege koploosheid	10
2.4 Conclusies	11
3. TROSGROOTTE (TWEETJES)	12
4. ANDERE AFWIJINGEN	14
4.1 Kroeskoppen	14
4.2 Dwerggroei	14
5. DISCUSSIE	15
6. DANKWOORD	15
LITERATUUR	16
BIJLAGEN	
Bijlage 1 - De aanleg van trossen	18
Bijlage 2 - Trosgrootte	19
Bijlage 3 - De ontwikkeling van bloemen	20
Bijlage 4 - Concept onderzoeksvoorstel	21
Bijlage 5 - Artikel in <i>Groenten & Fruit</i>	22

SAMENVATTING

Late koploosheid bij pootbare planten is het gevolg van een verstoring in het groeipunt waardoor de plant de groeiwijze krijgt van een zelftopper. Vroege koploosheid is een verstoring van het groeipunt voor dat de bloei begint. De grenswaarden van licht en temperatuur waarbij vroege en late koploosheid kunnen optreden zijn niet precies genoeg bekend. Andere afwijkingen worden kort besproken.

1. INLEIDING

In dit verslag wordt een overzicht van literatuur over verschillende afwijkingen van pootbaar plantmateriaal van tomaat gegeven. Tevens worden er enkele voor dit onderzoek uitgevoerde waarnemingen besproken. De nadruk ligt hierbij op twee afwijkingen die met het oog op de teelt van trostomaten speciale aandacht vragen: koploosheid en tweetjes. Enkele andere afwijkingen worden kort beschreven. In de Bijlagen worden ook enkele eerdere oudere bijdragen van oud PBG medewerker Krijn Buitelaar onverkort afgedrukt.

Koploosheid is met name een probleem in de opkweek. Er moet vaak extra worden gezaaid om voldoende planten te krijgen (Boonenkamp, 1996). Tweetjes treedt bij sommige rassen in de teelt op; dit probleem heeft niet zo'n duidelijke link met de opkweek.

In het verleden zijn gegevens over koploosheid samengevat door Buitelaar (1995 c, d). In dit verslag zijn deze gegevens nog eens kritisch doorgenomen en aangevuld met gegevens uit plantenfysiologische literatuur. Tevens zijn er enkele gesprekken met plantenkwekers gevoerd. De resultaten zijn gepresenteerd voor de NVP commissie uitgangsmateriaal en in een populair wetenschappelijk artikel (Verkerke, 1999).

2. KOPLOOSHEID TOMAAT

In het verleden werden verschillende afwijkingen in de ontwikkeling van trossen bij jonge tomatenplanten samengevat onder de term koploosheid. In dit onderzoek bleek dat deze verschijnselen te verdelen zijn in twee aparte typen: vroege en late koploosheid. Voor een beter begrip van de verschillen tussen deze typen worden eerst de determinate en indeterminate groei van tomaat kort behandeld.

2.1 Groeiwijzen tomaat

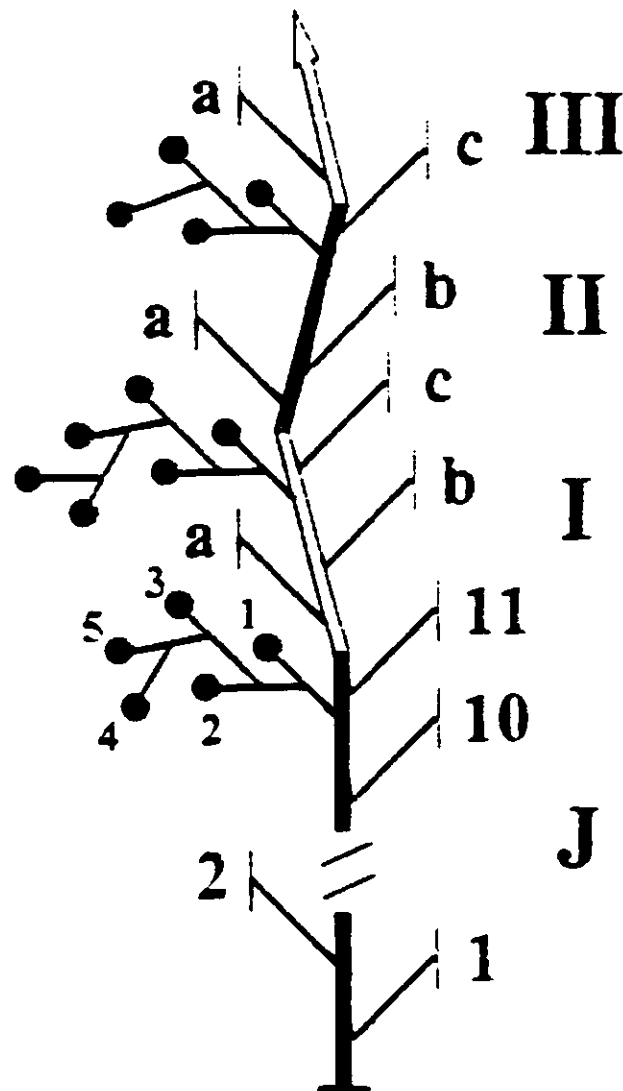
De huidige hogedraad teelt van tomaten wordt mede mogelijk gemaakt doordat de moderne rassen opgaand groeien en in principe eindeloos lang kunnen worden. Deze groeiwijze wordt indeterminaat genoemd en komt bij veel planten voor. Tegenover deze groeiwijze staat determinate groei, die bijvoorbeeld bij veel beesten voorkomt: op een gegeven moment zijn ze "af" en groeien niet meer verder. Sommige rassen tomaat vertonen ook determinate groei. Deze planten stoppen met de groei na een korte vegetatieve periode en vormen dan een paar eindstandige trossen. Zulke planten worden zelftoppers genoemd. In Nederland worden alleen indeterminate typen geteeld, maar in Florida (USA) worden vrijwel alleen maar determinate typen geteeld omdat men in het daar heersende klimaat per plant maar enkele keren kan oogsten. Vanaf de kieming tot aan de bloei van de eerste tros werken de twee typen hetzelfde programma "vegetatieve groei" af, waarbij een stengel met 6 - 12 bladeren worden gevormd. De aanleg van trossen vindt normaal plaats door splitsing van het groeipunt in twee groeipunten van ongelijke grootte. Hierbij ontwikkelt het grote hoofdgroeipunt steeds tot een tros terwijl het kleine zijgroeipunt de kop gaat vormen, eerst drie bladeren afsplitst en dan pas weer een volgende tros vormt. De eerste tros wordt ongeveer 14 - 16 dagen na zaaien (DNZ) aangelegd; de tweede tros een week later (21 - 23 DNZ), en de derde tros weer een week later (28 - 30 DNZ) (Van Ravestijn, 1966).

2.1.1 Indeterminate groei

Vanaf de bloei schakelen de indeterminate rassen over op een ander groei "programma" waarbij zogenaamde sympodiale segmenten worden gevormd. Elk zo'n segment bestaat uit drie bladeren en een eindstandige tros. Elk individueel segment is strikt genomen determinaat, maar in de oksel van het derde blad loopt steeds een knop uit die een nieuw segment vormt zodat de groei in principe eindeloos door kan gaan (Pnueli *et al.*, 1998; Allen & Sussex, 1996). De nieuwe okselknop (de kop) groeit veel sneller dan de tros. Hierdoor wordt de kop omhoog gericht en wordt de tros zijwaarts geduwd. Het derde blad zit gedeeltelijk vast aan de snel groeiende kop, zodat het uiteindelijk boven de bijbehorende tros uitkomt (Van Ravestijn, 1966).

2.1.2 Determinate groei

Bij de determinaat groeiende rassen wordt er dus maar 1 segment of een beperkt aantal segmenten gevormd; daarna neemt het aantal bladeren tussen twee trossen geleidelijk af (Silvy, 1974). Uiteindelijk worden er twee trossen vlak na elkaar gevormd, waarna de groei van de plant helemaal stopt. Met zulke planten is een normale hogedraad teelt natuurlijk niet mogelijk.



Figuur 1 - Overzicht van de groei met sympodiale segmenten bij tomaat. De primaire vegetatieve spruit (J, met in dit voorbeeld blad 1- 11) eindigt met een tros. Daarna loopt een knop in de oksel van het blad, net onder de tros uit. Dit vormt het eerste sympodiale segment. Het zit vast aan het basale stuk van het blad, groeit sterk en duwt de tros zijwaarts. Dit herhaalt zich hierna steeds: elk sympodiaal segment (I, II en III) vormt drie bladeren (a, b en c) en een tros. De bloemen worden na elkaar in een zig-zag patroon aangelegd. (Pnueli *et al.*, 1998).

2.2 Late koploosheid

Koploosheid die optreedt na het planten wordt hier late koploosheid genoemd. Bij de normaal indeterminaat groeiende rassen kan door allerlei oorzaken het programma "groei met sympodiale segmenten" worden verstoord. Hierbij komt het voor dat na de aanleg van een tros de okselknop wel uitgroeit en het derde blad verschuift tot boven de tros, maar dat na het eerstvolgende blad gelijk een tros wordt gevormd in plaats van eerst nog twee bladeren. Het resultaat is dat er geen duidelijke kop wordt gevormd en dat de groei stagneert. Soms kan dan in het oksel van het derde blad van het vorige segment, of in het oksel van het nieuwe eerste blad alsnog een dief gaan uitlopen. In bepaalde gevallen kan de groei dan doorgaan door het aanhouden van deze dief die als kop gaat fungeren, maar soms blijkt dat ook de nieuwe kop van deze dief weer koploos is (Buitelaar, 1995 a, b, c).

2.2.1 Achtergronden

De indeterminate groei kan worden opgevat als een verminderde apicale dominantie, waardoor een zijknop uitgroeit en zich tot kop ontwikkelt (Tucker, 1976; 1978; 1979; 1981). Apicale dominantie staat onder invloed van de auxine productie in het groeipunt (Brenner *et al.*, 1987; Cline, 1991; Ngoc & Ha Ngoc, 1980; Tamas, 1995).

Verwijdering van het groeipunt bewerkstelligt in sommige planten dat de groeiwijze van determinaat naar indeterminaat overspringt. Bij lage temperatuur produceert het groeipunt van tomaat meer auxine (Kramer & Went, 1949). Bespuiten met de groeistof Duraset (een auxine-achtige stof) verhoogt het percentage koploosheid (Teubner & Wittwer, 1957; Cordner & Hedger, 1959). Maar remming van het auxine transport bij indeterminate tomatenplanten deed de groei van indeterminaat juist overspringen naar determinaat (Avasarala *et al.*, 1996). Er zijn echter aanwijzingen dat niet het gehalte auxine in het groeipunt, maar veeleer de mogelijkheden om het auxine uit het groeipunt naar de plant te transporteren bepalend zijn voor de mate van apicale dominantie (Brenner *et al.*, 1987).

Late koploosheid heeft een genetische achtergrond, maar kan door bepaalde opkweekomstandigheden worden versterkt. Bij volledig koploze planten worden eventueel aan te houden dieven ook altijd koploos, zodat hiermee niet doorgeteeld kan worden. Het oude ras Dombo had vrij veel last van koploosheid. Een van de voorouders van dit ras was een zelftopper en dit kwam bij sommige teeltcondities weer te voorschijn. Van de nieuwere rassen heeft Recento ook wel een gevoeligheid. Door bepaalde opkweekomstandigheden kan een ongevoeliger ras echter ook koploos worden. Dit werd ook wel fysiologische koploosheid genoemd. Bij dit soort planten kan het aanhouden van een dief wel een oplossing zijn. De omstandigheden waarbij deze planten koploos worden zijn echter vrij slecht bekend.

Er wordt aangenomen dat de kiemingsomstandigheden van het zaad en de opkweekcondities een rol spelen bij het ontstaan van koploosheid. Kieming bij een hogere temperatuur dan 25 graden zou tot meer koploosheid leiden. Er zijn waarschijnlijk ook effecten van het type lamp en de duur van de belichting (Buitelaar, pers. meded.).

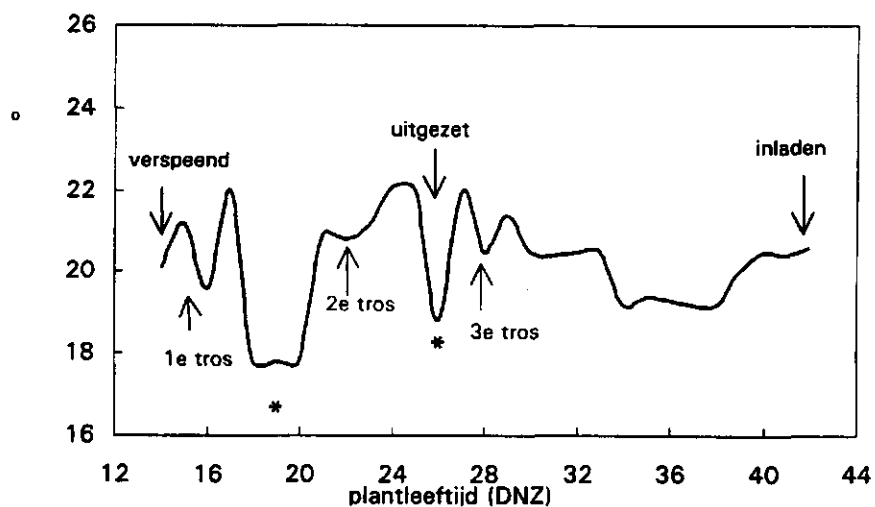
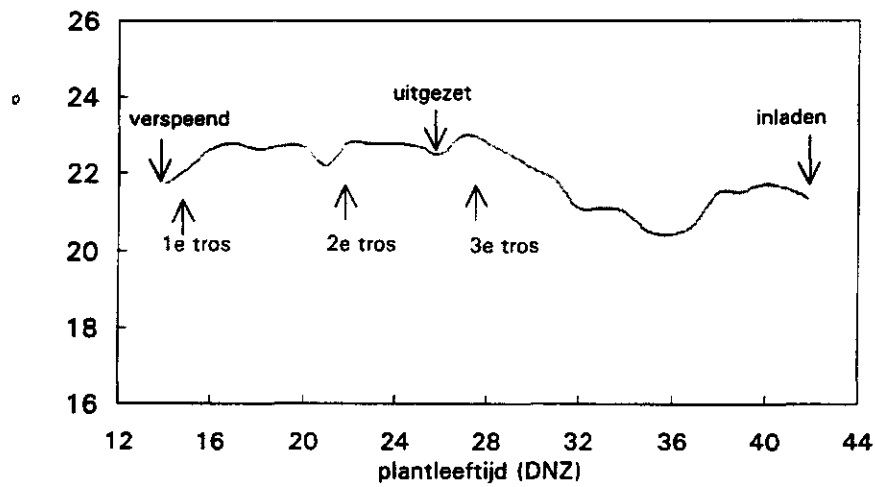
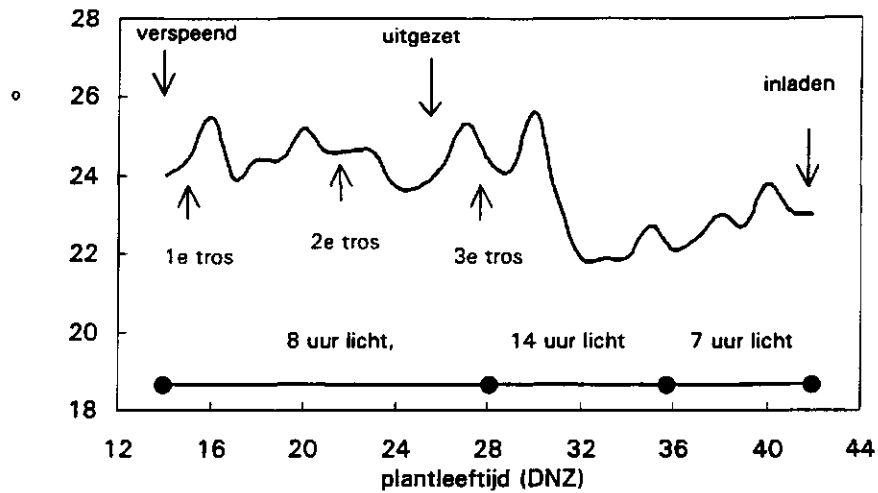
2.2.2 Praktijkwaarnemingen

Op woensdag 27 januari 1999 werden enkele tomatenplanten van het ras Jamaica met een groeistagnatie bij het PBG gebracht (Verkerke & Kaarsemaker, 1999). De planten waren afkomstig van een plantenkwekerij, maar hadden inmiddels al bij een tuinder op de mat gestaan. Er werd vermoed dat de verstoorde groei veroorzaakt was het klimaat tijdens de opkweek. De onderzochte planten waren half november 1998 gezaaid, 14 DNZ verspeend, 27 DNZ uitgezet en op 42 DNZ (29 december) ingeladen voor aflevering. Bij de tuinder bleek dat in deze planten de eerste twee trossen normaal waren gevormd, maar dat tussen de tweede en derde tros geen bladeren waren gevormd, waardoor de planten dus koploos werden. De tuinders hebben daarom een dief aangehouden die de functie van de kop overnam. Deze planten herstelden hierdoor. De klimaatcondities tijdens de opkweek zijn door ons met hulp van de plantenkweker op een rijtje gezet. Op grond van de literatuurgegevens is in Figuur 2a – c de vermoedelijke aanleg van de eerste drie trossen in de onderzochte planten afgebeeld met pijltjes.

Temperatuur - De laagste temperatuur bereikt twee keer een extreem lage waarde (Figuur 2c, sterretjes); op die dagen werden naastliggende gewassen beregend, waardoor de temperatuur tijdelijk daalde. De gemiddelde etmaaltemperaturen (Figuur 2b) zijn echter niet extreem. Het lijkt daarom niet waarschijnlijk dat de temperatuur een doorslaggevende rol heeft gespeeld bij het ontstaan van de groeistagnatie.

Licht - In de periode tot 28 DNZ werd er overdag 8 uur assimilatiebelichting gegeven. In de periode van 28 - 36 DNZ werd er plotseling veel meer licht gegeven, 14 uur vanaf 's avonds 23.00 tot de volgende dag 13.00. Hierdoor werd de nacht erg kort. Omstreeks deze periode moet ook de derde tros, waarbij nu een groeistagnatie optreedt, zijn aangelegd. Vanaf 38 DNZ gingen de lampen alleen 7 uur in de nanacht aan (Figuur 2a).

Conclusie - Bij dit oriënterend onderzoek bleek dat een periode van lange belichting in de opkweek samenging met een hoog percentage late koploosheid. De plotselinge overgang naar meer licht en het aanhouden een korte nacht zou een factor kunnen zijn bij het ontstaan van deze groeistagnatie. De etmaaltemperatuur is niet extreem geweest en lijkt geen rol te spelen. De hier gemaakte combinatie van de aangeleverde gegevens met onderzoekresultaten uit het verleden is echter globaal en geeft geen zekerheid over de oorzaak van de groeistagnatie. Voor de echte bewijsvoering zijn opkweekproeven nodig.



Figuur 2a - c Temperatuurgegevens en op grond van literatuur geschatte ontwikkelingsstadia van de planten tijdens de opkweek. 2a, b, c zijn respectievelijk de hoogste, de etmaal en de laagste temperatuur. De pijltjes geven de vermoedelijke datum van initiatie van de trossen weer.

2.2.3 Andere gewassen

Een oversprong van indeterminate naar determinate groei komt ook voor bij komkommer (Nakayama *et al.*, 1989). Ook bij een indeterminaat groeiende bonensoort (*Lablab purpureus* L.) kan een combinatie van hoge temperatuur en lange daglengte een indeterminate groei induceren. Bespuiten met gibberelline versterkte dit effect, maar cytokinine remde dit (Kim *et al.*, 1992, 1995, 1996). Bij sojaboon kan de overgang van indeterminate naar determinate groei geïnduceerd door korte dag omstandigheden. Dit gaat samen met een hoge concentratie jasmonaatzuur in de bladeren (Koda *et al.*, 1991). Er lijken geen overeenkomsten te zijn met het verschijnsel spijtkoppen bij paprika, waarbij de stengel zich in een te vroeg stadium in tweeën deelt (Esmeijer & Bergman, 1992). Koploosheid bij paprika wordt verder beschreven door Van der Burg *et al.* (1999). De bijdrage van koploosheid aan het percentage overzaai wordt verder toegelicht in Heij (1999).

2.3 Vroege koploosheid

Bij de opkweek van tomatenplanten treedt soms in de vegetatieve fase, dus nog voor de aanleg van de eerste tros, een storing op in het groeipunt. Het eigenlijke groeipunt is dan erg dun, en alleen aangehouden dieven kunnen de groei overnemen. Opmerkelijk is dat de bladeren vaak tegenover elkaar op dezelfde hoogte staan. Soms vormt het groeipunt alleen maar een spits puntje (J. Tamerus, pers. meded.). Het is niet duidelijk of dit komt door een verstoring van het groeipunt waarbij de differentiatie wordt verstoord of doordat er al aangelegde elementen gaan afsterven. Deze verschijnselen lijken samen te hangen met een combinatie van hoge temperatuur (hoger dan 25 graden) en weinig licht en treden vooral op bij een zaai in december. Er is dus in die gevallen wellicht een tekort aan assimilaten voor de kop geweest (Buitelaar, pers. meded.).

2.3.1 Achtergronden

Vavrina (1997) vermoedt dat een combinatie van weinig licht en te hoge temperatuur een rol spelen, maar er zijn verder geen concrete aanwijzingen in literatuur gevonden die vroege koploosheid kunnen verklaren. In dit Amerikaans onderzoek werd weliswaar gevonden dat zowel gebrek aan stikstof als fosfaat het percentage vroege koploosheid verhoogde (Vavrina, 1993, 1997), maar omdat in Nederland de voeding van tomatenplanten vergaand geoptimaliseerd is, speelt dit waarschijnlijk bij ons geen rol. In Florida worden tuinders aangeraden om koploze planten niet te dieven (Vavrina, 1997). Het vermoeden dat het evenwicht tussen vraag en aanbod van assimilaten een rol speelt lijkt in dit geval dus het meest waarschijnlijk.

2.3.2 Praktijkwaarnemingen

In het algemeen geeft priming een versnelling van de groei, zodat er in lichtarme condities eerder assimilatengebrek voor de kop kan optreden. Over het algemeen treedt vroege koploosheid sporadisch op, maar meerhokkige rassen als Revido, Confido, Solairo, Tomcat, Caspar en Jamaica zijn meer gevoelig voor deze verstoring. De indruk bestaat dat bij het aanhouden van twee stengels er minder problemen met koploosheid optreden.

2.3.3 Andere gewassen

Vroege koploosheid wordt wel vergeleken met het optreden van blindkoppen bij roos (Nell & Rasmussen, 1979 a,b; Wurr *et al.*, 1996), maar er zijn geen bewijzen dat hier echte overeenkomsten zijn. Er is dus vrij weinig bekend over deze afwijking.

2.4 Conclusies

- Koploosheid die pas optreedt in de teeltfase (late koploosheid) is het overspringen van indeterminate naar determinate groei.
- De oorzaak is waarschijnlijk opkweek bij te veel licht en een te lage temperatuur.
- Afhankelijk van het ras kan het gewas zich hierbij meestal herstellen door een dief aan te houden die als kop gaat fungeren.
- Bij koploosheid die optreedt in de opkweekfase (vroeg koploosheid) is de ontwikkeling van het groeipunt verstoord.
- Waarschijnlijk zijn deze planten bij te weinig licht in combinatie met een te hoge temperatuur opgekweekt.
- De kritieke grenzen van licht en temperatuur waarbij deze twee vormen van koploosheid optreden zijn niet goed bekend.

3. TROSGROOTTE (TWEETJES)

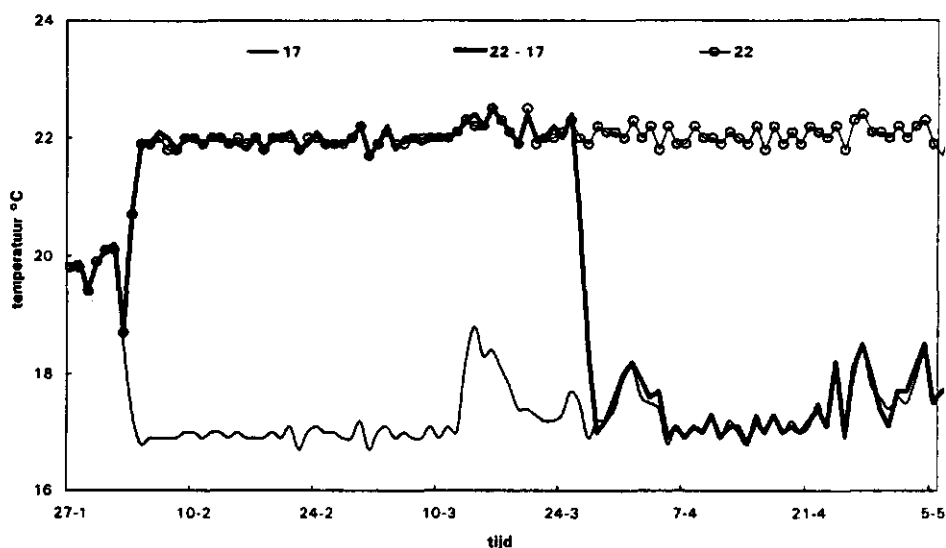
Het aantal bloemen per tros is opnieuw in de belangstelling komen te staan nu er veel trostomaten worden geteeld. Strikt genomen zouden er nu maar 6 bloemen aan een tros hoeven te zitten; niet meer maar ook zeker niet minder. Soms komt het echter voor dat er maar twee bloemen aan een tros worden gevormd. Dit verschijnsel wordt tweetjes genoemd.

3.1 Achtergronden

In het verleden is er veel onderzoek uitgevoerd naar trosgrootte met het doel het aantal vruchten per tros te vergroten, omdat men daar productieverhoging van verwachtte. Het bleek dat ongeveer 8 dagen na het ontvouwen van de cotylen de gevoelige fase begint waarin de grootte van de eerste tros door temperatuur kan worden beïnvloed. Deze periode duurt ongeveer twee weken (Calvert, 1964; Hurd & Cooper, 1967). Zoals te verwachten ging een door temperatuur veroorzaakte vergroting van het aantal bloemen samen met een slechtere kwaliteit. Over een vermindering van het aantal bloemen is destijds geen onderzoek gedaan, maar het uit dit onderzoek is duidelijk geworden dat temperatuur een invloed op het aantal bloemen per tros heeft.

3.2 Praktijkwaarnemingen

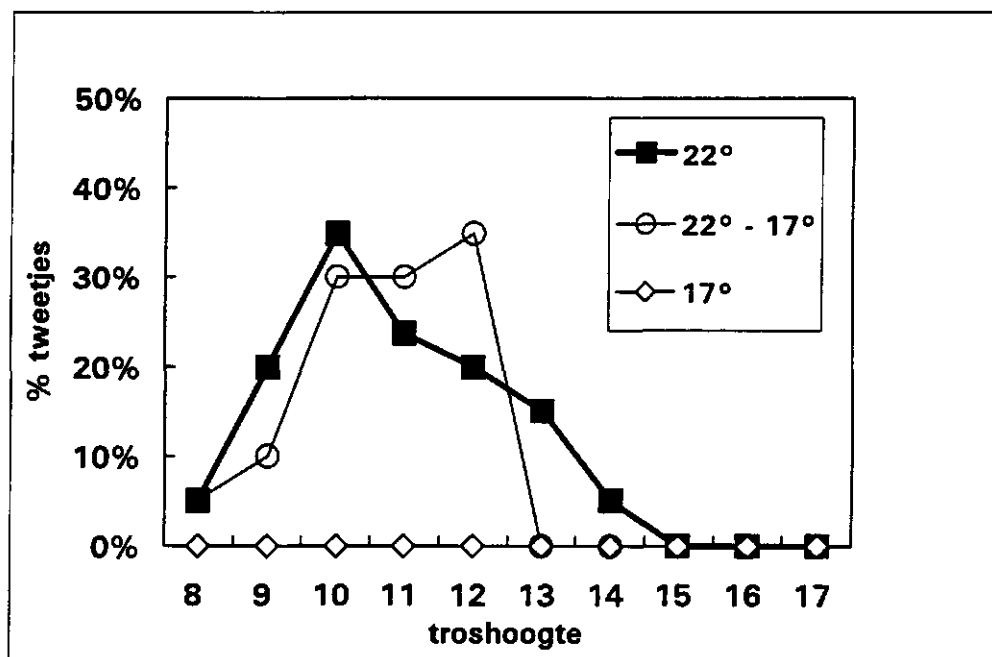
In de praktijk wordt vermoed dat vegetatief telen meer tweetjes geeft. Ook vermoedt men dat gevoeligheid voor koploosheid samengaat met gevoeligheid voor tweetjes, maar dit gaat in elk geval niet op voor het ras Tradiro. Dit ras is niet gevoelig voor koploosheid, maar wel voor tweetjes. In een PBG proef gaf een temperatuurverhoging van 2 graden alleen bij het ras Tradiro veel problemen met tweetjes, terwijl andere rassen dit niet optrad (Tabel 1, Figuur 4).



Figuur 3 - Overzicht van de gerealiseerde etmaaltemperatuur in kas 306 in drie afdelingen.

Tabel 1 - Het effect van etmaaltemperatuur op het percentage trossen met 2 of 3 vruchten (tweetjes) bij het ras Tradiro. De vier behandelingen etmaaltemperatuur waren gerealiseerd in vier afdelingen (PBG 306, afdeling 8, 6, 4 en 2) zonder herhalingen. De planten gingen op de mat op 15/1; de omslag van hoog naar laag was op 28/3; van laag naar hoog op 14/4 (Figuur 3). Het aantal planten van dit ras per behandelingen was 20. Voor trosnummer 8 zijn er geen gegevens verzameld (Kaarsemaker, in voorbereiding).

Tros	22 °C	22 - 17 °C	17 °C	17 - 22 °C
8	5.0%	5.0%	0.0%	0.0%
9	20.0%	10.0%	0.0%	0.0%
10	35.0%	30.0%	0.0%	0.0%
11	23.8%	30.0%	0.0%	0.0%
12	20.0%	35.0%	0.0%	0.0%
13	15.0%	0.0%	0.0%	0.0%
14	5.0%	0.0%	0.0%	0.0%
15	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
16	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
17	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%



Figuur 4 - Het effect van drie temperatuurbehandelingen op het percentage trossen met 2 of 3 vruchten (tweetjes) bij het ras Tradiro (data in Tabel 1).

- Een hogere etmaaltemperatuur geeft bij Tradiro veel tweetjes.
- Eerst een lage en daarna een hoge etmaaltemperatuur geeft geen tweetjes.
- Bij de andere rassen in deze proef traden helemaal geen tweetjes op.
- Tradiro moet bij lage temperatuur geteeld worden, anders ontstaan er tweetjes.

4. ANDERE AFWIJKINGEN

Voor een duidelijk onderscheid met koploosheid en tweetjes worden enkele andere afwijkingen van tomatenplanten kort besproken.

4.1 Kroeskoppen

Kroeskoppen (engels: rogues, frizzy head, Christmas tree, feather leg) zijn afwijkende planten die kunnen worden herkend als de eerste echte bladeren worden gevormd. Kroeskoppen splitsen vlak na elkaar veel bladeren af; de internodien zijn korter en de bladeren zijn kleiner. De eerste tros wordt eerder aangelegd, is kleiner en er worden meer dieven ontwikkeld. De blaadjes zijn iets spitsier en de plant groeit gedwongen met korte internodien en spichtige topblaadjes. De trosontwikkeling en de vruchtzetting zijn slecht (Calvert, 1974; Grimby, 1986; Tucker, 1977, 1980). Kroeskoppen kunnen soms samengaan met koploosheid (Buitelaar, 1988).

Het verschijnsel kroeskoppen heeft maar gedeeltelijk een erfelijke achtergrond (Crane, 1939). Een oud ras als Ailsa Craig is er gevoelig voor. De in het verleden gebruikte groene en halfgroene rassen gaven soms wel 25% planten met kroeskoppen, maar de huidige bleke rassen zijn weinig of niet gevoelig voor deze afwijking. De herkomst van het zaad, het oogsttijdstip en de zaadgrootte spelen een rol bij de gevoeligheid voor kroeskoppen. De eerste en tweede tros produceren meestal weinig kroeskoppen, maar de vruchten van hogere trossen kunnen soms meer kroeskoppen geven (Pet, 1971). De opkweekomstandigheden zijn ook belangrijk. Een te hoge temperatuur tijdens de kieming en weinig licht werken het verschijnsel in de hand. Kroeskoppen ontstaan waarschijnlijk door de temperatuur- en lichtcondities van net na het zaaien tot ontvouwen van de cotylen (Buitelaar, 1995, a, b, c; Lewis 1953).

4.2 Dwergroei

Dwergroei is een aan koploosheid verwant verschijnsel dat soms optreedt rond het uitkomen van de derde of vierde tros. De groei van de plant stagneert dan tijdelijk, de kop is klein en de plant heeft iets van een zelftopper. De indruk bestaat dat deze afwijking samengaat met een te vlotte weggroei in het begin. Ook hierbij zijn er gevoelige rassen. Dwergroei gaat meestal van zelf weer over en is later in de teelt vaak niet meer te herkennen. Dwergroei die samen gaat met paars verkleurde nerven kan echter het gevolg zijn van een virus infectie. Zulke planten moeten meteen verwijderd worden (Buitelaar 1995 c).

5. DISCUSSIE

Vroege koploosheid treedt op bij een hoge temperatuur in combinatie met te weinig licht en is waarschijnlijk het gevolg van te weinig beschikbare assimilaten voor de kop. Late koploosheid kan optreden in condities met te veel licht bij een te lage temperatuur; hierbij schakelt de plant over op een zelftopper-achtige groei. Voor de opkweek is vroege koploosheid het belangrijkste probleem. Vroege koploosheid heeft in elk geval gedeeltelijk een genetische achtergrond, maar condities tijdens de productie van het zaad en de priming zijn ook betrokken. De grenswaarden van licht en temperatuur in de opkweek zijn nog slecht bekend. Ook plantleeftijd, het moment van verspenen en de beschikbare hoeveelheid daglicht lijken betrokken. Waarschijnlijk zijn er gevoelige perioden in de ontwikkeling van de plant die een rol kunnen spelen. Het kantelen van de plug met de zaailing is wellicht ook een factor, in verband met de beschikbare hoeveelheid assimilaten die voor de kop beschikbaar moet zijn en niet richting wortels moet gaan.

Het hier gepresenteerde literatuuronderzoek heeft de betrokken factoren van koploosheid en tweetjes in kaart gebracht. Er is een duidelijke genetische component bij koploosheid aanwezig. Al tijden proberen de veredelaars koploosheid uit hun nieuwe rassen te krijgen, maar dit is niet echt helemaal gelukt. Er blijven, ook binnen uniforme partijen zaad, maar opgekweekt bij verschillende bedrijven, verschillen in koploosheid voorkomen. Dit doet vermoeden dat er per bedrijf bepaalde combinaties van licht en temperatuur optreden die een ras net over een drempel helpen zodat er koploosheid kan ontstaan. Regelmatig komen er ook nieuwe rassen op de markt waar betrekkelijk weinig ervaring mee is opgedaan op commerciële plantenkwekerijen. Deze plantenkwekerijen moeten daarnaast ook rekening houden met hun afnemers die het liefst zo snel mogelijk een plant willen. Met het oog op deze praktijksituatie is daarom de in Bijlage 4 afgebeelde suggestie voor verder onderzoek gedaan. In dit voorstel staat zou aan de hand van monitoring van gevoelige rassen die met de normale opkweek meelopen in kaart worden gebracht welke klimaatfactoren meer koploosheid geven. Het voordeel van de voorgestelde aanpak is dat er op de bedrijven gegevens worden verzameld over het eigen bedrijf, en dat elk bedrijf daar zelf verder mee kan komen.

6. DANKWOORD

We bedanken Jan Tamerus (fa. Vreugdenhil), Anton Nuijten (fa. Nuijten), Krijn Buitelaar (voormalig PBG), Joost van der Burg en Steven Groot (beiden CPRO-DLO) voor de informatieve gesprekken en commentaren op de eerste versies van dit rapport.

LITERATUUR

- Allen, K.D. & Sussex, I.M. - Falsiflora and anantha control early stages of floral meristem development in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Planta* **200**: 254-264 (1996).
- Avasarala, S., Yang, J. & Caruso, J.L. - Production of phenocopies of the lanceolate mutant in tomato using polar auxin transport inhibitors. *J. Exp. Bot.* **47**: 709 - 712 (1996).
- Boonenkamp, G. - Tomatenplanten laten veel te wensen over. *Groenten & Fruit / Vakdeel Glasgroenten* **2**: 42 (12 januari 1996).
- Brenner, M.L., Wolley, D.J., Sjut, V., & Salerno, D. - Analysis of apical dominance in relation to IAA transport. *HortScience* **22**: 833 - 835 (1987).
- Buitelaar, K. - Koploosheid en kroeskoppen bij Calypso. *Notitie PTG* (1988).
- Buitelaar, K. - Koploosheid, dwerggroei en kroeskoppen bij tomaat. Kort onderzoekverslag PTG (1995 a).
- Buitelaar, K. - Kroeskoppen bij tomaat. Kort onderzoekverslag PBG (september 1995 b).
- Buitelaar, K. - Weinig te doen aan groeistagnatie in de kop. *Groenten & Fruit/ Vakdeel Glasgroenten* **2**: 6 - 7 (13 januari 1995 c).
- Buitelaar, K. - Afwijkingen deels te omzeilen. *Groenten & Fruit/ Vakdeel Glasgroenten* **35**: 10 - 11 (1 september 1995 d).
- Buitelaar, K. - Kroeskoppen bij tomaat. Kort onderzoekverslag PBG (november 1996).
- Burg, W.J. van der, S.P.C. Groot & R.J. Bino - Koploosheid in paprika en tomaat. *CPRO-DLO* (31 augustus 1999).
- Calvert, A. - The effects of air temperature on growth of young tomato plants in natural light conditions. *J. Hort. Sci.* **39**: 194-211 (1964).
- Calvert, A. - Growth characteristics of the 'Rogue' tomato. *New Phytol.* **73**: 31 - 38 (1974).
- Cline, M.G. - Apical dominance. *Bot. Rev.* **57**: 318 - 358 (1991).
- Cordner, H. B. & Hedger, G. - Determinateness in the tomato in relation to variety and to application of N-meta-tolylphthalamic acid of high concentration. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **73**: 323 - 330 (1959).
- Crane, M.B. - "Rogues" and segregation in tomatoes. *Gardeners Chronicle* **105**: 92, 110 (1939).
- Esmeijer, M & G. Bergman - Splijtkop niet minder dan gewone plant. *Groenten & Fruit/Vakdeel Glasgroenten* **44**: 17 (30 oktober 1992).
- Grimbly, P. - Disorders. In: Atherton, J. G. & J. Rudich (Eds.), *The tomato crop, a scientific basis for improvement*. Chapman & Hall, London (1986).
- Heij, G. - Invloed zaadfractionering op de groei en ontwikkeling van paprikaplanten. Intern verslag PBG (maart 1999).
- Hurd, R.G. & Cooper, A.J. - The effect of early low temperature treatment on the yield of single inflorescence tomatoes. *J. Hort. Sci.* **45**: 18 - 27 (1970).
- Kim, S. E., Okubo, H. - Control of growth habit in determinate lablab bean (*Lablab purpureus*) by temperature and photoperiod. *Sci. Hort.* **61**: 147-155 (1995).
- Kim, S. E., Okubo, H. - Hormonal control of growth habit in determinate lablab bean (*Lablab purpureus*). *Sci. Hort.* **65**: 95-104 (1996).
- Kim, S. E., Okubo, H., Kodama, Y. - Growth response of dwarf lablab bean (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) to sowing date and photoperiod. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* **61**: 589 - 594 (1992).
- Koda, Y., Yoshida, K. & Kikuta, Y. - Evidence for the involvement of jasmonic acid in the control of the stem-growth habit of soybean plants. *Physiol. Plant.* **83**: 22 - 26 (1991).
- Kramer, M. & Went, F.W. - The nature of the auxin in tomato stem tips. *Plant Physiol.* **24**: 207-221 (1949).
- Lewis, D. - The rogue tomato: a problem in nuclear, cytoplasmic and environmental control. *Heredity* **7**: 337 - 359 (1953).
- Nakayama, M., Yamane, H., Yamaguchi, I., Murofushi, N., Takahashi, N. & Katsumi, M. - Endogenous gibberellins in the shoots of normal- and bush-type *Cucumis sativus* L. *J. Plant Growth Regul.* **8**: 237 - 247 (1989).
- Nell, T. A., Rasmussen, H.P. - Floral development and blindness in roses: an SEM study. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **104**: 18-20 (1979a).

- Nell, T. A., Rasmussen, H.P. - Blindness in roses: effects of high intensity light and blind shoot prediction techniques. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **104**: 21-25 (1979b).
- Ngoc, K.A.H. & Ha Ngoc, K.A. - A kinetic study of some events connected with the removal of apical dominance by decapitation or excision of the main axis at different levels in tomato. *Can. J. Bot.* **58**: 281-294 (1980).
- Pet, G. - Achtergronden van kroeskopvorming bij tomaat. Mededeling IVT **334** (1971).
- Pnueli, L., Carmel-Goren, L., Hareven, D., Gutfinger, T., Alvarez, J., Ganai, M., Zamir, D., Lifschitz, E. - The SELF-PRUNING gene of tomato regulates vegetative to reproductive switching of sympodial meristems and is the ortholog of CEN and TFL1. *Development* **125**: 1979-1989 (1998).
- Ravestijn, W. van - Trosontwikkeling bij de tomaat. *De Tuinderij* **6**: 370 - 372 (29 maart 1966).
- Silvy, A. - Etude des modes de ramification sympodiale chez *Lycopersicum esculentum* et *L. pimpinellifolium*. *Can. J. Bot.* **52**: 2207 - 2218 (1974).
- Tamas, I. A. - Hormonal Regulation of apical dominance. In P.J. Davies (ed.), *Plant Hormones*, pp. 572-597. Kluwer, Dordrecht (1995).
- Teubner, F.G. & Wittwer, S.H. - Effect of N-aryl-phtalamic acids on tomato flower formation. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **69**: 343 - 351 (1957).
- Tucker, D. J. - Effects of far-red light on the hormonal control of side shoot growth in the tomato. *Ann. Bot.* **40**: 1033 - 1042 (1976).
- Tucker, D. J. - Apical dominance in the 'rogue' tomato. *Ann. Bot.* **41**: 171, 181-190 (1977).
- Tucker, D. J. - Apical dominance in the tomato: The possible roles of auxin and abscisic acid. *Plant Sci. Lett.* **12**: 272 - 278 (1978).
- Tucker, D. J. - Apical dominance in the tomato: some further observations on isogenic lines showing varying degrees of side-shoot development. *Ann. Bot.* **43**: 5, 571-577 (1979).
- Tucker, D. J. - Some observations on factors controlling apical dominance in the 'rogue' tomato. *Ann. Bot.* **45**: 555-560 (1980).
- Tucker, D. J. - Axillary bud formation in two isogenic lines of tomato showing different degrees of apical dominance *Ann. Bot.* **48**: 837 - 843 (1981).
- Vavrina, C.S. - Budless tomato plants: Nitrogen in the house and yield in the field. *Florida Vegetable Transplant Growers News* **4**: 2 - 4 (1993).
- Vavrina, C.S. - Budless tomato transplants. SWFREC Station report - VEG 97.8 (1997).
- Verkerke, W. & R. Kaarsemaker - Groeistagnatie bij een partij tomatenplanten. Kort onderzoekverslag PBG Naaldwijk (5 februari 1999).
- Wurr, D.C.E, Hambridge, A.J. & Smith, G.P. - Studies on the blindness in brassicas. *J. Hort. Sci.* **71**: 415 - 426 (1996).

DE AANLEG VAN TROSSEN

K. Buitelaar, PBG, mei 1998

De trosaanleg hangt af van de assimilatenstroom naar groeipunt. Bij een hoge temperatuur worden er meer assimilaten meer naar het blad gestuurd. De gevoelige fase bij trosaanleg is 9 -10 dagen na het spreiden van de zaadlobben. Vuistregel: 's Zomers wordt elke 2 dagen een nieuw blad aangelegd; 's winters elke 2,5 dag.

Temperatuur

- groeiremming stelt trosaanleg uit
- hoge temperatuur bij lage lichtintensiteit stelt trosaanleg uit
 - voorbeeld: - opkweek 15 °C tros op 8e blad
 - opkweek 27 °C tros op 14e blad
- de eerste 3 weken rekken de planten niet bij warm houden
- bij 20°C 3 bladeren tussen 1e en 2e tros, per graad hoger 1 blad meer
- worteltemperatuur heeft vrijwel geen effect
- bij dag en nacht 24 °C: 11-14 dagen na zaaien 7e blad aangelegd

15-16	„	8e	„
17-19	„	9e	„
20-22	„	10e	„
23-24	„	11e	„
- advies: 21 dagen 24-25 °C en dan in één keer naar 20 °C = 11 bladeren onder 1^e tros.

Licht

- lage lichtintensiteit geeft meer bladeren onder de 1e tros, een hoge temperatuur versterkt dit
- het effect van licht is groter bij een hoge temperatuur dan bij lage temperatuur
- voorbeeld: opkweek bij 2500 lux i.p.v. 10.000 lux 7 bladeren meer onder de 1e tros, dit betekent 29 dagen latere bloemaanleg

Mest en water

- laag N, P en K is uitstel van trosaanleg met 1 á 2 bladeren.

Groeistoffen

- bladspuiten met auxine = lagere tros
- „ „ gibberelline = hogere tros
- „ „ CCC = lagere tros

Gewas

- zaadlobben wegnemen kan trosaanleg uitstellen (assimilaten tekort)
- verwijderen van jonge bladeren als ze nog assimilaten importerend versnelde de trosaanleg bij planten gegroeid bij weinig licht en 25°C
- het groeipunt en de jonge bladeren zijn in competitie met de assimilaten uit de zaadlobben.

Bijlage 2

TROSGROOTTE

K. Buitelaar, PBG, mei 1998

De tros wordt aan de top van de stengel gevormd. De eerste bloem ontstaat aan de top. Daarna ontwikkelen zich een uit reeks van zijgroei punten de volgende bloemen tot een tros. Afhankelijk van het genotype en het milieu kan vertakking van de hoofdas van de tros optreden, normaal onder de eerste bloem. Het aantal bloemen aan de eerste tros kan worden beïnvloed vanaf ongeveer 8 dagen na het spreiden van de zaadlobben en duurt 1 tot 2 weken.

Temperatuur

- vertakkingen door lage temperatuur bij de aanleg van de tros
- 13 °C i.p.v. 18 °C gaf 8 bloemen meer per tros
- 16 °C i.p.v. 24 °C gaf 4 bloemen meer per tros
- 's zomers van 15 °C naar 10 °C gaf dubbel aantal bloemen door vertakkingen
- gemiddelde etmaaltemp. belangrijker dan verschil tussen dag en nacht
- wortelkoeling (12 °C i.p.v. 20 °C) gaf iets grotere tros zonder vertakkingen
- scheutkoeling gaf een grotere tros door vertakkingen

Licht

- lichtperiode geen effect t.o.v. lichtduur
- onderlinge beïnvloeding van temperatuur en straling,
- CO2 gaf geen effect

Mest en water

- meer stikstof gaf meer bloemen, vooral bij weinig licht
- meer kali gaf meer bloemen
- beperking van de watergift gaf minder bloemen

Groeistoffen

- kinetine bij de wortels gaf meer bloemen
- spuiten met indolazijnzuur gaf meer bloemen
- spuiten met gibberelline gaf minder bloemen
- spuiten met alar gaf meer vertakkingen

Enquete in Limburg in 1995

- meer dan 28 dagen belichten bij de opweek gaf meer planten met een kortere tros.
- 3121 en Jamaica veel korte trossen.
- bij twee van de zes plantkwekers kwamen veel planten met korte trossen voor.

DE ONTWIKKELING VAN DE BLOEMEN

K. Buitelaar, PBG, mei 1998

Temperatuur

- hoge dagtemperatuur heeft meer effect op ontwikkeling dan hoge nachttemperatuur
- hoge temperatuur geeft meer abortie in de winter

Licht

- CO₂ bij lage instraling en hoge temperatuur versneld bloemgroei en beperkt abortie
- in bloeigedrag niet erg gevoelig voor daglengte
- dag verlenging met lampen is beter dan de lichtsterkte opvoeren met lampen

Mest

- een tekort aan voeding geeft remming en/of abortie van bloemen
- laag stikstof geeft uitstel van bloei
- meer stikstof kan meer bloemen geven, bij lage instraling is dit effect het grootst
- laag kali geeft uitstel en abortie van bloemen
- meer kali gaf meer bloemen
- 10 dagen geen fosfaat gaf 7 dagen uitstel van bloei en 50% minder bloei
- hoog zout bij goed licht gaf uitstel van ontwikkeling

Water

- krap water bij goed licht gaf uitstel van ontwikkeling
- tekort aan water geeft afstoten van bloemen
- als de bloemknop onder een binoculair te zien was gaf watertekort abortie
- beperkt water voor en tijdens de trosaanleg gaf een kleinere tros

Groeistoffen

- cytokinine bevordert de ontwikkeling
- gibberelline bij weinig licht gaf een betere ontwikkeling
- CCC e.d. beperken de abortie

Gewas

- het groeipunt wegnemen gaf betere bloemen
- het weghalen van jonge ontwikkelende bladeren gaf een betere bloemontwikkeling
- weghalen van dieven gaf een betere bloemontwikkeling
- er is een competitie tussen groeipunt en tros bij weinig licht

Algemeen

- Kleine potten gaven kleinere trossen, vooral door minder vertakkingen.
- Waarschijnlijk speelt voeding en watergebrek een rol.

MONITOR KOPLOOSHEID TOMAAT OP PLANTENKWEKERIJEN

Doel

Vaststellen bij welke grenswaarden van licht en temperatuur tijdens de opkweek vroege koploosheid optreedt bij tomaat.

Aanleiding

Vroege koploosheid bij tomaat geeft in de opkweek regelmatig aanleiding tot zo'n 5% uitval; incidenteel pakt deze uitval nog veel hoger uit. Dit is uiteraard ongewenst. De gevoeligheid voor vroege koploosheid bij tomaat is waarschijnlijk genetisch bepaald en wellicht afhankelijk van de behandeling van het zaad, maar wordt versterkt door een combinatie van hoge temperatuur en een te kleine hoeveelheid licht. Er wordt vermoed dat de kop in zo'n situatie te weinig assimilaten krijgt. De kritische grenzen zijn echter slecht bekend en lijken bovendien sterk rasafhankelijk.

Opzet

Omdat de omstandigheden per bedrijf sterk kunnen verschillen wordt in dit onderzoek voorgesteld om een monitor op te zetten. Hiervoor worden een of meer gevoelige rassen in kleine partijen (n = 100) met de normale opkweek op bedrijven meegezaaid en opgekweekt. Zowel de gevoelige rassen als de standaard partijen worden regelmatig beoordeeld op koploosheid. Aan de hand van een klimaatregistratie worden condities waarbij koploosheid optrad gekarakteriseerd.

Uitvoering

Gedurende de normale opkweek van tomaat worden steeds twee gevoelige rassen meegezaaid en opgekweekt. De partijgrootte is 100 planten per ras, uitgaande van 5% kans op koploosheid. Er wordt gekozen voor 1 of twee gevoelige rassen (Solairo, Tomcat of Revido). Van de vijf deelnemende bedrijven worden de sensoren geïjkt en de klimaatgegevens verzameld. Andere gegevens zoals watergift, manier van verspenen, duur en intensiteit van de belichting worden ook bijgehouden. De deelnemende zaadbedrijven leveren een of meer homogene partijen met zaad. De deelnemende bedrijven scoren zelf het percentage koploosheid in de monitor partijen en in vergelijkingspartijen van de normale opkweek. De gegevens worden door het PBG verzameld en uitgewerkt. De resultaten zijn vertrouwelijk en worden uitsluitend aan een begeleidingscommissie gepresenteerd.

Eindresultaat

Met de resultaten kunnen kritische grenzen voor licht en temperatuur worden aangegeven zodat plantenkwekers koploosheid op hun eigen bedrijf zoveel mogelijk kunnen voorkomen. Daarnaast kan dit leiden tot het formuleren van een klimaatinstelling of behandeling die kan worden gebruikt om rassen op gevoeligheid voor koploosheid te testen.

BIJLAGE 5 - Een samenvatting van dit rapport is gepubliceerd in *Groenten & Fruit / Vakdeel glasgroenten* 46: 14-15 (1999).

GROEI-AFWIJKINGEN TIJDENS DE OPKWEK

Elk jaar komen in de opkweek afwijkende planten voor. Er is hierbij sprake van rasgevoeligheid, maar bepaalde klimaatcondities tijdens de opkweek spelen ook een rol. PBG heeft voor tomaat de beschikbare kennis op een rijtje gezet. Met name vroege koploosheid en tweetjes zijn belangrijke afwijkingen.

Ontwikkeling

Bij de ontwikkeling van een tomatenplant wordt vanaf de aanleg van de eerste tros een aantal segmenten aangelegd. Elk segment bestaat uit drie bladeren en een eindstandige tros. In de oksel van het derde blad loopt steeds een knop uit (de kop) die sneller groeit dan de bijbehorende tros. Door de snelle groei in de kop wordt deze omhoog gericht en wordt de tros zijwaarts gedrukt. De kop vormt vervolgens een nieuw segment waardoor de groei in principe eindeloos door kan gaan (indeterminate groei). Bij echte zelftoppers wordt er eigenlijk maar 1 zo'n segment gevormd. De groei van de plant eindigt dan na de bloei van de eerste tros. Dit wordt determinate groei genoemd.

Late koploosheid

Soms komt het voor dat na de aanleg van een tros de okselknop wel uitgroeit, maar dat na het eerstvolgende blad gelijk weer een tros wordt gevormd in plaats van eerst nog twee bladeren. Het resultaat is dat er geen kop wordt gevormd en dat de groei stagneert. Dit wordt late koploosheid genoemd. Soms loopt in het oksel van het derde blad van het vorige segment, of in het oksel van het nieuwe eerste blad, alsnog een dief uit. Vaak kan deze dief weer als kop gaan fungeren. In andere gevallen blijkt echter dat ook de nieuwe kop van deze dief weer koploos is. Zo'n plant vertoont dus een zelftopper-achtige groei en hiermee is een normale teelt niet mogelijk.

Achtergronden

Late koploosheid heeft een genetische achtergrond en wordt gereguleerd door de productie van auxine in de kop. Bij volledig koploze planten worden eventueel aan te houden dieven ook altijd koploos, zodat hiermee niet doorgeteeld kan worden. Het oude ras Dombo had vrij veel last van koploosheid. Een van de voorouders van dit ras was een zelftopper en dit kwam bij sommige teeltcondities weer te voorschijn. Bij een combinatie van veel licht en lage temperatuur kan ook een minder gevoelig ras koploosheid gaan vertonen. Bij dit soort planten is het aanhouden van een dief wel een oplossing. De precieze omstandigheden waarbij deze planten koploos worden zijn echter slecht bekend. Er wordt aangenomen dat de kiemingsomstandigheden van het zaad en de opkweekcondities een rol spelen bij het ontstaan van koploosheid. Kieming bij een hogere temperatuur dan 25 °C zou tot meer koploosheid leiden. Er zijn waarschijnlijk ook effecten van het type lamp en de duur van de belichting. Bij een oriënterend onderzoek bij een bedrijf bleek dat een periode van lange belichting in de opkweek samenging met een hoog percentage late koploosheid. Deze planten herstelden later volledig door het aanhouden van een dief.

Vroege koploosheid

Bij de opkweek is vroege koploosheid een belangrijk probleem. Dit treedt op voor de aanleg van de eerste tros. Het groeipunt is dan erg dun en alleen aangehouden dieven kunnen de groei overnemen. Opmerkelijk is dat de bladeren vaak tegenover elkaar op dezelfde hoogte staan. Soms vormt het groeipunt alleen maar een spits puntje. Het is niet duidelijk of dit komt door een verstoorde differentiatie van het groeipunt of doordat er al aangelegde bladeren of trossen afsterven. Deze verschijnselen lijken samen te hangen met een combinatie van hoge temperatuur (hoger dan 25 graden) en weinig licht en treden vooral op bij een zaai in december. Er is dus in die gevallen wellicht een tekort aan assimilaten voor de kop geweest.

Praktijkwaarnemingen

Over het algemeen treedt vroege koploosheid sporadisch op, maar soms zijn bepaalde rassen of partijen meer gevoelig voor deze storingen. De indruk bestaat dat bij het aanhouden van twee stengels er minder problemen met koploosheid optreden. In Amerikaans onderzoek is gevonden dat gebrek aan stikstof en fosfaat het percentage vroege koploosheid verhoogt. Omdat in Nederland de voeding van tomatenplanten vergaand geoptimaliseerd is, speelt dit bij ons waarschijnlijk geen rol.

Tweetjes

Tweetjes (trossen met twee vruchten) is een andere afwijking waar nog heel weinig van bekend is. Vooral bij trostomaten kan door het optreden van tweetjes het rendement verminderen. Door een te hoge etmaaltemperatuur in het voorjaar worden er maar twee of drie bloemen per tros gevormd. Ook bij deze afwijking zijn de kritische grenzen in temperatuur nog niet voldoende bekend.

Drie afwijkingen

- Late koploosheid is het overspringen van indeterminate naar een zelftopper-achtige groei. De oorzaak is waarschijnlijk opkweek bij een combinatie van te lage temperatuur en te veel licht.
- Vroege koploosheid is de ontwikkeling van het groeipunt verstoord. Dit kan optreden door opkweek bij een combinatie van te hoge temperatuur en te weinig licht.
- Tweetjes treden op bij trostomaat bij een te hoge etmaaltemperatuur.
- De kritieke grenzen van licht en temperatuur zijn voor geen van deze drie afwijkingen bekend.

Wouter Verkerke, Ruud Kaarsemaker (PBG Naaldwijk)