

Kwaliteit en milieu in de glastuinbouw: stimulans tot vernieuwing

Themadag KLV, AB-DLO en PE

gehouden op 3 april 1997 te Wageningen

AB-DLO Thema's

De reeks AB-DLO Thema's (Agrobiologische en Bodemvruchtbaarheidsthema's) handelt over actuele landbouwkundige problemen, speciaal op het gebied van plantenproductie en bodemvruchtbaarheid, vanuit het gezichtspunt van de onderzoeksvelden van het DLO Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek: de kwaliteit van het plantaardig product; bodemkwaliteit en milieukwaliteit; nutriëntenbeheer voor landbouw, milieu en natuur; duurzame landbouw en landgebruik. De reeks bevat de teksten van lezingen die gehouden zijn bij thematische seminars die georganiseerd zijn in samenwerking met andere DLO-instituten, proefstation en universiteiten.

Het DTP-werk van dit deel werd verzorgd door Rina Kleinjan.

Exemplaren van deze publicatie kunnen worden besteld door overmaking van f 50,- per stuk op onze Postbankrekening, nummer 3577859 op naam van AB-DLO Wageningen, onder vermelding van "**Kwaliteit en milieu in de glastuinbouw: stimulans tot vernieuwing**". Het boek is ook verkrijgbaar via de boekhandel.

AB-DLO Thema's 4

Kwaliteit en milieu in de glastuinbouw: stimulans tot vernieuwing

Themadag KLV, AB-DLO en PE gehouden
op 3 april 1997 te Wageningen

L.F.M. Marcelis en A.J. Haverkort (Eds)



ab-dlo



Wageningen/Haren
1997

DLO-Instituut voor Agrobiologisch en
Bodemvruchtbaarheidsonderzoek
Bornsesteeg 65, Postbus 14
6700 AA Wageningen

Samenvatting

L.F.M. Marcelis en A.J. Haverkort (Eds), 1997. *Kwaliteit en milieu in de glastuinbouw: stimulans tot vernieuwing*

Themadag KLV, AB-DLO en PE gehouden op 3 april 1997 te Wageningen.

AB-DLO Thema's 4. DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Wageningen/Haren, 128 pp.

Het boek bevat tien hoofdstukken die zijn gepresenteerd op een themadag voor de glastuinbouw getiteld "Kwaliteit en milieu in de glastuinbouw: stimulans tot vernieuwing".

Deze dag is georganiseerd in Wageningen in april 1997 door de studiekering 'Ecologie en Fysiologie van de Plantaardige Productie' van de Koninklijke Landbouwkundige Vereniging, het DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) en de C.T de Wit Onderzoeksschool Productie-Ecologie.

In dit boek worden de visies vanuit bedrijfsleven en overheid op de perspectieven voor de glastuinbouwsector gegeven en vanuit het onderzoek worden recente onderzoeksresultaten getoond op het terrein van drie thema's: Keten, Kwaliteit en Milieu. Er wordt besproken in welke mate kwaliteit en milieu tot vernieuwing kunnen leiden. Binnen het thema Keten worden de kunst en kunde van goede ketens besproken. Er wordt een voorbeeld gegeven van een rozenketen, waarbij de nadruk ligt op de rol van vermeerdering en teelt. Binnen het thema Kwaliteit wordt ten aanzien van glasgroenten met name ingegaan op smaak, houdbaarheid en fysiogene kwaliteitsafwijkingen. Ten aanzien van de sierteelt worden mogelijkheden tot verbeteren van plantvorm en houdbaarheid besproken. Rond het thema Milieu worden nieuwe biologische bestrijdingsmethoden en een doelmatig gebruik van mineralen en energie besproken.

CIP-DATA KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Kwaliteit en milieu in de glastuinbouw: stimulans tot vernieuwing:

themadag KLV, AB-DLO en PE gehouden op 3 april 1997 te Wageningen /

L.F.M. Marcelis en A.J. Haverkort (red.). - Wageningen

[etc.] : DLO-Instituut voor Agrobiologisch en

Bodemvruchtbaarheidsonderzoek. - III. - (AB-DLO thema's; 4)

Met lit. opg.

ISBN 90-73384-53-2

NUGI 835

Trefw.: glastuinbouw, milieu, kwaliteit

© DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek,
Wageningen/Haren

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden gereproduceerd, in computerbestanden worden opgeslagen of uitgegeven in enige vorm, inbegrepen elektronisch, mechanisch, reprografisch of fotografisch, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever: AB-DLO, Postbus 14, Wageningen, Nederland.

Inhoud

	pagina
1. Op weg naar een gezonde glastuinbouwsector <i>F.H. Hoogervorst & R.L.M. van der Post</i>	1
2. Van Ketenkunst naar Ketenkunde <i>A.E. Simons, G.A.L. van de Vorst, J. Broeze</i>	7
3. Kwaliteit in de rozenketen: een product van vermeerdering en teelt <i>D. Kuiper & P.A. van de Pol</i>	17
4. Sturen op topkwaliteit van Nederlandse glasgroenten: het kan! <i>L.F.M. Marcelis & J. Janse</i>	29
5. Temperatuur en lichtkwaliteit als alternatieven voor chemische groeiregulatie? <i>F.M. Maas & J.V.M. Voegelezing</i>	45
6. Fundamenten voor een goed vaasleven <i>U. van Meeteren & W.J.R.M. Jordi</i>	61
7. Schone gewasbescherming door het inzetten van vijanden en concurrenten <i>J.C. van Lenteren, N.J. Fokkema & A.J. Dik</i>	75
8. Efficiënt gebruik van nutriënten in de glastuinbouw <i>C. Sonneveld & M. Heinen</i>	91
9. Efficiënt en verantwoord produceren onder glas: Naar een bewuste synthese van doelstellingen <i>H. Challa & J. Pluimers</i>	109
10. Het LNV-beleid voor de glastuinbouw <i>F.W.A. Vink</i>	123

Voorwoord

De glastuinbouw staat voor nieuwe uitdagingen. De wensen van de consument, de concurrentiepositie op de markt en de milieu-eisen vragen om een trendbreuk in de sector. Energievraagstukken hebben steeds de aandacht gehad, maar zullen met technologische innovatie een nieuwe impuls moeten krijgen.

In de sector glastuinbouw is het spanningsveld ecologie-economie duidelijk aanwezig. De consument verlangt natuurlijke, veilige producten van hoge kwaliteit. De milieu-eisen worden stringenter. De kwaliteit/prijs-verhouding bepaalt de concurrentiepositie in de markt.

Het onderzoek heeft dat in het verleden gedaan, maar zal ook in de toekomst een belangrijke rol spelen bij de vernieuwing in de sector. Snellere kennisoverdracht tussen onderzoek en praktijk is van levensbelang. De vorming van een nieuwe kennisinfrastructuur biedt ook kansen voor de tuinbouw: van oudsher zeer innovatief en met een krachtige vraag naar onderzoek en voorlichting.

In de toekomst kan de communicatie met en in de kennisketen nog verbeterd worden door een actieve participatie van telers en andere spelers in de keten. Voor het Wageningen Kenniscentrum en het praktijkonderzoek ligt er een uitdaging om vraaggericht met nieuwe prototypen en technologieën voor de sector te komen. Dit vraagt een bundeling van expertise en middelen.

De themadag is bedoeld voor belanghebbenden en geïnteresseerden in de glastuinbouw, zowel vanuit het bedrijfsleven als beleidsinstanties, voorlichters, docenten en onderzoekers.

Het initiatief voor deze themadag komt vanuit het Kennis Centrum Wageningen.

De organisatoren zijn de Koninklijke Landbouwkundige Vereniging (KLV), de C.T. de Wit Onderzoekschool Productie-Ecologie (PE-LUW) en het DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO).

Dit themaboek is verzorgd door AB-DLO en wordt op de themadag aan de deelnemers verstrekt.

Wij zijn de organisatoren en inleiders erkentelijk voor de wijze waarop ze dit thema inhoud hebben gegeven.

Voor alle betrokkenen in de sector bij de kennisinstellingen ligt de opgave om de ideeën tot leven te brengen.

dr.ir. J.H.J. Spiertz
(directeur AB-DLO)

dr. R.J. Bogers
(directeur PBG)

1. Op weg naar een gezonde glastuinbouwsector

F.H. Hoogervorst & R.L.M. van der Post

LTO NTS Glastuinbouw¹, Postbus 29773, 2502 LT Den Haag

INLEIDING

In juni 1995 heeft het tuinbouwbedrijfsleven de minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) toegezegd het initiatief te nemen voor een herstructureringsplan voor de Nederlandse glastuinbouw. Op uitnodiging van LTO-Nederland heeft zich toen een initiatiefgroep gevormd². Deze initiatiefgroep heeft het rapport 'Nederland Tuinbouwland; de glastuinbouw werkt aan haar toekomst' (1995) gemaakt. Met dit rapport heeft de sector zelf de handschoen opgenomen om niet alleen de problemen aan te pakken maar tevens te werken aan een gezonde glastuinbouwsector in Nederland.

In dit betoog zal worden aangegeven hoe LTO NTS Glastuinbouw tegen de toekomst van de sector aankijkt en hoe zij aan die toekomst werkt met als doel een vitale en schone sector met een gezond rendement.

NEDERLAND TUINBOUWLAND

Directe aanleiding voor het rapport Nederland Tuinbouwland waren de toenemende concurrentie en het slechte sociaal-economisch klimaat in de sector. Na enkele jaren van economische bloei was de sector in de problemen geraakt. In de LEI-studie 'Effecten van lastenverlichtingen en -verzwaringen op de glastuinbouw 1995-2000' is een negatieve spiraal geconstateerd:

- Zonder extra lastenverzwaring (= verzwaring van milieu en algemeen lasten) en zonder het lastenverlichtingspakket, raakt één op de vier bedrijven (25 %) in de financiële problemen.
- Door dit pakket lastenverzwaring³ stijgt het aantal bedrijven dat in financiële problemen raakt met 10 % tot 35 %.
- In de periode 1995-2000 neemt de moderniteit (uitgedrukt als percentage van de boekwaarde duurzame productiemiddelen t.o.v. de nieuwwaarde duurzame productiemiddelen) af met 9 %; van 42 % in 1995 tot 33 % in 2000.
- Het lastenverlichtingspakket⁴ vergroot de financieringsruimte voor bedrijven niet. Het percentage bedrijven dat om financiële redenen niet aan de milieuverplichtingen kan voldoen neemt niet af.

In het rapport Nederland Tuinbouwland wordt de verwachting uitgesproken dat tot 2000 30 % à 40 % van de bedrijven in de problemen raken. Dat betekent liquiditeitsproblemen, rendementsproblemen, moderniteit van het bedrijf niet op peil kunnen houden en/of de noodzakelijke aanpassingsinvesteringen niet kunnen financieren.

Het antwoord van de sector op deze problemen werd gezocht in modernisering en herstructurering van de afzet en de bedrijven. Geconstateerd werd dat ingrijpende maatregelen noodzakelijk zijn voor het behoud van een internationaal leidende rol en een nationaal gezonde sector.

GEZONDE TUINBOUW EEN SCHOON MILIEU

In het rapport Nederland Tuinbouwland wordt gesproken van een nationaal herstructureringsplan dat breed gedragen wordt door overheid, samenleving en milieu-organisaties. Dat betekent dat er naast streven naar een economisch gezonde sector ook gestreefd moet worden naar een natuur- en milieuvriendelijke glastuinbouw. Het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) onderzocht in het rapport Gezonde Tuinbouw, Schoon Milieu, de milieuwinst van de herstructurering.

De conclusies van het CLM waren als volgt:

- Herstructurering leidt tot aanzienlijke milieuwinst.
- Herstructurering leidt ook tot verbetering van de vooruitzichten op economisch en sociaal gebied.
- Een nieuwe kas leidt tot extra milieuwinst ten opzichte van renovatie (vooral bij energie).
- Het herinrichten van een nieuw gebied biedt extra mogelijkheden om milieuwinst te boeken (met name restwarmte⁵, centrale CO₂-voorziening, een adequaat rioolsysteem en een tuinbouwspecifieke waterzuiveringsinstallatie).

SPEERPUNTEN NEDERLAND TUINBOUWLAND

Met beide rapporten op zak is LTO NTS Glastuinbouw gaan werken aan de herstructurering van de glastuinbouw⁶. De projectgroep die zich hiermee bezig houdt, werkt op een aantal terreinen:

- a. Ruimtelijke herstructurering
In alle glastuinbouwgebieden zijn gebiedsvisies opgesteld. Daarin is een sterkte-zwakke analyse gemaakt en aangegeven waar knelpunten liggen. Inmiddels wordt hard gewerkt aan het concreet maken van deze gebiedsvisies. Per regio wordt een Integraal Ontwikkelings Plan (IOP) gemaakt. In zo'n IOP zal een analyse worden gemaakt van de glastuinbouwlocaties. Er wordt aangegeven welke infrastructuur noodzakelijk is. Per deellocatie wordt de ernst van de situatie in beeld gebracht en wordt op basis van criteria als moderniteit, verkaveling, planologische druk en dergelijke een waardering gemaakt. Tevens worden uitbreidingslocaties en het instrumentarium aangegeven. De IOP's zijn gericht op ontwikkeling van een gebied. De doelstelling is om van onderaf, breed gedragen door alle belanghebbende partijen, te komen tot een gezonde glastuinbouw.
Om de ruimtelijke herstructurering op gang te helpen heeft het ministerie van LNV een regeling structuurverbetering glastuinbouw ontwikkeld. In het voorjaar van 1997 zal de regeling operationeel zijn. De infrastructuur is essentieel. Vandaar dat het ministerie van LNV tevens werkt aan een infrastructuurregeling voor de oude glas-

tuinbouwgebieden. In overleg probeert LTO NTS Glastuinbouw een zo'n breed mogelijke regeling voor de sector te bewerkstelligen.

Daarnaast is de aanpak van ruimtelijke knelpunten van belang. Functieverandering en functiehandhaving⁷ zijn hier voorbeelden van. In overleg met de Rijks Planologische Dienst (RPD) zoekt LTO NTS naar oplossingen.

b. Groene financiering

Via het groenfonds, maar ook via de banken, kunnen bepaalde investeringen groen gefinancierd worden. Groene financiering levert 1 à 2 % rentevoordeel op. Voorwaarde is dat zo'n investering moet leiden tot aanzienlijke milieu- en/of natuurwinst. LTO NTS Glastuinbouw heeft een project opgestart op te komen tot een milieukeur op glastuinbouwbedrijven. Getracht wordt een zeer milieuvriendelijk glastuinbouwbedrijf te ontwikkelen waarvoor de investeringen groen gefinancierd kunnen worden. Voor de zomer van 1997 wordt een rapportage verwacht.

In de discussie over nieuwe glastuinbouwlocaties spelen vestigingsfactoren een grote rol. De energiecommissie van het Landbouwschap is nu bezig de vestigingsfactoren op het gebied van energie in nieuwe gebieden in kaart te brengen. Met de nieuwe technieken op dit gebied is aanzienlijke milieuwinst te boeken. Andere vestigingsfactoren, zoals de aankleding, zullen later worden onderzocht.

c. ICES-gelden

De glastuinbouw is een van de speerpunt-sectoren van de Nederlandse economie. De sector levert een aanzienlijk aandeel in de Nederlandse export⁸ en zorgt voor veel werkgelegenheid⁹. Het is daarom logisch dat het kabinet de glastuinbouw als één van de economische sectoren heeft aangewezen waarvoor de extra aardgasopbrengsten worden aangewend. Een Interdepartementale Commissie Economische Structuurverbetering (ICES) buigt zich over de toewijzing van deze gelden.

Op Prinsjesdag kondigde het kabinet aan 750 miljoen te willen bestemmen voor CO₂-reductie. De glastuinbouw heeft hiervoor een aantal projecten ingediend, waaronder het gebruik van restwarmte, een warmtepijp vanaf een energiecentrale, CO₂-voorziening e.d. Deze projecten leveren een aanzienlijk milieuwinst op door een efficiënter energiegebruik.

In overleg met het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) wordt gewerkt aan thema's waarvoor de overige ICES-gelden bestemd zouden kunnen worden. Enkele voorbeelden hiervan zijn: bodemsanering, met name waterbodems; infrastructuur voor energie/warmtekracht; infrastructuur als waterhuishouding en waterbeheer; landschappelijke aankleding van een glastuinbouwgebied en de integratie van stad en glastuinbouw.

d. Sociaal economisch plan

Middels een bedrijfsdoorlichting¹⁰, die door de Sociaal Economische Voorlichting (SEV) en de Dienst Landbouw Voorlichting (DLV) wordt uitgevoerd, wordt de ondernemer de spiegel voorgehouden. Dit moet resulteren in het maken van een keuze: Innovatie? Verplaatsing? Toekomstgericht bedrijfsplan? Beëindigen? Oriëntatie op ander werk?

SPEERPUNTEN LTO NTS GLASTUINBOUW

Naast de herstructurering zoals kort in het bovenstaande beschreven richt LTO NTS Glastuinbouw zich op een aantal andere speerpunten. Het werk is gestoeld op drie pijlers: beleid, vaktechniek¹¹ (en kennisuitwisseling) en innovatie. Getracht wordt hierin het voortouw te nemen en niet af te wachten.

Kennisuitwisseling is een van de succesfactoren van de Nederlandse glastuinbouw geweest. Door vele ontwikkelingen verandert er op dit terrein heel wat. Voor het kennisbeleid en innovatie betekent dat onder andere een heroriëntatie van vaktechniek, het ontwikkelen van heldere gewaslijnen waar ondernemers die dezelfde gewassen hebben hun kennis en ervaring kunnen uitwisselen, een goede (marktgerichte) aansturing van het praktijkonderzoek, een stichting Innovatie die innovatieve projecten op bedrijfsniveau stimuleert en faciliteert.

Vaktechniek en kennisuitwisseling hebben ook een belangrijke bijdrage in de verbetering van de kwaliteit van het product. Kwaliteit op het gebied van milieu (bijvoorbeeld zo min mogelijk gewasbeschermingsmiddelen), op het gebied van smaak, houdbaarheid en uiterlijk. Groepen tuinders wisselen ervaringen en kennis uit en komen zo tot verbetering van hun producten. Dat dit werkt blijkt wel uit het feit dat de tomaat zijn plek op de Duitse markt weer heeft heroverd.

Energie is voor de glastuinbouw van essentieel belang¹². Een lage tuinbouwgasprijs is een voorwaarde voor het voortbestaan van de sector. Een goed gasprijscontract tussen de sector, de Gasunie en EnergieNed hoort daarbij.

In de MeerJaren Afspraak-Energie (MJA-E) heeft de sector met de overheid afspraken gemaakt om energiebesparing te realiseren. Dat betekent o.a. dat in 2020 33 % energie-efficiëntere productie moet plaatsvinden ten opzichte van 1995. Daarnaast zal de inzet van duurzame energie naar 10 % moeten. De opties die de sector daarvoor heeft zijn o.a. warmtekrachtkoppeling; warmte-opslag; klimaatregeling; rookgascondensoren en energiebewuste bedrijfsvoering.

De Nederlandse tuinbouw is een voorloper op het gebied van het terugdringen van gewasbescherming. Ook hier is een afspraak met de overheid gemaakt. In een bestuursovereenkomst is een aantal reductiedoelstellingen vastgelegd. De Nederlandse tomaat is milieuvriendelijker dan de Spaanse, zo beweert ook de milieubeweging.

Milieu in het algemeen is een speerpunt voor de glastuinbouw. LTO NTS Glastuinbouw probeert steeds in goed overleg met de milieu-organisaties de milieuproblematiek op te lossen. In het Glastuinbouw en Milieu-overleg (GLAMI) zitten alle betrokken partijen, zoals rijksoverheden, provinciale overheden, gemeenten, waterschappen, milieu-organisaties en de sector zelf. Dit jaar zal in dat kader nog een Integrale MilieuTaakstelling (IMT) worden ondertekend waarin de sector aangeeft bepaalde doelstellingen op het gebied van milieu te realiseren. Dit als opstapje naar een BedrijfMilieuPlan waarmee de ondernemer een instrument heeft om zelf op zijn bedrijf zoveel mogelijk milieuwinst te boeken.

Innovatie op ondernemerschap staat hoog op de prioriteitenlijst. De nieuwe ontwikkelingen stellen steeds hogere eisen aan de ondernemer als manager. Een modern management op het gebied van personeel, milieu, marketing en dergelijke is daarbij essentieel. LTO/NTS Glastuinbouw is hiervoor initiatieven aan het ontwikkelen.

TENSLOTTE

In een vrije marktsector als de glastuinbouw hangt het succes van de markt af. Daar wordt de prijs voor de producten bepaald en dus het inkomen van de ondernemer. Grote inzet zal gepleegd moeten worden om tot een professioneel afzetapparaat te komen. Het Nederlandse label zal onderscheiden moeten worden als schoon, smaakvol en betrouwbaar. Tevens zal Nederland zijn positie als handelscentrum moeten verstevigen. De inzet die LTO/NTS Glastuinbouw pleegt moet dan ook gezien worden als ondersteuning van die ondernemer bij het maken van keuzes op zijn bedrijf. De ondernemer is dus zelf aan zet. Een ondernemer die optimaal gebruik weet te maken van de bovengenoemde punten kan scoren. Scoren op bedrijfseconomisch gebied, verlaging van de kostprijs, milieutechnisch verantwoord ondernemen en verhoging van de maatschappelijke acceptatie. Dat is nodig om de glastuinbouw een economische speerpunt-sector te laten zijn. De ondernemers zijn dus aan zet op weg naar een gezonde glastuinbouw met toekomst.

- ¹ Sinds 1 januari 1997 zijn LTO-Nederland (Land- en Tuinbouworganisaties Nederland) en de NTS (Nederlandse Tuinbouw Studiegroepen) gefuseerd. Binnen LTO-Nederland is sprake van een vakgroep LTO NTS Glastuinbouw die de belangenbehartiging van de glastuinders voor haar rekening neemt. In die vakgroep zitten zowel vertegenwoordigers van de regionale organisaties als uit de gewaslijnen.
- ² De leden van de initiatiefgroep waren: J.M.A. Aerts, M. Bos, G.J. Doornbos, Th. Duijvestijn, D. Duijzer, J.L. Ebbens, F.H. Hoogervorst, F.H. Kuipers, P.J.M. Rademakers, R. Rotmensen en J.W. Straatsma. Zij namen allen op persoonlijke titel deel aan de initiatiefgroep.
- ³ Het betreft hier de volgende kostenposten:
 - bruto loonkosten (jaarlijkse stijging met inflatie);
 - energiekosten (aardgas, elektra, zware olie, petroleum);
 - milieu-investeringen (Wet Verontreiniging Oppervlaktewater, MeerJarenPlan-Gewasbescherming, MeerJarenPlan-Energie);
 - algemene lasten (OZB, waterschapslasten, reinigingsrechten, collectieve lasten).
- ⁴ Bij lastenverlichting gaat het om o.a. de volgende kostenposten:
 - terugschuiven energieheffing;
 - verlaging van de loonkosten in de sfeer van de sociale verzekeringen;
 - verhoging zelfstandigenaftrek;
 - verlaging inkomstenbelasting;
 - uitbreiding VAMIL-lijst met voor de glastuinbouw relevante investeringen (waterbassins, spoelplaatsen, spuitboom, hergebruik spoelwater e.d).
- ⁵ Elektriciteitscentrales kunnen warmte 'over hebben'. Die warmte gaat vaak via een schoorsteen de lucht in. In plaats daarvan zou deze restwarmte middels een pijp naar een glastuinbouwbedrijf of lokatie getransporteerd kunnen worden.
- ⁶ In het rapport Nederland Tuinbouwland wordt ook gesproken over de herstructurering van de afzet. In dit artikel is dat buiten beschouwing gelaten.

7 Functiehandhaving: in de praktijk komt het wel eens voor dat in een gebied met glastuinbouwbestemming iemand een glastuinbouwbedrijf koopt en na drie jaar hier een andere bestemming aan geeft. Op deze manier vervreemdt het bedrijf van de aanvankelijke bestemming. Functieverandering: bij de aanleg van nieuwe projecten als natuur wordt vaak eerst de bestemming gelegd. Pas later volgt en tijdspad en de benodigde financiële middelen. Tot die tijd verkeert een tuinder in onzekerheid.

8 Uitvoer in miljoenen gulden (1995):

Bloemkwekerijgewassen	6507
Groenten (vers en verwerkt)	5969

Bron: Tuinbouwstatistiek 1995

N.B. Dit is de uitvoer van glas- als wel opengrondteelt

9 Aantal arbeidsjaareenheden per bedrijf voor:

glasgroentebedrijven:

totaal	17446
gezin	7914
niet-gezin	9532

glasbloemenbedrijven:

totaal	33126
gezin	11704
niet-gezin	21422

Bron CBS-landbouwtelling 1996

10 Via SEV of DLV kan een ondernemer zijn bedrijf door laten lichten. Dit kost f 500,-. Het ministerie van LNV subsidieert de rest van de kosten (ongeveer f1350,-).

11 Vaktechniek is het bij elkaar brengen van tuinders om elkaar te informeren over nieuwe ontwikkelingen met als doel kwaliteit te verbeteren en kostprijs te verlagen.

12 Het energiedossier wordt voor de sector bij het Landbouwschap uitgevoerd. Nu de afbouw van het Landbouwschap een feit is, is gevraagd aan het Productschap Tuinbouw de taken over te nemen.

2. Van Ketenkunst naar Ketenkunde

A.E. Simons, G.A.L. van de Vorst & J. Broeze

Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO), Postbus 17, 6700 AA Wageningen

Samenvatting

Voor de Nederlandse glastuinbouw wordt de keten steeds belangrijker, zeker als we naar de verre toekomst kijken. Om echter als keten optimaal te functioneren, is het noodzakelijk dat alle participanten in de keten voldoende ketenkundig zijn. De studie naar High Tech Agroproductie (HTA) in het jaar 2040 geeft aan dat ketens korter zullen zijn en direct vanuit de markt via de keten de productie-eenheden zullen aansturen. Deze eenheden zullen een breder assortiment van hoogwaardige dagverse producten leveren. Dit sluit naadloos aan op de huidige trends in de markt, waarbij via nieuwe ketenconcepten als Efficient Consumer Response (ECR) men de consument optimaal beoogt te bedienen. Door dit adequaat op te pakken, kan de Nederlandse glastuinbouw een beslissend concurrentievoordeel opbouwen.

INLEIDING

De Nederlandse glastuinbouw wordt de laatste jaren gekenmerkt door grote veranderingen. Toenemende concurrentie in combinatie met structurele wijzigingen in de traditionele markten zijn hiervan de gangmakers. Bovendien worden milieu-eisen continu aangescherpt. Door hier pro-actief mee om te gaan kan de glastuinbouw bij uitstek haar toekomst veiligstellen. Voorwaarde is wel dat de keten van tuinder tot consument als marktgestuurde keten gaat opereren.

In de presentatie wordt een visie geschetst vanuit een drietal invalshoeken: (i) High Tech Agroproductie beoogt met een gesloten productiesysteem de consument in het jaar 2040 te voorzien van hoogwaardige verse groenten. Dit is een initiatief van het interdepartementaal onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling (DTO). (ii) Vervolgens wordt ingegaan op ervaringen die zijn opgedaan in een aantal lopende ketenprojecten. (iii) Tenslotte wordt Efficient Consumer Response (ECR) gepresenteerd, één van de meest prominente ketenmanagementstrategieën van dit moment, en de relevantie daarvan voor de glastuinbouw.

HIGH-TECH AGROPRODUCTIE

Het High-Tech Agroproductie (HTA) initiatief is opgestart om te kunnen voorzien in de behoefte aan een duurzaam productiesysteem voor voedingsgewassen over 50 jaar. Dit initiatief richt zich op de productie van groenten en andere voedingsgewassen in een duurzaam milieu. Om in de toekomst aan de behoefte te voldoen van een groeiende wereldbevolking met een gemiddeld toenemende welvaart is een grote productiviteitstoename nodig.

Daarnaast dient de milieubelasting per geproduceerde hoeveelheid voedsel sterk te worden verminderd om een duurzame ontwikkeling mogelijk te maken. Zoals in de HTA Definitiestudie is weergegeven zullen autonome ontwikkelingen onvoldoende winst opleveren. Technologische doorbraken zijn nodig, met name op de gebieden plantenfysiologie, licht, energie en systeemontwikkeling en -management.

Het initiatief zal resulteren in een HTA demonstratiesysteem. Uitgangspunten zijn: een reductie van de milieubelasting met een factor 20, een productie die aansluit bij de vraag van de consument, en het systeem dient financieel aantrekkelijk te zijn, met een door de maatschappij geaccepteerde productiewijze. Deze uitgangspunten resulteren in de volgende ontwerpcriteria. Het betreft een gesloten productiesysteem: de zon is de enige bron van energie, en grondstoffen dienen teruggewonnen te worden uit afval. De verse producten moeten qua hoeveelheid en kwaliteit aansluiten bij de wensen van de consument. Om transportinspanningen te minimaliseren wordt geproduceerd voor een lokale markt.

Om de beoogde milieuwinst te realiseren, zijn autonome ontwikkelingen onvoldoende (in de definitiestudie is becijferd dat deze een winst opleveren van een factor 2 tot maximaal 8). In "klassieke" onderzoeks- en ontwikkelingstrajecten wordt veelal gezocht naar verbeteringen op een beperkt aantal relevante aspecten. Daardoor kan het resultaat weer negatief uitpakken op niet-beschouwde aspecten. Ook omdat resultaten op vrij korte termijn zichtbaar dienen te zijn, worden vaak kleine winsten geboekt. Daardoor zijn de resultaten die op die manier worden verkregen niet voldoende voor de doelstellingen van DTO. Deze nadelen worden ondervangen in het HTA initiatief. Hierin wordt juist gekeken naar het totale productiesysteem. Er dienen oplossingen te worden gecreëerd die mondiaal een positieve bijdrage opleveren. Bovendien zal HTA dienen als leidraad waarmee financiering van onderzoek met lange-termijn doelstellingen gemakkelijker wordt.

In de uitgevoerde definitiestudie is een aantal noodzakelijke technologische doorbraken geïdentificeerd, die kritisch zijn voor het welslagen van dit initiatief: licht, energie, materialen, sensoren en actuatoren (toedieningssytemen), en plantenfysiologie. De belangrijkste technologieën hebben betrekking op het benutten van zonlicht en energie. Om deze doelgericht verder te kunnen ontwikkelen zullen vervolprojecten worden geformuleerd rond de volgende "HTA thema's":

* *plantenfysiologie*

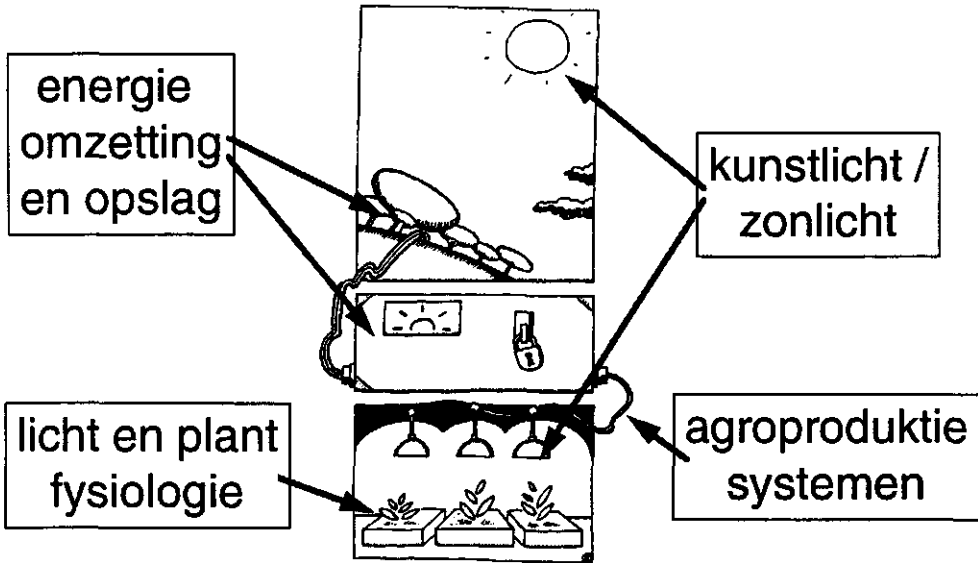
In dit thema wordt onderzocht in hoeverre de energieopname van planten kan worden verbeterd. De meeste planten hebben een rendement van slechts enkele procenten. Het rendement wordt beïnvloed door o.a. het aanwezige conversiemechanisme (C_3 dan wel C_4), stresstolerantie en aanwezigheid van afweermechanismen tegen ziekten en schimmels.

* *kunstlicht / zonlicht*

Om een maximale opbrengst te genereren zal aanvullende belichting van de planten nodig zijn. Slechts een gedeelte van het spectrum van zonlicht is van belang voor de plantengroei: PAR. Speciale belichtingstechnieken zijn nodig om dit licht efficiënt toe te dienen.

* *energieomzetting en -opslag*

Zonlicht dat niet direct gebruikt wordt door de planten (zoals de golflengten buiten het PAR) zal worden omgezet in andere energie-vormen. Speciale technieken zijn nodig om dit licht op te vangen en efficiënt op te slaan voor gebruik elders in het systeem.



Figuur 1. HTA thema's

* *agroproductiesystemen*

Om het productieproces optimaal te laten verlopen, dienen CO₂ en andere grondstoffen gedoseerd te worden toegediend. Het assortiment, de groei en het oogstmoment dienen te worden afgesteld op de lokale marktvrage. Hiervoor zijn geavanceerde systemen nodig, die de komende jaren m.b.v. doorbraaktechnologie gestalte zullen krijgen.

Vanwege het grote aantal problemen en de omvang van deze problemen is een wereldwijde mobilisatie van de beste onderzoeksinstituten en steun van commerciële stakeholders nodig. Beschikbare kennis dient aangesproken te worden, en gezamenlijke onderzoeks- en ontwikkelingsinitiatieven zijn nodig om de problemen thematisch te lijf te kunnen gaan. Gefaseerd zullen de resultaten beschikbaar komen voor de praktijk.

Conclusies HTA

Op de langere termijn is er een in belang toenemende rol weggelegd voor de gesloten teelt in de wereldwijde voedselvoorziening. Ketens van productie tot consument zullen in alle opzichten kort zijn. Lokale productie-eenheden zullen kunnen voldoen aan de vraag naar een breed assortiment van hoogwaardige dagverse producten. Aan eventuele individuele voorkeuren t.a.v. geur, smaak, textuur en vorm kan worden voldaan.

ONTWIKKELINGEN IN KETENTOEPASSINGEN

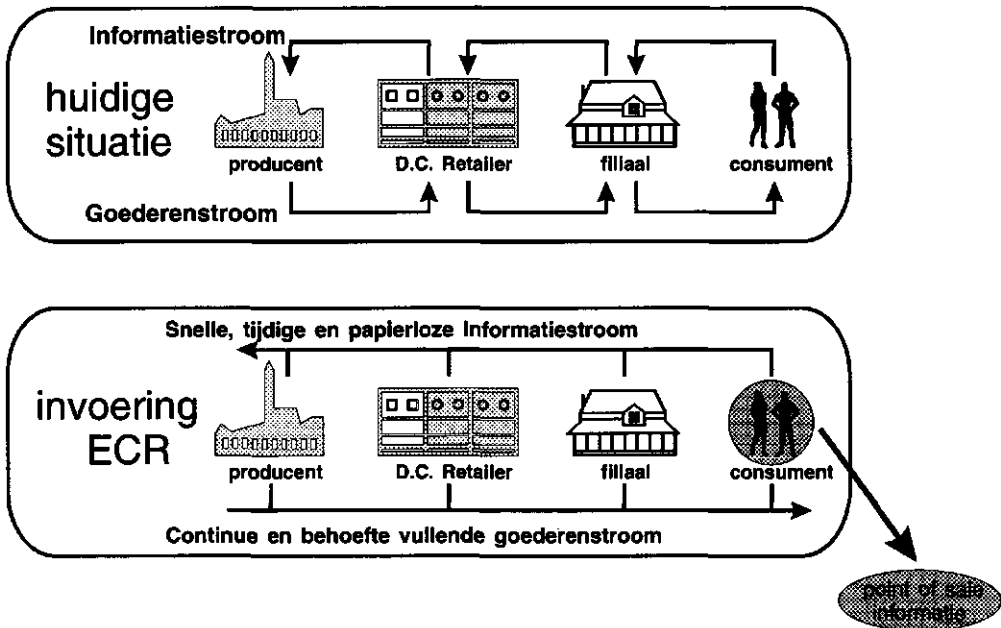
In de retailwereld vindt er een sterke concentratie plaats. In de meeste West-Europese landen bepalen 3 tot 5 ketens 80 % van de markt. Bovendien zijn deze ketens aan het internationaliseren. Er is sprake van een langzame of geen groei. Alleen door verdringing of overname kan de eigen positie worden versterkt. Verdringing is alleen mogelijk door de klant de juiste kwaliteit en service te geven tegen de juiste prijs. Dit wordt echter steeds moeilijker. De klant krijgt steeds meer het karakter van een bewegend doel. Er is sprake van individualisering. Hij vertoont momentgebonden gedrag en is wispelturig en onvoorspelbaar. Bovendien is hij veeleisend t.a.v. prijs en kwaliteit.

In antwoord hierop volgen supermarktketens een palet aan strategieën. Naast verbetering in de kwaliteit van het product, het assortiment en de winkel wordt er gewerkt aan de kwaliteit van de toeleverende ketens. Met behulp van de met de kassa geregistreerde verkopen wordt de keten aangestuurd. Via de IT-infrastructuur wordt de gehele keten van de juiste informatie voorzien. Waar voorheen het totale bestelproces over de gehele keten heen 2 à 3 dagen duurde, weet de producent nu per uur wat de voorraad is door de gehele keten heen. Naast een responsieve, flexibele logistiek maakt dezelfde IT-infrastructuur een goede kwaliteitsborging mogelijk via tracing en tracking systemen. Dit alles tegen dezelfde of lagere kosten.

Dit alles heeft een enorme impact op de keten. Supermarktketens streven vastere relaties na met hun toeleveranciers. Per productgroep worden naast het eigen merk nog 2 à 3 andere merken gevoerd. Het aantal toeleveranciers per supermarktketen neemt dus af. Gegeven de concentratie aan de retailkant moet dit leiden tot ook een grote concentratie aan producentenkant. Dit wordt bovendien versterkt doordat één en ander gepaard gaat met grote investeringen, die alleen door grote bedrijven of groepen van kleinere bedrijven gedragen kunnen worden. Let wel, supermarktketens vermijden een afhankelijkheid van één toeleverancier i.v.m. het aan consumenten te bieden brede assortiment en uitspelen van concurrerende toeleveranciers.

Doordat zoals besproken de verblijftijd in ketens sterk wordt bekort, kan het product verser aan de consument worden aangeboden. Dit kan ook worden omgekeerd. Gegeven een aan de consument aan te bieden kwaliteit, rekening houdend met de te doorlopen keten, kan het product just-in-time worden geogst.

Naast een optimale kwaliteit, eisen supermarktketens een eigen herkenbare kwaliteit in versheid, vorm, geur, smaak en textuur. Via "branding" wordt dit voor de consument zichtbaar gemaakt. Richting toeleverende keten betekent dit een hoge mate van trefzekerheid en technisch kunnen. Dit laatste is ook nodig om te voldoen aan de eisen van een hoge leverbetrouwbaarheid. Met name daar heeft de Nederlandse tuinbouw een aantal uitgesproken voordelen. Naast een hoog technisch kunnen, is de korte afstand tot de voornaamste afzetgebieden een groot voordeel. Verder zijn door de gesloten wijze van produceren de seizoensgebondenheid en grondgebondenheid sterk teruggedrongen. Door hun grote kennis van het product en productieproces plus de beheersbaarheid van dit gesloten proces, kunnen de Nederlandse telers in principe responsiever inspelen op de behoeften van de markt. Voorwaarde is dan wel dat zij als ketenschakel deze signalen uit de markt oppakken en omzetten in een concurrentievoordeel. Het hierna te behandelen ECR lijkt hiervoor een uitstekend middel, zeker gezien de prominente plaats die het op dit moment inneemt bij de retailers en bij de producenten van A-merken.



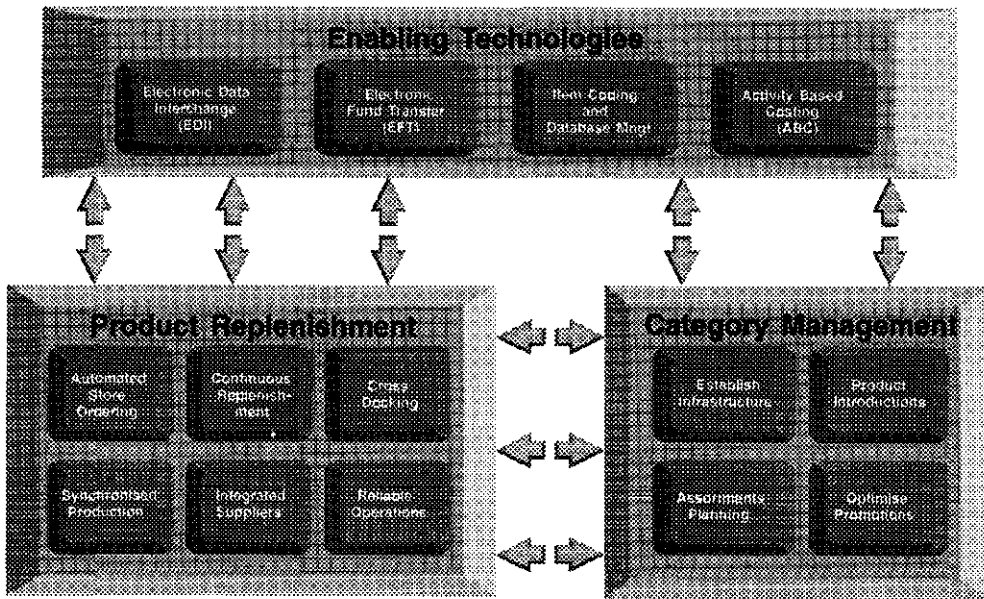
Figuur 2. De invoering van de ECR-strategie in de aanleverketen producent-retailer leidt tot een effectievere informatiestroom met een daarbij behorende goederenstroom, aangestuurd door de actuele consumentenverkoop

EFFICIENT CONSUMER RESPONSE (ECR)

Binnen de supermarktketens maakt op dit moment Efficient Consumer Response (ECR)¹ opgang als ketenmanagementstrategie. ECR stelt zich ten doel de totale ketenprestatie te verbeteren. Onder ketenprestatie wordt hier verstaan het service-niveau dat de consument wordt geboden in verhouding tot de daarvoor benodigde inspanningen in tijd en geld. ECR realiseert de verhoogde ketenprestatie door de mogelijke verbeterpotenties in de keten te identificeren en de beste daarvan te ontwikkelen. De meeste potenties liggen op het vlak van integratie. De eerste integratievorm richt zich op de integratie van functies en processen (zoals logistiek, assortimentsplanning, promoties en productintroducties) over de keten heen. De tweede integratievorm richt zich op de integratie van functies en processen binnen één schakel. Het resultaat is een keten waarin een tijdige, accurate en papierloze informatiestroom door de gezamenlijke ketenpartners wordt verzorgd om een gladde, continue productstroom aansluitend op het actuele consumptiepatroon te verzorgen (zie figuur 2).

ECR kent vier belangrijke, samenhangende strategieën. De eerste wordt "Efficient Product Introductions" genoemd. Ze richt zich op het versnellen en verbeteren van productintroducties (Van de Vorst & Simons, 1997), waarvan nu nog tot 80 % mislukten. De tweede strategie heet "Efficient Promotions", die focust op effectieve promoties (ruim de helft blijkt niet effectief te zijn) en het terugdringen van de daaraan gerelateerde administratie. De derde strategie richt zich op "Efficient Store Assortments". Het tracht een beter samengesteld assortiment te vinden en tegelijkertijd te komen tot een betere benutting van de schapruimte.

¹ Bij toepassing van ECR in Nederland wordt in dit stuk het Engelse jargon gebruikt.



Figuur 3. Een schematisch overzicht van alle ECR verbeterconcepten

De laatste strategie richt zich op "Efficient Replenishment". Met deze strategie worden voorraden in de keten teruggedrongen, de doorlooptijd door de keten bekort, en de neeverkoop aan de consument gereduceerd. Een overzicht van vier mogelijke verbeterconcepten wordt weergegeven in figuur 3.

- **Enabling Technologies**

ECR maakt daarbij gebruik van een viertal randvoorwaardenscheppende technologieën. Deze richten zich feitelijk op de informatiestroom door de keten, variërend van het automatisch bestellen met behulp van de scandata uit de kassa, via het automatisch afrekenen van geleverde producten, tot en met een evenwichtige verdeling van kosten en opbrengsten door de keten.

De randvoorwaardenscheppende technologieën zijn:

- **Electronic Data Interchange (EDI)**

De computer-naar-computer overdracht van informatie tussen handelspartners. De implementatie van deze techniek levert een snelle, accurate samenstelling en ontvangst van bestellingen en spaart veel papierwerk bij het goederenvervoer van leverancier naar consument.

- **Electronic Funds Transfer (EFT)**

Zorgt voor accurate betaling van de goederen en afnemende vertragingen, fouten en administratiekosten tussen de handelspartners.

- **Item Coding and Database Management**

Product-identificerende codes maken een automatische stroom van producten door de toeleverende keten mogelijk alsmede de tracing en tracking van producten, en heft de noodzaak op van het per artikel prijzen in winkels waar scanuitrusting wordt gebruikt.

- **Activity Based Costing (ABC)**

Instrument/gereedschap voor het meten en kwantificeren van alle kosten die verbonden zijn aan het transport van een product door de toeleverende keten heen.

CATEGORY MANAGEMENT

Een ander belangrijke groep verbeterconcepten is Category Management. Het doel van deze set van vier verbeterconcepten is het optimaliseren van de effectiviteit van het vraag-stimuleringsproces voor elke productcategorie. Hierbij wordt met name gefocust op hoe effectief handelspartners zijn in hun interne organisatie en hun onderlinge samenwerking bij het bundelen van gezamenlijke capaciteiten voor optimalisatie van de waarde geboden aan de consument. Een specificatie van deze vier verbeterconcepten volgt hieronder:

- **Category Management Infrastructure:** doel is het opzetten van een communicatie- en beslissingssysteem tussen de handelspartners zodat gezamenlijke capaciteiten leiden tot maximale waarde voor de consument.
- **Assortment Planning:** heeft betrekking op het optimaliseren van de winkelassortimenten en winkelschapallocatie ter vergroting van de productgroepverkoop per cm schap en omzetsnelheid van de voorraad.
- **Product Introductions:** richt op vermindering van de kosten van het ontwikkelen en introduceren van nieuwe producten.
- **Optimised Promotions:** doel is het reduceren van de kosten voor keten- en consumentpromotie door middel van een betere meting van de effectiviteit en betere evaluatie van de promotie-activiteiten.

PRODUCT REPLENISHMENT

Deze set van zes verbeterconcepten richt zich op het stroomlijnen van de goederendistributie vanaf de vervaardiging tot het winkelschap. Er wordt speciale aandacht gegeven aan de realisatie van geïntegreerde planning van distributie-activiteiten tussen handelspartners teneinde opslingereffecten te vermijden: er moet worden voorkomen dat door een vraag de hele keten onder spanning komt te staan. Bovendien moet de product replenishment zodanig worden ontworpen dat de fysieke toeleverende keten voldoende flexibel en responsief is om snel te reageren op veranderingen in de vraag, dit om Category Management te ondersteunen. De zes verbeterconcepten om dit doel te bereiken kunnen in twee sub-groepen worden verdeeld, te weten:

verbeterconcepten tussen handelspartners:

- **Automated Store Ordering:** De effectieve Point-of-Sale scangegevens van elke supermarktvestiging worden gebruikt om de gewenste goederen bij het distributiecentrum van de supermarktketen te bestellen.
- **Continuous Replenishment:** Een systeem waarbij de producent verantwoordelijk is voor de voorraden van de supermarktketen (ook wel genoemd Vendor Managed Inventory).
- **Cross Docking:** De producent levert Just-in-Time goederen op winkelorderniveau aan het distributiecentrum van de supermarktketen, waar de goederen onmiddellijk bij de winkelverzending worden geplaatst.

en "in-factory" concepten:

- **Synchronised Production:** Het ontwikkelen van strategieën voor productielijnen, die vervolgens worden afgewogen tegen actuele vraagpatronen en geplande veranderingen om promoties en productintroducties te ondersteunen.
- **Reliable and Flexible Operations:** Door te focussen op procesbetrouwbaarheid kunnen producenten capaciteitsverliezen verminderen en de mogelijkheid openen deze capaciteit creatiever te gebruiken.
- **Integrated Suppliers:** Teneinde ECR ten volle te benutten, moeten fabrikanten nauw samenwerken met hun belangrijkste leveranciers om de aanwezige verbeterkansen te realiseren.

In de praktijk blijkt een zestal factoren kritisch voor het succes:

(1) commitment van alle participerende organisaties op alle niveaus, (2) een heldere visie met duidelijke doelstellingen, (3) wederkerig vertrouwen tussen samenwerkende ketenpartners, (4) een IT basisvoorziening met standaardisatie, die het beoogde niveau van samenwerking ondersteunt, (5) mogelijkheid om structurele wijzigingen aan te brengen in de ketenconfiguratie dan wel operatie en tenslotte (6) gezamenlijke en consistente prestatiecriteria.

Alhoewel ECR als één van de eerste een samenhangende ketenmanagementstrategie neerzet, moet er toch een aantal kanttekeningen bij worden geplaatst. ECR is opgezet door een aantal adviesbureaus in Amerika i.s.m. een aantal producenten en supermarktketens. Dit hebben zij gedaan door alles dat vanuit hun praktijkervaring werkte in ECR onder te brengen. Gevolg is dat een aantal zaken zeer kwalitatief van aard is en daarmee gevoelig voor interpretatie, plus dat het niet bevorderlijk is voor de overdraagbaarheid. Verder is er wetenschappelijk gezien nog een aantal witte vlekken dat ingevuld dient te worden. Vandaar dat ECR nu nog teveel een kunst is, bedreven door consultants, i.p.v. een kunde die bedreven wordt door de ketendeelnemers. Desalniettemin biedt ECR een goede kapstok om de Nederlandse tuinbouwsector door te lichten.

VTN heeft vorig jaar de plannen ontvouwd ten aanzien van hun visie voor de sector. Vanuit een ECR-perspectief hebben wij de situatie voor VTN (Kearney, 1994; Eenink, 1996; VTN, 1996; Van de Vorst & Simons, 1997) vergeleken met de in de toekomst beoogde situatie (figuur 4).

Hoewel op de meeste punten vooruitgang wordt beoogd, blijft met name de onderliggende configuratie (tot uitdrukking komend in de enabling technologies) achter bij datgene wat wenselijk, sterker nog, noodzakelijk is. Er dient te worden bijgezegd, dat sommige markten (Nederland, Engeland) verder in hun ontwikkeling zijn dan andere. Echter, dit faseverschil bedraagt binnen West-Europa maximaal 4 jaar. In figuur 4 is één en ander in detail te zien. Gezien de ervaringen in andere trajecten zijn de doelstellingen ambitieus. Echter, realisatie ervan zou de Nederlandse sector een groot competitief voordeel verschaffen.

ECR verbeterconcepten	Category Mgmt				Product Replenishment					Enabling Tech				
	CM Infrastructure	Assortment planning	product introductions	optimise promotions	Aut. store ordering	Cont. replenishment	Cross Docking	Synchronised prod.	Integrated suppliers	Reliable operations	EDI	EFT	Item Coding	ABC
Huidige situatie	-	-	-/0	0/+	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-
VTN	0	0/+	0/+	+	-	0/+	?	0/+	+	+	0	+	0	0

Figuur 4 Een overzicht van de ECR-verbeterconcepten die de VTN-organisatie zou moeten realiseren om efficiënt op de consumentenvraag te kunnen inspelen

CONCLUSIES

In toenemende mate concurreren ketens met elkaar om de gunst van de supermarktketens en daarmee om de gunst van de consument. Alleen ketens die responsief kunnen inspelen op de markt zullen op termijn overleven. Het kennisintensieve, hoogtechnologise, grotendeels seizoenonafhankelijke karakter en de locatie dichtbij de belangrijke afzetmarkten, geeft de Nederlandse tuinbouw nadrukkelijk een uitstekende uitgangspositie. Om deze uit te baten, dienen de hieraan gelieerde ketens zo snel mogelijk te worden opgewaardeerd. De hiervoor benodigde ketenkunde en -kennis is nog onvoldoende aanwezig in eigen gelederen. De sector is afhankelijk van de ketenkunst van enkele externe goeroes in plaats van dat het een kunde is die door alle betrokkenen gedragen en toegepast wordt. De nu lopende inspanningen door o.a. de VTN dienen met name aan dit laatste aspect de nodige aandacht te schenken. Alleen dan zal de beoogde invulling een duurzaam competitief voordeel geven.

REFERENTIES

Kearney, A.T. (1994)

De markt gemist? Door beperkte marktgerichtheid dreigt somber perspectief voor Nederlandse agrosector

Eenink, A.H., (1996)

Strategic logistic concepts for vegetables and fruit chain-network, Proceedings 2nd International Conference on Chain Management in Agri- and Food Business, Wageningen

VTN Coöperatie (1996)

Ondernemingsplan, samen succes oogsten.

Vorst G.A.L. van de, A.E. Simons (in voorbereiding voor publicatie in 1997)

Efficient Consumer Response (ECR): A challenge for agri-products supply chains.

3. Kwaliteit in de rozenketen: een product van vermeerdering en teelt

D. Kuiper¹ & P.A. van de Pol²

¹ DLO-Instituut voor Agrobiologisch and Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Postbus 14, 6700 AA Wageningen

² Vakgroep Tuinbouwplantenteelt, Landbouwniversiteit Wageningen, Haagsteeg 3, 6708 PM Wageningen.

Samenvatting

Een economisch sterke en concurrentie-krachtige rozenbranche zal zich in toenemende mate gaan organiseren in productieketens, waarbij maatwerk richting de markt, beheersing van de kosten, en kwaliteitszorg belangrijk items zijn. De kwaliteit van het eindproduct is een optelsom van invloeden vanuit de selectie- en vermeerderingsfase, de teelt- (productie)fase en de randvoorwaarden van de naoogstfase. Bij een meerjarig productie-gewas als de roos is de invloed van de vermeerderingsfase vooral in het begin groot, terwijl die van de teeltfase sterk bepalend blijven. Toekomstige adequate kwaliteitszorg vraagt om gerichte afstemming van onderstam en cultivar, overdraagbare en meetbare kwaliteitsparameters en een definiëring van de kwaliteit vanuit de marktsegmenten.

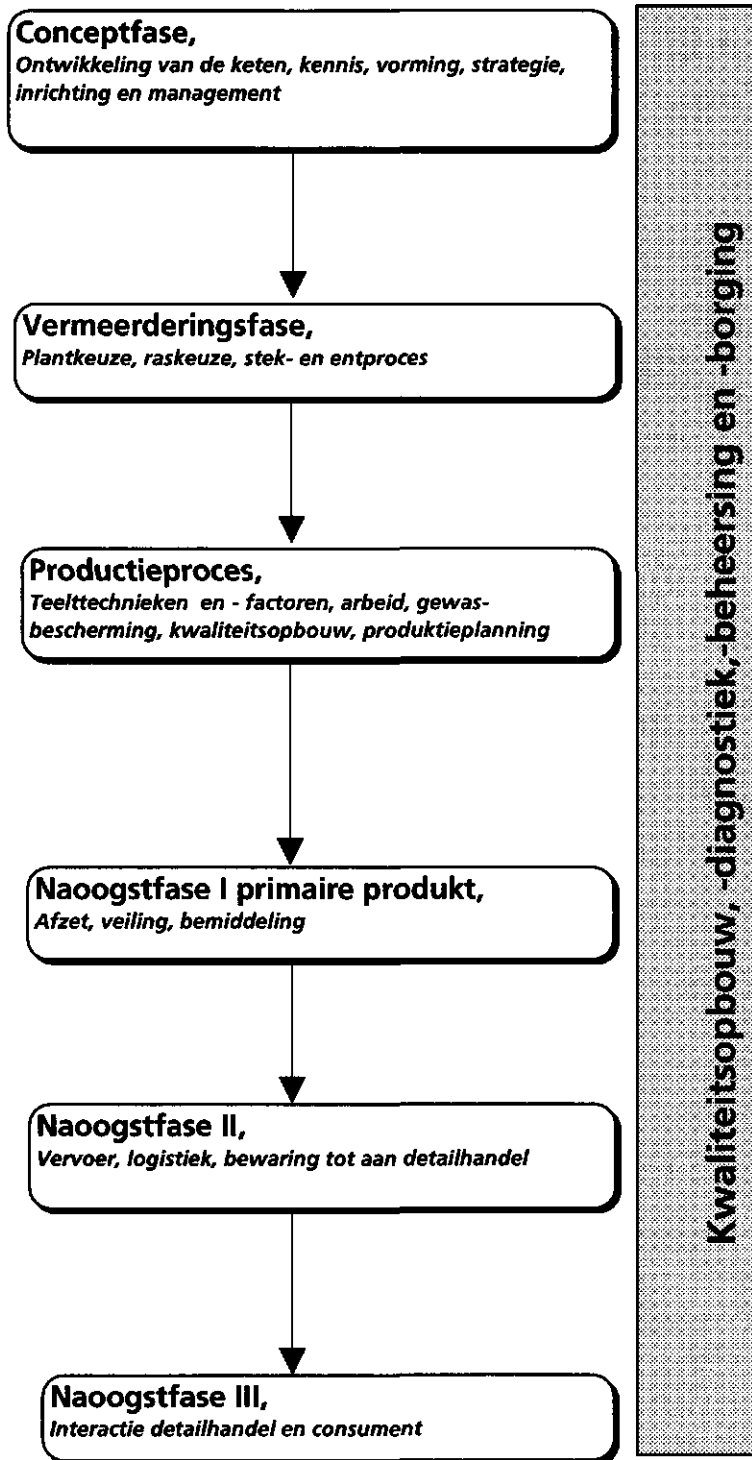
INLEIDING

De rozensector is een economisch sterke productie-eenheid binnen de sierteelt. Gezien de recente ontwikkelingen, echter, zal er steeds meer afstemming plaats vinden tussen de thans bestaande schakels, veredelaars, vermeerderaars, telers, veilingen en dergelijke, logistiek en detailhandel, en eindgebruiker. Hiervoor is een organisatie nodig die ketenmanagement en ketenkennisinfosysteem als sleutelwoorden hanteert en zich integrale kwaliteitszorg tot doel stelt, zodat richting een markt, die constant in beweging is, maatwerk geleverd kan worden. Vanuit ons onderzoeksgebied is kennisontwikkeling en kennisexploitatie nodig om te komen tot de ontwikkeling van een integraal kwaliteitszorgsysteem dat degelijk en gebruikersvriendelijk is.

Ontwikkelingen

De huidige algemene marktontwikkelingen in de rozenteelt laten zich als volgt beschrijven:

- * De markt is verschoven van een aanbodmarkt naar een vraagmarkt.
- * Het aantal distributiekkanalen met hun eigen specifieke wensen groeit en zal nog toenemen.
- * Meer differentiatie in producten en diensten zijn derhalve in ontwikkeling.
- * Een sterk toenemende internationale concurrentie.
- * Kritisch en snel wisselend consumentengedrag.
- * Noodzaak tot stroomlijning van het productieproces.



Figuur 1 Schematische voorstelling rozenketen (D. Kuiper)

De respons vanuit de sector (figuur 1)

De thans bestaande schakels in de sector moeten beter op elkaar afgestemd worden. Hiervoor moet een effectief opererende en klantgerichte ketenorganisatie neergezet worden die zich prominent kenmerkt door een integraal kwaliteitszorg(info)systeem. Hierbij moet productkwaliteit, gedefinieerd aan het einde van de keten, in termen van houdbaarheid en sierwaarde, terugvertaald worden in daarop gerichte handelingen in elke schakel. Dit betekent meetbaar en stuurbaar maken van de **genetische achtergrond** van het uitgangsmateriaal en de **fysiologische processen** tijdens de teeltfase bepalend voor bloemkwaliteit.

KWALITEITSBEHEERSING

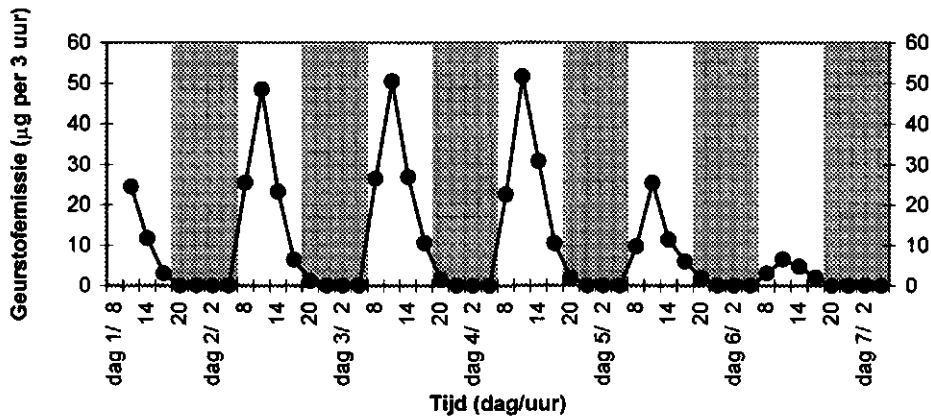
Eén aspect van een ketenstructuur is de zorg om de productkwaliteit zoals gewenst en ervaren aan het einde van de keten en opgebouwd via de diverse schakels. Productkwaliteit is dan ook een resultante van de kwaliteitsopbouw die plaats vindt binnen een aantal schakels tot en met de teeltfase en de conditionering ervan in de naoogstfase

Relevante stappen in de ontwikkeling van gestuurde productkwaliteit

1. Vanuit de markt de gevraagde typen producten en de vereiste kwaliteitsklasse(n) in kaart brengen.
2. Deze kwaliteitseisen vertalen in toetsbare eigenschappen van het geogste product en het benoemen van voorwaarden waaraan voldoen moet worden om de potentiële kwaliteit te realiseren.
3. Benoemen van de benodigde inwendige kwaliteit per producttype.
4. Analyseren hoe deze inwendige kwaliteit tijdens de teelt zo goedkoop mogelijk gerealiseerd kan worden door middel van groei- en oogstplanningsmodellen.
5. Ontwikkeling van diagnostische toetsen voor kwaliteitszorg.
6. Identificatie van geschikte cultivars.
7. Afstemming van het vermeerderingsproces op gewenste planteigenschappen.
8. Extrapolatie naar veredeling en selectieproces.

DEFINITIE VAN KWALITEIT

Een goede invulling van het begrip kwaliteit is: de **afstemming van de producteigenschappen op de wensen van de gebruiker**. Hierbij gaat het om algemene kenmerken als bloemkleur en -vorm, houdbaarheid, sierwaarde blad en steellengte, maar ook om specifieke eigenschappen zoals geur (profiel, intensiteit en periodiciteit: figuur 2). Het gaat hierbij om meetbare eigenschappen. Daarnaast wordt de belevingswaarde van een product in termen van milieuvriendelijk, schoon en veilig een steeds belangrijker onderdeel van het productimago, waarvoor feitelijk alle schakels van de keten de verantwoordelijkheid dragen.



Figuur 2 Meetbaarheid van kwaliteit; emissie van hexylacetaat, een belangrijke geurstof (H. Helsper)

IDEOTYPERING VAN UITGANGSMATERIAAL

In de toekomst zal het steeds belangrijker worden dat de teler de juiste cultivar kiest op grond van specifieke eigenschappen (ideotypering). Hierbij zijn niet slechts de kleur en het productieniveau interessante eigenschappen, maar zal ook meer en meer gelet gaan worden op de compatibiliteit van de cultivar met de teelttechniek en productieomstandigheden (robotisering, gangbare fluctuaties in water, mineralen, licht en temperatuur). De genetische mogelijkheden binnen het gewas roos met betrekking tot essentiële planteneigenschappen als de natuurlijke weerstand en de vitaliteit van de plant zullen naar verwachting ook meer benut worden zodat ook op deze manier de keuze van de cultivar optimaal wordt afgestemd op het gewenste productimago (marktsegment). Een gedifferentieerde referentietoets zou een goed middel kunnen zijn om rozencultivars te typeren en te classificeren in een aantal groepen.

De teler kiest het genotype dat het best aansluit bij zijn bedrijfs- en teeltplan. Het onderzoek zal moeten bijdragen aan de identificatie van de bepalende eigenschappen en aan methodiekontwikkeling om deze sleutelprocessen door te meten. Een voorbeeld van een dergelijk proces is de auxine-cytokinine-cyclus.

AUXINE-CYTOKININE CYCLUS

Dit is een communicatiemechanisme in de plant dat een grote potentie in zich draagt en bruikbaar is bij de ideotypering. De potentiële productiecapaciteit van een cultivar wordt bepaald door het aantal takken dat in een bepaalde periode aangelegd en voldragen wordt. De snelheid waarmee zijtakken via de uitloop van okselknoppen en grondscheuten verschijnen en in welke aantallen is afhankelijk van de interactie tussen twee groepen plantengroeistoffen: cytokininen en auxinen.

Cytokinenen, die primair in het wortelstelsel worden geproduceerd en vandaar via de transpiratiestroom naar het bovengrondse gewas worden getransporteerd, zijn verantwoordelijk voor de uitloop van vegetatieve knoppen. De productie van cytokinenen verloopt echter in golfbewegingen, waarbij een tijdelijke verhoging vooraf gaat aan knopuitloop waarna er een verlaging van het cytokinine-niveau volgt (Figuur 3).

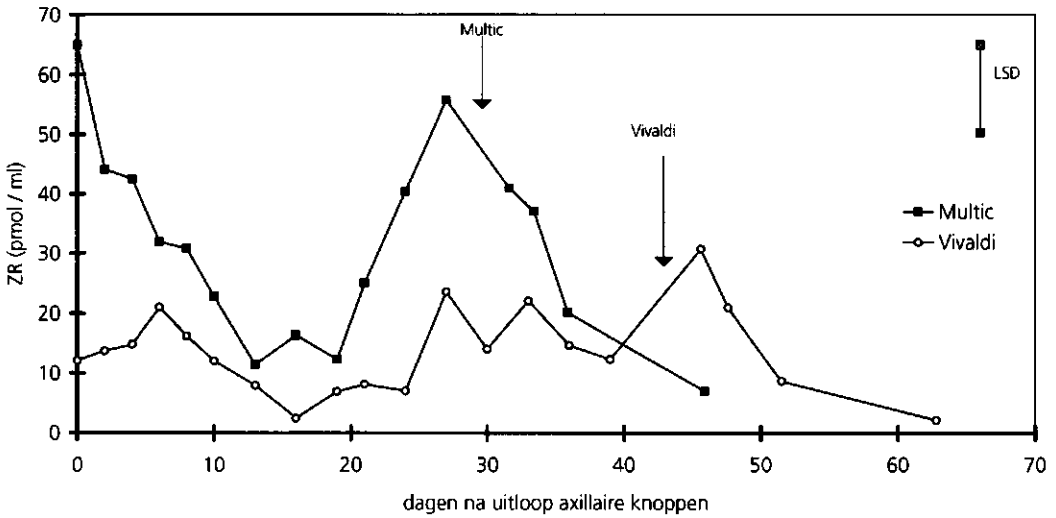
Auxinen worden voornamelijk in de jonge groeipunten en groene delen van de plant geproduceerd en vandaar via het floeemweefsel naar het wortelstelsel getransporteerd. Kort na het uitlopen van een okselknop of een grondscheut neemt het auxine-transport richting wortelstelsel aanvankelijk toe en onderdrukt zodoende door middel van de apicale dominantie de ontwikkeling van andere zijscheuten, maar naarmate de (zij)scheut zich verder ontwikkelt neemt de flux af (Figuur 4).

Feedback-mechanisme Verdere proeven hebben aangetoond dat er een oorzakelijk verband bestaat tussen de fluctuaties van de cytokinine- en auxinefluxen. Een intensief auxine-transport naar het wortelstelsel als gevolg van actieve bovengrondse groei remt de hoeveelheid cytokinenen in de transpiratiestroom af. Als gevolg daarvan ontstaan bovengronds geen nieuwe groeipunten meer en wordt de delingsactiviteit in bestaande apices afgeremd.

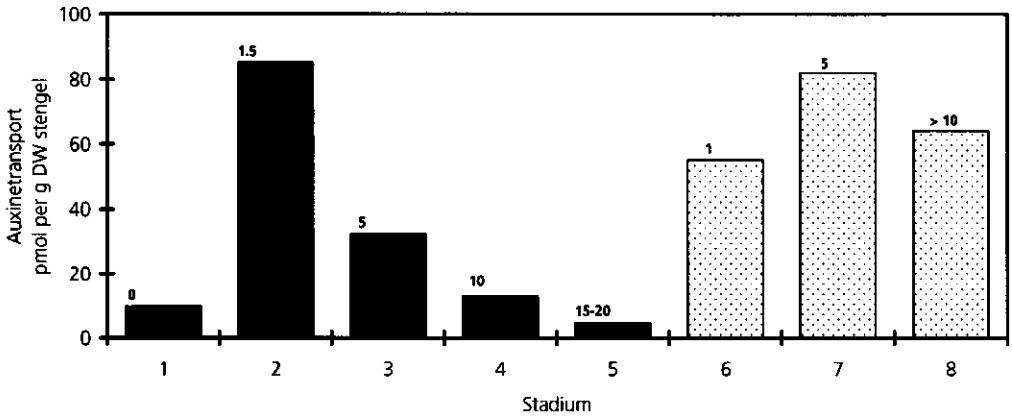
Tabel 1. De invloed van het type onderstam of wortelstelsel op (A) productie (aantal bloemen per m²), productkwaliteit (g versgewicht per bloem) en (B) totale biomassa (g versgewicht per m²) van een aantal rozencultivars. De metingen vonden plaats in de periode mei-oktober 1996, n = 1000 (P.R. Roses; P.A. van de Pol).

A	Eigen wortel		Inermis		Natal Briar	
	productie	kwaliteit	productie	kwaliteit	productie	kwaliteit
Colinda	78	53	78	53	76	54
Hollywood	83	56	57	62	76	61
Ovation	63	66	50	68	72	64
Yellow unique	61	52	62	59	67	67
Orange unique	71	53	73	54	77	56
Peach unique	89	43	52	47	75	49
Gemiddelde	74	54	62	57	74	59

B	Eigen wortel	Inermis	Natal Briar
	totale biomassa	totale biomassa	totale biomassa
Colinda	4134	4134	4104
Hollywood	4648	3534	4636
Ovation	4158	3400	4608
Yellow unique	3172	3658	4489
Orange unique	3763	3942	4312
Peach unique	3827	2444	3675
Gemiddelde	3992	3546	4317



Figuur 3 Cytokinine-concentratie (pmol per ml) in het bloedings sap van cv 'Madelon' op onderstam Multic en Vivaldi in afhankelijkheid van het ontwikkelingsstadium (J. Dieleman en F. Verstappen)



Figuur 4 Transport van auxine cv 'Madelon' (pmol per gram drooggewicht stengel) naar het wortelstelsel gedurende een donkerperiode van 14 uur, in afhankelijkheid van ontwikkelingsstadium. Donkere kolommen, stadia van zijscheutvorming; lichte kolommen, stadia van grondscheutvorming. 1 - 8, opeenvolgende stadia; getallen boven de kolom geven de lengte weer van de zijscheut of grondscheut (D. Kuiper)

KWALITEITSBEHEERSING DOOR DE KETEN VANAF RASKEUZE

Afstemming ent cultivar en onderstam; wat is het beste wortelstelsel?

Na de selectie van de cultivar dient de keuze gemaakt te worden tussen een teelt op eigen wortel of op een onderstam, gevolgd eventueel door de keuze voor een specifieke onderstam. *Deze keuze wordt bepaald door het bedrijfs- en teeltplan van de teler; welk wortelstelsel draagt maximaal bij aan de gewenste productie (volume en kwaliteit) van de geselecteerde cultivar.* Tabel 1 laat zien welke invloed het genotype van het wortelstelsel heeft op productieniveau en productkwaliteit. Eén van de uitdagingen voor de toekomst is de beantwoording van de vraag "waar liggen de grenzen?" van het gewas roos. Naast de productie en de productkwaliteit zijn het adaptatievermogen van het wortelstelsel aan fluctuaties in het wortelmilieu, de snelheid van hergroei na de oogst en de natuurlijke weerstand tegen pathogenen en dergelijke, drie andere criteria waarop de keuze van een wortelstel gebaseerd kan worden.

Een vergroting van de kennis omtrent worteleigenschappen (bv. efficiëntie in groei- en opname-ademhaling) leidt tot beter overwogen keuzes van uitgangsmateriaal en tot een betere stuurbaarheid via teeltmaatregelen op productkwaliteit.

KWALITEIT VAN VERMEERDERINGSPROCES

Na de keuze van cultivar en type wortelstelsel vindt de vermeerdering plaats (stekken, stenten en enten op zaailingen). Het wordt steeds duidelijker dat de kwaliteit van het vermeerderingsproces zijn weerslag heeft op het functioneren van de jonge plant en dat dit lang kan doorwerken in de feitelijke productiefase. Nog onbeantwoord zijn de vragen: is er een relatie tussen de kwaliteit van het uitgangsmateriaal en de kwaliteit van het geogoste product, en hoe lang duurt dat?

Kwaliteitsbepalende factoren in de vermeerderingsfase zijn:

1. uitgangsmateriaal (knoppositie, rijpheid, conditie, ziektevrigheid, natuurlijke weerstand);
2. methode (stekken, enten op zaailingen en stenten);
3. omgevingsfactoren.

Het vermeerderingsproces uit zich uiteindelijk in het vermeerderde materiaal van een bepaalde kwaliteit die zich nog slecht laat meten; *in dit verband wordt kwaliteit gedefinieerd als uniformiteit van een bepaalde hoedanigheid.* Het is aangetoond dat het beter is de heterogeniteit hoe dan ook te minimaliseren alvorens tot het aanplanten over te gaan. Een belangrijke vraag in dit verband is hoe de mate van kwaliteit goed bepaald kan worden. Zo zijn er uiterlijke eigenschappen die beoordeeld kunnen worden: stek- en entbladkwaliteit, kwaliteit van beworteling, scheutkwaliteit (te vroege uitloop onder vermeerderingsomstandigheden) et cetera. Een uitdaging voor het onderzoek zal zijn om de "verborgen" kwaliteit naar boven te halen. Zo is wortelkwaliteit te beoordelen op grond van het aantal wortelpuntjes, specifieke wortellengte et cetera (Tabel 2), hetgeen een indicatie is van de potentie van het wortelstelsel om de groeikracht van het bovengrondse gewas te realiseren.

Tabel 2. Correlaties tussen de bovengrondse productie van entcultivar 'Sonia' op acht verschillende onderstammen over een periode van 12 maanden op voedingsoplossing in een kas, en eigenschappen van wortelgroei en -ontwikkeling van jonge 'Sonia'-planten op dezelfde onderstammen na 12 dagen op voedingsoplossing. De correlatie is significant voor $p = 0.05$ (+) en $p = 0.001$ (++); n.s.: niet significant; Dw, drooggewicht

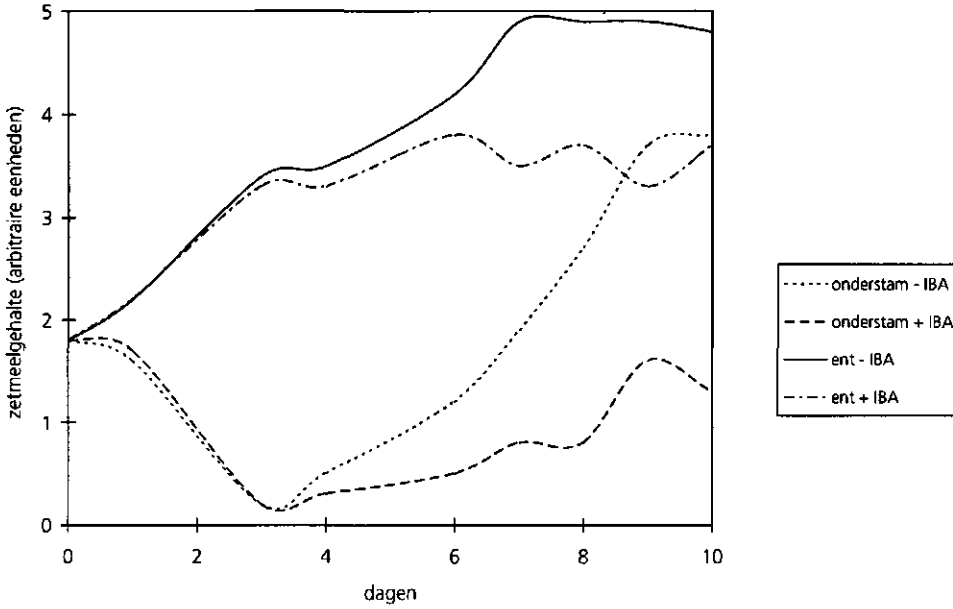
Eigenschap	Correlatie
Absolute groeisnelheid	+ 0.22 n.s.
Spruit/wortelverhouding (Dw)	- 0.47 n.s.
Specifieke wortellengte	+ 0.77 +
Aantal wortelpuntjes	+ 0.83 ++
Aantal primaire wortels	+ 0.83 ++
Totale wortellengte	+ 0.83 ++
Lengte van de langste wortel	+ 0.89 ++

D.P. de Vries en L.A.M. Dubois (CPRO-DLO), 1997. In: Biology of Root formation and Development (A. Altman & Y Waisel, eds).

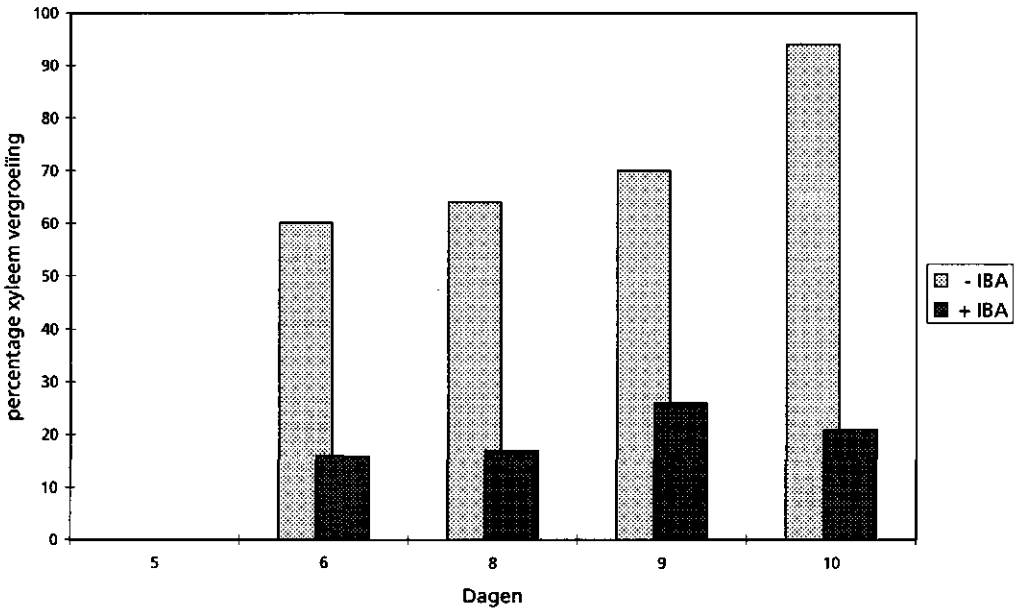
Wortelkwaliteit in termen van fysiologische eigenschappen, bijvoorbeeld hoeveel energie heeft het wortelstelsel nodig om bij te dragen in de vorming van één gram nieuw bovengronds materiaal of voor het onderhoud van één gram wortelstelsel zijn voorbeelden van een verborgen kwaliteit. Zowel het opsporen van deze eigenschappen als nog abstractere eigenschappen als natuurlijke weerstand, fitness en plasticiteit van de jonge plant na het vermeerderingsproces liggen binnen bereik.

De kwaliteit van de entplaats, snelheid en mate van vergroeiing tussen entcultivar en onderstam is mede bepalend voor de hierboven gedefinieerde kwaliteit. Feitelijk moet er een vatverbinding plaatsvinden, in eerste instantie tussen floeemstrengen en vervolgens tussen xyleemvaten. Dit proces is auxinegevoelig en moet voltooid zijn voordat de energievoorraden in het te bewortelen gedeelte te gering worden om de initiatie van wortels voldoende te ondersteunen. Figuur 5 laat zien dat toediening van indolboterzuur (IBA) niet alleen morfogenetisch doorwerkt, maar ook de koolhydraat- en energiehuishouding beïnvloedt. Deze mogelijke parameters van de inwendige kwaliteit worden gestuurd vanuit door IBA geïnduceerde groei-activiteit.

Complicerend bij het stenten is dat het proces van vergroeiing en dat van bewortelen elkaar beconcurreren om de beschikbare energie (Figuur 6) en misschien ook wel door middel van hormonale interactie. Toch liggen er mogelijkheden in het verschiep om de vergroeiing zowel in tijd te synchroniseren als kwalitatief gelijkmatiger te krijgen, zodat de heterogeniteit in het plantmateriaal wordt teruggedrongen. Via klimaatfactoren of nieuwe milieu-vriendelijke low-input, high-yield chemische stoffen zijn er mogelijkheden de "rijpheid en fysiologische gevoeligheid" van de wondvlakken te sturen op een betere vergroeiing (Tabel 3). Daarnaast kan de entplaats een blijvende barrière vormen voor bepaalde planteigen verbindingen. Uit de appel-literatuur is bekend dat de groeistimulerende cytokininen uit de onderstam dermate moeizaam de entplaats passeren, dat er een verschil bestaat tussen de concentraties aan weerszijden van de entplek. Naarmate dit meer optreedt onder invloed van het wortelstelsel des te minder de groeikracht van de ent is.



Figuur 5 Het effect van wel of geen basale auxinetoevoeging (0.4 % IBA) op het zetmeelgehalte in arbitraire eenheden in onderstam en ent gedurende 10 dagen na stenten (P.A. van de Pol)



Figuur 6 Het effect van wel of geen basale auxinetoevoeging (0.4 % IBA) op het percentage planten met een xyleemverbinding gedurende 10 dagen na stenten (P.A. van de Pol)

Tabel 3. Het effect van een 32 °C behandeling op de xyleemvergroeiing tussen entcultivar 'Madelon' en onderstam 'Ludiek', 9 dagen na enten (n = 14; P.A. van de Pol)

Dagen bij 32 °C	% planten met xyleemverbinding	% intacte xyleemverbindingen	% planten met bladschade
0	100	25	0
1	100	40	0
2	100	67	29
3	65	10	64
4	0	0	42

Hoe meer de uniformiteit van uitgangsmateriaal verbeterd kan worden des te beter kan er vanuit het teeltsysteem gestuurd worden op en in overeenstemming met het bedrijfs- en productieplan. Controleerbare en overdraagbare kwaliteit vanuit de vermeerderingsfase naar de teeltfase is essentieel. De mate van uniformiteit van een bepaalde hoedanigheid past beter of slechter bij een bepaald teeltsysteem.

Relatie teeltsysteem en productkwaliteit

Het type teeltsysteem bepaalt in sterke mate welke manieren van sturen er mogelijk zijn en ook in hoeverre en hoe lang de kwaliteit, meegekregen met het uitgangsmateriaal, merkbaar blijft. De snelheid waarmee het bladerdek zich sluit is een belangrijke factor hierbij. Heeft dit eenmaal plaatsgevonden dan is de kwaliteitsbeheersing van het blad een cruciale factor. Dit is een punt dat nog nader onderzoek verlangt: klimaatsturing op bladactiviteit, mede in relatie tot bladleeftijd, invloed van wortelstelsel op bladveroudering, relatie licht en leaf area index ('s winters wordt ± 1.5 nagestreefd en 's zomers ± 3).

Veel invloeden en grepen zijn vanuit het teeltsysteem mogelijk om kwaliteit te beïnvloeden; hieronder worden enige voorbeelden gegeven.

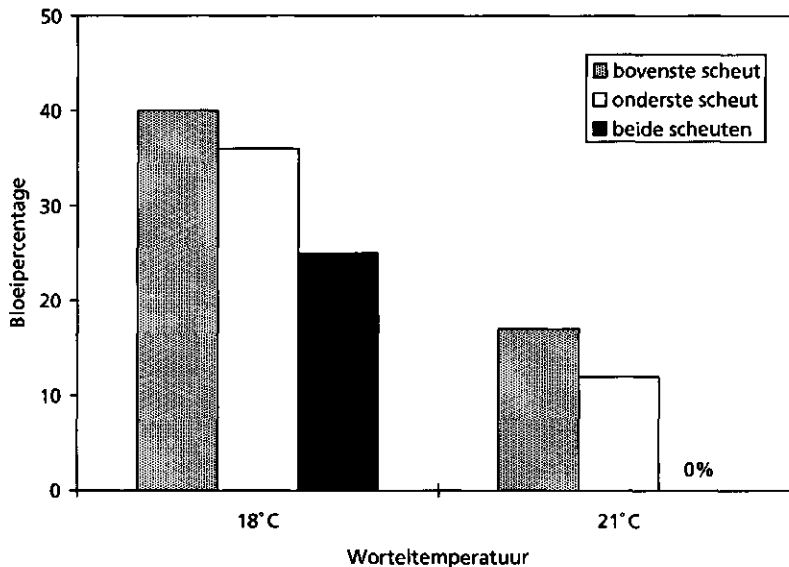
Licht

Wanneer de duur van de lichtperiode wordt veranderd (bij gelijkblijvende lichthoeveelheid) worden de scheutgroei en -ontwikkeling daardoor beïnvloed. Opvallend is dat het aantal bladeren dat wordt afgesplitst voordat de bloemknop wordt aangelegd groter is bij een daglengte van 16 uur dan bij een daglengte van 12 uur. De taklengte, vaak gehanteerd als kwaliteitskenmerk, van de gevormde scheuten is bij deze daglengte van 16 uur ook groter. Opmerkelijk is dat bij een daglengte van 16 uur en eenzelfde daglichtsom een hoger drooggewicht wordt gerealiseerd dan bij een daglengte van 12 uur. Bij een 10 % lagere daglichtsom bij een daglengte van 16 uur ten opzicht van een lichtperiode van 12 uur vindt eenzelfde inbouw van drooggewicht in de plant plaats. Gezien de toegepaste lichtniveaus ($140-225 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) lijkt het onwaarschijnlijk dat dit daglengte-effect verklaard kan worden door een verschil in fotosynthese-efficiëntie als gevolg van lichtverzadiging. De gevonden resultaten wijzen eerder op een optimale lengte van de belichtingsperiode. Een lichtperiode van minder dan 13 uur of langer dan 18 uur blijkt uit verdere proeven, onder de onderzoeksomstandigheden, een lagere belichtingsefficiëntie te geven. De hoeveelheid licht waaronder het cultivar-uitgangsmateriaal is opgekweekt is duidelijk van invloed op de latere bloeipercentages van het vermeerderde planten. Een groei bij 15 % minder licht geeft na vermeerdering al een significante reductie van het aantal takken dat in bloei komt.

Worteltemperatuur

Bij moderne teelten, waarbij het wortelvolume kleiner geworden is en in de lucht gebracht is, treden grotere schommelingen in de worteltemperatuur op dan in de traditionele grondgebonden teelt. De optimum temperatuur van het wortelstelsel is afhankelijk van het plantstadium en waarschijnlijk met name van de verhouding tussen wortels en bovengrondse delen. Bij jonge planten, waarbij nog relatief weinig wortels aanwezig zijn, stimuleert een hogere temperatuur de wortelontwikkeling. Bij planten met relatief veel wortels, bijvoorbeeld na bovengrondse snoei, kan slechts een paar graden te hoge worteltemperatuur leiden tot sterke wortelsterfte en verminderd functioneren van het wortelstelsel. Resultaten van enkele metingen van de wortelrespiratie en de fotosynthese van rozen uitgevoerd in het fotosyntheselab van het AB-DLO ondersteunen het idee dat een verhoogde worteltemperatuur kan leiden tot uitputting van koolhydraatreserves nodig voor het instandhouden en functioneren van het wortelstelsel. Als gevolg van een te sterke wortelsterfte ontstaat een verstoring van water- en nutriëntentoevoer naar de rest van de plant en een afname van groei en bloemknop-ontwikkeling en het bloeipercentage (Figuur 7).

In principe is er tijdens de teelt veel sturing mogelijk op de kwaliteit van het gewas en het product. Dit laatste sluit aan op de kwaliteitsklasse of marktsegment waarop het product gericht is. Een zo goedkoop mogelijk opbouw en realisatie van de gewenste kwaliteit vraagt om modelmatige aansturing van het gewas waarbij eventueel simpele toetsen op bedrijfsniveau als meetinstrument dienen. Zodoende ontstaat een meetbaar en hanteerbaar kwaliteitszorgsysteem.



Figuur 7 Het effect van de temperatuur van het wortelmilieu na terugknippen op het percentage van *Rosa hybrida* 'Mercedes' met een bloemknop in de bovenste, onderste of beide scheuten (J. Bakker)

Zo kunnen bijvoorbeeld de volgende groepen kwaliteitseigenschappen onderscheiden worden (Welles, 1990):

1. uitwendige kwaliteit (afmetingen, vorm, kleur en het aan- of afwezig zijn van zichtbare kwaliteitsgebreken);
2. inwendige kwaliteit (weefselstructuur, meligheid, sappigheid, positief of negatief gewaardeerde inhoudsstoffen zoals smaakstoffen en bitterstoffen, gezondheidsbevorderende of -bedreigende stoffen zoals vitamines, anti-oxidanten, nitraat, residuen van gewasbeschermingsmiddelen en zware metalen);
3. houdbaarheid (mate waarin in- en uitwendige kwaliteit na de oogst behouden blijft).

Deze drie groepen eigenschappen hebben betrekking op producttechnische eigenschappen of analytische kwaliteit. Naast analytische kwaliteit, die direct van het product kan worden afgeleid, speelt de emotionele beleving van het product door de consument een belangrijke rol. De emotionele beleving wordt bepaald door veel factoren, waaronder de omgeving, de verpakking, land van herkomst en de teeltwijze. Zo is reeds meerdere malen gebleken dat de Duitse consument de Nederlandse tomaat veel positiever beoordeelt wanneer blind geproefd wordt. Het imago van het product is dus ook erg belangrijk. De teelt van Nederlandse groenten wordt vaak te kunstmatig of te onnatuurlijk bevonden. Dit geeft aan dat de wijze waarop het product geproduceerd wordt (vaak aangeduid als proceskwaliteit) in belangrijke mate bijdraagt aan de kwaliteit van groenten. Belangrijke factoren die de proceskwaliteit bepalen zijn milieuvriendelijkheid, verbruik van fossiele energie en chemicaliën, en emissie van nutriënten. In het derde thema van deze dag worden deze milieu-aspecten uitgebreid besproken.

Om de consument producten met een topkwaliteit aan te kunnen bieden moet rekening gehouden worden met alle kwaliteitsaspecten (uitwendige en inwendige kwaliteit, houdbaarheid, proceskwaliteit en overige emotionele factoren). Het is belangrijk dat de consument kwaliteitsgaranties gegeven kan worden. De ontwikkeling van eenvoudige objectieve meetmethoden om inwendige kwaliteit te meten en houdbaarheid te voorspellen is van groot belang. Om proceskwaliteit te kunnen garanderen zullen teeltsystemen soms aangepast moeten worden en zullen kwaliteitszorgsystemen verder ontwikkeld moeten worden. Een aantal producteigenschappen wordt door vrijwel alle consumenten positief beoordeeld. Toch heeft het zoeken naar 'Dé kwaliteit die dé consument wenst' eigenlijk niet zo veel zin. Er zijn namelijk vele consumenten die elk een eigen kwaliteitsperceptie hebben. Zo prefereren de meeste consumenten zoet, terwijl sommigen zuur prefereren. Jongeren prefereren vaak radijs die niet zo scherp smaakt, terwijl ouderen vaak de voorkeur geven aan een juist wat scherper smakende radijs. Dit geeft aan dat er vraag is naar verschillende producten en dat productdiversificatie erg belangrijk is.

Om tot een topkwaliteit te komen moet er door de hele keten van veredelaar tot winkelier veel aandacht aan herkenbare kwaliteit besteed worden. De extra aandacht voor kwaliteit door onderzoek, veredeling, tuinders en handel heeft al enkele duidelijk positieve effecten gehad op de kwaliteit van de Nederlandse glasgroenten. Het onderzoek is volop in beweging om samen met het bedrijfsleven de kwaliteit van de Nederlandse groenten verder te verbeteren. Vier voorbeelden van onderzoek naar kwaliteit worden hieronder nader toegelicht.

SMAAK VAN TOMAAT

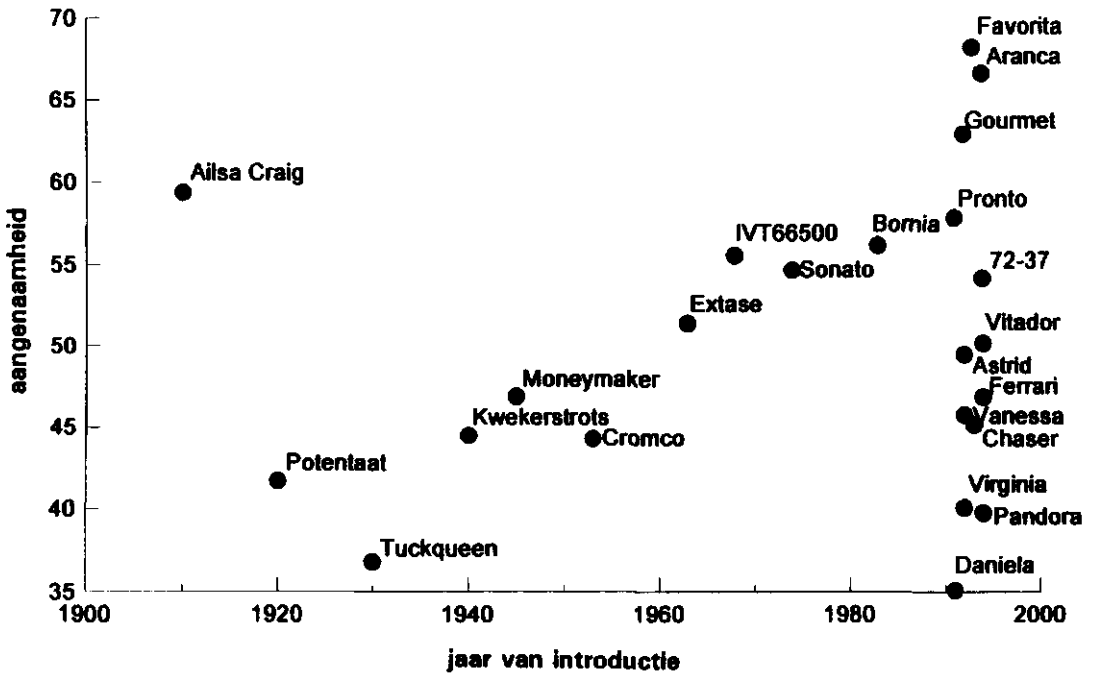
Bij de analytische smaakwaliteit van tomaat spelen verschillende inhoudsstoffen en textuureigenschappen een rol. Naar de smaak is de laatste 8 à 10 jaar op het PBG in Naaldwijk intensief onderzoek verricht, waarbij gebruik gemaakt wordt van consumentenpanels, een beschrijvend panel en instrumentele metingen. Aan de consumenten wordt gevraagd om te scoren op aangenaamheid, terwijl beschrijvende panels het product beschrijven aan de hand van zeven sensorische eigenschappen.

In een uitgebreid sensorisch onderzoek met 35 sterk verschillende rassen bleek dat aangenaamheid (smaakpreferentie) sterk wordt bepaald door de smaakattributen zoetheid en meligheid. De combinatie van beide sensorische eigenschappen verklaren 80 % van de variatie in aangenaamheid tussen de rassen. Dit is de afgelopen jaren bevestigd in andere onderzoeken met verschillende tomaatsegmenten. Voor een goede smaak moet een tomaat dus zoet en niet melig zijn. Zoetheid wordt sterk bepaald door het gehalte aan glucose en fructose, maar de zoete smaak van suikers wordt wel gemaskeerd door een melige of niet sappige textuur van de vrucht (Janse, 1995a). Meligheid in tomaat ontstaat doordat de cellen bij het kauwen intact blijven, waardoor het celsap met de smaakstoffen niet vrijkomt. Het product wordt dan in de mond als droog en korrelig ervaren. Recent is voor meligheid een meetmethode met behulp van de Instron druktrembank ontwikkeld (Verkerke, 1996). De relatief eenvoudige refractiemeting is een goed alternatief voor de meting van reducerende suikers. Door meting van suikers of refractie in combinatie met meligheid kan de aangenaamheid voor een belangrijk deel worden voorspeld. Aroma is veelal sterk gecorreleerd met zoetheid en het lijkt bij tomaat daarom in veel gevallen niet noodzakelijk om de vrij ingewikkelde gaschromatische metingen van aromatische stoffen uit te voeren om de smaak goed in te kunnen schatten.

Het ras bepaalt voor een belangrijk deel de smaakwaardering. In tegenstelling tot wat vaak beweerd of gedacht wordt, blijken oudere rassen niet beter te smaken dan recent uitgebrachte rassen (Figuur 1; Janse, 1995a). Zowel bij de vroegere als huidige rassen is de variatie in aangenaamheid groot. Door veredeling bij tomaat op uitwendige kwaliteit en ziektenresistenties hoeft de smaak dus niet achteruit te gaan. 'Longlife' rassen die een ringen bevatten en veel in Zuid-Europese landen worden geteeld, zoals het ras 'Daniela', hebben echter vrijwel zonder uitzondering een zeer matige smaak. Bij de huidige segmentatie in het aanbod van Nederlandse tomaten op de veiling speelt de keuze van het ras een belangrijke rol. De segmenten 'Red Pearl', 'Tasty Tom' en 'Gartenaroma' met respectievelijk de rassen 'Aranca', 'Campari' en 'Aromata' zijn het resultaat van het werken op smaak door de Nederlandse glastuinbouw.

Een steeds groter deel van de tomaten wordt geoogst als tros. Deze tomaten worden door consumenten gewaardeerd vanwege het natuurlijke uiterlijk, de kruidig geurende trossteel en kroontjes, en de rode vruchtkleur. Deze combinatie van eigenschappen verhoogt bij consumenten de smaakbeleving van trostomaten.

Naast het ras, kan de smaak via teeltmaatregelen duidelijk worden beïnvloed. Een goede regeling van de samenstelling van de voeding is niet alleen van belang voor het productieniveau en het milieu (emissie van mineralen) maar ook voor de productkwaliteit (Sonneveld & Heinen, dit themaboekje). Een hoge concentratie mineralen in de voedingsoplossing (hoge EC) verbetert de smaak, doordat de plant minder water opneemt en het gehalte aan suikers en zuren in de vruchten stijgt. Per EC-verhoging van $1 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ in de steenwolmat, neemt het gehalte aan suikers en zuren met ongeveer 4 % toe. Dit heeft weer invloed op



Figuur 1. Smaakwaardering voor rassen met een verschillende ouderdom (Janse, 1995a)

Tabel 1. Invloed van drie voedingsniveaus op verschillende sensorische attributen
De EC was verhoogd door toevoeging van alle voedingsstoffen (Janse, 1995a)

Attribuut ¹	EC (mS.cm ⁻¹)			LSD ²
	4	6	8	
Stevigheid in de mond	43	47	54	-
Taaie schil	48	51	56	8
Meligheid	41	34	32	3
Sappigheid	56	59	61	-
Aroma	38	46	47	5
Zuurheid	42	50	55	7
Zoetheid	38	41	43	-

¹ een hoger cijfer betekent meer van het betreffende attribuut

² LSD geeft aan welk verschil er minimaal tussen 2 uitkomsten moet optreden wil er met 95 % zekerheid kunnen worden vastgesteld dat 2 behandelingen van elkaar verschillen

verschillende smaakattributen (Tabel 1). Een EC-verhoging met Na of NaCl in plaats van met alle voedingsstoffen, geeft een verdere smaakverbetering doordat de tomaat aromatischer en zoeter van smaak wordt. Dit kan gedeeltelijk een effect zijn van een hoger suikergehalte, maar ook van een smaakversterkend effect en van de lichtzoetige smaak van keukenzout. Helaas heeft NaCl in de voeding een negatieve invloed op de houdbaarheid (Kersten, 1996). Veel Ca in de voeding lijkt het optreden van meligheid te stimuleren, mogelijk door zijn rol bij de stevigheid van celwanden. Het K-gehalte is sterk positief gecorreleerd met het zuurgehalte (Janse, 1995a). Als een vergelijkbaar voedingsniveau in het wortelmedium wordt aangehouden, blijkt het voor de smaak of inhoudsstoffen nauwelijks uit te maken of het product op substraat of in de grond is geteeld (Künsch *et al.*, 1994). Bij de consumenten spelen emoties echter een niet te verwaarlozen rol bij de beoordeling of men iets wel of niet lekker vindt (Cramwinckel, 1997).

In verschillende experimenten is gevonden dat een hogere etmaaltemperatuur een positieve invloed heeft op de smaak. Dit is vooral het gevolg van een verminderde meligheid, maar in veel gevallen ook van een hoger suiker- en/of zuurgehalte. Uit proeven in klimaatcellen bleek de betere smaak grotendeels een specifiek temperatuureffect te zijn en in veel mindere mate het gevolg van de grotere verdamping bij een hoge temperatuur (Tabel 2; Janse & Schols, 1993). Helaas heeft een hoge temperatuur een negatieve invloed op de houdbaarheid, zoals in de zomermaanden meestal is te zien (Kersten, 1996). In een lopend samenwerkingsproject tussen het AB-DLO en het PBG wordt getracht effecten van sturingsfactoren tijdens de teelt op smaak en houdbaarheid te kwantificeren.

Een hogere lichtintensiteit leidt tot een hogere productie en tevens vaak tot een hoger suikergehalte in de vrucht. De in het algemeen betere smaak van tomaten in de zomermaanden is echter niet alleen een gevolg van meer aanmaak van assimilaten, maar ook van de hogere temperatuur in deze periode. Onafhankelijk van de plantperiode, lijken de eerste vruchten van de plant veelal een matige smaak te hebben. Mogelijk wordt dit mede veroorzaakt door de concurrentie tussen vegetatieve en generatieve groei in de periode dat de eerste vruchten uitgroeien. De eerste vruchten hebben meestal ook een melige textuur.

Het wegnemen van de onderste tomaten van een tros verhoogt het suikergehalte en verlaagt het zuurgehalte van de overblijvende vruchten, omdat meer assimilaten voor deze vruchten beschikbaar komen. Veel blad van de plant verwijderen verlaagt juist het suikergehalte, maar verhoogt het zuurgehalte. Dit is het gevolg van een verminderde assimilatenbeschikbaarheid voor de vruchten (Janse, 1995a).

In proeven met ronde tomaten had het kleurstadium bij de oogst geen effect op de refractie als maat voor het suikergehalte, maar bij cherrytomaten nam bij roder oogsten de refractie toe met 0,3 °Brix per kleurstadium van de CBT-kleurenwaaier. Rood oogsten betekent bij cherrytomaten dan ook duidelijk meer zoetheid, meer aroma en een hogere smaakwaardering. Bij de ronde tomaten zijn er slechts kleine verschillen in aangenaamheid waargenomen tussen de verschillende plukstadia. Wel is het stadium waarin de tomaat gegeten wordt belangrijk. Naast de suggestie van meer smaak, zijn rode tomaten ook aromatischer en minder zuur dan lichtgekleurde vruchten. Overrijpheid kan echter weer leiden tot een ongewenste bijmaak.

Afhankelijk van de bewaartemperatuur en het kleurstadium gaat lang bewaren ten koste van de smaak. Bij temperaturen lager dan 10 °C ontstaat een melig product met weinig aroma en soms 'off-flavours'. Consumptie van tomaten bij 'koelkasttemperaturen' doet de smaakwaardering dalen omdat dan een aantal smaakattributen minder goed worden waargenomen (Janse, 1995a).

Tabel 2. Invloed van de temperatuur bij gelijk vochtdeficiet van de lucht en de invloed van het vochtdeficiet bij gelijke temperatuur van de lucht op een aantal sensorische attributen (Janse, 1995a)

	Luchttemperatuur (°C)			Vochtdeficiet (g.m ⁻²)		
	17	23	LSD ²	2.1	6.9	LSD ²
Aangenaamheid ¹	20	80	22	39	61	22
Stevigheid in mond	36	51	5	45	54	4
Taatheid schil	35	46	7	43	41	-
Meligheid	68	32	9	47	38	4
Sappigheid	40	55	8	50	54	4
Aroma	35	48	7	43	45	-
Zuurheid	38	55	9	52	53	-
Zoetheid	40	36	-	34	33	-

¹ Bij aangenaamheid: percentage proevers met bepaalde voorkeur, bij andere attributen: schaal 0-100 (hoger cijfer is meer van die eigenschap)

² LSD geeft aan welk verschil er minimaal tussen 2 uitkomsten moet optreden wil er met 95 % zekerheid kunnen worden vastgesteld dat 2 behandelingen van elkaar verschillen

De smaak van tomaten kan dus vrij goed worden ingeschat aan de hand van instrumentele metingen, maar beoordeling met panels blijft vooralsnog gewenst.

Via raskeuze, teeltmaatregelen en na-oogstcondities is het mogelijk om consumenten een prima smakende tomaat aan te bieden. Daarbij zal vooral gestreefd moeten worden naar tomaten met hoge suikergehaltes en weinig meligheid. Hoge suikergehaltes zullen echter meestal gepaard gaan met lagere producties en sommige op smaakverbetering gerichte teeltmaatregelen veroorzaken ook ongewenste neveneffecten, waaronder een kortere houdbaarheid. Inmiddels richten verschillende telersverenigingen zich met bepaalde merken met succes op een smaakvolle tomaat.

HOUDBAARHEID VAN KOMKOMMER

De houdbaarheid van komkommer wordt vooral bepaald door het tijdstip waarop de vrucht geel wordt (Welles, 1990; Mattsson, 1996). Daarnaast is het optreden van 'slappe vruchtnekken' vaak een belangrijke beperkende factor (Janse, 1994). De houdbaarheid kan ook beperkt worden door rotten of slap worden van de vruchten. Ook de smaak kan tijdens de bewaring achteruitgaan (Janse, 1996).

Komkommers worden geoogst als ze een bepaalde grootte bereikt hebben. De vruchten zijn bij de oogst fysiologisch gezien nog niet rijp en veelal zouden ze nog een hele tijd door kunnen groeien aan de plant. De afgelopen jaren is er uitgebreid experimenteel onderzoek gedaan naar de vruchtgroei van komkommer en is een simulatiemodel ontwikkeld dat de vruchtgroei en productie kan voorspellen (Marcelis, 1994). Er blijkt een grote variatie te zijn in groeisnelheid tussen afzonderlijke vruchten en daardoor ook een grote variatie in leeftijd van de vrucht op het moment van oogsten. Een vrucht met hoge groeisnelheid bereikt eerder de oogstbare grootte en zal dan ook in een jonger ontwikkelingsstadium geoogst worden. De groeisnelheid van een vrucht hangt vooral af van de temperatuur en de verhouding tussen aanbod en vraag naar assimilaten (source/sink-verhouding). Met

afnemende temperatuur neemt de leeftijd bij de oogst (aantal dagen van bloei tot oogst) sterk toe maar dit hoeft niet voor het fysiologisch ontwikkelingsstadium te gelden.

Factoren die de source vergroten of sink verkleinen leiden er meestal toe dat vruchten jonger geogst worden (Tabel 3; Marcelis, 1994). De source kan vergroot worden door de fotosynthese per plant te stimuleren door bijvoorbeeld meer licht, meer CO₂ of grotere plantafstand; de sink kan verkleind worden door de concurrentie van andere vruchten te verminderen door bijvoorbeeld vruchtsnoei.

Geel worden is een normaal onderdeel van het rijpingsproces van komkommer. Het mag daarom ook niet verbazen dat als vruchten in een later ontwikkelingsstadium ofwel rijper geogst worden, geelverkleuring spoedig zal optreden (Lin & Ehret, 1991; Janse, 1994). Kannellis *et al.* (1986) vonden zelfs dat de tijdsduur van bloei tot geelverkleuring vrij constant was, ongeacht op welk moment de vrucht geogst werd (bewaartemperatuur was gelijk aan kastemperatuur). Dit zou er op kunnen duiden dat het rijpingsproces en daarmee het verlies van de groene kleur ongewijzigd doorgaat, ongeacht of de vrucht aan de plant hangt of geogst is. Het verloop van gehalten aan organische zuren en suikers doet echter vermoeden dat de fysiologische regulatie van geelverkleuring niet identiek is voor vruchten aan de plant of geogst (Mattsson, 1996). Waarschijnlijk gaat na de oogst niet alleen de normale rijping door, maar kan ook versnelde veroudering optreden.

Vruchten worden donkerder van kleur als ze tijdens groei aan de plant veel licht ontvangen (Klieber *et al.*, 1993; Lin & Jolliffe, 1996). Dit, in combinatie met een kortere vruchtgroeiduur, kan verklaren waarom veel gewassnoei of ruimere plantafstand tot een donkerder vruchtkleur bij de oogst en een langere houdbaarheid leidt (Janse, 1995b; Klieber *et al.*, 1993). Het hogedraad-teeltsysteem biedt zeer goede mogelijkheden om beter houdbare komkommers van uniforme kwaliteit te produceren (Janse, 1995b); dit is het gevolg van een combinatie van betere lichttoetreding tot de vruchten en een niet te lange groeiduur van de vruchten. Ook een hoge EC van de voeding beïnvloedt de vruchtkleur positief (Aalbersberg & Janse, 1984; Lin & Ehret, 1991). Tenslotte zijn er grote rasverschillen in houdbaarheid (Janse, 1995b). Als transgene groenten door de consument geaccepteerd worden dan liggen hier nieuwe mogelijkheden om de houdbaarheid te verbeteren.

Tabel 3. Effecten van plantbelasting (aantal groeiende vruchten aan de plant), lichtniveau en temperatuur op groeiduur (van bloei tot oogst) en drogestofgehalte van komkommer-vruchten (Marcelis, 1994)

	Groeiduur (dagen)	Drogestofgehalte (%)
Aantal vruchten aan plant		
1,5	10	3,3
2,7	13	2,7
4,9	17	2,8
Lichtniveau		
30 %	18	2,7
50 %	16	2,8
100 %	13	3,3
Temperatuur		
18 °C	23	3,2
25 °C	17	2,8

Zoals reeds eerder gezegd, is het voor het tegengaan van geelverkleuring belangrijk dat de vruchten niet te oud zijn bij de oogst. Dit is vooral te bereiken door een hoge source/sink-verhouding (Marcelis, 1994). Maar bij te hoge groeisnelheid kunnen vruchten te jong geogst worden. Een jonge vruchtleeftijd bij de oogst is de belangrijkste oorzaak van het optreden van slappe vruchtnekken (zacht en verschrompeld vruchtweefsel dicht bij het steeltje) tijdens de bewaring (Janse, 1994).

Hoewel het nooit goed gekwantificeerd is, zijn er voor verschillende producten aanwijzingen dat een hoog drogestofgehalte (ofwel laag watergehalte) gunstig is voor verschillende kwaliteitsaspecten zoals smaak en houdbaarheid. Het drogestofgehalte wordt door veel factoren tijdens de teelt beïnvloed. Zo neemt het drogestofgehalte af bij toenemende temperatuur en lage source/sink-verhouding als gevolg van bijvoorbeeld weinig licht en veel vruchten aan de plant (Tabel 3; Marcelis, 1994). Verder heeft een jonge vrucht een hoger drogestofgehalte dan een oude vrucht. Dus ook voor drogestofgehalte geldt dat de vruchtleeftijd bij de oogst en een juiste source/sink-verhouding erg belangrijk zijn.

Een ander kwaliteitsprobleem dat met de groei van de vrucht samenhangt wordt gevormd door 'zwarte vruchten'. Zwarte vruchten zijn een flink stuk donkerder dan normale vruchten, het vruchtvlees is geler en de vruchtschil heeft geen ribbels. Deze vruchten zijn minder goed houdbaar als gevolg van snel slap en geel worden van met name de nek van de vrucht. De smaak wordt slecht gewaardeerd als gevolg van een te hoog suikergehalte en matige knapperigheid (Berents, 1995). Veelal wordt de oorzaak van deze afwijking gezocht in het feit dat deze vruchten kort na bloei een lange tijd een groeistilstand hebben gehad. Een dergelijke groeistilstand kan het gevolg zijn van een plotselinge verlaging van de source/sink-verhouding op een kritiek moment van vruchtontwikkeling.

Hoe lang een vrucht maximaal houdbaar is, wordt door raskeuze en teelt bepaald. Of deze houdbaarheid ook inderdaad gehaald wordt hangt van de bewaarcondities af. Belangrijk tijdens bewaring zijn temperatuur en luchtsamenstelling. Recent Zweeds onderzoek wijst erop dat licht tijdens de bewaring mogelijk een negatieve invloed heeft op de houdbaarheid (Mattsson, 1996).

Geconcludeerd kan worden dat het voor de kwaliteit van komkommervruchten belangrijk is dat het aanbod van assimilaten (source) goed op de vraag naar assimilaten (sink) is afgestemd, opdat de groeisnelheid van de individuele vrucht noch te groot noch te klein is. Ook bij andere vruchtgroenten is dit een belangrijke factor. Bij aubergine bijvoorbeeld ontstaan veel ingezonken plekken als vruchten te jong geogst worden (Verkerke et al., 1993). Het blijkt ook hier belangrijk dat de groei in evenwicht is met het aanbod aan assimilaten. Door een juiste combinatie van ras en teeltfactoren kan een goede basis gelegd worden voor uitstekend houdbare vruchten.

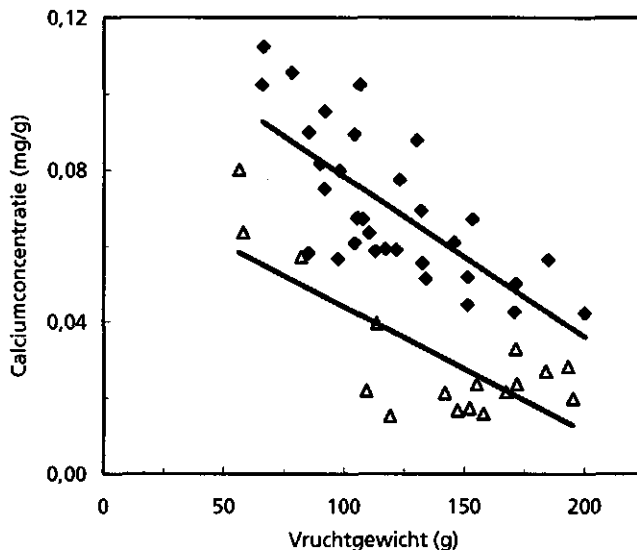
NEUSROT BIJ PAPRIKA EN TOMAAT

Een verstoring van de calciumhuishouding kan bij veel gewassen tot kwaliteitsproblemen leiden. Zo kan een lokaal calciumtekort tot problemen leiden, zoals neusrot bij tomaat en paprika, rand bij sla, rot bij meloen, bruine pit bij witlof en stip bij appel, terwijl een lokale calciumophoping vruchten kan ontsieren door bijvoorbeeld goudspikkels en stip bij tomaat en paprika, en kelkverdroging bij aubergine (Den Outer & Van Veenendaal, 1987; Welles, 1990).

Calcium is een belangrijk element voor de stevigheid van celwanden en de stabiliteit van celmembranen. Door een lokaal calciumgebrek wordt de celmembraan lek voor ionen en

celvocht, waardoor afsterving en bruinverkleuring van het weefsel optreedt. Neusrot in paprika en tomaat is een gevolg van een lokaal calciumgebrek in een deel van de vrucht. Vanuit het onderzoek en de praktijk komen er steeds meer aanwijzingen dat het ontstaan van neusrot twee fasen kent (Heij, 1995). In de eerste fase ontstaat een grotere gevoeligheid voor neusrot als gevolg van een te lage calciumconcentratie. In de tweede fase gaan de cellen kapot. Bij paprika is 4 tot 10 % van de geproduceerde paprika's onverkoopbaar als gevolg van neusrot (gebruikswaardeonderzoek 1994). Dit betekent dat neusrot in paprika de sector naar schatting minstens 25 miljoen gulden per jaar kost. Mede dankzij intensief onderzoek en veredeling blijkt het voor tomaat mogelijk om de verliezen door neusrot meestal beperkt te houden. Maar als gevolg van nieuwe teeltstrategieën gericht op bepaalde kwaliteitsaspecten of milieuvriendelijkheid kan neusrot ook bij tomaat weer een groter probleem worden. Voorbeelden hiervan zijn de teelt bij hogere EC om de smaak te verbeteren of de introductie van nieuwe rassen met bijzondere kwaliteitseigenschappen, zoals tomaten van het 'Roma'-type.

Het lokale calciumgehalte in vruchtweefsel wordt bepaald door de calciumopname door de wortels uit de voeding en de verdeling van calcium binnen de plant. In veel gevallen zit het probleem vooral in een slechte verdeling van het calcium binnen de plant of zelfs binnen een vrucht of blad. Bovendien is niet alleen de totale hoeveelheid calcium van belang, maar ook of het calcium vrij in de cel voorkomt of in gebonden vorm. Calciumtransport in de plant vindt vrijwel alleen via de houtvaten plaats en wordt in sterke mate beïnvloed door het transport van water. Allerlei teeltfactoren die de waterhuishouding van de plant beïnvloeden, hebben daardoor ook invloed op de calciumhuishouding van de plant. Alleen in een jong ontwikkelingsstadium van de vrucht vindt er veel water- en calciumtransport via de houtvaten plaats. Dit betekent dat het calcium al in een vroeg stadium in de vrucht aanwezig moet zijn en dat er later nog maar weinig bij komt. Hoe sneller een vrucht groeit, hoe meer het calcium verdund wordt in de vrucht en hoe meer de calciumconcentratie daalt (Figuur 2).

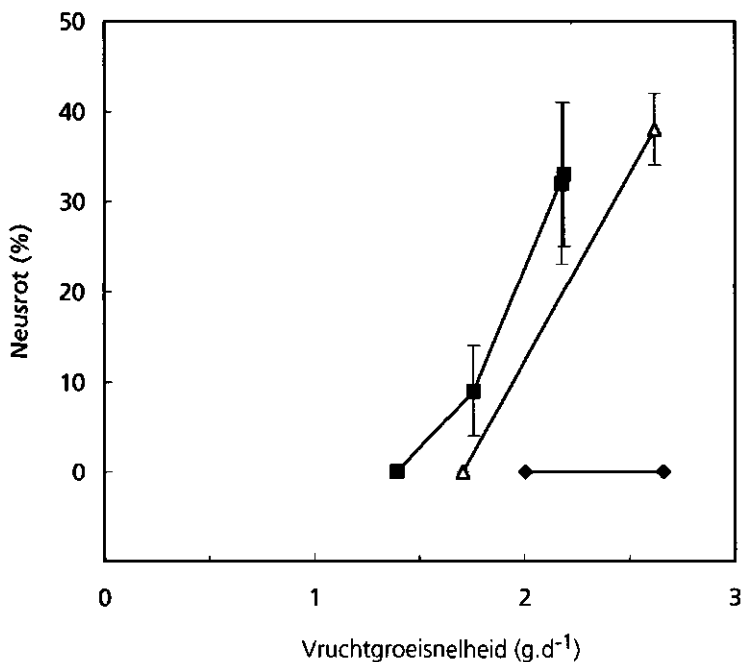


Figuur 2. Relatie tussen calciumconcentratie en vruchtgrootte in 40-dagen-oude paprikavruchten. De data zijn gebaseerd op twee verschillende experimenten (per experiment een ander symbool). (Marcelis, ongepubliceerd)

Bij snelle groei van de vruchten treedt dan ook meer neusrot op dan bij langzame groei (Figuur 3). Overigens kan uit Figuur 3 ook afgeleid worden dat groeisnelheid niet de enige factor is die het optreden van neusrot bepaalt, maar dat een complex van factoren een rol speelt.

Mede doordat veel teelfactoren het ontstaan van neusrot kunnen beïnvloeden en er veel interacties zijn tussen de factoren, is met name bij paprika het optreden van neusrot nog steeds zeer onvoorspelbaar. Hoewel niet altijd in dezelfde mate, is inmiddels wel van een aantal maatregelen bekend dat ze het optreden van neusrot kunnen verminderen. Voorbeelden van maatregelen waarmee neusrot verminderd kan worden zijn: lage EC, lage temperatuur, hoge Ca/K-verhouding of hoge plantbelasting. Als deze maatregelen echter gedurende een langere periode worden getroffen, zoals tot nu toe steeds werd gedaan, neemt het effect af of treden ongewenste neveneffecten op. Als perioden met een grote kans op neusrot van te voren (één tot enkele weken) voorspeld zouden kunnen worden, zouden deze maatregelen alleen gedurende een korte kritieke periode genomen hoeven te worden, waardoor neusrot effectief bestreden kan worden met zo min mogelijk ongewenste neveneffecten.

Het feit dat veel factoren een rol spelen bij het optreden van neusrot, leidt enerzijds tot een veelvuldig optreden van neusrot, anderzijds biedt het ook veel mogelijkheden om neusrot tegen te gaan. Gezien de complexiteit van het probleem is een gecombineerde aanpak van fundamenteel en praktijkgericht onderzoek noodzakelijk om tot een beheersing van het probleem te komen. Aspecten die in dit onderzoek betrokken moeten worden



Figuur 3. Relatie tussen het optreden van neusrot en groeisnelheid in paprika gedurende de eerste 17 dagen vanaf bloei. Verschillen in groeisnelheid werden veroorzaakt door verschillen in zaadaantal. De data zijn gebaseerd op drie verschillende experimenten (per experiment een ander symbool). (Marcelis, ongepubliceerd)

zijn opname, transport en verdeling van calcium binnen de plant, waarbij ook waterhuishouding en assimilatenverdeling een belangrijke rol spelen. Daarnaast is ook meer onderzoek nodig naar de functie die calcium vervult bij de integriteit van celmembranen. De onderzoekers van AB-DLO en PBG staan gereed om gezamenlijk met het bedrijfsleven praktische oplossingen te gaan zoeken om dit economisch zo belangrijke probleem beheersbaar te maken.

VOOSHEID IN RADIJS

Voosheid is een van de belangrijkste kwaliteitsproblemen in de radijsteelt (Heij, 1993). Voosheid is een lichte, wattige structuur van het knolweefsel, terwijl bij zeer ernstige mate van voosheid zelfs holten in de knol kunnen ontstaan. Voosheid ontstaat doordat de grote parenchymcellen (die het verst van de vaatbundels verwijderd liggen) afsterven en gevuld worden met lucht.

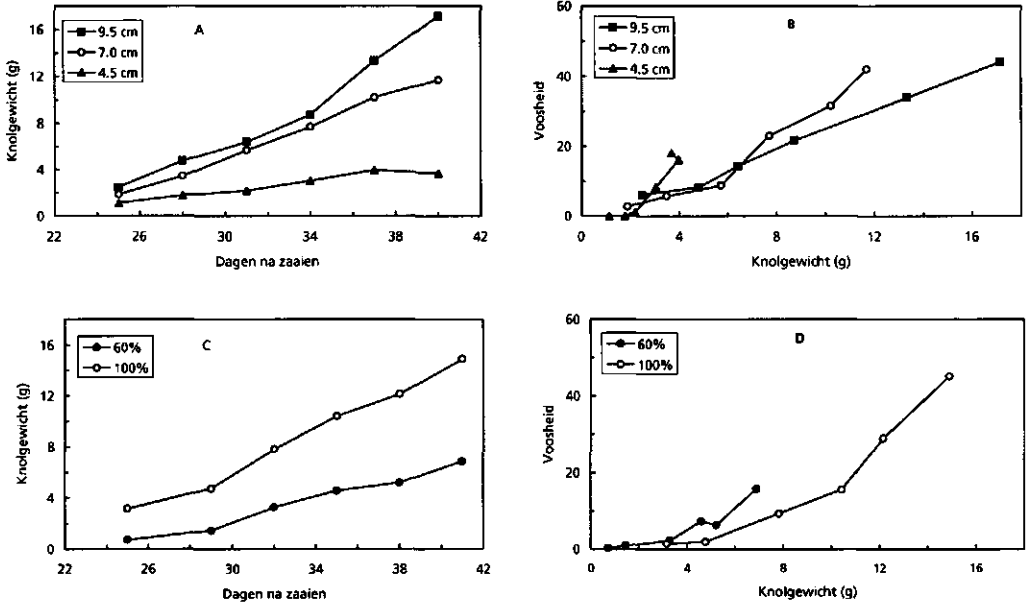
De mate van voosheid van een knol kan bepaald worden door de knol door te snijden en te vergelijken met een reeks foto's. Dit is echter subjectief, tijdrovend en destructief. Aangezien gebleken is dat voosheid in feite lucht in afgestorven cellen is, lag het voor de hand dat het soortelijk gewicht afneemt als de voosheid toeneemt. Soortelijk-gewichtbepaling blijkt dan ook een perspectievolle methode om voosheid objectief en non-destructief te meten (Marcelis *et al.*, 1995).

In de literatuur zijn er veel tegenstrijdigheden ten aanzien van effecten van groeifactoren op voosheid. Deze tegenstijdige onderzoeksresultaten blijken voor een groot deel verklaard te worden doordat bij de ene proef alle behandelingen op dezelfde datum zijn geoogst en bij de andere juist bij het bereiken van een bepaalde knolmaat. Zo blijkt dat het verlagen van het lichtniveau of verkleinen van de plantafstand tot minder voosheid leidt als de knollen op hetzelfde moment vergeleken worden (Marcelis *et al.*, 1997). Worden knollen van dezelfde grootte vergeleken, dan kan een tegengestelde conclusie getrokken worden doordat bij weinig licht en kleine plantafstand de gewenste knolmaat later bereikt wordt en doordat voosheid toeneemt met de leeftijd (Figuur 4, Marcelis *et al.*, 1997).

Leeftijd speelt dan ook een zeer belangrijke rol bij voosheid. Met voosheid is het eigenlijk net als met grijze haren: het wordt nooit minder op hogere leeftijd, altijd meer. En bij stress wordt het erger. Een vertraging van de groei leidt ertoe dat de gewenste knolmaat op een latere leeftijd bereikt wordt, waardoor de knollen veelal vozer zijn. Vooral in de winterperiode wanneer oudere knollen geoogst worden is het zaak de groeisnelheid van de knollen te stimuleren (bijvoorbeeld door lagere plantdichtheid) om jongere en daardoor minder voze radijs te kunnen oogsten.

Vaak wordt aangenomen dat grovere radijs vozer is. In veel gevallen is dit ook zo, omdat een grovere partij radijs meestal ouder is en daardoor vozer. Maar bij knollen van dezelfde leeftijd en precies dezelfde teeltomstandigheden zijn kleine knollen even vaak voos als grote (Marcelis *et al.*, 1997).

Zowel bij lage EC ($1 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) als bij hoge EC ($12 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) van het bodemvocht trad minder voosheid op dan bij normale EC ($2\text{-}8 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) als knollen op dezelfde datum werden geoogst. Maar de knolgroei bleef ook iets achter bij de lage en de hoge EC-behandelingen. Werden de knollen bij vergelijkbare sortering beoordeeld dan was er nauwelijks een effect van EC op voosheid merkbaar. Bij oplopende EC nam de bladlengte nam af en de bladeren werden donkerder van kleur, wat ook positieve kwaliteitskenmerken zijn van bosradijs (radijs die met loof verkocht wordt).



Figuur 4. Effecten van plantafstand (4,5, 7,0 of 9,5 cm afstand) en lichtniveau (60 of 100 % licht) op voosheid uitgezet tegen de leeftijd (A, C) of knolgrootte (B, D). Voosheid 0 is niet voos; voosheid 100 is compleet voos. (Marcelis *et al.*, 1997)

Bij heel constante klimaatcondities, zoals in een klimaatkamer, en regelmatige watergift trad relatief weinig voosheid op. Daarom is onderzocht of juist sterke veranderingen in teeltcondities tot voosheid leiden. In de praktijk wordt vaak aangenomen dat voosheid optreedt na een periode van zonnig weer. In proeven werd in verschillende stadia van knolontwikkeling gedurende een korte periode (5 dagen) de lichtintensiteit sterk verhoogd (temperatuur werd vrijwel constant gehouden). Opmerkelijk was dat een lichtrijke periode kort voor het begin van knolvorming tot duidelijk meer voosheid leidde, terwijl er slechts een gering effect was op de uiteindelijke knolgrootte. Hoe later de hoog-licht periode werd gegeven hoe meer de knolgroei werd gestimuleerd en hoe minder voosheid bij de oogst optrad. Veel licht in een late ontwikkelingsfase van de knol gaf zelfs minder voosheid dan de controle. Een korte periode met weinig licht had steeds het tegenovergestelde effect. Hoog licht in de beginfase van de plantontwikkeling lijkt dus voosheid te induceren. Mogelijke oorzaken van deze inductie kunnen gelegen zijn in verstoring van functionaliteit van houtvaten of versnelde knolvorming. De positieve gevolgen van extra licht op het eind van de teelt lijken toegeschreven te kunnen worden aan de vergroting van assimilatenbeschikbaarheid. Voosheid is het gevolg van afsterven van cellen. Een goede beschikbaarheid van assimilaten lijkt dit afsterven te doen verminderen. Een sterke verhoging van de temperatuur op het eind van de teelt leidt tot meer voosheid. Of in een kassituatie het positieve effect van meer zonlicht op voosheid zwaarder weegt dan het negatieve effect van hogere temperatuur hangt af van de verhouding tussen licht en temperatuur. Het is dus belangrijk om veel licht in de kas te krijgen, maar tevens om de temperatuur niet te hoog op te laten lopen. Daarnaast kan de voosheid toenemen als de bodem kort voor de oogst te sterk uitdroogt.

Anatomisch onderzoek van Magendans (1991) heeft aangetoond dat tijdens de ontwikkeling van een radijsknol de houtvaten kunnen knappen en dat rondom deze vaten de parenchymcellen afsterven, waardoor voosheid ontstaat. Met behulp van kleurstoffen is in ons onderzoek duidelijk geworden dat in jonge radijsknollen functionele vaatbundels verspreid in de hele knol liggen. Aan de buitenkant komen er steeds nieuwe vaatbundels bij. Maar met uitzondering van enkele vaten in het centrum van de knol die vrij lang blijven functioneren, blijken van binnenuit steeds meer vaten hun functie te verliezen. In oude knollen is er alleen geheel aan de buitenkant van de knol vaatweefsel dat nog functioneert. Het kapot gaan van de vaten vindt eerder plaats dan het voos worden. Daar waar de vaten het eerst hun functie verliezen wordt de knol meestal ook het eerst voos. Zoals reeds beschreven leidt een lichtrijke periode in het begin van de teelt tot meer voosheid bij de oogst. Als gevolg van de lichtrijke periode begonnen de vaten 5 dagen eerder hun functie te verliezen en begon ook de voosheid 5 dagen eerder op te treden. Dit duidt op een correlatie tussen het ontstaan van voosheid en het kapot gaan van houtvaten. Het is echter twijfelachtig dat een groter aantal functionerende vaten voosheid kan voorkomen, omdat bespuitingen met plantengroeieregulatoren (auxine en cytokinine) die de ontwikkeling van functionele vaten stimuleerden geen noemenswaardige effecten hadden op voosheid. Belangrijkste maatregelen om voosheid te beheersen zijn: tijdig oogsten van de knollen, veel licht in de eindfase van de teelt, maar geen droogtestress of te hoge temperatuur op eind van de teelt, en met name in winterperiode groei van de planten stimuleren door bijvoorbeeld niet te hoge plantdichtheid.

TOT SLOT

De consument stelt steeds hogere eisen aan de kwaliteit van producten. Voor de concurrentiepositie van de Nederlandse groentensector is het een *must* dat deze zich richt op het produceren van groenten van topkwaliteit. Zoals in deze bijdrage aangegeven, zijn er reeds veel mogelijkheden om kwaliteit te verbeteren. Het onderzoek zal de komende jaren meer mogelijkheden voor kwaliteitsverbetering aandragen. Zo zijn er waarschijnlijk mogelijkheden voor bijvoorbeeld een continu op de groei of behoefte van de plant aangepaste voeding en klimaatregeling, voor de introductie van nieuwe rassen met aan het ras aangepaste teeltmaatregelen of bijvoorbeeld voor het sturen op gezondheidsbevorderende stoffen.

Vaak gaat kwaliteitsverbetering wel enigszins ten koste van kwantiteit. Deze negatieve gevolgen voor de kwantiteit en daarmee verhoging van de kostprijs, zullen we zoveel mogelijk tegen moeten gaan. Anderzijds zullen de baten van een betere kwaliteit steeds vaker gaan opwegen tegen een eventueel hogere kostprijs. De verhouding tussen kwaliteit en kwantiteit zal verder geoptimaliseerd moeten worden.

Kennis van het tot stand komen en behouden van de essentiële kwaliteitseigenschappen is nodig om rassen met betere kwaliteit te ontwikkelen en om tijdens het productieproces gericht te kunnen bijsturen. Met name de fysiologische parameters welke bepalend zijn voor de verschillende kwaliteitscomponenten zijn slechts in beperkte mate bekend. Kwaliteit bij de oogst en kwaliteitsbehoud na de oogst kan gestuurd worden tijdens de teelt door o.a. kasklimaat, voeding en andere teeltmaatregelen. Maar kennis over de relatie tussen het productieproces en de kwalitatieve aspecten van de productvorming is veelal fragmentarisch van aard. Het is noodzakelijk dat de reactie van de plant op verschillende teeltgrepen fysiologisch onderbouwd en in onderlinge samenhang gekwantificeerd

wordt. Vooral ook het in onderlinge samenhang kwantificeren van de relevante processen en factoren is van belang, omdat vaak gelijktijdig met het verbeteren van het ene kwaliteitsaspect een ander aspect juist een probleem kan worden (bijvoorbeeld neusrot bij 'Roma'-tomaten).

Voor een goede kwaliteit is het van belang dat alle schakels van de keten hier gezamenlijk aan werken. Fysiologisch en teeltkundig onderzoek levert een duidelijke bijdrage om kwaliteit verder te verbeteren. Raseigenschappen en teeltmethoden bepalen wat de maximaal haalbare kwaliteit is. Conditie na de oogst dienen zodanig gekozen te worden dat de kwaliteit behouden blijft.

Kwaliteit was een grote bedreiging voor de Nederlandse glasgroenteteelt. Mede door het hoge kennisniveau en de hoge mate waarin de teelt beheerst kan worden, liggen nu juist hier de kansen voor het Nederlandse product.

REFERENTIES

Aalbersberg, Y.W. & J. Janse (1984)

EC kornkimmers. Een goede kwaliteit zonder produktieverlies. *Tuinderij* 64(13): 20-21.

Berents, X. (1995)

Vruchtafwijkingen nog niet opgehelderd. *Groenten + Fruit/Glasgroenten* 5(2): 16-17.

Cramwinckel, B. (1997)

Smaak is een emotie. *Psychologie* 16(1):10-17.

Heij, G. (1993)

Voze en glazige knol uit den boze. *Groenten + Fruit/Glasgroenten* 3(5): 16-17.

Heij, G. (1995)

Wapen tegen neusrot nog niet in zicht. *Groenten + Fruit/Glasgroenten* 5(40): 34-35

Janse, J. (1994)

Effect of growing methods on the incidence of rubber necks in cucumber fruits. *Acta Horticulturae* 379: 281-288.

Janse, J. (1995a)

Flavour of tomatoes. XXX. Vortragstagung Geschmacksstoffe in pflanzlichen Nahrungsmitteln. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung e.V., Tagungsbericht der DGQ, 179-194.

Janse, J. (1995b)

Ras weegt zwaar bij houdbaarheid. *Groenten + Fruit/Glasgroenten* 5(49): 18-19.

Janse, J. (1996)

Kornkommer. Lang bewaren heeft bijmaakje. *Groenten+Fruit/Glasgroenten* 6(5): 21.

Janse, J. & M. Schols (1993)

Onderzoek tomaat. Warmte belangrijker voor smaak dan vocht. *Groenten+Fruit/Glasgroenten* 3(12):14-15.

Kanellis, A.K., L.L. Morris & M.E.Jr. Saltveit (1986)

Effect of stage of development on postharvest behavior of cucumber fruit. *HortScience* 21: 1165-1167.

Kersten, M. (1996)

Tomaat. Smaak verbetert met keukenzout. *Groenten+Fruit/Glasgroenten* 6(49): 6-7.

Klieber, A., W.C. Lin, P.A. Jolliffe, & J.W. Hall (1993)

Training systems affect canopy light exposure and shelf life of long English cucumber. *Journal of American Society for Horticultural Science* 118: 786-790.

- Künsch U., H. Schärer, P. Dürr *et al.* (1994)
 Qualitätsuntersuchungen an Tomaten aus erdelosem und konventionellem
 Gashausanbau. *Gartenbauwissenschaft* 59: 21-26.
- Lin, W.C. & D.L. Ehret (1991)
 Nutrient concentration and fruit thinning affect shelf life of long english cucumber.
HortScience 26: 1299-1300.
- Lin, W.C. & P.A. Jolliffe (1996)
 Light intensity and spectral quality affect fruit growth and shelf life of greenhouse-
 grown long English cucumber. *Journal of the American Society for Horticultural
 Science* 121: 1168-1173.
- Magendans, J.F.C. (1991)
 Elongation and contraction of the plant axis and development of spongy tissues in the
 radish tuber (*Raphanus sativus* L. cv. Saxa Nova). Wageningen Agricultural University
 Papers 91.1.
- Marcelis, L.F.M. (1994)
 Fruit growth and dry matter partitioning in cucumber. Proefschrift
 Landbouwniversiteit Wageningen, 173 p.
- Marcelis, L.F.M., W.J. van der Burg, R. Frankhuizen, D.R. Verkerke, J.W. Aartse &
 A. Boekestein (1995)
 Non-destructive evaluation of internal quality of radish tubers using specific gravity,
 X-ray analysis and near infrared spectroscopy. *Acta Horticulturae* 379: 527-535.
- Marcelis, L.F.M., E. Heuvelink & D. Van Dijk (1997)
 Pithiness and growth of radish tubers as affected by irradiance and plant density.
Annals of Botany (in druk).
- Mattsson, K. (1996)
 Some factors of importance for composition and post-harvest behaviour of
 greenhouse cucumber fruits. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria* 21
 (Proefschrift Swedish University of Agricultural Sciences).
- Outer, R. W. den & W.L.H. Veenendaal (1987)
 Goldspecks in tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Horticultural
 Science* 63: 645-649.
- Sonneveld, C. & M. Heinen (1997)
 Efficiënt gebruik van nutriënten in de glastuinbouw. In: L.F.M. Marcelis & A.J.
 Haverkort (Eds.), *Kwaliteit en milieu in de glastuinbouw: stimulans tot vernieuwing*,
 AB-DLO Thema's 4, pp. 91-108.
- Verkerke, W. (1996)
 Tomaat. Smaak is te meten. *Groenten+Fruit/Glasgroenten* 6(46): 20-21.
- Verkerke, W., J. Janse & M. Schols (1993)
 Te snelle vruchtgroei leidt tot dofheid. *Groenten + Fruit/Glasgroenten* 3(43): 16-17
- Welles, G.W.H. (1990)
 Belangrijke kwaliteitsproblemen bij de teelt van groentegewassen onder glas. In:
Fysiologie en kwaliteit van tuinbouwprodukten (H.M. Dekhuijzen & S.C. van de Geijn,
 eds.). *Agrobiologische Thema's* 2, AB-DLO Wageningen, pp. 3-14.

5. Temperatuur en lichtkwaliteit als alternatieven voor chemische groeiregulatie?

F.M. Maas¹ & J.V.M. Vogelesang²

¹ DLO-Instituut voor Agrobiologisch and Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO),
Postbus 14, 6700 AA Wageningen

² Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroente (PBG), Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer

Samenvatting

De teelt van kwalitatief goede compacte pot- en perkplanten vereist het gebruik van groeiremmende chemicaliën. Uit oogpunt van volksgezondheid en milieu wordt een verminderd verbruik van chemische middelen in de tuinbouw nagestreefd en wordt het aantal toegestane middelen steeds verder ingeperkt. Dit heeft geleid tot onderzoek naar milieuvriendelijker alternatieven, waarvan het telen bij lagere dag- dan nachttemperatuur (negatieve DIF) tot nu toe het meest perspectievolle alternatief is, dat reeds in de praktijk toegepast wordt. Omdat negatieve DIF echter niet voor alle planten en niet gedurende het gehele teeltseizoen als alternatief voor chemische groeiremmers kan worden gebruikt, wordt onderzoek verricht naar de fysiologische/biochemische processen betrokken bij de stengelstrekking van planten, met *Fuchsia* als modelplant. Vanwege de grote effecten van DIF en lichtkwaliteit op stengelstrekking wordt onderzocht of beide teeltcondities via eenzelfde fysiologisch/biochemisch mechanisme werken. Op basis van de plantenfysiologische literatuur wordt verondersteld dat zowel DIF als lichtkwaliteit de strekking van planten beïnvloeden via een effect op het plantenhormoon gibberelline, waarvan bekend is dat het een rol speelt bij celstrekking. De tot dusver verkregen resultaten geven aan dat de effecten van DIF op stengelstrekking alleen optreden in aanwezigheid van voldoende blauw licht en dat het effect niet een gevolg is van een verandering in plantgevoeligheid voor gibberellinen. Als gibberellinen een rol spelen bij de regulatie van de strekking van planten door DIF en lichtkwaliteit moet dit dus gezocht worden in een verandering van het gibberellinegehalte van de plant.

Hoewel de toepassing van negatieve DIF in de praktijk slechts voor enkele planten een afdoende alternatief is voor chemische groeiremmers kan het bij veel andere soorten pot- en perkplanten de hoeveelheid gebruikte middelen per teelt aanzienlijk reduceren. Daarnaast is gebleken dat negatieve DIF ook kan worden gebruikt om in combinatie met een hogere gemiddelde etmaaltemperatuur in kortere tijd kwalitatief betere planten te produceren. Op de wat langere termijn zijn resultaten van strategisch fundamenteel achtergrondonderzoek noodzakelijk om via biotechnologische veredelings technieken cultivars van pot- en perkplanten op de markt te brengen die ook zonder gebruik van chemische groeiremmers een snelle en compacte groei vertonen.

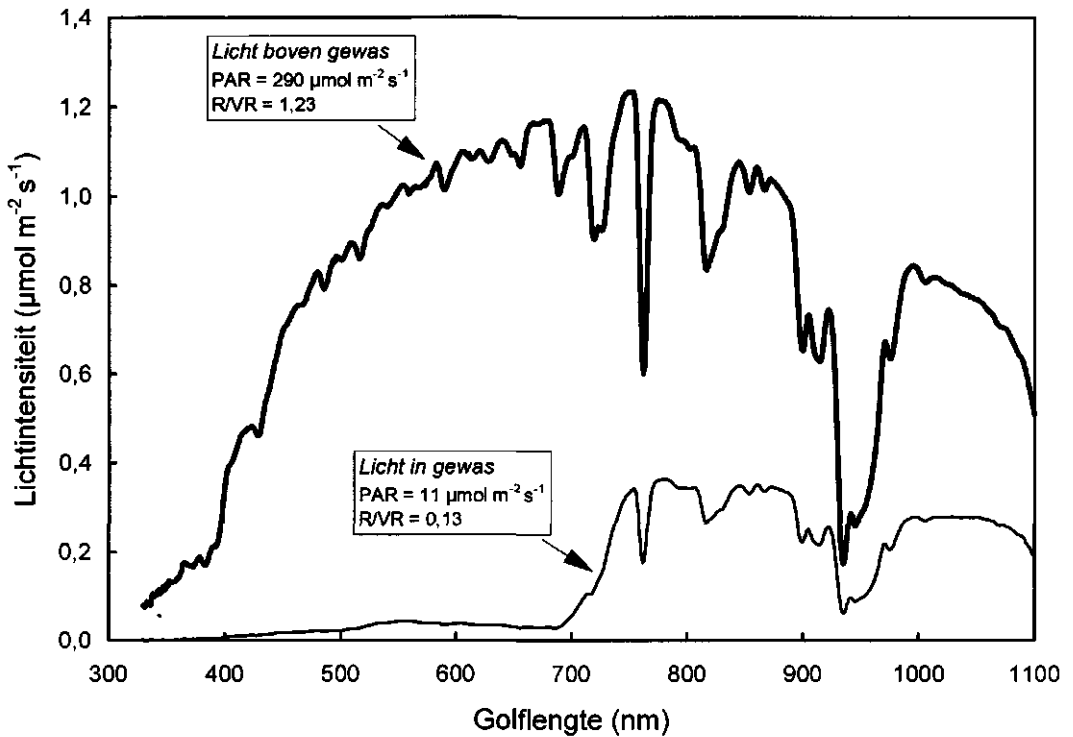
INLEIDING

Plantvorm is een belangrijk kwaliteitskenmerk van pot- en perkplanten. De planten moeten stevig, compact en voldoende vertakt zijn. Om deze plantvorm te bereiken en overmatige strekkingsgroei te voorkomen moeten tijdens de teelt van de meeste pot- en perkplanten groeiregulerende chemicaliën worden gebruikt. Uit oogpunt van volksgezondheid en milieu wordt niet alleen een verminderd verbruik van chemische middelen voor de bestrijding van ziekten en plagen nagestreefd maar ook van chemische groeiregulatoren. In de Verenigde Staten is het gebruik van de groeiremmer daminozide (Alar) niet langer toegestaan, terwijl in Duitsland alleen het middel chloormequat (CCC of Cycocel) als chemische groeiregulator staat geregistreerd (Erwin & Heins, 1995). Ook in Nederland staat het gebruik van chemische groeiregulatoren ter discussie. Vanwege deze ontwikkelingen wordt sinds eind jaren tachtig door diverse onderzoeksinstituten in binnen- en buitenland in onderling overleg intensief onderzoek verricht naar mogelijkheden om de gewenste compacte plantvorm bij pot- en perkplanten langs een meer 'natuurlijke' en milieuvriendelijker weg te bereiken (Blacquièrre & Bakker, 1992; Moe & Mortensen, 1992; Hendriks & Ueber, 1995; Cockshull *et al.*, 1997). Ook de toegenomen kritische houding van de consumenten ten aanzien van de kwaliteit van het gekochte product en de kwaliteit van het daarbij behorende productieproces maakt een verminderd gebruik van chemische groeiregulatoren in de tuinbouw noodzakelijk. Kennis over de biochemische/fysiologische processen in de plant die betrokken zijn bij de strekkingsgroei is nodig om via gerichte moderne veredelings technieken pot- en perkplantcultivars te verkrijgen die onder zoveel mogelijk verschillende teeltomstandigheden zonder toediening van chemische groeiregulatoren compact blijven groeien.

INVLOED TEELTCONDITIES OP STREKKINGSGROEI

Licht

Eén van de belangrijkste oorzaken van overmatige strekkingsgroei is de grote plantdichtheid van de planten in de kas, waardoor de spectrale verdeling van het licht als gevolg van absorptie en reflectie door de bladeren zodanig wijzigt dat de planten hierdoor een schaduwrijd groeipatroon gaan vertonen. Dit schaduwrijd groeipatroon wordt gekenmerkt door een sterke toename van de strekkingsgroei van de stengels ten koste van bladgroei. Er is vastgesteld dat planten elkaar niet direct hoeven te overschaduwen om dit groeipatroon te gaan vertonen, maar dat specifieke veranderingen in lichtkwaliteit ten gevolge van gereflecteerd zonlicht door planten op een afstand van ongeveer 30 cm of minder hiervoor voldoende zijn (Ballaré *et al.*, 1987; Smith *et al.*, 1990; Smith 1994). Het schaduwrijd groeipatroon kan worden beschouwd als een poging de concurrentieslag om fotosynthetisch actief licht met naburige planten te winnen. Door tijdelijk meer assimilaten te investeren in stengelgroei en -strekking ten koste van de groei van bladeren en zijstengels probeert de plant zo snel mogelijk nieuwe bladeren te vormen boven die van de rondom hem groeiende om licht concurrerende planten. Bosbouwers maken al zeer lang van dit principe gebruik om lange onvertakte boomstammen te produceren. Omgekeerd zijn in de akkerbouw via veredeling onder andere graanrassen verkregen die dit schaduwrijd groeipatroon minder vertonen, waardoor de oogstindex (gram graankorrels



Figuur 1. Fotosynthetisch actieve straling (PAR, 400-700 nm) en rood/verrood-verhouding (RVR, (655-665 nm)/(725-735 nm)) van het licht in een kas bovenin een rozen­gewas (2 september 1991, 14.00 uur)

per gram plant) van deze rassen toenam en tegelijk de kans op legeren (platslaan ten gevolge van wind of regen) afnam.

Zonlicht dat een gewas binnendringt neemt door selectieve absorptie en reflectie van delen van het zonlichtspectrum door de bladeren van de planten niet alleen af in intensiteit, maar vertoont hierdoor ook een grote verandering in spectrale samenstelling (Figuur 1). De sterke afname van de rood/verrood-verhouding van het licht is karakteristiek voor vegetatieschaduw en kan door de planten via hun lichtreceptor fytochroom worden waargenomen. Proeven waarin de rood/verrood-verhouding van het licht onafhankelijk van de lichtintensiteit werd gevarieerd hebben aangetoond dat er een zeer sterk verband bestaat tussen de toename in strekkingsgroei en de afname in de rood/verrood-verhouding van het licht (Smith, 1994). Daarnaast is vastgesteld dat de mate waarin planten reageren op een verandering in de rood/verrood-verhouding van het licht afhangt van hun natuurlijke standplaats. Kruidachtige planten die van nature onder bomen groeien vertonen slechts een zeer geringe toename in strekkingsgroei bij een afname in rood/verrood. Voor deze planten is het immers onmogelijk om boven hun om licht concurrerende burenen uit te groeien. Planten met het sterkste schaduw­mijdende groeigedrag zijn planten uit kruidachtige vegetaties van planten van ongeveer gelijke grootte. Proeven met neutrale beschaduw­ing van planten, dat wil zeggen een evenredige vermindering de alle golflengtes van PAR ('Photosynthetically Active Radiation' = fotosynthetisch actieve straling, golflengtes

400 tot 700 nm) bij een gelijkblijvende rood/verrood-verhouding, hebben aangetoond dat onder deze omstandigheden de mate van strekkingsgroei sterk bepaald wordt door de hoeveelheid blauw licht (Ritter *et al.*, 1981). Lage lichtintensiteiten, zoals die voorkomen bij sterke beschaduwing, onderdrukken het schaduwrijke groeipatroon als reactie op een afname in rood/verrood-verhouding. De hoeveelheid blauw licht die de planten ontvangen blijkt hierbij een maat te zijn voor de door de plant waargenomen lichtintensiteit. Daarnaast vertonen verschillende plantensoorten ook bij hoge rood/verrood-verhouding een sterke toename in strekkingsgroei wanneer zij worden blootgesteld aan blauw-arm licht. Zowel in rozen (Maas & Bakx, 1995) als bonen (Maas *et al.*, 1995) leidde het uitfilteren van het blauwe deel van het spectrum bij gelijkblijvende PAR en een hoge rood/verrood-verhouding tot een grote toename in stengelstrekkingsgroei waarbij de extra stengelgroei ten koste ging van de bladgroei. Deze lichtsituatie doet zich in de natuur niet voor, maar kan wel een rol spelen bij de overmatige strekkingsgroei van kasgewassen die onder winterse lichtomstandigheden langdurig worden bijbelicht met blauw-warm licht van hogedruk-natriumlampen (SON-T lampen).

Temperatuur

De temperatuur, en met name de dagtemperatuur, heeft een groot effect op de ontwikkelingssnelheid en de strekkingsgroei van planten (Went, 1957). Voor veel plantensoorten is vastgesteld dat de ontwikkelingssnelheid van een plant meer afhangt van de gemiddelde etmaaltemperatuur dan van de absolute dag- en nachttemperatuur, terwijl strekkingsgroei meer beïnvloed wordt door de absolute dag- en nachttemperatuur dan door de gemiddelde etmaaltemperatuur (Karlsson *et al.*, 1989; Vogelesang *et al.*, 1992). Door planten te telen bij een lagere dagtemperatuur en 's nachts de temperatuur te verhogen om eenzelfde etmaaltemperatuur te realiseren als in meer gebruikelijke teeltcondities met een hogere dag- dan nachttemperatuur, wordt de strekkingsgroei geremd zonder grote effecten op de ontwikkelingssnelheid van de planten. Deze teeltstrategie, die inmiddels op grote schaal door telers wordt toegepast, staat bekend onder de naam negatieve DIF, waarbij DIF het verschil (difference) is tussen dag- en nachttemperatuur (Erwin & Heins, 1995; Myster & Moe, 1995). Voor een groot aantal pot- en perkplanten is binnen een vrij breed temperatuurtraject een vrijwel lineair verband gevonden tussen DIF en stengelstrekking, met de kortste planten bij de laagste DIF. DIF is echter niet onder alle omstandigheden en voor alle gewassen toepasbaar voor regulatie van strekkingsgroei. Teeltechnisch is negatieve DIF in Nederland alleen toepasbaar in de periode oktober-maart, waarin de natuurlijke lichtperiode kort is en de instalingsniveaus laag zijn. Slechts voor een enkel gewas, zoals bijvoorbeeld Impatiens (vlijtig liesje), kan DIF gedurende deze periode van het jaar het gebruik van chemische groeiremmers volledig vervangen, maar voor de rest van het teeltseizoen en het merendeel van de geteelde pot- en perkplanten leidt negatieve DIF op zijn best tot een aanzienlijke reductie van het gebruik van chemische groeiremmers (Cuijpers & Vogelesang, 1992; Vogelesang *et al.*, 1992; De Beer, 1994).

Overige teeltcondities

Hoewel licht en temperatuur beschouwd kunnen worden als de belangrijkste omgevingsfactoren voor het sturen van de ontwikkeling van planten, wordt de mate waarin plantensengels strekken als reactie op een verandering in de hoeveelheid en spectrale samenstel-

ling van het licht of de temperatuur ook nog door vele andere teeltcondities bepaald. Streckingsgroei vereist dat de stengelcellen over voldoende osmotisch actieve stoffen als zouten, organische zuren en oplosbare suikers beschikken om water te kunnen aantrekken voor handhaving van de turgor van de strekkende cellen. Dit betekent dat omstandigheden waaronder een plant over minder water, nutriënten en assimilaten beschikt de strekkingsgroei remmen, terwijl een optimale beschikbaarheid van water en nutriënten de strekkingsgroei juist stimuleert. Ook het ontbreken van mechanische stress ten gevolge van wind en de kleinere hoeveelheid ultraviolette straling waaraan planten in een kas blootstaan dragen er aan bij dat planten in een kas meer strekken dan wanneer zij buiten de kas geteeld zouden worden. Verhoging van de EC (een maat voor de hoeveelheid opgeloste voedingszouten) van de voedingsoplossing, tijdelijke waterstress en frequent aanraken of trillen van de planten zijn ook onderzocht als alternatieven voor chemische groeiremming, maar zijn over het algemeen minder effectief en lastiger en minder breed toepasbaar dan verandering van temperatuurregime (Hendrik & Ueber, 1995; Cockshull et al., 1997).

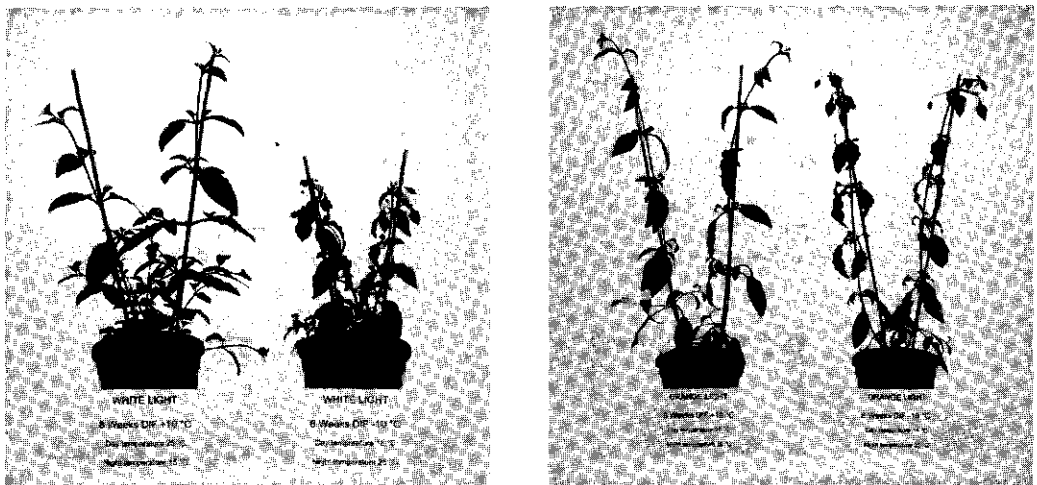
WERKINGSMECHANISME VAN LICHT EN TEMPERATUUR OP STREKKINGS-GROEI

Het is nog steeds niet geheel duidelijk via welke biochemische en fysiologische processen DIF de strekkingsgroei van plantenstengels beïnvloedt. Planten beschikken over een aantal lichtreceptoren waarmee zij de hoeveelheid blauw licht en de rood/verrood-verhouding van het licht kunnen meten en er zijn duidelijke verbanden vastgesteld tussen verandering in strekkingsgroei en de veranderingen in blauw licht en rood/verrood-verhouding. De exacte overdracht van deze lichtsignalen naar plantontwikkeling zijn echter nog niet opgehelderd, maar er zijn aanwijzingen dat plantenhormonen hierbij een belangrijke rol spelen. In tegenstelling tot licht zijn er voor temperatuur geen speciale receptoren bekend die het begin vormen van een specifieke signaaltransductieketen waardoor temperatuurveranderingen worden omgezet in veranderingen in celdeling en/of -strekking in plantenstengels. Vanwege de grote temperatuurgevoeligheid van de meeste enzymen in de plant zal een verandering in temperatuur effect hebben op vrijwel alle biochemische processen in de plant. Evenals voor lichtkwaliteit is er voor DIF een aantal redenen om te veronderstellen dat plantenhormonen, en in het bijzonder gibberellinen, een rol spelen bij de totstandkoming van de verschillen in strekkingsgroei. Dit is vooral gebaseerd op het feit dat het gibberellinen nodig zijn voor een normale strekkingsgroei van planten. Gibberellinen is een verzamelnaam voor ongeveer een honderdtal chemisch nauwverwante verbindingen, waarvan slechts enkele actief betrokken zijn bij de regulatie van ontwikkelingsprocessen in de plant. De overige gibberellinen vormen de precursors (voorlopers) of afbraakproducten van deze actieve gibberellinen. Van een aantal plantensoorten zijn dwergmutanten bekend die nauwelijks strekkingsgroei vertonen. Deze mutanten kunnen zelf geen of onvoldoende van het voor de strekkingsgroei noodzakelijke gibberelline GA_1 maken. Toediening van GA_1 aan deze mutanten herstelt hun strekkingsgroei tot die van het wildtype plant. De in de praktijk toegepaste groeiregulerende chemicaliën voor het remmen van de strekkingsgroei remmen de biosynthese van gibberellinen door de plant. De werking van deze groeiremmers kan teniet gedaan worden door gibberellinen aan de planten toe te dienen. Verder is voor een aantal planten gevonden dat de biosynthese van GA_1 beïnvloed wordt door veranderingen in temperatuur (Hazebroek & Metzger, 1990; Hazebroek et al., 1993) en licht (Martínez-García & García-Martínez, 1992; Reid et al., 1990; Olsen et al.,

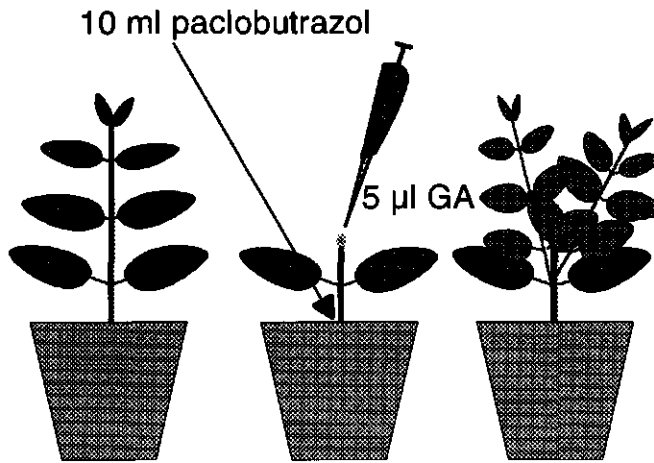
1995; Gawronska *et al.*, 1995) die ook verschillen in stengelstrekkingsgroei induceren. Het doel van het achtergrondonderzoek dat het Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) in overleg met het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente (PBG) uitvoert is vast te stellen of gibberellinen een sleutelrol vervullen bij de regulatie van stengelstrekking van pot- en perkplanten. Inzicht in de manier waarop temperatuur en lichtkwaliteit de gibberellinehuishouding van de plant beïnvloeden kan mogelijk leiden tot een bredere en beter voorspelbare toepassing van DIF voor de regulatie van strekkingsgroei en de reductie van het gebruik van chemische groeiregulatoren in de tuinbouw.

HET ONDERZOEK NAAR DE ROL VAN GIBBERELLEN BIJ DE BEÏNVLOEDING VAN STENGELSTREKKING DOOR DIF EN LICHTKLEUR

Dit achtergrondonderzoek wordt uitgevoerd aan fuchsia, omdat de strekkingsgroei van deze plant goed reageert op DIF en lichtkwaliteit (Vince-Prue, 1977; Tangarås, 1979; Erwin *et al.*, 1991; Vogelesang *et al.*, 1992), de plant eenvoudig te vermeerderen en te telen is, en duidelijk onderscheidbare en goed meetbare internodiën bezit. Door de planten op te kweken bij twee verschillende temperatuurregiems (DIF+10, dag-/nachttemperatuur 25/15 °C en DIF-10, 15/25 °C) en twee verschillende lichtkleuren (wit en oranje) werden grote verschillen in stengelstrekking geïnduceerd (Figuur 2).



Figuur 2. Effect van 8 weken telen bij een dag-/nachttemperatuur van 25/15 °C (DIF+10) of 15/25 °C (DIF-10) in 12 uur/dag 120 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ wit (links) of oranje licht (rechts) op de groei en ontwikkeling van *Fuchsia x hybrida* 'Dollarprinzessin'.



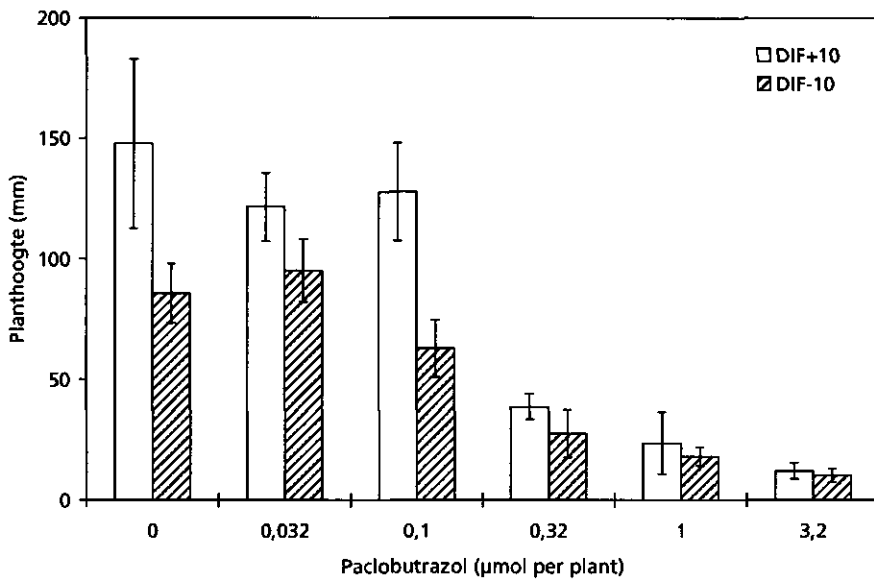
Figuur 3. Modelstelsysteem voor het testen van de gibberelline (GA) gevoeligheid van *Fuchsia x hybrida* 'Dollarprinzessin'

Gibberellinen kunnen op twee verschillende manieren een rol spelen bij de totstandkoming van deze verschillen in strekkingsgroei:

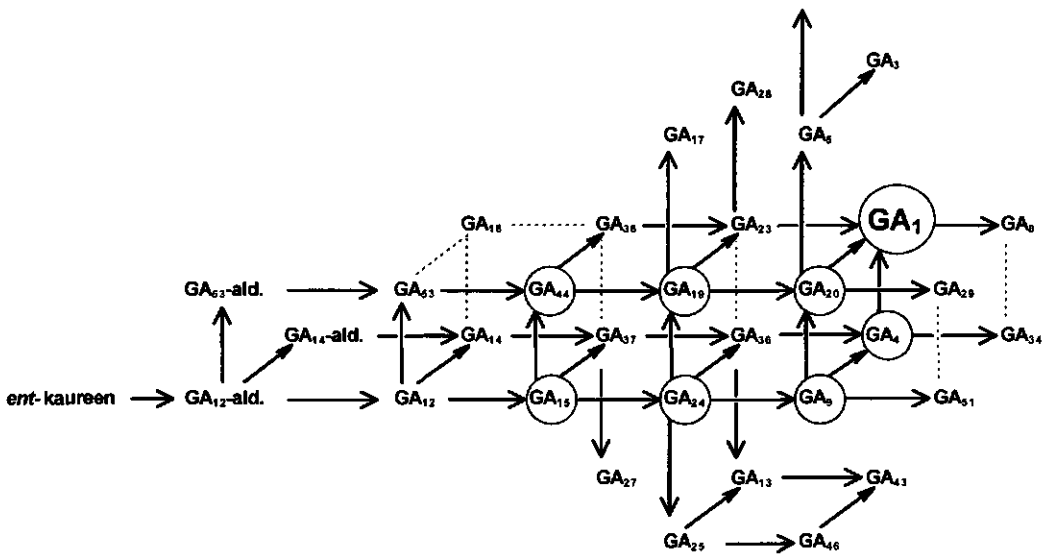
1. verandering van de plantgevoeligheid voor gibberellinen,
2. verandering van de biosynthese en gehalten van gibberellinen in de planten.

Voor het onderzoek naar de mogelijke verandering van plantgevoeligheid voor gibberellinen door DIF en lichtkleur werd gebruik gemaakt van het in Figuur 3 weergegeven modelstelsysteem: bewortelde kopstekken van *Fuchsia x hybrida* 'Dollarprinzessin' werden aan het begin van ieder experiment boven het onderste bladpaar getopt. De biosynthese van gibberellinen door de planten werd geremd door toediening van paclobutrazol aan de potgrond, waarna het effect van verschillende hoeveelheden en typen gibberellinen op de strekkingsgroei bij DIF-10 en DIF+10 in wit en oranje licht werd bepaald. De gibberellinen werden bij de start van het experiment eenmalig aan de planten toegediend als een 5-microliter druppeltje op het wondvlak van de bij het toppen doorgeknipte stengel.

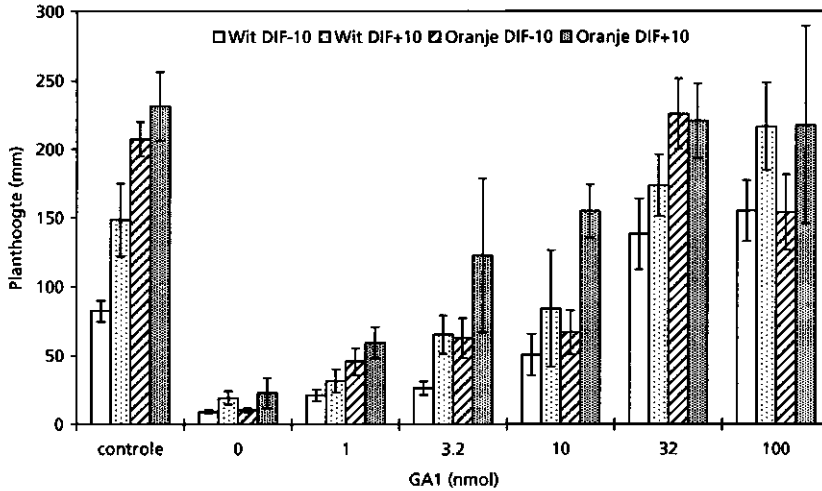
In voorafgaande experimenten is vastgesteld hoeveel van de gibberellinensyntheseremmer paclobutrazol aan de potgrond toegediend moest worden om de strekkingsgroei van de planten zoveel mogelijk te remmen. Voor een significante remming van de strekkingsgroei moest aan het begin van het experiment tenminste $0,32 \mu\text{mol}$ paclobutrazol per plant worden toegediend (Figuur 4). In alle overige experimenten kregen de planten $1 \mu\text{mol}$ paclobutrazol toegediend. De gevoeligheid voor een groot aantal typen zuivere gibberellinen onder de twee verschillende DIF en lichtkwaliteitscondities werd getest door deze in verschillende hoeveelheden aan de planten toe te dienen en 4 weken later de stengellengte van de planten te meten. De gibberellinen die toegediend werden komen van nature voor in de biosyntheseroutes die leiden tot de vorming van GA_4 en GA_1 (Figuur 5).



Figuur 4. Effect van paclobutrazol op de lengtegroei van *Fuchsia x hybrida* 'Dollarprinzessin'. De lengte van de planten werd gemeten 4 weken na toediening van paclobutrazol en opweek bij een dag-/nachttemperatuur van 15/25 °C (DIF-10) of 25/15 °C (DIF +10) in wit licht



Figuur 5. Schematische weergave synthaseroutes van gibberellinen in hogere planten met daarin aangetoonde (pijlen) en veronderstelde (stippellijnen) omzettingen (Kamiya et al. 1985; Sponsel 1987); de in deze studie gebruikte gibberellinen zijn omcirkeld

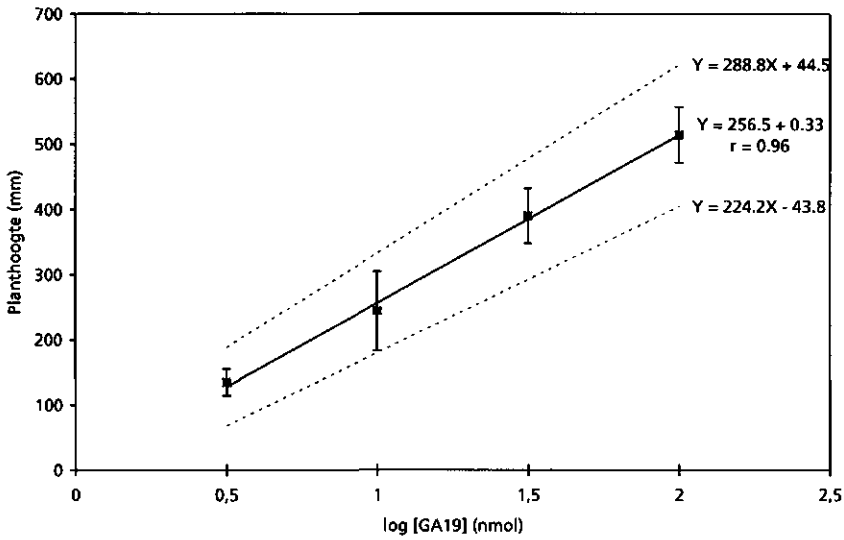


Figuur 6. Effect van toediening van GA_1 op de lengtegroei van met paclobutrazol behandelde fuchsia's opgekweekt gedurende 4 weken bij DIF -10 en DIF +10 in wit en oranje licht

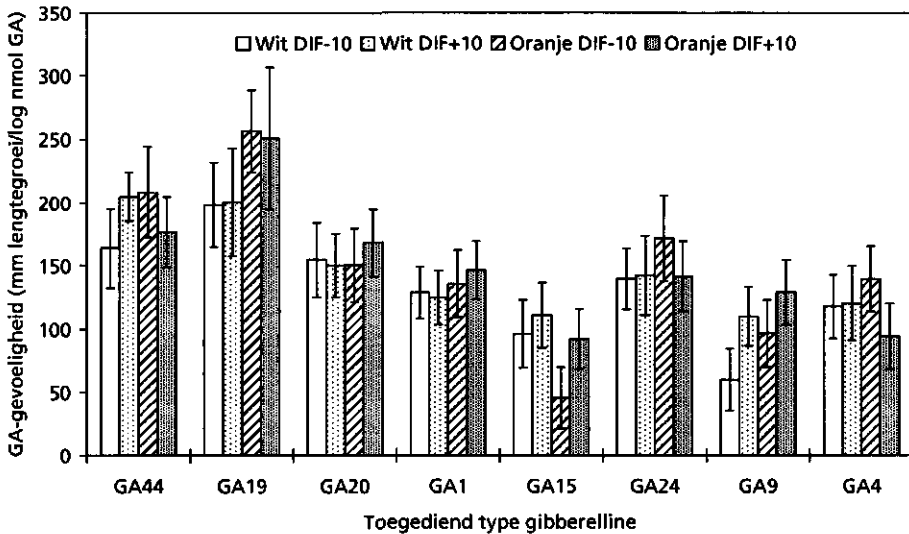
De groeiremming door paclobutrazol was onder alle opkweekcondities op te heffen door toediening van 10 tot 32 nmol GA_1 (Figuur 6). De werking van paclobutrazol kon ook door GA_4 , GA_9 , GA_{15} , GA_{19} , GA_{20} , GA_{24} en GA_{44} teniet gedaan worden. Hieruit kan afgeleid worden dat onder beide temperatuur- en lichtcondities de omzettingen van deze gibberellinen in het voor de strekkingsgroei belangrijke en actieve GA_1 niet de metabolische stappen zijn via welke DIF en lichtkwaliteit de strekkingsgroei van fuchsia beïnvloeden. De stengelengte van de fuchsia's vertoonde een lineair verband met de logaritme van de hoeveelheid toegediend gibberelline.

De gevoeligheid van fuchsiasstengels voor verschillende typen gibberellinen onder de verschillende opkweekcondities werd bepaald door berekening van de hellingshoeken van deze gelineariseerde dosis-respons curves (Figuur 7).

De gevoeligheid van fuchsia's behandeld met paclobutrazol voor GA_1 en zijn directe precursor GA_{20} was gelijk voor zowel planten opgekweekt bij DIF-10 en DIF+10 als in wit en oranje licht (Figuur 8). In het algemeen geldt dit ook voor de andere geteste precursors van de biosyntheseroutes naar GA_1 (GA_{44} en GA_{19}) en naar GA_4 (GA_{15} , GA_{24} , GA_9) die de remming van de strekkingsgroei door paclobutrazol teniet kunnen doen. Weliswaar werden er kleine verschillen in plantgevoeligheid voor de verschillende typen gibberellinen waargenomen, maar deze waren niet zodanig dat de grote verschillen in stengelstrekking tussen planten opgekweekt bij DIF-10 en DIF+10 in wit licht en tussen wit en oranje licht verklaard kunnen worden door effecten van temperatuur of lichtkwaliteit op de omzetting van de precursor gibberellinen in GA_1 of GA_4 . Op basis van de tot nu toe verrichte experimenten is het ook niet duidelijk welk gibberelline (GA_1 of GA_4) in fuchsia het belangrijkste is voor regulatie van de stengelstrekking. Hiertoe zullen bepalingen gedaan worden aan de gibberellinengehaltes van planten die zonder toediening van paclobutrazol en gibberellinen zijn opgekweekt in wit of oranje licht bij DIF-10 of DIF+10.



Figuur 7. Dosis-respons curve (± 95 % betrouwbaarheidsinterval) voor lengtegroei van met paclobutrazol behandelde fuchsia's na toediening van verschillende hoeveelheden gibberellinen GA₁₉



Figuur 8. Gevoeligheid strekkingsgroei stengels van fuchsia voor diverse gibberellinen bij opkweek in DIF-10 en DIF+10 in wit en oranje licht.

PERSPECTIEVEN VOOR DE TUINBOUWSECTOR

Aanpassing teeltcondities

De resultaten van het onderzoek geven aan dat het gebruik van chemische middelen voor het remmen van de strekkingsgroei voor een aantal soorten pot- en perkplanten kan worden verminderd door toepassing van negatieve DIF. Onder kunstlichtcondities werd het remmend effect van negatieve DIF teniet gedaan door de planten te telen in blauw warm licht dat de strekkingsgroei juist stimuleert. Langdurige bijbelichting met hogedruk-natriumlampen (SON-T) kan hierdoor in de praktijk leiden tot een verminderd effect van negatieve DIF, terwijl een groter remmend effect van DIF verwacht kan worden wanneer de planten worden bijbelicht met lampen die veel blauw licht geven (bv. HPI-T lampen). Negatieve DIF kan ook toegepast worden om in combinatie met hogere etmaaltemperaturen in kortere tijd planten van goede kwaliteit te telen. Bij gelijke teeltduur resulteerde een gemiddelde etmaaltemperatuur van 20 °C en een DIF van -6 °C in vergelijking met een teelt bij 17°C en DIF+2 °C voor Fuchsia, Salvia, Verbena en Pelargonium in planten van vergelijkbaar of hoger gewicht met een hoger bloeipercentage en kortere stevigere stengels met compactere en dikkere bladeren (Tabel 1).

Aanpassing planteigenschappen

De snelle ontwikkelingen in de moleculaire fysiologie en genetica maken het mogelijk eigenschappen van planten zeer gericht in één enkele genetische eigenschap te veranderen. In het plantenfysiologisch onderzoek worden deze mogelijkheden voornamelijk gebruikt om de rol van bepaalde genen voor de ontwikkeling van planten of voor de biosynthese van bepaalde inhoudsstoffen vast te stellen. In het fotomorfogenese onderzoek dat zich bezighoudt met de rol die licht speelt in de regulatie van de ontwikkeling van de plantvorm is hiermee de functie van de fotoreceptor fytochroom voor een aantal ontwikkelingsprocessen aangetoond. Door het gen voor fytochroom van haver in andere planten in te brengen en op een zodanige wijze in te bouwen dat het gen continu wordt afgelezen maken deze getransformeerde planten meer fytochroom dan de niet getransformeerde planten. De consequentie hiervan voor de ontwikkeling van de plant is dat deze compacter blijft, de bladeren groener zijn en minder snel verouderen, en dat de strekkingsgroei van de stengels geremd wordt door lage rood/verrood-verhoudingen, terwijl die van de niet getransformeerde planten juist wordt gestimuleerd. De verklaring die voor deze groeiwijze wordt gegeven (Smith, 1994) is dat deze transgene planten in tegenstelling tot de niet getransformeerde planten ook in het licht over het type fytochroom beschikken dat normaal alleen in geëtiolerde (bleke, in het donker opgegroeide) planten voorkomt en dat hierdoor net als bij geëtiolerde planten de strekkingsgroei wordt geremd door langdurige blootstelling aan verrood-licht. Het tot overexpressie brengen van dit fytochroom gen in pot- en perkplanten zou een mogelijkheid zijn om planten te verkrijgen die zonder gebruik van groeiremmers compact blijven en die tegelijkertijd donkerder groen blad krijgen dat minder snel vergeelt.

Tabel 1. Vergelijking van gewassenmerken van vier soorten perkplanten gekweekt gedurende 6 (*Salvia*, *Verbena*) of 7 weken (*Fuchsia*, *Pelargonium*) bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 17 °C of 20 °C en bij een DIF van +2 °C of -6 °C.

Plantensoort	<i>Fuchsia</i>				<i>Salvia</i>				<i>Verbena</i>				<i>Pelargonium</i>			
	17°C +2°C	17°C -6°C	20°C +2°C	20°C -6°C	17°C +2°C	17°C -6°C	20°C +2°C	20°C -6°C	17°C +2°C	17°C -6°C	20°C +2°C	20°C -6°C	17°C +2°C	17°C -6°C	20°C +2°C	20°C -6°C
Strekkingsgroei																
Scheut (cm)	24,3	15,0	30,6	21,5	17,4	11,3	25,4	15,8	14,3	8,6	19,7	12,7	5,9	3,8	7,3	5,3
Internodia (cm)	4,10	2,68	4,49	3,29	2,78	1,8	3,45	2,25	2,31	1,55	2,66	1,93	0,62	0,42	0,65	0,47
Ontwikkeling																
%bloei/bloemknop	2	4	17	21	52	54	56	60	25	7	41	34	-	-	-	-
# bladzparen/Internodia	6,0	5,6	6,9	6,6	6,3	6,3	7,4	7,1	6,2	5,6	7,4	6,7	9,4	9,0	11,0	11,1
Gewicht																
hele plant	7,0	5,2	8,4	7,1	16,9	12,8	24,9	20,7	6,7	4,4	10,2	7,3	23,8	17,8	26,8	23,8
zijscheuten	1,5	1,0	1,8	1,8	1,1	0,5	2,2	2,9	3,7	2,3	6,3	4,4	-	-	-	-
Plantkwaliteit																
gewicht per cm plant	0,28	0,34	0,27	0,32	0,96	1,12	0,97	1,27	0,44	0,50	0,51	0,55	3,8	4,48	3,44	4,22
bladlengte* (cm)	10,8	9,1	11,8	10,0	11,1	10,3	11,3	10,4	7,2	6,5	7,7	6,8	11,1	10,4	10,8	9,7
bladdikte (mm)	0,18	0,21	0,20	0,20	0,16	0,16	0,15	0,17	-	-	-	-	0,25	0,26	0,22	0,25

* bij *Fuchsia* en *Verbena* inclusief een klein bladsteeltje

Een tweede vergelijkbare manier om pot- en perkplanten te verkrijgen die zonder toediening van groeiremmers een compacte groeiwijze vertonen is het maken van transgene planten met betrekking tot de expressie van de genen voor de enzymen betrokken bij de biosynthese van gibberellinen. Er zijn inmiddels genen voor een aantal van dergelijke enzymen geïsoleerd en gekloneerd, waarvan die voor GA₂₀-oxidase het meest veelbelovend lijkt met betrekking tot regulatie van plantvorm (Hedden *et al.*, 1995). GA₂₀-oxidase katalyseert de omzetting van gibberellinen met 20 naar gibberellinen met 19 koolstofatomen, zoals die van GA₁₂ naar GA₉ en GA₅₃ naar GA₂₀. Door de activiteit van dit GA₂₀-oxidase in de plant via genetisch modificaties te veranderen kan ook de hoeveelheid actieve gibberellinen worden veranderd met als gevolg dat de planten zich anders gaan ontwikkelen. Theoretisch moet het mogelijk zijn hierdoor de productie van het bij de strekkingsgroei betrokken gibberelline te verminderen waardoor een compacte plantvorm kan ontstaan zonder gebruik van gibberellinensyntheseremmers. De komende jaren zal getracht worden om zowel fytochroom als GA₂₀-oxidase getransformeerde planten bij het onderzoek te betrekken om vast te stellen in hoeverre dergelijke planten onder verschillende temperatuur en lichtcondities een goede plantvorm ontwikkelen zonder gebruik van chemische groeiregulatoren.

CONCLUSIES

Beheersing van strekkingsgroei van pot- en perkplanten vereist het gebruik van chemische groeiremmers. De maatschappelijke behoefte het gebruik van chemische middelen in de tuinbouw terug te dringen kan slechts gedeeltelijk worden bereikt via teelttechnologische aanpassingen. Vanuit het moleculair fysiologische en genetisch achtergrondsonderzoek zijn de afgelopen jaren echter een aantal technieken beschikbaar gekomen om zeer gericht bepaalde planteigenschappen te veranderen. Kennis van de sleutelprocessen en de hierbij betrokken enzymsystemen die strekkingsgroei van pot- en perkplanten sturen is een noodzakelijke voorwaarde om via biotechnologische technieken planteigenschappen zodanig te veranderen dat planten worden verkregen met een snelle en compacte groeiwijze zonder gebruik van chemische remstoffen. Het moge duidelijk zijn dat zonder voldoende financiële middelen voor fundamenteel strategisch achtergrondsonderzoek deze noodzakelijke vernieuwing voor de tuinbouw in Nederland zal achterblijven bij die in andere landen.

REFERENTIES

- Ballaré C.L., R.A. Sánchez, A.L. Scopel, J.J. Casal & C.M. Ghersa (1987)
Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. *Plant, Cell and Environment* 10: 551-557.
- Beer, C. de (1994)
Invloed DIF en kouval op de groei van een aantal groene en bonte gewassen. *Vakblad voor de Bloemisterij* 14: 61.
- Blacquièrè, T. & Bakker J.A. (eds) (1992)
Proceedings 'First European Workshop on Thermo- and Photomorphogenesis in the Cultivation of Ornamentals', Aalsmeer, Netherlands, 5-7 November 1990. *Acta Horticulturae* 305.

- Cockshull, K.E., F.A. Langton & P.J. Lumsden (eds) (1997)
 Proceedings 'Second Workshop Environmental Regulation of Plant Morphogenesis',
 Wellesbourne, U.K., 8-10 May 1996. Acta Horticulturae 435.
- Cuijpers, L & J. Voegelezang (1992)
 Dif and temperature drop for short-day pot plants. Acta Horticulturae 327: 25-32
- Erwin, J.E. & R.D. Heins (1995)
 Thermomorphogenic responses in stem and leaf development. Hortscience 30: 940-949
- Erwin, J.E., R.D. Heins & R. Moe (1991)
 Temperature and photoperiod effects on *Fuchsia x hybrida* morphology. Journal of the
 American Society for Horticultural Science 116: 955-960
- Gawronska, H., Y.Y. Yang, K. Furukawa, R.E. Kendrick, N. Takahashi & Y. Kamiya (1995)
 Effects of low irradiance stress on gibberellin levels in pea seedlings. Plant and Cell
 Physiology 36: 1361-1367
- Hazebroek, J.P. & J.D. Metzger (1990)
 Thermoinductive regulation of gibberellin metabolism in *Thlaspi arvense* L. I.
 Metabolism of [²H]-ent-kaurenoic acid and [14C]gibberellin A12-aldehyde. Plant
 Physiology 94: 157-165.
- Hazebroek, J.P., J.D. Metzger & E.R. Mansager (1993)
 Thermoinductive regulation of gibberellin metabolism in *Thlaspi arvense* L. II. Cold
 induction of enzymes in gibberellin biosynthesis. Plant Physiology 102: 547-552.
- Hedden, P., A.L. Phillips, G.S. Jackson & Coles J.P. (1995)
 Molecular cloning of gibberellin biosynthetic enzymes, a route to the genetic
 manipulation of plant growth. Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen
 Universiteit Gent. 60/4a: 1559-1566.
- Hendriks, L. and Ueber E. (eds) (1995)
 Proceedings 'Workshop on Environmental Regulation of Plant Morphogenesis',
 Hannover, Germany, 8-11 September 1993. Acta Horticulturae 378.
- Kamiya, Y., M. Takahashi, N. Takahashi & J.E. Graebe (1985)
 Metabolism of gibberellins in cell-free systems from immature seeds of *Pisum sativum*
 and *Phaseolus vulgaris*. Abstract International Conference Plant Growth Subst. 9.
 Abstract 03.
- Karlsson, M.G., R.D. Heins, J.E. Erwin, R.D. Berghage, W.H. Carlson & J.A. Biernbaum (1989)
 Temperature and photosynthetic photon flux influence Chrysanthemum shoot
 development and flower initiation under short-day conditions. Journal of the
 American Society for Horticultural Science 114: 158-163.
- Maas, F.M. & E.J. Bakx (1995)
 Effects of light on growth and flowering of *Rosa hybrida* 'Mercedes'. Journal of the
 American Society for Horticultural Science 120: 571-576.
- Maas, F.M., E.J. Bakx & D.A. Morris (1995)
 Photocontrol of stem elongation and dry weight partitioning in *Phaseolus vulgaris* L.
 by the blue-light content of photosynthetic photon flux. Journal of Plant Physiology
 146: 665-671
- Martínez-García, J.F. & J.L. García-Martínez (1992)
 Phytochrome modulation of gibberellin metabolism in cowpea epicotyls. In: C.M.
 Karssen, L.C. van Loon & D. Vreugdenhil (eds), Progress in Plant Growth Regulation.
 Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 585-590.

- Moe, R. & L.M. Mortensen (eds). (1992)
 Proceedings 'Second European symposium on Thermo- and Photomorphogenesis',
 Ås, Norway, 3-4 March 1992. Acta Horticulturae 327.
- Myster, J. & R. Moe (1995)
 Effect of diurnal temperature alternations on plant morphology in some greenhouse
 crops - A mini review. Scientia Horticulturae 62: 205-215.
- Olsen, J.E., O. Junttila & T. Moritz (1995)
 A localised decrease of GA₁ in shoot tips of *Salix pentandra* seedlings precedes
 cessation of shoot elongation under short photoperiod. Physiologia Plantarum 95:
 627-632.
- Reid, J.B., O. Hasan & J.J. Ross (1990)
 Internode length in *Pisum*. Gibberellins and the response to far-red light. Journal of
 Plant Physiology 137: 46-52.
- Ritter, A., E. Wagner & M.G. Holmes (1981)
 Light quantity and quality interactions in the control of elongation growth in light-
 grown *Chenopodium rubrum* L. seedlings. Planta 153: 556-560.
- Smith, H. (1994)
 Sensing the light environment: the functions of the phytochrome family. In: R.E.
 Kendrick & G.H.M. Kronenberg (eds), Photomorphogenesis in Plants (2nd edition).
 Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. 377-416.
- Smith, H., J.J. Casal & G.M. Jackson (1990)
 Reflection signals and the perception by phytochrome of the proximity of
 neighbouring plants. Plant, Cell and Environment 13: 73-78.
- Sponsel, V.M. (1987).
 Gibberellin biosynthesis and metabolism. In: P.J. Davies (ed.), Plant Hormones and
 their Role in Plant Development. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, the
 Netherlands, pp. 43-71.
- Tangarås, H. (1979)
 Modifying effects of ancymidol and gibberellins on temperature induced elongation in
Fuchsia x hybrida. Acta Horticulturae 91: 411-417.
- Vince-Prue, D. (1977)
 Photocontrol of stem elongation in light-grown plants of *Fuchsia hybrida*. Planta 133;
 149-156.
- Vogelezang, J., L. Cuijpers & M.Th. de Graaf-van der Zande (1992)
 Growth regulation of bedding plants by reversed day/night temperature only? Acta
 Horticulturae 305: 37-43.
- Went, F.W. (1957)
 The experimental control of plant growth. Chronica Botanica 17: 1-126.

6. Fundamenten voor een goed vaasleven

U. van Meeteren¹ & W.J.R.M. Jordi²

¹ Vakgroep Tuinbouwplantenteelt, Landbouwuniversiteit Wageningen, Haagsteeg 3, 6708 PM Wageningen

² DLO-Instituut voor Agrobiologisch and Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Postbus 14, 6700 AA Wageningen

Samenvatting

Het gedrag tijdens het vaasleven is een belangrijk kwaliteitsattribuut van snijbloemen. Dit gedrag wordt sterk beïnvloed door veranderingen in de water- en koolhydraathuishouding en door het verloop van de ontwikkeling na de oogst van de bloemen. Deze veranderingen zijn sterk afhankelijk van genetisch vastgelegde eigenschappen en van de historie van de bloemen die vooraf is gegaan aan het vaasleven (teelt + 'handling'). De processen staan bovendien onder hormonale controle. Aan de hand van een tweetal concrete voorbeelden, te weten het rehydratievermogen van chrysanten en de bladvergelijking van *Alstroemeria*, wordt toegelicht dat een diepgaande kennis van de processen die het vaasgedrag bepalen vele mogelijkheden kan bieden voor een bewuste beïnvloeding van de kwaliteit. Geconcludeerd wordt dat hogere eisen aan kwaliteit en milieu voor de Nederlandse tuinbouw nieuwe kansen kunnen bieden.

KWALITEIT EN VAASLEVEN

Met een exportwaarde van ca. 4,5 miljard nam Nederland in 1995 59 % van de wereldexport van snijbloemen voor haar rekening (Anonymus, 1996). Te midden van een sterk toenemende internationale concurrentie is voldoende concurrentiekracht van producten van groot belang. Een hoge kwaliteit van de producten kan een belangrijke bijdrage leveren aan deze concurrentiekracht. Voor het behouden van goede kansen van een belangrijk deel van de Nederlandse tuinbouw kan het produceren van snijbloemen met een hoge kwaliteit dan ook een grote rol spelen. Zeker zo belangrijk is, dat deze hoge kwaliteit kan worden gegarandeerd. Alhoewel het begrip 'kwaliteit' moeilijk nauwkeurig is te definiëren, is het bij snijbloemen duidelijk dat kwaliteit enerzijds bestaat uit een aantal uiterlijke hoedanigheden op het moment van de aankoop van de bloemen en anderzijds uit het gedrag van de bloemen tijdens het vaasleven na de aankoop. Om snijbloemen met een hoge kwaliteit te kunnen aanbieden zal dus zowel voldaan moeten worden aan de wensen betreffende het uiterlijk op het moment van de aankoop, alsook aan de wensen en verwachtingen bij de koper ten aanzien van het vaasleven. In deze bijdrage zullen we ons verder beperken tot het gedrag tijdens het vaasleven. Belangrijke facetten van dit gedrag zijn o.a. het aantal bloemknoppen dat er openkomt, de grootte die de bloemen verkrijgen, het moment waarop en de snelheid waarmee bloem of blad veroudert en het aantal dagen dat stengel en bladeren hun stevigheid behouden.

Hoe een snijbloem zich tijdens het vaasleven gedraagt wordt beïnvloed door de behandeling door de consument, door de voorgeschiedenis die de bloem tot aan de verkoop heeft doorgemaakt en door zijn specifieke eigenschappen. We zouden van een goed vaasleven kunnen spreken als de bloem het gewenste gedrag bij de consument vertoont wanneer deze onder 'gemiddelde huiskameromstandigheden' in een vaas met water is geplaatst en de bloem zonder bijzondere voorzorgsmaatregelen door de consument is behandeld. De combinatie van voorgeschiedenis en specifieke bloemeigenschappen dienen bedoeld gedrag te garanderen.

BOUWSTENEN VAN HET FUNDAMENT

In het algemeen wordt het gedrag van snijbloemen in de vaas bepaald door het verloop van een drietal processen: de waterhuishouding, de assimilatenhuishouding en de ontwikkeling van de bloemen:

- * Een gemeenschappelijke voorwaarde bij alle snijbloemen om een zo groot mogelijke sierwaarde te verkrijgen en zo lang mogelijk te behouden is een positieve waterbalans: de bloemen zullen in ieder geval voldoende water moeten kunnen opnemen om hun waterverlies door verdamping te kunnen compenseren, alsook de benodigde hoeveelheid water voor eventuele celstrekking bij verdere ontwikkeling van de bloemen.
- * Een gemeenschappelijke eigenschap van snijbloemen is het verbruik van koolhydraten voor hun onderhoud en voor verdere ontwikkeling (groei); dit alles zonder dat er nog sprake is van noemenswaardige assimilatenproductie door middel van fotosynthese. Een tweede voorwaarde voor een goede sierwaarde is dan ook voldoende beschikbaarheid van koolhydraten na de oogst.
- * Belangrijk facetten van de ontwikkeling van snijbloemen, in relatie tot hun sierwaarde, zijn de bloemknopopening en de veroudering van zowel bloemen als van aanwezige bladeren. De opening van de bloemknoppen zal zoveel mogelijk ongestoord moeten plaatsvinden, terwijl de veroudering juist zoveel mogelijk moet worden geremd.

De waterhuishouding, assimilatenhuishouding en ontwikkeling beïnvloeden elkaar, maar zijn ook sterk afhankelijk van de historie die een snijbloem op een bepaald moment heeft doorgemaakt. Onder historie moet dan worden verstaan de omstandigheden tijdens de teelt van de bloem, het ontwikkelingsstadium waarin hij is geoogst alsook de hele 'handling' vanaf het oogstmoment. Hoe de genoemde processen verlopen en worden beïnvloed is voor een groot deel mede afhankelijk van de genetisch vastgelegde specifieke eigenschappen van de bloem. De processen zullen in meer of mindere mate worden beïnvloed door een aantal anatomisch/morfologische eigenschappen, beschikbaarheid van opgeslagen reserves en eventueel andere inhoudsstoffen. De genoemde processen staan daarnaast onder hormonale controle.

Een goede basis, om een hoge kwaliteit van snijbloemen te kunnen garanderen op het moment van verkoop, zou kunnen worden verkregen als een bloem op het moment van verkoop zodanig kan worden gekarakteriseerd, dat het verloop tijdens het vaasleven van zijn waterhuishouding, assimilatenhuishouding en ontwikkeling is te voorspellen. Een dergelijke karakterisering, gecombineerd met kennis betreffende de verwachtingen en eisen van de koper, maakt het mogelijk kwaliteit objectief te toetsen. Om de kwaliteit tevens

bewust te kunnen beïnvloeden in de gewenste richting is het van belang om op hun beurt de bedoelde karakteristieken op het moment van verkoop te kunnen voorspellen als je de historie (teeltomstandigheden + 'handling') van de bloemen kent. Tuinders zouden dan bewust bloemen met een bepaald vaasgedrag kunnen telen. Met deze laatste kennis is het bovendien mogelijk om een duidelijk onderscheid te maken tussen teelt- en genetische invloeden op het vaasgedrag. Een oplossing voor eventuele knelpunten kan ook gezocht worden in het ingrijpen in de hormonale sturing. Om vast te kunnen stellen welke karakteristieken van belang zijn om het verloop van bovengenoemde processen te voorspellen en/of in de sturing van de processen in te kunnen grijpen, is het van groot belang voldoende te begrijpen van deze processen zelf.

Een en ander willen we in deze bijdrage verduidelijken aan de hand van een tweetal concrete voorbeelden uit het onderzoek: de wateropname van chrysanten tijdens het vaasleven en de veroudering van *Alstroemeria* bladeren.

WATEROPNAME

Veel snijbloemen hebben slechts een kort vaasleven ten gevolge van het snel optreden van een watertekort (Halevy & Mayak, 1981). Bekende voorbeelden zijn rozen met 'slappe nekken', geknikte bloemstelen bij gerbera, slappe bladeren van *Bouvardia* en het zeer snel verwelken van siringen en verschillende 'zomerbloemen'. Dit watertekort ontstaat in vrijwel alle gevallen door een belemmering van de wateropname tijdens het vaasleven. Tijdens de teelt van de verschillende bloemen hangen deze zelden of nooit slap, terwijl ze dan bij omgevingscondities verkeren die juist veel hogere verdampingssnelheden veroorzaken dan in de meeste huiskamers, zoals hoge lichtintensiteiten, temperaturen en luchtbewegingsnelheden. Alhoewel het oogsten van snijbloemen een directe toegang van water tot de houtvaten in de stengel mogelijk maakt, heeft het blijkbaar ook tot gevolg dat de weerstand voor watertransport in de stengel snel hoger wordt. Ondanks een groot aantal studies gedurende meer dan 30 jaar, is nog steeds niet geheel duidelijk waardoor de wateropname na het afsnijden van bloemen wordt geremd (Aarts, 1957; Rogers, 1973; Halevy & Mayak, 1981; Van Doorn, 1997). Inmiddels is wel duidelijk dat hierbij een groot aantal factoren is betrokken, zoals de aanwezigheid van micro-organismen in het vaaswater en in de bloemstengel, het binnentreden van lucht in de houtvaten van de stengel op het moment van de oogst of tijdens een droge bewaring of transport, het ontstaan van gasbellen in de houtvaten als gevolg van een sterk dalend watergehalte van de snijbloemen en eventueel aanwezig 'vuil' (grond of andere deeltjes) in het water. Interessant is dat verschillende cultivars van een gewas meer of minder sterk kunnen reageren op voornoemde factoren. Ook blijkt regelmatig (zowel in de praktijk als in het onderzoek) dat verschillende partijen van dezelfde cultivar zich verschillend kunnen gedragen, terwijl men er alles aan heeft gedaan om deze vanaf het oogstmoment op dezelfde wijze te behandelen. Men schrijft deze verschillen dan meestal toe aan omstandigheden tijdens de teelt.

Remming wateropname snel na de oogst

Problemen veroorzaakt door micro-organismen zal men voor het grootste deel kunnen voorkomen door zo schoon mogelijk te werken en eventueel stoffen aan het vaaswater toe te voegen die de groei van deze organismen remmen. De weerstand voor watertransport stijgt sterk als het aantal bacteriën boven 10^6 per ml stijgt. Dit betekent dat het meestal

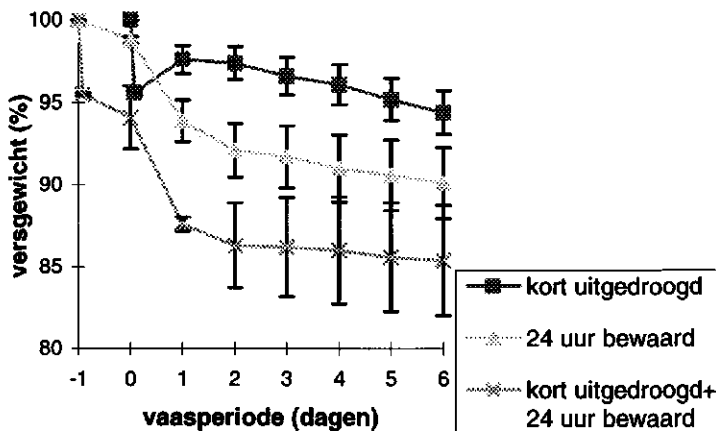
enkele dagen zal duren voordat een verstopping door bacteriën tot een ernstige remming van de wateropname leidt, mits met schoon water wordt begonnen. Toch wordt in een groot aantal gevallen al snel na de oogst een sterke remming van de wateropname waargenomen. Dit verschijnsel is de afgelopen tijd o.a. verder bestudeerd aan chrysanten; met name de cultivar Cassa is heel gevoelig voor een groot aantal factoren en is dan ook zeer geschikt voor onderzoek. Uit een uitgebreide steekproef met 'Cassa', uitgevoerd door de Bloemenveiling Holland in '88/'89 (toen 'Cassa' commercieel de belangrijkste cultivar was) bleek, dat meer dan een kwart van de aangevoerde bloemen een vaasleven korter dan 5 dagen had, als gevolg van snel verwelkte bladeren. Dit demonstreert dat het voor een kwaliteitsgarantie van essentieel belang is de oorzaak van dit verschijnsel te begrijpen.

Waterverlies en bewaring

In de eerste plaats is nagegaan in hoeverre de mate van uitdroging en bewaring na de oogst een rol spelen. Een kortdurende, snelle uitdroging tot ca. 5 % van het versgewicht heeft slechts een gering negatief effect op de waterbalans tijdens het daarop volgende vaasleven, zoals blijkt uit het verloop van het versgewicht tijdens het vaasleven (Figuur 1). Daarentegen heeft een bewaring van 24 uur zonder noemenswaardige uitdroging een groot negatief effect. Wordt uitdroging gevolgd door een bewaring, dan is het effect op de verdere waterbalans dramatisch. De omgekeerde behandeling (bewaring gevolgd door uitdroging) geeft hetzelfde resultaat.

Opgezogen lucht

Een groot deel van het probleem blijkt te verdwijnen als we onder water 3-5 cm van de takken afknippen nadat deze zijn uitgedroogd en bewaard. Dit wijst er sterk op dat de oorzaak van de geremde wateropname zich voornamelijk bevindt in het onderste stengelgedeelte, dicht bij het snijvlak. Knippen we dit gedeelte echter niet onder water maar in de

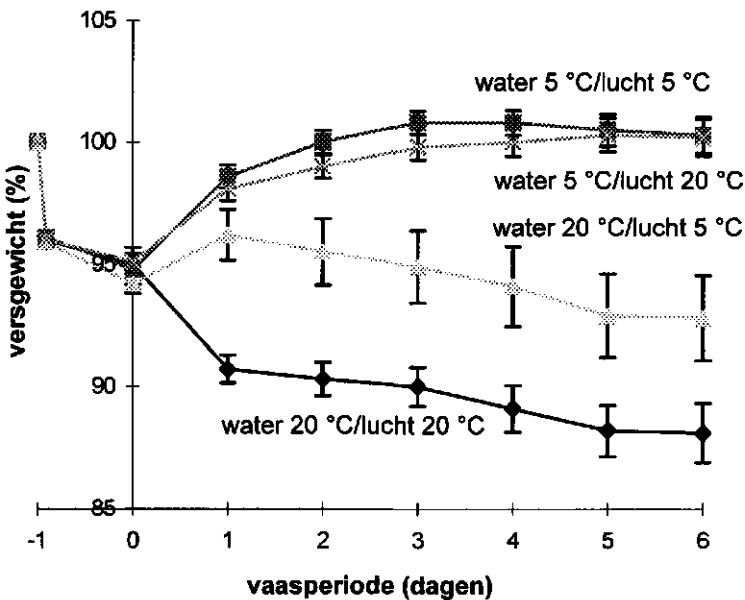


Figuur 1. Verloop van het versgewicht tijdens de vaasperiode na een korte uitdroging en/of een bewaring van 24 uur (naar Van Meeteren, 1992)

lucht af, dan blijft het probleem bestaan. Dit wijst er op, dat het binnentreden van lucht in de houtvaten van de stengel een belangrijke rol speelt bij het optreden van een negatieve waterbalans na de oogst. Op het moment dat een bloem in de kas wordt geoogst komt er, via het snijvlak van de stengel, lucht in de houtvaten. Als de aanwezige lucht d.m.v. verlaagde druk uit de vaten wordt gezogen verdwijnt het probleem. Het afgelopen jaar is, m.b.v. cryo-scanning electronenmicroscopie, deze lucht voor het eerst ook daadwerkelijk zichtbaar gemaakt.

Watertemperatuur

Een andere waarneming is dat de slappe bladeren meestal ook niet optreden als de chrysanten, na het droogliggen, enige uren in water in een koelcel worden geplaatst voordat ze in water bij kamertemperatuur komen. Dit positieve effect blijkt voornamelijk veroorzaakt te worden door de **watertemperatuur** en niet door de **luchttemperatuur**: Worden takken in water van 20 °C in een koelcel gezet dan krijgen ze toch slappe bladeren. Doen we het tegenovergestelde, dus takken in koud water in een uitbloeiruimte, dan verdwijnt het probleem wel (Figuur 2). Dit kan wellicht verklaard worden door de aanzienlijk grotere oplosbaarheid van gassen in water bij lage temperaturen.



Figuur 2. De invloed van lucht- en watertemperatuur op het verloop van het versgewicht tijdens het vaasleven, na uitdroging (1 uur) + bewaring (24 uur); de verschillende temperatuurbehandelingen werden toegepast gedurende een periode van 2 uur na de bewaring (dag 0) (naar Van Meeteren, 1992).

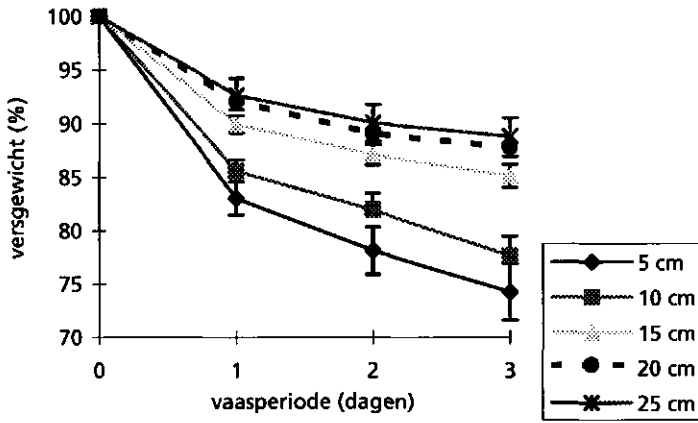
Afsnijhoogte

Er is nog een groot aantal andere factoren dat een rol speelt bij het wel of niet optreden van de geremde wateropname, zoals o.a. de afsnijhoogte boven de wortelhals (Figuur 3). De invloed van deze afsnijhoogte wordt nog veel sterker, als we takken met hun wortels eerst enkele dagen bewaren en laten uitdrogen, en dan van hun wortels knippen (vergelijk Figuren 4a en b). Knippen we deze bewaarde takken echter onder water van hun wortels, dan komen er bijna geen slappe bladeren voor (Figuur 4c). Hieruit blijkt dat in principe het onderste stengelgedeelte wel water kan opnemen, maar dat dit gedeelte zeer sterk reageert op het binnentreden van lucht.

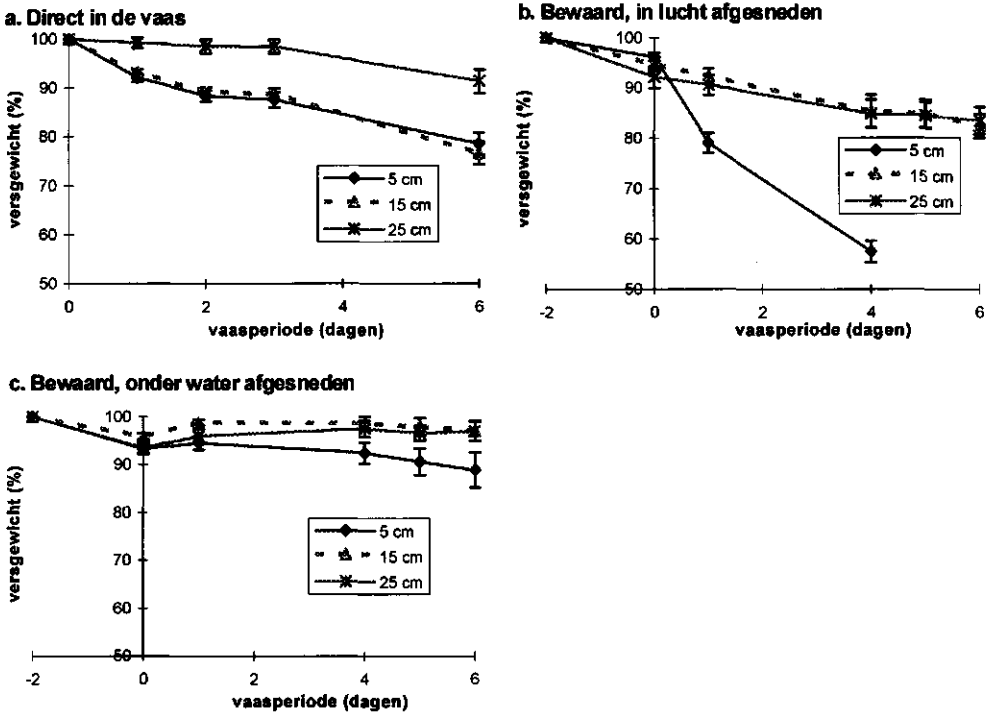
Rehydratie

Zoals we al eerder zagen, wordt de wateropname slechts in geringe mate geremd indien er lucht in de houtvaten komt doordat we de bloemen gedurende één uur snel veel water laten verdampen. Dit terwijl het zeer waarschijnlijk is dat binnen 30 minuten de maximale hoeveelheid lucht is opgenomen die de vaten via het snijvlak kan binnendringen. Het lijkt erop dat stengels over een mechanisme beschikken om binnengetroden lucht weer kwijt te raken of om op een andere manier water op te nemen. Een noodzakelijke voorwaarde voor dit 'herstelmechanisme' is dat stengels op een zekere afstand boven de wortels zijn afgesneden. Hoe groot deze afstand precies moet zijn hangt echter van de teeltomstandigheden af. Als bloemen gedurende 24 uur droog worden bewaard is de wateropname tijdens het vaasleven daarna sterk geremd, ook als er tijdens de bewaarperiode slechts een gewichtsverlies is van 1 %. Dit resulteert in een snelle daling van hun versgewicht en het optreden van slappe bladeren na 1-2 vaasdagen. Blijkbaar gebeurt er iets gedurende de bewaarperiode van 24 uur, waardoor het mechanisme wordt verstoord, dat betrokken is bij het doen verdwijnen van de aanwezige lucht uit de houtvaten. Het opnieuw in de lucht afsnijden van een stuk van de stengel kan het verlies van het 'luchtverwijderingsmechanisme' niet herstellen. Dit betekent dat het dus niet gaat om processen die zich alleen op het snijvlak afspelen. Wel blijkt de verstoring van de waterbalans opgeheven te kunnen worden door onder water enkele cm's van de takken af te snijden of door, m.b.v. verlaagde druk, lucht uit de stengels te zuigen. Binnen 24 uur na afsnijden verdwijnt dus het 'luchtverwijderingsmechanisme'. Uit recente proeven blijkt dat dit zelfs 4-6 uur na het oogsten al het geval kan zijn. Het verwijderen van de wortels zou hierbij een rol kunnen spelen, maar ook lage lichtcondities. Tijdens de bewaring bevinden de bloemen zich in het donker. Teeltomstandigheden lijken een duidelijke rol te spelen; zo gedragen chrysanten geteeld in een kas zich na de oogst duidelijk anders dan chrysanten geteeld onder kunstlicht in een klimaatkamer (Figuur 5). Welke omgevingsfactor (temperatuur, RV, lichtkwantiteit, -kwaliteit) hiervoor verantwoordelijk is, is nog niet duidelijk. Maar ook hier gaat het weer om de reactie op binnengetroden lucht.

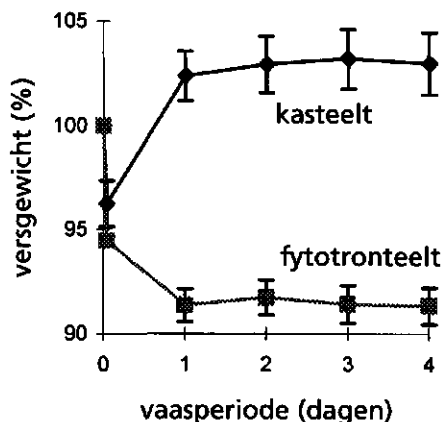
Uit het bovenstaande blijkt dat het zowel voor een garantie voor het vaasleven, voor een bewuste sturing tijdens de teelt, alsook voor een gerichte selectie tijdens veredeling van groot belang is het bedoelde 'luchtverwijderingsmechanisme' te begrijpen. Langs welke transportwegen nemen afgesneden bloemstengels water op? Zijn er andere transportwegen voor water dan alleen de centrale holtten van de houtvaten? Verschillen deze mogelijke transportwegen (de capaciteit) in verschillende stengelgedeelten (afstanden tot de wortelhals) en in verschillende cultivars? Hoe snel en waar precies treedt er lucht binnen



Figuur 3. Invloed van de afstand boven de wortelhals waar de stengels zijn geoogst op het verloop van het versgewicht tijdens het vaasleven



Figuur 4. Verloop van het versgewicht van bloemtakken die op verschillende tijdstippen na de oogst, op verschillende afstanden boven de wortelhals zijn afgesneden. Takken zijn met wortels uit de grond getrokken; a: takken zijn direct na de oogst van hun wortels gesneden en in water geplaatst, b: takken zijn 2 dagen met hun wortels bewaard en daarna in de lucht van hun wortels gesneden, c: takken zijn 2 dagen met hun wortels bewaard en daarna onder water van hun wortels gesneden.



Figuur 5. Verloop van het versgewicht tijdens het vaasleven van chrysanten die in de kas ('kasteelt') of in klimaatkasten ('fytotronteelt') zijn geteeld. Na de oogst zijn de takken eerst m.b.v. ijswater in een koelcel (5 °C) volledig gehydrateerd en daarna kort uitgedroogd tot zij 5 % van hun versgewicht hadden verloren; vervolgens in water geplaatst bij 20 °C

tijdens oogsten en bewaren? Verdwijnt deze lucht daarna weer als bloemstelen in water worden geplaatst? Is er een relatie tussen dit proces en bepaalde anatomisch/morfologische kenmerken van stengelweefsels? Wordt dit alles door teeltomstandigheden beïnvloed? Het is te verwachten dat, met de op dit moment binnen het Wageningen Kennis Centrum beschikbare kennis en outillage, spoedig antwoorden op een aantal van deze vragen zijn te geven. Met name door een combinatie van geheel verschillende onderzoekstechnieken kan de samenhang tussen bouw en functioneren verduidelijkt worden.

BLADVEROUDERING

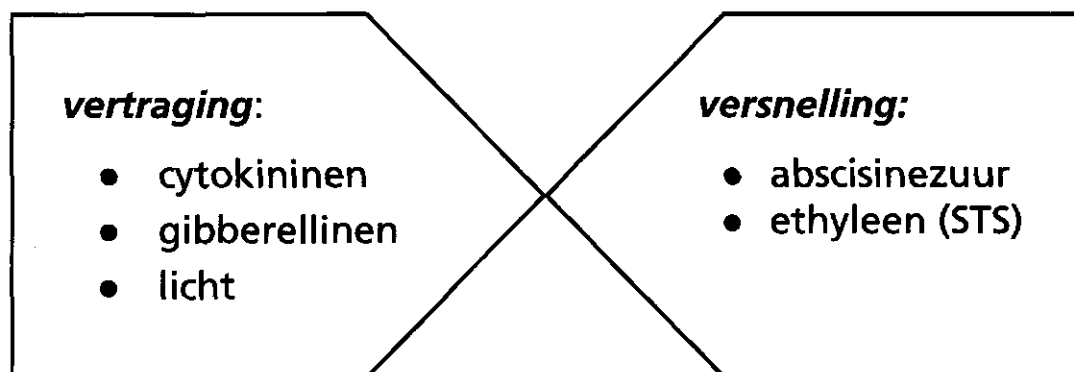
Bij een aantal snijbloemen wordt het vaasleven met name beperkt door een vroegtijdige bladvergeling. Dit betreft onder andere een aantal zomerbloemen en bepaalde cultivars van lelie en *Alstroemeria*. Veel onderzoek op het gebied van vroegtijdige (blad)veroudering betreft de werking van plantenhormonen op de veroudering. Bepaalde groepen plantenhormonen, ethyleen en abscisinezuur, versnellen de veroudering terwijl cytokininen en gibberellinen de veroudering vertragen. Daarnaast is een gebrek aan licht misschien wel de best bekende oorzaak van het vroegtijdig optreden van bladvergeling (Figuur 6).

Naast onderzoek naar teeltcondities die een effect hebben op de hormoonhuishouding van de plant is met name veel onderzoek uitgevoerd naar het effect van toegevoegde hormonen of remmers van de hormoonwerking op veroudering van snijbloemen. Het best bekende voorbeeld is zilverthiosulfaat (STS) dat de werking van ethyleen remt en daardoor het vaasleven van bepaalde snijbloemen verlengt.

In het voorbeeld van de bladveroudering bij *Alstroemeria* gaan we in op:

- 1) de effectiviteit van verschillende hormonen,
- 2) de rol van het licht, en
- 3) moderne biotechnologische benaderingen.

Regulatie van het verouderingsproces



Figuur 6. Schematische weergave van de effecten van cytokininen, gibberellinen, abscisinezuur, ethyleen en licht op de veroudering

Effectiviteit van verschillende hormonen

Het vaasleven van *Alstroemeria* wordt hoofdzakelijk beperkt door bladvergelting, aangezien deze optreedt voordat er sprake is van bloemveroudering. Uit onderzoek blijkt dat de bladvergelting kan worden uitgesteld door toediening van gibberellinen (GA) aan het vaaswater of door een 'voorbehandeling' (= korte behandeling direct na de oogst) van de bloemen met gibberellinen. In Nederland is een voorbehandeling met dit hormoon sinds juli 1988 verplicht voor alle *Alstroemeria*-cultivars. Er zijn ca. 100 verschillende in de natuur voorkomende gibberellinen (GA₁, GA₂, et cetera.). Daarnaast vertragen ook andere plantenhormonen, zoals cytokininen, de bladvergelting van *Alstroemeria*. Tot dusver is met name het effect van onzuiver GA₃ op de bladvergelting van *Alstroemeria* onderzocht aangezien dit hormoon relatief goedkoop en in grote hoeveelheden is te verkrijgen.

Het testen van de verschillende plantenhormonen was tot voor kort relatief duur aangezien gebruik werd gemaakt van snijbloemen op de vaas. Deze experimenten vergen een groot aantal bloemen, een relatief grote hoeveelheid aan plantenhormonen en veel uitbloei-ruimte. Om sneller en goedkoper verschillende stoffen te kunnen testen, kan de bladvergelting ook in afgesneden bladtopjes van ongeveer 3 cm² worden bestudeerd (Figuur 7).

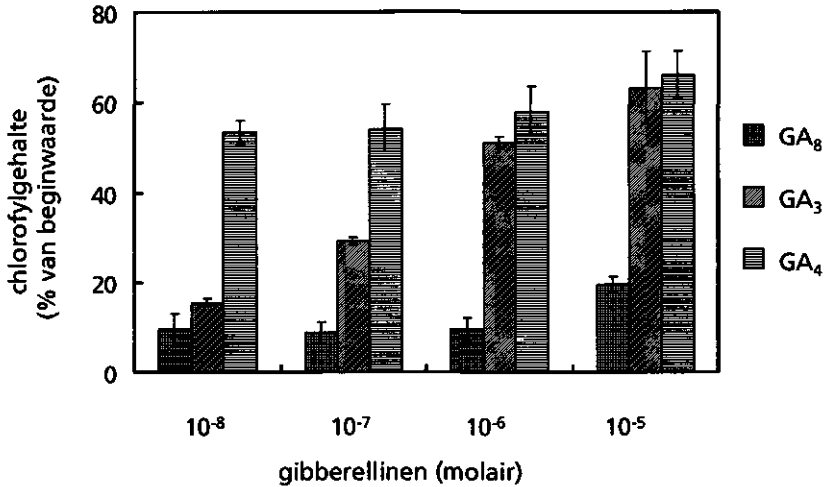
De bladtopjes vergelen met dezelfde snelheid als bladeren aan de snijbloem en ook het effect van verschillende toevoegingen is sterk vergelijkbaar. Hierdoor is het mogelijk een groot aantal behandelingen te vergelijken en vervolgens veelbelovende behandelingen op hele snijbloemen verder te bestuderen.



Figuur 7. De onbehandelde bladtopjes vergelen na 7 dagen, terwijl de met gibberellinezuur (GA_3) behandelde bladtopjes nog groen zijn.

Verschillende GA's blijken met sterk verschillende effectiviteit de bladvergelings te vertragen. Figuur 8 toont resultaten van onderzoek waarin de hoeveelheid bladgroenkorrels (chlorofyl) in bladeren van *Alstroemeria* is vergeleken na behandeling met drie verschillende GA's (GA_3 , GA_4 en GA_8), ieder bij drie concentraties. Terwijl GA_8 geen enkel effect heeft op de hoeveelheid chlorofyl in de bladeren van *Alstroemeria*, resulteert GA_3 in een concentratie-afhankelijke remming van de afname van chlorofyl in de bladeren. De bladeren die behandeld zijn met GA_4 hebben daarentegen zelfs bij de laagste concentratie ($0,0035 \text{ mg l}^{-1}$) hoge chlorofylgehalten (Jordi *et al.*, 1995). GA_4 is dus een veel krachtiger voorbehandelingsmiddel dan het tot nu toe gebruikte GA_3 . In het voorbehandelingsmiddel kan immers volstaan worden met lagere concentraties GA_4 . Dit levert niet alleen een besparing op in de kosten, maar is daarnaast vriendelijk voor het milieu.

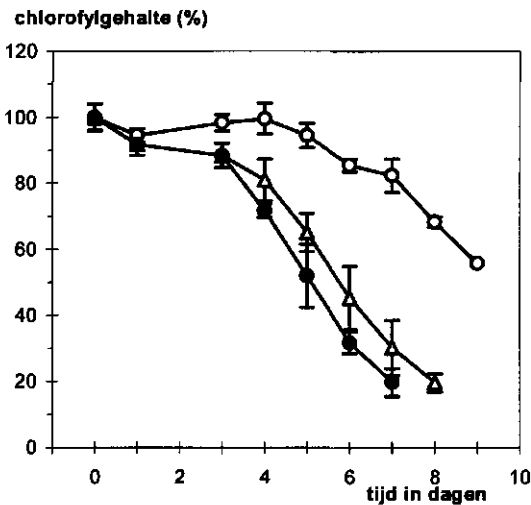
Op basis van deze gegevens is een nieuw *Alstroemeria* voorbehandelingsmiddel gemaakt. Dit nieuwe middel is op de veilingen bij een groot aantal *Alstroemeria*-cultivars getest en de resultaten waren positief. Het gebruik voor de verplichte voorbehandeling is sinds 8 september 1994 toegestaan voor gebruik bij alle *Alstroemeria*-cultivars die aangevoerd worden op de VBN-veilingen.



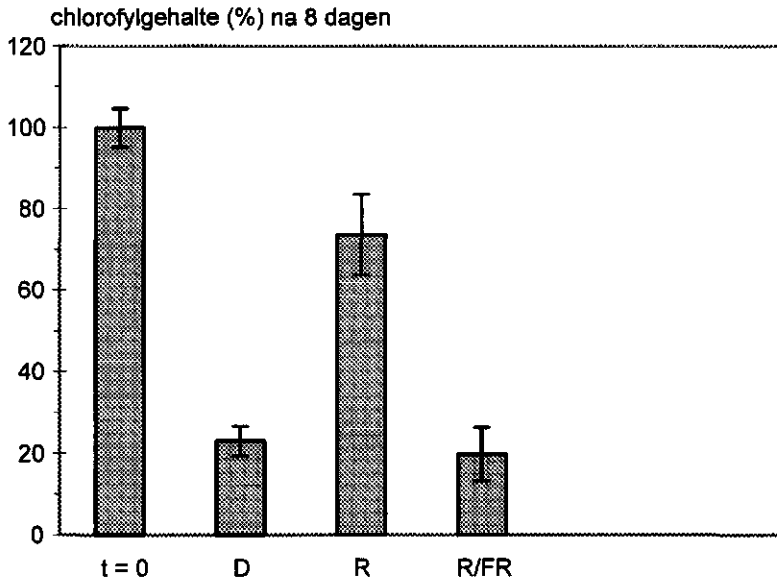
Figuur 8. Effect van verschillende concentraties GA₃, GA₄ en GA₈ op chlorofylgehalten in bladeren van *Alstroemeria* na 8 dagen in het donker

Rol van het licht

Naast onderzoek naar effectievere stoffen wordt ook gewerkt aan de ontwikkeling van niet-chemische alternatieven om het vaasleven te verlengen. Daarbij staat het gebruik van lage hoeveelheden licht van een specifieke golflengte sterk in de belangstelling. Dit zogenaamde stuurlicht werkt in tegenstelling tot assimilatie-belichting niet door een verhoging van de fotosynthese. Een voorbeeld van stuurlicht-behandeling is de snijbloemen tijdens de uitbloei dagelijks gedurende 10 minuten te belichten met een lage dosis rood licht (Figuur 9).



Figuur 9. Afname van het chlorofylgehalte van *Alstroemeria* bladeren in het donker (●), eenmalige rood-licht puls na 3 dagen (Δ) en bij dagelijkse rood-licht puls (○). Rood-licht puls: 10 minuten per etmaal, 10 μmol.m⁻².s⁻¹

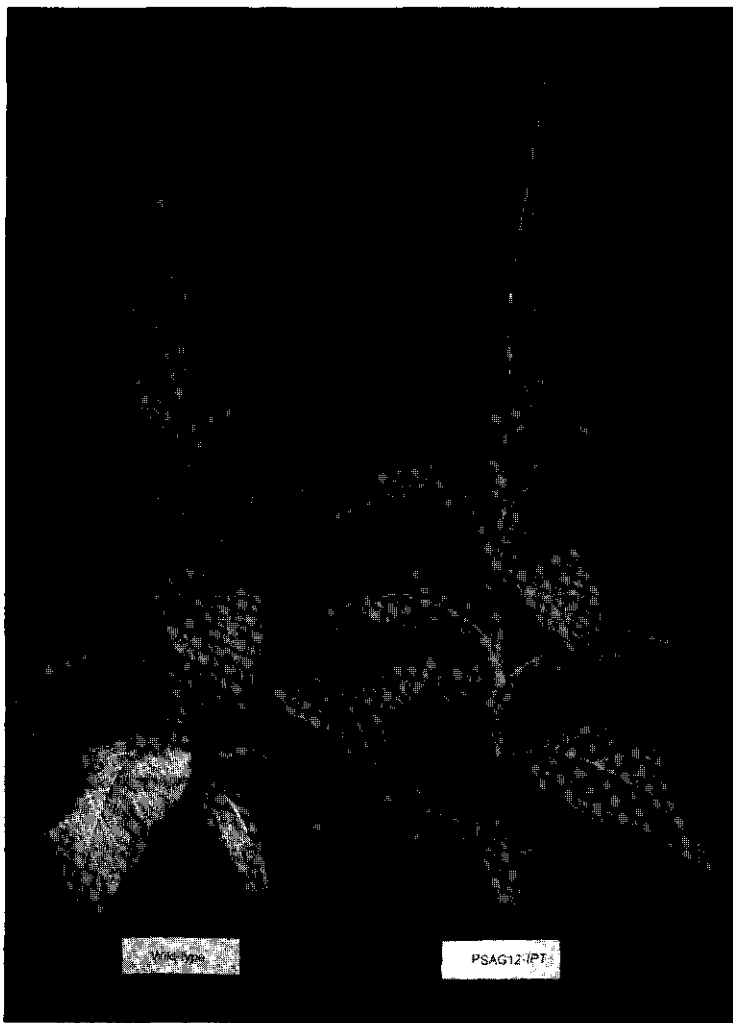


Figuur 10. Chlorofylgehalte van *Alstroemeria*-bladeren na 8 dagen in het donker (D), na dagelijkse rood belichting (R) en na rood direct gevolgd door verrood belichting (R/FR)

Zelfs een eenmalige belichting gedurende 10 minuten, nadat de snijbloemen 72 uur in het donker staan, stelt de bladvergelting ongeveer 1 dag uit. Dit effect van rood licht op bladveroudering werkt via phytochroom, een lichtreceptor. Een karakteristiek kenmerk van deze receptor is dat als de rood belichting direct gevolgd wordt door belichting met verrood licht (rood licht van een langere golflengte) het effect geheel teniet wordt gedaan (Figuur 10).

Biotechnologie

Door Amerikaanse onderzoekers is een tabaksplant zo veranderd dat deze heel langzaam vergeelt, door gericht ingrijpen in het DNA van de plant. Het uitgangspunt bij dit onderzoek is de plant zelf de juiste hormonen te laten maken. Het DNA dat nodig is voor de aanmaak van gibberellinen en cytokininen is bekend en bij een aantal planten is het mogelijk de plant de hormonen zelf te laten maken. Maar een groot probleem met dergelijke planten is dat de hormonen niet alleen bladveroudering maar ook allerlei andere processen beïnvloeden zoals bloei, strekking, vertakking, et cetera. Recent is men er in geslaagd de tabaksplant alleen in bladeren die op het punt staan te verouderen cytokinine te laten maken (Gan & Amasino, 1995). Figuur 11 toont twee even oude tabaksplanten: de gewone tabaksplant (links) verouderd, terwijl in de genetisch gemodificeerde plant (rechts) zelfs de onderste bladeren nog groen blijven. Momenteel ligt er dus een alternatieve methode in het verschiep om het probleem van bladveroudering bij potplanten en snijbloemen op te lossen: de plant op het juiste moment en op de goede plaats zelf het hormoon cytokinine te laten maken. Deze technologie krijgt momenteel veel aandacht, niet alleen voor de sierteelt maar algemeen voor land- en tuinbouwgewassen.



Figuur 11. Links een gewone tabaksplant, rechts een genetisch gemodificeerde tabaksplant (Psag12-IPT); het blad van de gemodificeerde tabaksplant wordt niet geel

CONCLUSIE

De geschetste ontwikkelingen staan niet op zichzelf. Zeker in een sector waarin kwaliteitsgaranties steeds nadrukkelijker worden gevraagd, is een goed inzicht in het hoe en waarom van betere kwaliteit en houdbaarheid van snijbloemen erg belangrijk. Mogelijkheden die hierdoor ontstaan zijn in veel gevallen goed, zowel voor het milieu (terugdringen van gebruik en concentraties toedienende stoffen) als voor het behoud dan wel groei van de exportmarkt (betrouwbare goede kwaliteit). Met de voorhanden zijnde kennis en outillage kunnen strengere eisen aan kwaliteit en milieu juist voor de Nederlandse tuinbouw nieuwe kansen bieden. Een belangrijke voorwaarde hierbij is dat er een voortdurend voortgaande kennisontwikkeling plaatsvindt, waarbij voldoende mogelijkheden voor langere-termijnonderzoek aanwezig zullen moeten blijven.

REFERENTIES

- Aarts, J.F.Th. (1957)
Over de houdbaarheid van snijbloemen. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 57, 62 pp.
- Anonymus (1996)
Facts in Dutch horticulture. Internetpublicatie <http://www.vin.nl/bgb/nl/kentalle.html>, BBH and Dutch Floricultural Wholesale Board, version 13-9-1996.
- Gan, S. & R. M. Amasino (1995)
Inhibition of leaf senescence by autoregulated production of cytokinin. *Science* 270: 1986-1988.
- Halevy, A.H. & S. Mayak (1981)
Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. *Horticultural Reviews* 3: 59-143.
- Jordi, W., G.M. Stoop, K. Kelepouris & W.M. van der Krieken (1995)
Gibberellin-induced delay of leaf senescence of *Alstroemeria* cut flowering stems is not caused by an increase in the endogenous cytokinin content. *Journal of Plant Growth Regulation* 14: 121-127.
- Rogers, M.N. (1973)
An historical and critical review of postharvest, *HortScience* 8: 189-194.
- Van Doorn, W. (1997)
Water relations of cut flowers. *Horticultural Reviews* 18: 1-85.
- Van Meeteren, U. (1992)
Role of air embolism and low water temperature in water balance of cut chrysanthemum flowers. *Scientia Horticulturae* 51: 275-284.

7. Schone gewasbescherming door het inzetten van vijanden en concurrenten

J.C. van Lenteren¹, N.J. Fokkema² & A.J. Dik³

¹ *Vakgroep Entomologie, Landbouwniversiteit Wageningen, Binnenhaven 7, 6709 PD Wageningen*

² *Afdeling Mycologie en Bacteriologie, Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO), Postbus 9060, 6700 GW Wageningen*

³ *Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk*

Samenvatting

De gewasbescherming in kasteelten liet kort na de tweede wereldoorlog een sterke toename in chemische bestrijding zien. De hoge spuitfrequenties brachten met zich mee dat de ontwikkeling van resistentie tegen bestrijdingsmiddelen zich in kassen relatief snel afspeelde. Daarnaast was het uitvoeren van pesticidenbehandelingen in kassen een onaangename - en ongezonde - taak in de warme, vochtige kassen. Dit heeft ertoe geleid dat er al vroeg belangstelling ontstond voor het ontwikkelen van niet-chemische bestrijdingsmethoden, waaronder de biologische bestrijding. De verandering van vrijwel puur chemische bestrijding van plagen naar heel geavanceerde geïntegreerde bestrijdingsprogramma's heeft zich in een periode van 20 jaar voltrokken. In Nederlandse groentekassen wordt meer biologische bestrijding toegepast dan in enig ander Europees teeltsysteem. De geïntegreerde bestrijding heeft sterk bijgedragen tot een hogere waardering van Hollandse groenten op de internationale markt. De ontwikkeling van biologische bestrijding van ziekteverwekkers is nog maar pas begonnen. Onderzoekresultaten in praktijkkassen laten zien dat ook hier duidelijk mogelijkheden liggen. Commerciële productie wordt vaak belemmerd door de kosten die een toelating als bestrijdingsmiddel met zich meebrengt. In dit artikel beogen we een overzicht te geven van de huidige situatie op het gebied van geïntegreerde bestrijding van ziekten en plagen in kassen en zullen we een aantal nieuwe ontwikkelingen schetsen die duidelijk maken dat een betrouwbare en kwalitatief uitstekende productie van groenten en bloemen mogelijk is door gebruik te maken van natuurlijke vijanden, concurrenten en antagonist.

STEEDS SCHONERE PRODUCTEN UIT KASSEN

Een aantal recente persberichten maakt een heel positieve start van dit artikel mogelijk. Zo meldt het RIKILT-DLO op 22 januari 1997 dat Nederlandse land- en tuinbouwproducten minder pesticidenresiduen bevatten dan buitenlandse producten. Op 19 december 1996 brengt het CBS een persbericht uit waaruit blijkt dat de omvang van de biologische bestrijding in kasteelten flink is toegenomen en in totaal werden in 1996 in Nederlandse kassen ruim 2 miljard natuurlijke vijanden ingezet. Biologische bestrijding beperkt zich niet tot de groenteteelt; het wordt ook steeds meer in sierteelten toegepast (Fransen, 1993). En biolo-

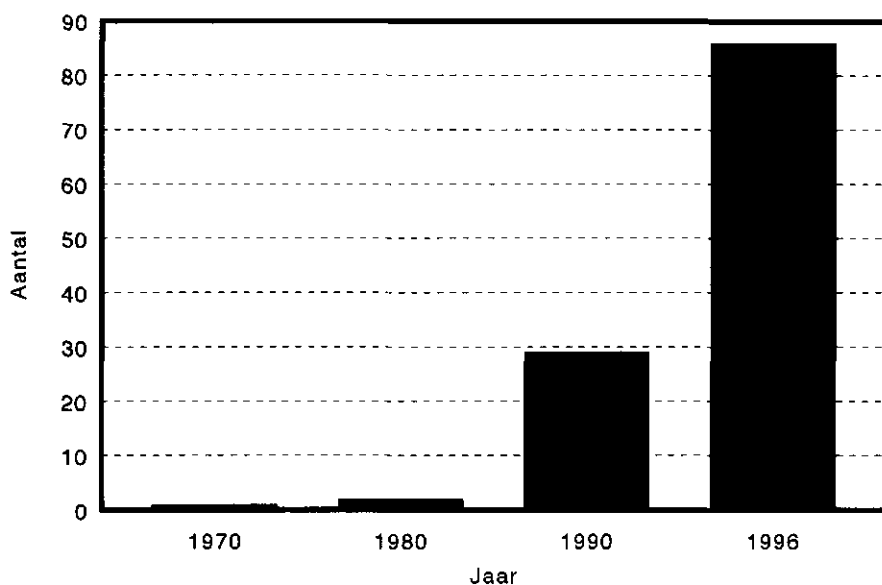
gische bestrijding blijft niet beperkt tot beheersing van insecten en mijten, maar omvat ook bestrijding van ziekten.

Biologische en geïntegreerde bestrijding lijkt in Nederlandse kassen een snelle ontwikkeling doorgemaakt te hebben. Vinden we bijvoorbeeld in het weekblad "Groenten en Fruit" in heel 1970 slechts één artikel over dit onderwerp, nu staan er wekelijks verscheidene artikelen over biologische bestrijding van ziekten en plagen. In de groenteteelt onder glas wordt biologische bestrijding van plagen nu op grote schaal toegepast. Dat is niet van de ene op de andere dag gerealiseerd: er wordt al 40 jaar gewerkt aan biologische bestrijding. De aanleiding tot het zoeken naar biologische bestrijding was aanvankelijk niet zozeer gebaseerd op milieuoverwegingen, maar meer op het optreden van resistentie. Reeds kort na de aanvang van het grootschalige gebruik van pesticiden trad resistentie op en zo werd in kassen al snel de bestrijding van spintmijt problematisch. Onderzoek naar biologische bestrijding van spintmijt startte in Nederland daarom al in de jaren zestig. De afgelopen vier decennia onderzoek hebben ons geleerd dat het ontwikkelen van biologische bestrijding, evenals van chemische bestrijding, een tijdrovende zaak kan zijn en gemiddeld zo'n 10 jaar per middel of natuurlijke vijand vraagt. Voor teelten met veel verschillende ziekten en plagen kan met een beperkte investering voor onderzoek dan ook onmogelijk worden verwacht dat heel snel programma's beschikbaar komen waarin alle schadelijke organismen biologisch worden bestreden. Toch is er door een creatieve benadering van alle betrokkenen (telers, producenten van natuurlijke vijanden, onderzoekers en voorlichters) voor kas-teelten in relatief korte tijd veel bereikt, en de goede internationale samenwerking binnen de internationale organisatie voor biologische bestrijding van plagen (IOBC) heeft daar zeker aan bijgedragen (Van Lenteren, 1996).

HUIDIGE STAND VAN ZAKEN

Plagen

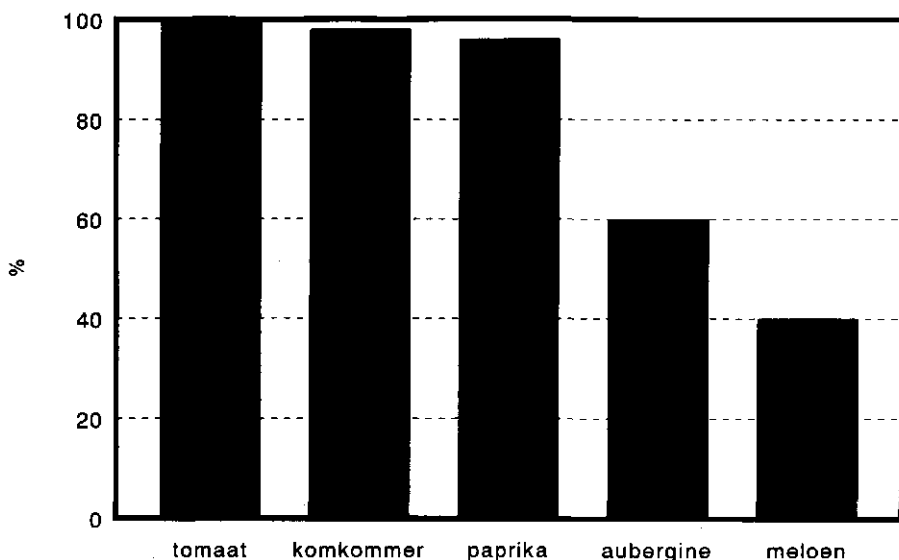
In de zeventiger jaren werd gebruik gemaakt van 2 à 3 soorten natuurlijke vijanden. Dit groeide uit tot zo'n 15 soorten in de tachtiger jaren en nu is er een enorm scala aan natuurlijke vijanden verkrijgbaar. Die snelle ontwikkeling wordt geïllustreerd in Figuur 1. Aanvankelijk waren slechts natuurlijke vijanden voor de belangrijkste plagen beschikbaar, nu zijn voor vrijwel alle insecten- en mijtenplagen biologische bestrijders beschikbaar. Op alle bedrijven met tomaten, komkommers en paprika's worden één of meer biologische bestrijders ingezet (gegevens CBS, 1996). Het areaal kasgroenten onder biologische bestrijding is voor deze drie gewassen bijna 100 % (Figuur 2). Die groei kwam in de tachtiger jaren tot stand. Wat we nu zien is dat het aantal soorten natuurlijke vijanden dat per gewas wordt ingezet sterk toeneemt. Behalve insecten en mijten als biologische bestrijders worden ook schimmel-, virus- en bacteriepreparaten op grote schaal ingezet voor bestrijding van ongedierte (Smits, 1994). Uiteraard is het gebruik van biologische bestrijding alleen dan mogelijk wanneer er een betrouwbare productie van natuurlijke vijanden plaatsvindt. We verkeren in de gelukkige omstandigheid dat 's werelds grootste producent van nuttige organismen zich in Nederland bevindt. Bij de bestrijding van plagen in kassen heeft zich de afgelopen 40 jaar een spectaculaire reductie in het gebruiksvolume van insecticiden voorgedaan die veel verder gaat dan een halvering van het volume die in het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) als streefwaarde wordt vermeld.



Figuur 1. Commercieel beschikbare soorten natuurlijke vijanden voor biologische bestrijding in kassen

Ziekten

Mycostop (Kemira Agro) is het eerste en tot nu toe enige biologische middel dat in Nederland tegen ziekten (*Fusarium*, *Pythium*) in de glastuinbouw is toegelaten. Daarnaast heeft S&G Seeds B.V. radijszaad op de markt gebracht dat gecoat was met de bacterie *Pseudomonas fluorescens* ter vermindering van schade door fusariumziekte. Hoewel de huidige mogelijkheden voor biologische bestrijding van ziekten dus uiterst beperkt zijn, heeft het onderzoek naar de biologische bestrijding van ziekten de laatste decennia belangrijke voortgang geboekt. Aanvankelijk concentreerde het onderzoek naar biologische bestrijding van ziekten zich op bodempathogenen omdat die ook met chemische middelen lastig waren te bestrijden. Door de publieke weerstand tegen overmatig gebruik van chemische middelen (MJP-G) en de soms snelle ontwikkeling van resistentie tegen fungiciden werd pas vanaf het eind van de jaren tachtig de noodzaak van onderzoek naar biologische bestrijding van bovengrondse pathogenen ingezien. Biologische bestrijding van ziekten berust veelal op de strijd tussen niet-pathogene (saprofytische) en pathogene micro-organismen (antagonisme). Verschillende stadia binnen de levenscyclus van het pathogeen zijn hier min of meer voor geschikt. We onderscheiden: bescherming van het plantoppervlak tegen infectie, vermindering van kolonisatie en sporulatie van het pathogeen op geïnfecteerde plantendelen en gewasresten, en interactie met overlevingsstructuren (Fokkema et al., 1994). Het antagonisme kan op verschillende mechanismen berusten zoals concurrentie om voeding, productie van antibiotica, (myco)parasitisme en geïnduceerde resistentie. Welk mechanisme ook werkzaam is, alleen of in combinatie, het belangrijkste probleem is altijd hoe breng je de antagonist en het pathogeen zo met elkaar in contact dat het pathogeen beheersbaar wordt.



Figuur 2. Areal van diverse kasgroenten onder geïntegreerde bestrijding

EEN PRAKTIJKVOORBEELD: BESTRIJDING VAN ZIEKTEN EN PLAGEN IN TOMATEN

Er is een scala aan mogelijkheden voor biologische en geïntegreerde bestrijding in kasgroenten. Voor tomaat zijn die mogelijkheden samengevat in Tabel 1, waaruit te leren valt dat het totale gewasbeschermingspakket in tomaat is samengesteld uit heel veel verschillende methoden: van waardplantresistentie tot klimaatbeheersing. Tegen de meeste plagen moeten natuurlijke vijanden worden ingezet. De biologische bestrijding is in tomaat sterk gestimuleerd door het gebruik van hommels voor bestuiving: zodra men hommels gebruikt kunnen veel chemische middelen niet meer worden gebruikt in verband met negatieve effecten op die hommels.

Heel veel ziekten kunnen gelukkig in tomaat worden voorkomen, gedeeltelijk door beschikbaarheid van resistente rassen, door behandeling van het zaad, door een strikte bedrijfs-hygiëne en door klimaatbeheersing, met name door te voorkomen dat er lange perioden zijn met een hoge luchtvochtigheid. De weinige ziekten die gedurende de teelt nog pesticidebehandelingen behoeven zijn grauwe schimmel en echte meeldauw.

Veel bodemgebonden ziekten en plagen vormen geen probleem meer sinds tomaat op substraat wordt geteeld, in plaats van in de grond. Voor de ziekten die in substraatteelten optreden worden ook alternatieven voor pesticiden gezocht, hetgeen later in dit artikel zal worden toegelicht.

De situatie in tomaat geeft aan dat telers heel goed in staat zijn met zo'n op het eerste oog heel ingewikkeld systeem te werken. De omslag van chemische bestrijding naar geïntegreerde bestrijding en de tegelijkertijd gerealiseerde verbetering van de smaak heeft tot gevolg gehad dat onder andere de Nederlandse tomaat in Duitsland weer een geprefereerd product geworden is.

Tabel 1. Geïntegreerde bestrijding van plagen en ziekten in tomaat

Plagen en ziekten	Geïntegreerd bestrijdingsprogramma
Diverse soorten witte vlieg (<i>Trialeurodes</i> en <i>Bemisia</i>)	Sluipwesp <i>Encarsia formosa</i> , andere sluipwespen, predatoren en een schimmelpreparaat
Kasspintmijt (<i>Tetranychus urticae</i>)	Roofmijt <i>Phytoseiulus persimilis</i> , selectief chemisch
Diverse soorten bladmineerders (<i>Liriomyza</i> spp.)	Drie soorten sluipwespen en natuurlijke bestrijding
Diverse soorten rupsen	<i>Bacillus thuringiensis</i> preparaat
Diverse soorten bladluizen	Diverse soorten sluipwespen en predatoren en natuurlijke bestrijding
Grauwe schimmel <i>Botrytis cinerea</i>	Klimaatbeheersing, mechanische bestrijding en fungiciden
Bladvlekkenziekte <i>Fulvia</i> = <i>Cladosporium</i>	Resistente rassen, klimaatbeheersing
Echte meeldauw <i>Oidium lycopersicon</i>	Selectieve fungiciden
Verwelkingsziekte <i>Fusarium</i> spp.	Resistente rassen, substraatteelt
Voet- en wortelrot <i>Fusarium</i> spp.	Resistente rassen, substraatteelt en bedrijfshygiëne
Verwelkingsziekte <i>Verticillium</i> spp.	Ontsmet zaad, tolerante rassen, klimaatbeheersing, substraatteelt
Bacterieverwelkingsziekte <i>Clavibacter</i>	Warmtebehandeling zaad, substraatteelt
Tomatenmozaïekvirus	Resistente rassen, substraatteelt
Diverse virussen	Onkruidbeheersing, bedrijfshygiëne, mechanische bestrijding, vector-beheersing
Diverse soorten aaltjes	Resistente en tolerante rassen, substraatteelt
Bestuiving	Hommel <i>Bombus terrestris</i>

HOE IS DE SITUATIE IN ANDERE GEWASSEN?

In alle belangrijke vruchtgroenten in kassen wordt geïntegreerde bestrijding op flinke schaal toegepast (van Lenteren, 1995). De ontwikkeling in aubergine verliep wat trager dan in andere vruchtgroenten, omdat aubergine een uitstekende waardplant is voor tal van plagen. De inzet van hommels als bestuivers in aubergine heeft de biologische bestrijding sterk gestimuleerd. De laatste jaren zien we dat biologische bestrijding van plagen in bladgroenten zoals sla ook mogelijkheden biedt, met name voor bladmineerders. De goede resultaten die in kasgroenten zijn behaald met biologische bestrijding steken nog steeds schril af tegen de situatie in de sierteelt. De omstandigheden in de bloementeel onder glas lijken op die van 20 jaar geleden in de groenteteelt. Er zijn uitstekende mogelijkheden voor biologische bestrijding, maar de situatie is aanmerkelijk ingewikkelder dan in de groenteteelt omdat we in de sierteelt te maken hebben met enkele honderden plantensoorten en per plantensoort ook nog eens met tientallen cultivars. Toch zijn er intussen goede resultaten behaald, zoals in gerbera waar nu op veertig procent van de 120 hectaren geïntegreerde bestrijding wordt toegepast (Tabel 2). Van het areaal sierteelten dat bijna 5.000 hectaren omvat, wordt ruim 100 hectaren met geïntegreerde bestrijdingsmethoden geteeld. Gerberatelers kunnen gedurende de totale tijd dat het gewas in de kas staat - hetgeen enkele jaren kan zijn - gebruik maken van natuurlijke vijanden die ze in het begin van de teelt hebben ingezet.

Tabel 2. Geïntegreerde bestrijding van plagen en ziekten in gerbera

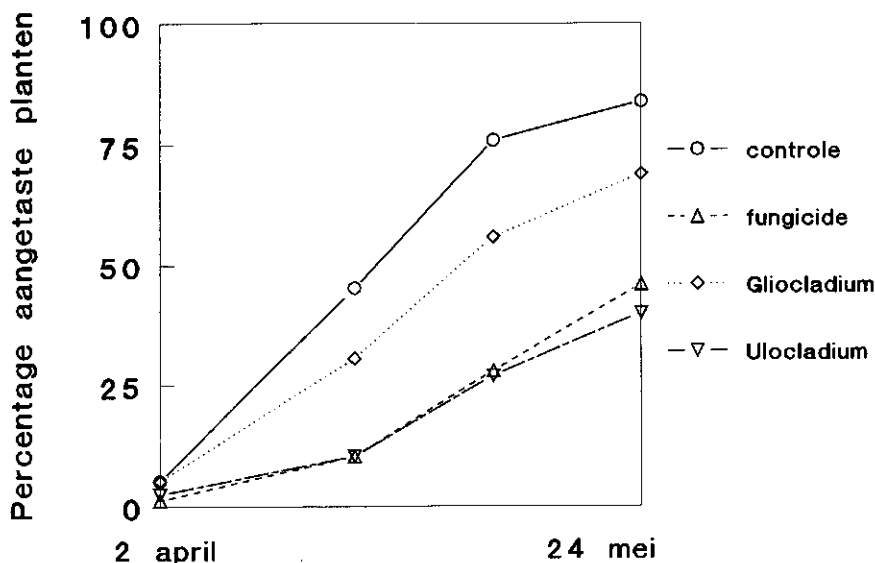
Plagen en ziekten	Geïntegreerd bestrijdingsprogramma
Diverse soorten witte vlieg (<i>Trialeurodes</i> en <i>Bemisia</i>)	Sluipwesp <i>Encarsia formosa</i> , andere sluipwespen, en een schimmelpreparaat
Kasspintmijt (<i>Tetranychus urticae</i>)	Roofmijt <i>Phytoseiulus persimilis</i> , selectief chemisch
Diverse soorten bladmineerders (<i>Liriomyza</i> spp.)	Drie soorten sluipwespen en natuurlijke bestrijding
Diverse soorten rupsen	<i>Bacillus thuringiensis</i> preparaat
Floridamot (<i>Spodoptera exigua</i>)	Viruspreparaat
Diverse soorten bladluizen	Diverse soorten sluipwespen en predatoren en natuurlijke bestrijding
Californische trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Diverse predatoren
Diverse soorten meeldauw	Chemische bestrijding w.o. zwavel
Grauwe schimmel <i>Botrytis cinerea</i>	Klimaatbeheersing, mechanische bestrijding en fungiciden

KAN HET NOG SCHONER?

De resultaten die met geïntegreerde bestrijding in kassen zijn bereikt liegen er niet om: er heeft een cultuuromslag plaatsgevonden waarvan de positieve houding bij tuinders ten aanzien van de nieuwe gewasbescherming de belangrijkste winst is. Er vindt op dit moment nog volop onderzoek plaats naar verbeteringen van de al toegepaste programma's en ook wordt gezocht naar meer mogelijkheden voor geïntegreerde bestrijding in sierteelten (Fransen, 1993, Van Steekelenburg, 1993). Enkele nieuwe ontwikkelingen worden hieronder geschetst, waarbij we ons niet hebben beperkt tot zaken die al op zeer korte termijn toegepast kunnen worden, maar we ook aspecten noemen die in de wat verdere toekomst een rol zouden kunnen spelen. Gezien de huidige problematiek op het gebied van de schimmelbestrijding zullen we eerst aandacht besteden aan nieuw onderzoek aan biologische bestrijding van schimmels.

Biologische bestrijding van *Botrytis* in komkommer en tomaat

Het PBG heeft in samenwerking met het IPO-DLO en het Volcani Center (Israël) uitvoerig onderzoek gedaan naar de biologische bestrijding van *Botrytis cinerea* in productiekassen. Potentiële antagonisten werden in biotoetsen met komkommerstengelstukjes geselecteerd op hun vermogen om stengelwonden tegen *Botrytis* te beschermen. In de praktijk bleken bij komkommer niet alleen de wonden die bij de pluk ontstaan maar ook geïnfecteerde vruchtjes een belangrijke rol te spelen bij de aantasting van de hoofdstengel. Twee, van bladeren afkomstige, gisten en het (nog) niet in Nederland toegelaten middel *Trichoderma* (*Trichoderma harzianum* T39) onderdrukten in productiekassen de *Botrytis*-aantasting even goed als het fungicide Eupareen M. (Figuur 3) (Dik, 1997a). Verschillen in kasklimaat (variaties in temperatuur (3 °C) en RV (20-40 %) via ventilatie en stoken) hadden wel enig effect



Figuur 3. Het effect van enkele biologische bestrijders en een fungicide op *Botrytis* stengelaantasting in komkommer

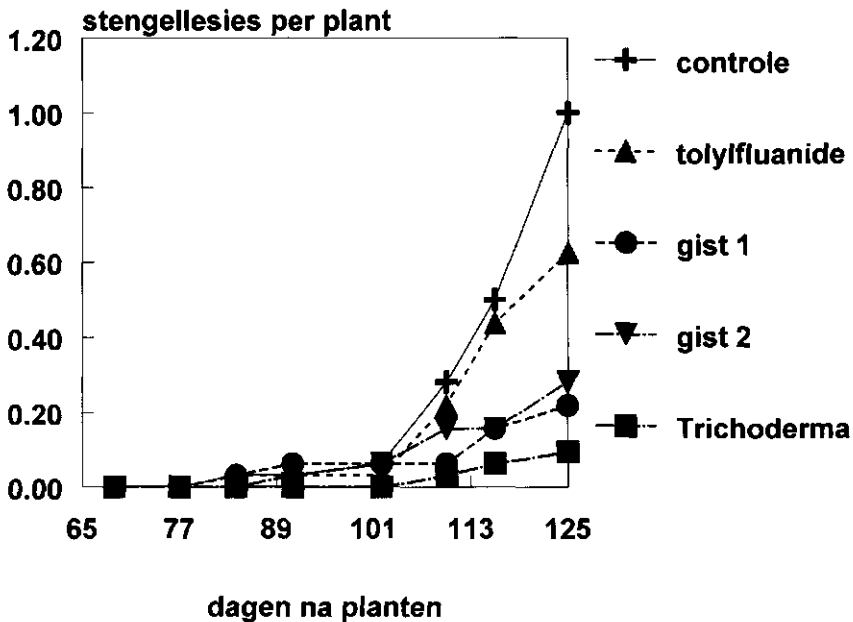
op de mate van biologische bestrijding. Een hoge relatieve luchtvochtigheid gedurende een deel van het etmaal is voldoende voor een optimaal effect. Dit kan in gangbare praktijkkassen worden gerealiseerd en bleek vooral noodzakelijk in proeven met tomaat. Biologische bestrijding tegen *Botrytis* in tomaat werkte in een geschermd kas, maar niet in een niet-geschermd afdeling van de kas, waar overigens ook Eupareen M geen effect had. Uit de komkommerproeven kwam tevens verrassend naar voren dat een droog kasklimaat het aantal dode planten als gevolg van stengelaantasting verhoogt. De gangbare mening dat klimaatveranderingen ten gunste van de antagonist vanzelfsprekend ook de ziekte bevorderen is dus aan nuancering toe.

Geïntegreerde bestrijding van echte meeldauw in komkommer

Wanneer *Botrytis* en echte meeldauw op een milieuvriendelijke wijze beheerst kunnen worden dan voorziet dat in een sterke behoefte aan een maximale ecologische kwaliteit voor komkommer. Voor de bestrijding van wit in komkommer werden drie, al dan niet gecombineerde, methoden onderzocht, namelijk: toediening van silicium aan de voedingsoplossing, het gebruik van een plantversterkend middel (Milsana) en een antagonistische schimmel. De meeldauw bleek in een partieel resistent ras voldoende onder controle te worden gehouden door een wekelijkse bespuiting met de antagonist (Dik, 1997b). Bij vatbare rassen is het nodig de antagonist te combineren met Milsana of een fungicide. De geïntegreerde bestrijding reduceerde de inzet van chemische middelen met 40-100 %, maar er moest wel vaker worden gespoten. Dit kwam vooral door het plantenextract Milsana dat echter ook via LVM ("Low Volume Mist") kan worden toegediend.

Kolonisatie- en sporulatie-onderdrukking van *Botrytis* in de sierteelt

In plaats van plantendelen met antagonistische micro-organismen te beschermen tegen infectie, kan biologische bestrijding zich ook richten op de vermindering van de hoeveelheid pathogeen (Gerlagh *et al.*, 1995). Concurrentie tussen saprofyten en *Botrytis* op dode plantendelen of gewasresten is een natuurlijk verschijnsel. Op gedeeltelijk afgestorven uienbladeren zien we bijvoorbeeld *Botrytis* alleen sporuleren op plaatsen die niet door andere schimmels worden bezet. *Ulocladium atrum* is zo'n schimmel die over een heel breed temperatuurtraject en onder relatief droge omstandigheden kan voorkómen dat *Botrytis* dood bladmateriaal koloniseert en daar vervolgens op sporuleert (Köhl *et al.*, 1995). Hierdoor daalt de hoeveelheid sporen in de lucht en de kans op infectie. Ook als er nog contact is tussen de afgestorven bladdelen en de gezonde plant zal *Ulocladium* de uitbreiding van de aantasting beperken. IPO-DLO onderzoekt in samenwerking met het PBG-Aalsmeer of deze methode ook in de sierteelt kan worden toegepast. In een praktijkkas werden in cyclamen al veel belovende resultaten geboekt. De *Ulocladium*-behandeling was even effectief als de standaard fungicide-behandelingen (Figuur 4) (Lombaers *et al.*, 1996). Aan het eind van de proef bedroeg de intensiteit van de *Botrytis*sporulatie voor de *Ulocladium*-behandeling 15 % en voor de praktijkbehandeling 38 % ten opzichte van de controle (100 %).



Figuur 4. Verloop van de *Botrytis*aantasting van cyclamen in een praktijkkas na behandeling met *Ulocladium atrum*, *Gliocladium roseum*, een standaard fungicidebehandeling en water (controle)

Op dood plantenweefsel kan de interactie tussen antagonist en pathogeen gedurende een langere tijd plaatsvinden dan op intact levend weefsel waar het pathogeen door dit te infecteren snel aan de invloed van de antagonist kan ontsnappen. Dit specifieke voordeel van het pathogeen vervalst bij concurrentie in afgestorven weefsel. Op een termijn van enkele jaren wordt duidelijkheid verwacht over de toepassingsmogelijkheden van sporulatieonderdrukking als een beheersstrategie van verschillende pathogenen in diverse gewassen.

Biologische buffering van substraatsystemen voor beheersing van wortelpathogenen in gesloten teelten

Door overschakeling in de groente- en bloementeel naar systemen met een kunstmatig substraat vervalst de noodzaak tot grondontsmetting. Maar die substraten bevorderen ziekten van het wortelstelsel die zich via oösporen in de circulatievloeistof verspreiden zoals *Pythium*- en *Phytophthora*-soorten. Kunstmatig substraat leent zich gelukkig uitstekend voor de introductie van antagonistische micro-organismen omdat de concurrerende micro-organismen uit de grond hier afwezig zijn. Gebruikte steenwolmatten blijken een bron van potentiële antagonisten te zijn, waarmee nieuwe substraatsystemen kunnen worden geënt. Tijdens de teelt ontwikkelt zich in de matten een microbiële ziektevering tegen *Pythium aphanidermatum* die door sterilisatie verdwijnt (Postma et al., 1996). Door de matten niet te steriliseren (tenzij *Pythium* al aanwezig is) blijft de ziektevering bij hergebruik behouden. Door enten met de juiste micro-organismen lijkt een snelle opbouw van een ziekteverende microflora direct aan het begin van de teelt een reëel toekomstbeeld.

Biologische bestrijding van *Fusarium*verwelkingsziekte in anjer

Onderzoek naar biologische bestrijding van de *Fusarium*verwelkingsziekte in anjer heeft opgeleverd dat bestrijding met een niet-pathogene *Fusarium*stam perspectieven biedt, met name voor matig vatbare anjerrassen in substraatteelten (Postma & Luttikholt, 1996).

Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van plaagbestrijding

Ook op het gebied van plaagbestrijding zijn nog veel nieuwe ontwikkelingen gaande die tot een duurzamere productie in kassen zullen leiden. Ten eerste worden op dit moment bij de proefstations, het IPO-DLO en aan de vakgroep Entomologie van de Landbouwuniversiteit Wageningen diverse natuurlijke vijanden (parasieten, predatoren en pathogenen) geëvalueerd om het pakket aan biologische bestrijders zo compleet te maken dat we nog minder afhankelijk worden van pesticiden (Van Lenteren, 1995; Smits 1994). Ten tweede wordt er op Europees niveau een kwaliteitscontrole-systeem ontwikkeld voor natuurlijke vijanden om ervoor te zorgen dat de betrouwbaarheid van biologische bestrijding gegarandeerd kan worden. Ten derde werken de commerciële producenten zelf aan allerlei aspecten van de massaproductie, opslag, distributie en introductie van natuurlijke vijanden, die tot een kostenreductie en een beter resultaat zullen leiden. In aanvulling hierop zijn computersimulatiemodellen ontwikkeld die leiden tot optimalisatie van biologische bestrijding en die voorspellingen mogelijk maken over het effect van veranderingen in kasklimaat, het geteelde gewas (soort en cultivar) en plaagontwikkeling op biologische bestrijding (Van Roermund, 1995). Ten vierde wordt in het fundamentele onderzoek veel aandacht besteed aan zoekgedrag, parasiteringsefficiëntie en reproductiecapaciteit van

natuurlijke vijanden (Stouthamer, 1993; Vet, 1996), hetgeen zicht geeft op manipulatiemogelijkheden van deze organismen. Tenslotte vindt er onderzoek aan andere gewasbeschermingsmethoden plaats, zoals aan seksuele lokstoffen (feromonen), die wanneer ze in kunstmatige hoge concentraties worden aangebracht de mannetjes van schadelijke vlinders zo in de war brengen dat ze de vrouwtjes niet meer kunnen vinden en de populatie dus uitsterft, en andere signaalstoffen, die goed te integreren zijn met biologische bestrijding (Van Lenteren et al., 1995). Hieronder geven we enkele voorbeelden van onderzoek dat pas op langere termijn toepasbaar zal zijn.

Planten roepen de hulp van natuurlijke vijanden in

Planten en de daarop levende dieren communiceren met elkaar door middel van chemische signalen (Dicke, 1995). Veel planteneterende mijten en insecten vinden een geschikte plant te midden van tientallen andere soorten door op geur- of smaakstoffen te reageren die door de plant worden gemaakt. Natuurlijke vijanden van planteneters gebruiken ook meestal geur- of smaakprikkelers om hun prooi te vinden. Die prikkelers zijn dikwijls afkomstig van de plant, en niet van de planteneter zelf. Het is vaak heel lastig uit te zoeken welke geur- of smaakstoffen nu precies verantwoordelijk zijn voor de uiteindelijke keuze. Van roofmijten, die met succes worden gebruikt voor de biologische bestrijding van spintmijten in kassen en boomgaarden, is vrij veel bekend over de manier waarop ze hun prooien vinden. Planten waarop zich spintmijten bevinden gaan vluchtige stoffen maken die roofmijten naar de besmette planten lokken. Nadat de plant is aangevallen door spintmijten gaat hij vluchtige stoffen produceren die twee dingen tot gevolg hebben: spintmijten worden afgestoten en roofmijten worden aangetrokken. Een kunstmatig beschadigde plant maakt die vluchtige stoffen niet. De informatie die de plant aan zijn lijfwachten - de roofmijten - geeft is heel nauwkeurig: zij vertelt de roofmijten welke spintmijtsoorten (het menu) er aanwezig zijn en geeft daarnaast een indicatie over de hoeveelheid spintmijten (de hoeveelheid voedsel). De chemische structuur van de vluchtige verbindingen is bekend. Bovendien pakken planten die in de buurt staan van besmette planten het geursignaal van die besmette planten op en beginnen zelf lijfwachten aan te trekken. Ook is sinds kort bekend dat een aantal parasieten op vergelijkbare manier door planten wordt aangetrokken nadat ze zijn aangevallen door plaagorganismen.

Wat hebben tuinders aan deze informatie? We weten dat sommige gewassen en cultivars na aantasting veel sneller of veel meer van die belangrijke vluchtige stoffen produceren, waardoor ze sneller natuurlijke vijanden rekruteren. Bij het selecteren van nieuwe cultivars is het zeer belangrijk om rekening te houden met het verschil in vermogen om natuurlijke vijanden te lokken. De veredelaars zullen naast productieverhoging en kwaliteitsverbetering de interne gewasbeschermingskwaliteiten van planten meer op waarde leren schatten en meenemen in hun selectieprogramma's. Er wordt nu met het bedrijfsleven aan deze problematiek gewerkt.

Planten veredelen op eigenschappen die natuurlijke vijanden helpen

Hierboven is aangegeven dat de plant een belangrijke rol kan spelen bij het aantrekken van natuurlijke vijanden. De bouw van de plant kan echter problemen opleveren voor natuurlijke vijanden bij het zoeken naar plaaginsecten. Zo kan het blad te glad zijn, waardoor lieveheersbeestjes van het blad afglijden en de biologische bestrijding van bladluizen

op kool misloopt. Ook kunnen klier- of gifharen voorkomen waardoor natuurlijke vijanden worden gevangen of gedood, zoals roofmijten op tomaat. Vermoedelijk spelen die haren een rol in het verdedigingssysteem van de plant tegen belagers, maar ze hebben soms ook effect op de natuurlijke vijanden van die belagers. De sluipwesp *Encarsia formosa* kan uitstekend gebruikt worden voor de biologische bestrijding van witte vlieg in tomaten. Dezelfde sluipwesp heeft echter veel moeite om witte vlieg op komkommer onder de duim te houden. Dit wordt door een aantal factoren veroorzaakt. Eén van de belangrijke factoren is de sterke beharing van komkommerbladeren. De sluipwespen kunnen maar heel langzaam op die bladeren lopen en vinden dan weinig wittevlieglarven. Er zijn komkommers geselecteerd met onbehaarde en weinig behaarde bladeren. Het kruisen van die minder behaarde komkommers met de normale Nederlandse komkommers resulteerde in nieuwe komkommerlijnen met aanmerkelijk minder haren en hierop verloopt de bestrijding van witte vlieg goed: de sluipwespen lopen veel harder en parasiteren meer wittevlieglarven. Heel recent hebben we vastgesteld dat roofmijten op gerbera sterk kunnen worden gehinderd door beharing. Gezien de enorme diversiteit in beharing - zowel het aantal haren als de vorm van de haren - liggen er goede mogelijkheden voor veredeling en vindt samenwerking met het bedrijfsleven plaats.

WAARDOOR WORDT INVOERING VAN GEÏNTEGREERDE BESTRIJDING BELEMMERD?

Tot nu toe hebben we een heel positief beeld geschetst van de ontwikkeling en toepassing van geïntegreerde gewasbescherming in kassen, maar het is niet allemaal rozegeur en maneschijn. We zullen hieronder enkele - heel verschillende - factoren behandelen die tot problemen leiden bij het realiseren van een nog schonere gewasbescherming.

Onderzoek

De naoorlogse Nederlandse tuinbouw wordt gekenmerkt door een zeer reductionistische benadering waarbij alles is gericht op productieverhoging; de omgeving waarin zich dit afspeelt werd niet serieus genomen. Gewasbescherming werd niet geïntegreerd met andere productieverhogende maatregelen bekeken, maar als sluitpost. Productieverhogende aspecten (overbemesting, veredeling en chemische bestrijding) verergerden plaagsituaties. Selectie- en bemestingsproeven vonden plaats onder een deken van gif: de plant verkeerde daardoor uiteindelijk in topconditie voor de ziekte- of plaagverwekker, natuurlijke regulatie van het schadelijke organisme door aanvankelijk aanwezige resistentie in de plant of door de van nature aanwezige nuttige organismen werd daardoor steeds moeilijker of verdween. Maximaal gebruik van milieuveilige gewasbeschermingsmethoden zal pas plaats kunnen vinden binnen een geïntegreerde productiestrategie.

Een totaal aanpak is heel belangrijk, waarbij de gewasbescherming niet als laatste probleemoplosser wordt ingeroepen. Gewasbescherming moet beleidssturend worden in plaats van volgend te zijn. Het is echter volstrekt onduidelijk in het MJP-G hoe het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) een sturend gewasbeschermingsbeleid invult en welke maatregelen getroffen worden om gewasbeschermers niet steeds als paniekerige brandblussers in te hoeven zetten.

De belangrijkste belemmering voor een maximaal gebruik duurzame van gewasbescherming is het ontbreken van een holistische benadering van plantaardige productie, met voor

de gewasbescherming het voorkomen dan wel beheersen van ziekten en plagen als uitgangspunt en dus niet het bestrijden. Veel te vaak wordt onderzoek aangevat dat is gebaseerd op een ad hoc probleem. Veel te vaak is de vraag nog door welk chemisch middel kunnen we een te saneren pesticide vervangen. De vraag zou moeten zijn hoe we kunnen voorkomen dat we in een plaagsituatie terecht komen.

Van onderzoek naar toepassing

Er is in Nederland al decennia zeer veel kennis, ervaring en inzicht over chemie-arme bestrijdingsstrategieën ontwikkeld. Een probleem is echter de vaak moeizame acceptatie van die alternatieven door regionale onderzoeksinstituten, de voorlichting en de praktijk. Er is behoefte aan toetsing in praktijksituaties en aan invoerings- en toepassingsmethoden. Er is op dit gebied een enorme dorst naar kennis. Alle bouwstenen zijn er, maar LNV en het bedrijfsleven nemen helaas weinig initiatief om de kosten van invoering te financieren. De hoge toelatingskosten van microbiële antagonisten en signaalstoffen (bijvoorbeeld feromonen) vormen vaak een te hoge drempel voor commerciële productie. Dit heeft ook te maken met de, zeker aanvankelijk, relatief kleine markten voor deze producten. Het is echter een verspilling van miljoenen aan onderzoeksgeld als na geslaagd onderzoek registratie van de producten en invoering in de praktijk achterwege blijft. Het stelt de onderzoekers die uit grote bezorgdheid voor het milieu zeer gemotiveerd aan milieuvriendelijke gewasbeschermingsmethoden werken vaak teleur dat er zo weinig met hun gegevens gebeurt. Is LNV echt bereid een grootschalig samenhangend stimuleringsprogramma te maken gericht op chemie-arme gewasbeschermingsmethoden die leiden tot minder afhankelijkheid van pesticiden, hetgeen toch een van de belangrijkste prioriteiten van het MJP-G was? Wie zijn daarin de deelnemers en financiers? Een vervolprobleem is dan hoe kennis over nieuwe methoden snel kan doorstromen en goed geïntegreerd kan worden in de huidige bedrijfsvoering. Dat kan alleen op proefstation- en proefbedrijfniveau. Juist op het terrein van niet-chemische strategieën vraagt de ondernemer om overtuigd te worden door middel van demonstraties op proefbedrijven. Hier ligt een uitdaging voor samenwerking binnen het Kenniscentrum Wageningen en de proefstations!

Toepassing

Tuinders zijn in veel teeltsystemen bereid nieuwe gewasbeschermingsmethoden te gebruiken mits ze gemakkelijk passen binnen de huidige productiemethoden. Zodra de nieuwe methode conflicteert met andere beheersmaatregelen is invoering moeilijk, en die situatie is eerder regel dan uitzondering. Soms is er ineens een doorbraak die biologische bestrijding onverwacht stimuleert, zoals de invoering van natuurlijke bestuiving van vruchtgroenten door hommels die alleen kon plaatsvinden door gebruik te maken van natuurlijke vijanden voor plaagbestrijding. Daardoor is de biologische bestrijding in aubergine pas echt goed van de grond gekomen. Ook de acceptatie van biologische schimmelbestrijding zal sterk afhankelijk zijn van de economische noodzaak. Gezien het vrijwel ontbreken van waardplantresistentie en het grote risico van resistentie tegen fungiciden, zal ieder beschikbaar alternatief voor de beheersing van bijvoorbeeld *Botrytis* snel in de bedrijfsvoering worden geïntegreerd.

De kosten van gewasbescherming

Chemische bestrijdingsmiddelen zijn erg goedkoop en daardoor bedraagt de totale investering in gewasbescherming voor het produceren van kasgroenten bijvoorbeeld slechts 2 procent, hetgeen invoering van alternatieven belemmert. De prijs van chemische bestrijdingsmiddelen bestaat slechts uit de directe kosten (zoals kosten voor het ontwikkelen, registreren, produceren, distribueren en een winstmarge). De indirecte kosten, zoals uitgaven voor sanering van vergiftigde bodems, voor de geneeskundige behandelingen van mensen die met de middelen in contact zijn geweest, voor het herstel van flora en fauna, etc., worden niet in rekening gebracht. Dit betekent dat de belastingbetaler voor deze kosten opdraait. Chemische bestrijdingsmiddelen zouden minstens het dubbele moeten kosten om althans een deel van de problemen weer te kunnen herstellen. Een realistischer prijs leidt er ook toe dat die alternatieve gewasbeschermingsmethoden, die veel minder ernstige gevolgen voor het milieu hebben, eerder gebruikt zullen worden.

Als men het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen werkelijk wil reduceren dan zijn er natuurlijk nog diverse andere mogelijkheden. Het zou voor het milieu een enorme winst zijn als de toelating van chemische bestrijdingsmiddelen zou worden ingetrokken voor die gewassen waar goede alternatieven beschikbaar zijn en de regelgeving lijkt daarop in te spelen.

CONCLUSIES

Er zijn nog uitstekende mogelijkheden voor uitbreiding van biologische en geïntegreerde bestrijding, zowel van ziekten als plagen. We hebben tot nu toe slechts gebruik gemaakt van enkele onderdelen die makkelijk in te voeren waren. Biologische bestrijding alleen zal zo'n 30 à 40 % van alle plaagproblemen kunnen oplossen. In combinatie met waardplant-resistentie zal dat nog aanzienlijk meer zijn. Binnen geïntegreerde productiesystemen zal altijd een plaats blijven voor chemische bestrijding, maar de mate waarin pesticiden gebruikt zullen worden zal afhangen van de mogelijkheden voor integratie van die middelen met andere gewasbeschermingsmethoden. De roep om milieuvriendelijke productie wordt ook door de gewasbeschermingsindustrie gehoord en wordt vertaald in selectievere chemische middelen, die soms gebaseerd zijn op heel specifieke reacties van organismen (zoals bij feromonen) en daarom veilig in geïntegreerde systemen kunnen worden gebruikt. De eerste lijn van verdediging zal echter veel meer komen te liggen op het terrein van preventie dan van bestrijding.

Eén van de belangrijkste winstpunten van het gewasbeschermingsonderzoek van de afgelopen 20 jaar is dat veel telers een heel positieve houding hebben ontwikkeld ten aanzien van biologische en geïntegreerde bestrijding. Ook wat export van groenten betreft heeft het toepassen van biologische bestrijding een zeer positieve bijdrage geleverd aan het herstel van het wat slechte imago van de Nederlandse tuinbouw dat zich eind tachtiger jaren ontwikkelde. Het onderzoek zal daarom de praktijk moeten blijven voeden met nieuwe, milieuveilige gewasbeschermingsmethoden wil die positieve houding blijven bestaan. Gedurende de eerste fase van de uitvoering van het MJP-G, zeg tot 2000, kan met enige vindingrijkheid worden geprofiteerd van reeds aanwezige kennis om de doelstellingen te realiseren. Daarna zal zeker moeten worden gewerkt aan nieuwe methoden om de reductie in pesticidengebruik te consolideren of nog verder terug te dringen.

Geïntegreerde bestrijding is, binnen geïntegreerde tuinbouwsystemen, de enige lange-termijn oplossing voor de gewasbescherming. De landbouw van de afgelopen 50 jaar heeft

tot een aantal ernstige milieuproblemen geleid. Milieubelasting door chemische bestrijdingsmiddelen is een van die problemen. Het beleid en de sector lijken er nu ook van overtuigd te zijn dat er alternatieven moeten komen wil een gezonde voedselproductie veilig gesteld kunnen worden.

Om te slagen in grootschalige invoering van geïntegreerde bestrijding zullen wetenschappers hun ivoren toren moeten verlaten en moeten samenwerken met telers om op deels empirische wijze programma's te ontwikkelen binnen het systeem van geïntegreerde tuinbouw. Dat zo'n benadering tot een veel snellere afname in pesticidengebruik kan leiden dan een puur causaal-analytische werkwijze is in Nederland duidelijk aangetoond in de landbouw.

REFERENTIES

- Dicke, M. (1995)
Why do plants "talk"? *Chemoecology* 5/6: 159-165.
- Dik, A.J. (1997a)
Bestrijders vechten met *Botrytis* om voedsel. *Groente + Fruit/Glasgroenten* 7 (6): 12-13.
- Dik, A.J. (1997b)
Echte meeldauw geïntegreerd te bestrijden. *Groente + Fruit/Glasgroenten* 7 (8): 20-21.
- Fokkema, N.J., M. Gerlagh, J. Köhl, P.H.J. Jongebloed & G.J.T. Kessel (1994)
Prospects for biological control of foliar pathogens. Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases, 1994, pp. 1249-1258.
- Fransen, J.J. (1993)
Development of integrated crop protection in glasshouse ornamentals. *Journal of Pesticide Science* 36: 329-333.
- Gerlagh, M., P.H.J.F. van den Boogert & J. Köhl (1995)
Wat mogen we verwachten van biologische bestrijding van plantepathogenen?
In: A.J. Haverkort & P.A. van der Werff (Eds), AB-DLO Thema's 3, Hoe ecologisch kan de landbouw worden? pp. 65-80.
- Köhl, J., W.M.L. Molhoek, C.H. van der Plas & N.J. Fokkema (1995)
Effect of *Ulocladium atrum* and other antagonists on sporulation of *Botrytis cinerea* on dead lily leaves exposed to field conditions. *Phytopathology* 85: 393-401.
- Lenteren, J.C. van (1995)
Integrated pest management in protected crops. In: D. Dent (Ed.), *Integrated Pest Management*. Chapman and Hall, London, pp. 311-343.
- Lenteren, J.C. van (Ed.) (1996)
Proceedings working group Integrated Control in Glasshouses. *IOBC/WPRS Bulletin* 19(1), 206 pp.
- Lenteren, J.C. van, M. Dicke & L.E.M. Vet (1995)
Milieuveilig beheersen van insectenpopulaties: Nederlandse entomologen zetten de trend. In: *Insekten Onderzoeken: een overzicht van vijftig jaar entomologisch onderzoek in Nederland*. Nederlandse Entomologische Vereniging, Amsterdam, pp.124-135.

- Lombaers-van der Plas, C.H., W.M.L. Molhoek & J. Köhl, (1996)
Schimmels met schimmels bestrijden, biologische aanpak Botrytis. Vakblad voor de Bloemisterij 42: 62.
- Postma, J. & A.J.G. Luttikholt (1996)
Colonization of carnation stems by a nonpathogenic isolate of *Fusarium oxysporum* and its effect on wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*. Canadian Journal of Botany 74: 1841-1851.
- Postma, J., M.J.E.I.M. Willemsen-de Klein & A.E. Hoogland (1996)
Biocontrol of *Pythium aphanidermatum* in closed culture systems. IOBC/WPRS Bulletin 19(6): 42-46.
- Roermund, H.J.W. van (1995)
Understanding biological control of greenhouse whitefly with the parasitoid *Encarsia formosa*: from individual behaviour to population dynamics. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen, 243 pp.
- Smits, P.H. (1994)
Microbial control of insect pests. IOBC/WPRS Bulletin 17(3), 307 pp.
- Stouthamer, R. (1993)
The use of sexual versus asexual wasps in biological control. Entomophaga 38: 3-6.
- Steekelenburg, N.A.M. van (1993)
Novel approaches in integrated pest and disease control in glasshouse vegetables in The Netherlands. Journal of Pesticide Science 36: 359-362.
- Vet, L.E.M. (1996)
Parasitoid foraging: the importance of variation in individual behaviour for population dynamics. In: R.B. Floyd, A.W. Shephard & P.J. de Barro (Eds), Frontiers of Population Ecology. CSIRO Publishing, Melbourne, pp. 245-256.

8. Efficiënt gebruik van nutriënten in de glastuinbouw

C. Sonneveld¹ & M. Heinen²

¹ Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroenten (PBG), Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk

² M. Heinen, DLO Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Postbus 129, 9750 AC Haren

Samenvatting

Glastuinbouw onderscheidt zich van teelten in het open veld doordat het water volledig via irrigatie wordt toegediend. De opname aan mineralen is groot, wat samenhangt met de hoge producties die worden behaald. Bemesting in de glastuinbouw is voor veel gewassen niet alleen een middel om de plant optimaal van voeding te voorzien, maar vaak ook één van de middelen om groei van de plant en de kwaliteit van het product te sturen. Dit gebeurt dan door het toedienen van extra meststoffen om de osmotische druk van de bodemoplossing te verhogen. De aldus ontstane hoge voedingstoestand in het wortelmilieu kan grote verliezen aan meststoffen met zich brengen. Door het hergebruiken van drainwater kan het meest optimaal met mineralen en water worden omgegaan. Bij teelten in substraat is dit goed mogelijk en kan op deze wijze in volledig gesloten systemen worden geteeld, mits de waterkwaliteit aan de gestelde eisen voldoet. Bij teelten in de kasgrond is dit veelal niet mogelijk, omdat het drainwater niet kan worden verzameld of omdat het wordt gemengd met kwelwater of water uit omringende sloten. Verhoging van de efficiëntie van de mineralen moet dan tot stand worden gebracht door een goed beheer van de toediening van water en meststoffen. Het lijkt echter niet mogelijk op deze wijze te komen tot een teeltwijze waarbij geen uitstoot plaatsvindt, zoals bij teelten in gesloten systemen.

INLEIDING

In de strategie voor een efficiënt beheer van nutriënten heeft de tuinbouw onder glas met enkele factoren te maken die zich sterk onderscheiden van die bij teelten in het open veld. Zo wordt in de glastuinbouw bijvoorbeeld de natuurlijke regenval volledig uitgesloten, vindt de watervoorziening via irrigatie plaats en ligt de verhouding tussen temperatuur en instraling veel hoger. Ook liggen de opnamen aan mineralen belangrijk hoger, omdat de fysieke opbrengsten veel hoger zijn dan in het open veld. Ook wordt, om de kwaliteit van de plant en het geogste product te sturen, vaak een belangrijk hoger bemestingsniveau in het wortelmilieu aangebracht dan voor de voeding van de plant nodig is.

Het uitsluiten van de natuurlijke regenval bij kasteelten brengt enerzijds het probleem met zich dat verzilting kan optreden, maar anderzijds biedt het een unieke situatie voor een goede beheersing van de waterhuishouding. Met dit laatste wordt tevens een goede basis gelegd voor een efficiënt beheer van de nutriënten. Belangrijke factoren hierbij zijn de

waterkwaliteit, de gelijkmatigheid van de waterdistributie en het waterverbruik. De grote mineralenopname bij kasteelten eisen hoge meststofgiften, waardoor de kansen op verliezen toenemen. Tenslotte zal vooral de hoge voedingstoestand in het wortelmilieu, die in bepaalde situaties vereist is, de verliezen aan nutriënten doen toenemen, want de afvoer aan mineralen via het drainwater is gelijk aan het product van hoeveelheid drainwater en de concentraties aan voedingselementen daarin.

Een efficiënt beheer van nutriënten is niet zozeer een vereiste voor een economische bedrijfsvoering, want de kosten van de meststoffen vormen slechts een klein deel van de totale kosten in de glastuinbouw. Het is veel meer een noodzaak uit het oogpunt van milieubeheer. Hoewel de glastuinbouw een oppervlakte beslaat die in relatie tot de totale oppervlakte in gebruik voor de agrarische productie slechts 0.5 % is (Anonymus, 1996), is de bijdrage van de glastuinbouw tot de milieubelasting aan mineralen aanzienlijk. De uitstoot aan N en K is voor beide elementen wel geschat op $6 \cdot 10^6$ kg jaar⁻¹ (Sonneveld, 1996) en zou daarmee in de orde van grootte van 5-10 % van de uitstoot van de Nederlandse plantaardige productie bedragen (CAD, 1989). Dit is dan ook de reden dat er in de glastuinbouw naar wordt gestreefd de efficiëntie van de toegediende meststoffen, dat wil zeggen de verhouding tussen de door het gewas opgenomen mineralen en de met de meststoffen toegediende mineralen, op te voeren. De wegen die daarbij worden gevolgd zijn verschillend voor teelten die plaatsvinden in de kasgrond en voor teelten in substraat. Eerstgenoemde teeltwijze biedt in veel gevallen onvoldoende mogelijkheden voor het opvangen van het drainwater dat uit het wortelmilieu wordt afgevoerd, terwijl dit bij teelten in substraat wel het geval is. Het hergebruiken van het drainwater biedt mogelijkheden te komen tot een zeer efficiënt meststoffengebruik. Bij teelten waar dit niet mogelijk is, moet een verhoging van de efficiëntie vooral worden gevonden door een zo nauw mogelijke aanpassing van de water- en meststoffengiften aan de behoefte van het gewas.

De kwaliteit van het geoogste product is vaak in contradictie met de fysieke opbrengst van een gewas. Een lage osmotische druk in het wortelmilieu is gunstig voor een hoge fysieke opbrengst, maar is niet altijd gunstig voor een optimale kwaliteit. Vooral bij vruchtgewassen is dit het geval. Tomaten bijvoorbeeld worden bij een belangrijk hogere osmotische druk in het bodemvocht geteeld dan voor een maximale opbrengst is vereist, om houdbaarheid, kleur en smaak te verbeteren. Ook bij andere vruchtgewassen, knolgewassen en zelfs bladgewassen gebeurt dit wel.

In het volgende zal een overzicht worden geboden van de opname van mineralen bij teelten onder glas en de relatie tussen de opname van mineralen en water. Daarna wordt ingegaan op het bemestingsbeheer bij teelten in grond en in substraat. Tenslotte worden enkele opmerkingen gemaakt over de mogelijkheden van een efficiënt mineralenbeheer in de glastuinbouw.

MINERALENOPNAME

Uit onderzoek bleek dat de mineralenopname van veel gewassen lineair is gecorreleerd met de opbrengst van het gewas. De relatie tussen opbrengst en mineralenopname blijkt te verschillen voor gewassen. Deze verschillen moeten voor een deel worden verklaard uit de eigenschappen van de plant. Voor een ander deel moeten ze worden verklaard uit het verschil dat ontstaat bij de oogst van het gewas. Bij sommige gewassen wordt de gehele plant als oogst gerekend en bij andere slechts een deel, zoals bijvoorbeeld bij vruchtgewassen, waar alleen de vruchten tot de oogst worden gerekend. Een en ander wordt

duidelijk uit de gegevens vermeld in Tabel 1, waarin de opnamen aan N, P en K zijn weergegeven in relatie tot de opbrengst. Voor beide vruchtgewassen tomaat en paprika blijken de regressievergelijkingen een duidelijk intercept te bezitten. Dit intercept stelt de opname voor die tijdens de vegetatieve groeifase optreedt alvorens de vruchtzetting plaatsvindt. Als de planten eenmaal vruchten dragen, ontstaat over lange perioden gerekend blijkbaar een min of meer vaste verhouding tussen de aanmaak van vegetatieve en generatieve delen en neemt de opname evenredig toe met de opbrengst aan vruchten. De opname aan N en K is per kg vruchtgewicht echter bij paprika belangrijk groter dan bij tomaat. Dit zal waarschijnlijk meer samenhangen met verschillen in drogestofgehalte dan dat het samenhangt met de samenstelling van de drogestof op zich. Bij chrysant zijn de intercepten laag, omdat de gehele plant als opbrengst wordt gezien. De hoge waarden van de regressiecoëfficiënten bij N en K zullen vooral samenhangen met het hoge drogestofgehalte van de plant. Voor sla geteeld op water (Heinen, 1994) en op zand (Heinen, 1997) is een goed verband gevonden tussen de cumulatieve opname van N, P en K en de drogestofproductie. Dergelijke verbanden hebben als voordeel dat op basis van opbrengst of drogestofproductie de opname van deze elementen in de loop van de tijd op een eenvoudige wijze geschat kan worden.

Voor sommige gewassen is de opname aan mineralen niet over de gehele groeiperiode constant. Voor tomaten is bijvoorbeeld gevonden dat tijdens sterke vruchtontwikkeling de opname aan K toeneemt en die aan Ca afneemt. Dit is goed in overeenstemming met de samenstelling van de drogestof van tomatenvruchten. Het K-gehalte is hoog en het Ca-gehalte is laag in vergelijking met de gehalten in de bladeren. Ook bij een sterke ontwikkeling van bloemstelen zijn dergelijke effecten gevonden. Bloemstelen zijn relatief zeer rijk aan K. Vooral bij de ontwikkeling van de bloemstelen bij de eerste snede bij anjers zijn grote opnamen aan K gevonden. De eerste bloemstelen bij anjers ontstaan namelijk gelijktijdig bij alle planten in het gehele gewas en veroorzaken dan een grote opname aan K.

Tabel 1. Het verband tussen de opbrengst aan versgewicht van tomaat, paprika en chrysant (X) en de mineralenopname (Y). De opbrengst van tomaat en paprika is uitgedrukt in kg versgewicht aan vruchten per m² en van chrysant in kg versgewicht bloemtakken per m². De mineralenopname is uitgedrukt in kg per ha (Uit Sonneveld, 1997).

Elementen	Regressievergelijking	Correlatiecoëfficiënten	Toepassingsgebied (kg versgewicht m ⁻²)
Tomaat			
N	$Y = 18,7 \cdot X + 63$	0,902	10 - 50
P	$Y = 4,4 \cdot X + 20$	0,861	
K	$Y = 30,0 \cdot X + 245$	0,920	
Paprika			
N	$Y = 37,6 \cdot X + 112$	0,850	5 - 25
P	$Y = 5,6 \cdot X + 28$	0,705	
K	$Y = 53,5 \cdot X + 110$	0,914	
Chrysant			
N	$Y = 40,3 \cdot X - 3,4$	0,975	2 - 6
P	$Y = 5,8 \cdot X + 1,2$	0,905	
K	$Y = 70,0 \cdot X - 8,1$	0,971	

OPNAMECONCENTRATIE

De verhouding tussen de opname aan mineralen en de opname aan water, gewoonlijk de opnameconcentratie genoemd, varieert naar gewas, groeistadium en teeltomstandigheden. In Tabel 2 zijn voor enkele gewassen de gemiddelde opnameconcentraties weergegeven. Voor tomaat en paprika zijn de concentraties van dezelfde orde van grootte. Voor roos zijn de gevonden waarden echter ongeveer de helft lager dan voor eerstgenoemde gewassen. Uit de voorgaande paragraaf zal duidelijk zijn, dat de concentratie kan variëren afhankelijk van het groeistadium. Belangrijke verschillen treden op onder invloed van de transpiratie. Onder omstandigheden van een laag transpiratieniveau wordt relatief veel energie door de plant benut voor de gewasopbouw en is de opnameconcentratie hoog en bij een hoog transpiratieniveau wordt relatief veel energie door de plant gebruikt voor transpiratie bij een min of meer gelijke minerale samenstelling van de drogestof en daardoor ontstaan grote verschillen in opnameconcentratie. Dit blijkt uit de opnameconcentraties weergegeven in Tabel 2 voor radijs geteeld in de zomer in vergelijking met die voor radijs geteeld in de winter. Het waterverbruik voor een teelt in de winter is ongeveer een kwart van die voor een teelt in de zomer. De opnameconcentratie daarentegen is ongeveer viermaal zo hoog. De totale opname aan mineralen is voor een zomer- en een winterteelt dus aan elkaar gelijk. Het verschil in waterverbruik tussen teelten is vooral toe te schrijven aan de duur van de teelt. Bij radijs varieert dit van één tot drie maanden, terwijl dit bij tomaat en paprika ongeveer een jaar is. Voor roos is de teeltduur meer dan één jaar, maar in Tabel 2 is de wateropname voor dit gewas per jaar weergegeven. Daarnaast speelt ook de instraling tijdens de teelt een belangrijke rol, zoals blijkt bij de radijsteelten.

MINERALENBEHEER BIJ TEELTEN IN DE KASGROND

Bij teelten in kasgrond worden veel meststoffen tijdens de teelt toegediend met het irrigatiewater (fertigeren). Daarnaast kan het nodig zijn een zogenaamde voorraadbemesting toe te dienen. Dit is vooral het geval als de voedingstoestand van de grond laag is en bij de start van het nieuwe gewas een hoge voedingstoestand van de grond vereist is. Een hoge

Tabel 2. Opnameconcentratie uitgedrukt in mmol l^{-1} en het waterverbruik in mm. Voor tomaat, paprika en roos is de teeltduur ongeveer een jaar en voor radijs ongeveer één maand in de zomer en drie maanden in de winter (Uit Sonneveld, 1997)

Elementen	Tomaat	Paprika	Roos	Radijs	
				Winter	Zomer
N	9,6	9,7	5,2	31,5	8,6
P	1,1	0,8	0,4	1,0	0,4
S	1,2	0,6	0,4	1,7	0,4
K	6,1	4,5	1,9	16,4	4,5
Ca	2,2	1,9	0,9	5,4	1,2
Mg	0,9	0,7	0,3	1,6	0,4
Waterverbruik	700	700	700	18	66

voedingstoestand van de grond is, zoals in de inleiding is gesteld, soms nodig voor het verkrijgen van een voldoende goede kwaliteit van planten of vruchten. De groeiregulerende werking van de hoge voedingstoestand is doorgaans echter meer gerelateerd aan het totale zoutgehalte, osmotische druk, van de bodemplossing dan aan de concentratie van een bepaald voedingselement. Het te kiezen bemestingsniveau staat daarom in een duidelijke relatie met de hoogte van de osmotische druk van de bodemplossing. Als maat voor de osmotische druk wordt veelal de EC gebruikt.

Bekende voorbeelden waarbij het gewenst is een hogere voedingstoestand in de grond te realiseren dan direct voor de opname van de voedingselementen nodig is, zijn de bemesting van sla voor het winterseizoen in verband met het optreden van glazigheid, tomaten bij start in de winter om een te welige groei en moeilijkheden bij de vruchtzetting te voorkomen, tomaten gedurende het gehele seizoen in verband met de vruchtkwaliteit, komkommers in verband met een te korte houdbaarheid en radijs voor de winterteelt in verband met onvoldoende knolvorming. Bij bloemgewassen is een hoge osmotische druk in verband met de kwaliteit veelal niet noodzakelijk. Een hoge osmotische druk kan in dergelijke gevallen zelfs nadelig werken door het dunner worden van de bloemstelen.

Zo wordt in de bemestingadviesbasis voor radijs en voor tomaat een EC-waarde aanbevolen van respectievelijk 1.2 en 2.1 dS m⁻¹ voor de winter en 0.8 en 1.4 dS m⁻¹ voor de zomer (IKC, 1994). Deze waarden zijn uitgedrukt op het 1:2 volume extract. Analyseresultaten van dit extract zijn nauw gecorreleerd met vergelijkbare waarden in de bodemplossing (Sonneveld & Van den Ende, 1990). Met behulp van de bestaande vergelijkingen kunnen overeenkomende waarden voor de bodemplossing worden berekend. Zo kan voor de EC bijvoorbeeld worden berekend dat voor tomaten in de winter een waarde in de bodemplossing wordt aanbevolen van 7.1 en in de zomer van 5.2 dS m⁻¹. Voor radijs worden waarden berekend van respectievelijk 4.6 en 3.3 dS m⁻¹.

De voedingstoestand wordt door de tuinder op peil gebracht door het uitstrooien van de benodigde meststoffen voorafgaand aan de teelt en door bijmesten tijdens de teelt. Het toedienen van de meststoffen gebeurt aan de hand van grondmonsters, die met een tussentijd van 4 tot 6 weken worden genomen. Aan de hand van de monsters die tijdens de teelt worden genomen, worden de onderlinge verhoudingen van de voedingselementen berekend en in de benodigde concentratie met behulp van een mestverduunningsstelsel aan het gietwater toegevoegd. De toevoeging kan zeer nauwkeurig worden uitgevoerd met behulp van in-situ EC-metingen (Sonneveld & Van den Ende, 1967). Uit het voorgaande zal duidelijk zijn, dat bij het bemesten van kasgronden vaak meer gelet wordt op de concentratie van de bodemplossing dan op de hoeveelheid voedingselementen die in de bouwvoor beschikbaar is. De EC als maat voor het totale zoutgehalte is daarom een belangrijke parameter. Bij een hoog gehalte aan andere zouten in het wortelmilieu kan met lagere gehalten aan voedingselementen worden volstaan. De vereiste EC-waarde in de bodemplossing wordt dan toch bereikt en daarmee ook de vereiste effecten op de plantengroei. Een probleem bij het realiseren van een hoge osmotische druk in de grond is de ongelijke verdeling van voedingselementen, zouten en water, die veelal tot stand komt in kassen. Dit is zowel het geval in horizontale richting als in verticale richting. Een belangrijke oorzaak hiervan ligt bij de waterverdeling van de gietsystemen. Druppelbevloeisystemen, zowel als regenleidingsystemen, blijken in veel gevallen geen redelijke waterverdeling te geven (Sonneveld, 1995; Van der Burg & Hamaker, 1987). De tuinder kiest in dergelijke gevallen de meest voor de hand liggende oplossing en geeft zoveel water dat op de droogste plaatsen de plant toch voldoende water krijgt. Op de andere plaatsen wordt op de intensief gedraineerde en goed doorlatende kasgronden het overtollige water snel afgevoerd en ont-

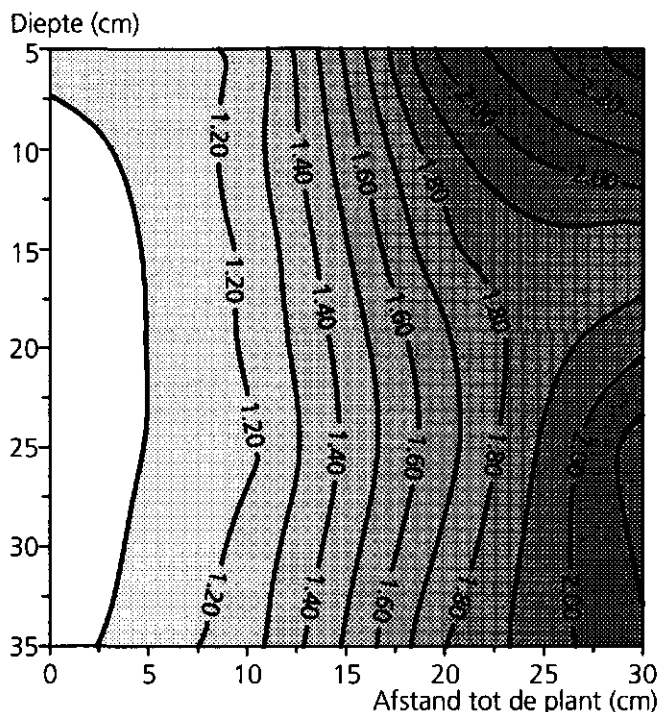
staat geen enkel nadeel voor het gewas. Het feit dat op deze wijze veel water en meststoffen verloren gaan is economisch geen bezwaar, want water en meststoffen zijn bij teelten in de grond een onbetekenende post op de begroting. Uit milieutechnisch oogpunt heeft dit echter verbetering.

De ongelijke zoutverdeling in de grond is een belangrijk probleem, want sommige gewassen groeien op de te zoute plekken onvoldoende, waardoor verlies van kwaliteit en productie ontstaat. In andere gevallen kan als gevolg van een plaatselijk te lage voedingstoestand ook weer verlies aan kwaliteit ontstaan, omdat bijvoorbeeld vruchtgewassen voor wat betreft hun kwaliteit reageren op de plek met de laagste osmotische druk die de wortel kan bereiken. Een duidelijk voorbeeld doet zich wel voor bij teeltopvolging van bijvoorbeeld sla na tomaten. Als gevolg van de hoge voedingstoestand die tijdens de tomatenteelt wordt aangehouden ontstaan plaatselijk sterke zoutaccumulaties in de grond, waardoor de slawortel kort na het uitplanten niet voldoende snel aan de zoute plekken kan ontsnappen, te sterk in groei wordt geremd en achterblijft in vergelijking met de planten in de omgeving. Het gevolg is een ongelijke stand van het gewas gedurende de gehele teelt. Om dit te voorkomen zal een tuinder bij een dergelijke teeltopvolging altijd de kasgrond flink doorspoelen. Problemen met een plaatselijk te lage zouttoestand doen zich ook voor; bijvoorbeeld bij een lage initiële zouttoestand bij de start van een tomatenteelt. Om daaraan tegemoet te komen wordt dan een flinke bemesting met de hand uitgestrooid. Deze bemesting wordt dan soms te oppervlakkig doorgewerkt, zodat de grond direct onder de teeltlaag zoutarm blijft. De plantenwortels groeien snel door de bovenlaag heen en bereiken in een te vroeg stadium de zoutarme laag, waardoor een te welig en onvoldoende generatief gewas ontstaat.

Een extreem voorbeeld van een ongelijke zoutverdeling wordt getoond in Figuur 1, waarin de zoutverdeling is weergegeven bij een tomatenteelt met druppelbevloeiing. Dichtbij het druppelpunt is de concentratie het laagst, terwijl de zouttoestand vooral aan het oppervlak als functie van de afstand tot het druppelpunt toeneemt. Dit is een gevolg van het feit dat tussen de druppelaars geen water wordt gegeven, maar wel verdamping plaatsvindt.

De meest ideale situatie zou zijn, dat over het gehele oppervlak gelijkmatig precies zoveel water kan worden gegeven als het gewas nodig heeft, plus een kleine doorspoeling om de zouten naar beneden te dringen. Aan het oppervlak wordt dan die concentratie gerealiseerd die voor een optimale groei van het betreffende gewas nodig is, de zouten worden met een minimum aan water afgevoerd in een zo hoog mogelijke concentratie en bovendien kan de plant niet aan de in de teeltlaag ingestelde concentratie ontsnappen, want de omgeving is zouter. Een dergelijk systeem wordt door DENAR getracht te realiseren met hun DAC-systeem bij chrysanten (De Veld, 1996). Vooralsnog vormen de slechte verdeling van water en meststoffen zoals deze nu op de bedrijven worden gevonden een flink probleem. Bovendien doen zich binnen kassen aanzienlijke verschillen voor in de transpiratie. Ook dit is een hindernis bij het toedienen van exacte waterhoeveelheden.

Veel problemen zouden opgelost kunnen worden als het mogelijk zou zijn het drainwater uit kasgronden opnieuw te gebruiken, omdat dan slechts weinig drainwater afgevoerd hoeft te worden en er in de grond toch voldoende waterbeweging tot stand gebracht kan worden om een gelijkmatige verdeling van water en voedingsstoffen tot stand te brengen.



Figuur 1. De zoutverdeling (EC 1:2 volume extract) bij een tomatenteelt op kleigrond geteeld met behulp van druppelbevloeiing

Soms blijkt dit mogelijk, als de hydrologische situatie op het bedrijf zodanig is dat het drainwater op een centraal punt kan worden verzameld. In het westen van Nederland komen situaties voor waar dit het geval is. In andere gevallen is dit maar in zeer beperkte mate mogelijk of zelfs helemaal niet. In situaties waar het grondwaterpeil kunstmatig wordt verlaagd via een zogenaamd onderbemalingssysteem, treedt vaak inzijging op. Het drainwater vanuit de grond wordt dan vermengd met water uit de omringende sloten. De hoeveelheid drainwater wordt dan vaak te groot en moet dus worden afgevoerd. In andere situaties blijkt de grond zo doorlatend te zijn dat het water niet via de drainbuizen wordt opgevangen, maar via de ondergrond naar de omgeving wordt afgevoerd. Ook op hoge zandgronden in het oosten en zuiden van ons land doet zich dit voor en kan het drainwater niet worden verzameld. Een andere probleem bij het hergebruiken van drainwater kan het zoutgehalte van het gebruikte gietwater zijn. Vooral Na en Cl accumuleren snel in de grond en kunnen het nodig maken de grond uit te spoelen en het drainwater te spuien. In de bodemoplossing mag het gehalte aan Na of Cl, afhankelijk van gewas en teeltomstandigheden, liever niet boven 15-20 mmol l⁻¹ uitkomen. Gebruik van goed gietwater is daarom belangrijk. Het oppervlaktewater in West-Nederland en het grondwater dat elders in Nederland wordt gebruikt als gietwater in de glastuinbouw is als regel voldoende van kwaliteit en is meestal niet de factor die het meeste bijdraagt aan de noodzaak van het doorspoelen van de grond. Een andere factor die verzouting van kasgronden kan veroorzaken is een onjuiste keuze van meststoffen, waardoor een sterk eenzijdige ionensamenstelling van de bodemoplossing ontstaat. Een juiste keuze van de meststoffen, aangepast aan de opname van het gewas en de ionensamenstelling van het gietwater kan verzouting

door bemesting voorkomen. Veel gietwater dat gebruikt wordt in de Nederlandse glastuinbouw bevat voldoende Ca, Mg en SO_4 , zodat de toediening van deze ionen met de bemesting veelal beter achterwege kan blijven. Bij gebruik van regenwater is dit echter niet het geval en moeten deze ionen als regel wel worden toegediend. In Tabel 3 is de samenstelling van enkele soorten gietwater weergegeven. Vergelijking met de opnameconcentraties in Tabel 2 toont aan, dat sommige voedingsionen in het gietwater in hogere concentraties voorkomen dan ze door het gewas worden opgenomen.

MINERALENBEHEER BIJ TEELTEN IN SUBSTRAAT

Teelten in substraat vinden los van de ondergrond plaats, zodat het altijd mogelijk is het drainwater te verzamelen. Na een eventuele sterilisatie wordt het drainwater gemengd met vers water of worden er meststoffen aan toegevoegd en daarna opnieuw bij de planten gebracht. Op deze wijze kan een zeer efficiënt mineralenbeheer tot stand komen en een goede verdeling van water en nutriënten in het wortelmilieu. De efficiëntie is namelijk op geen enkele wijze meer afhankelijk van de watergift, maar alleen van de noodzaak van het spuien van drainwater uit het wortelmilieu als de chemische samenstelling daarvan er aanleiding toe geeft. Dit is alleen het geval, als bepaalde elementen in het gietwater in hogere concentraties voorkomen dan ze door het gewas worden opgenomen. Vaak is dit het eerst het geval voor Na en Cl, omdat deze elementen slechts weinig door de gewassen worden opgenomen en vaak rijk vertegenwoordigd zijn in het gietwater. Het kan echter ook voorkomen dat de gehalten aan Ca, Mg of SO_4 bepalend zijn voor de mate van drainwaterafvoer.

De hoeveelheden aan Na en Cl die door het gewas worden opgenomen variëren sterk naar gewas en teeltomstandigheden. In onderzoek werd gevonden dat de hoeveelheid Na die wordt opgenomen voor een diversiteit aan gewassen varieerde tussen 0.1 en 1.1 en voor Cl.

Tabel 3. De samenstelling van enkele soorten gietwater die in de Nederlandse glastuinbouw veel worden gebruikt

Elementen	Oppervlakte-water*	Leidingwater Westland	Bronwater*	Regenwater
EC ($dS\ m^{-1}$)	1,2	0,6	0,7	0,16
K ($mmol\ l^{-1}$)	0,4	**	2,4	0,04
Na	4,2	2,2	0,5	0,59
Ca	3,0	1,3	1,4	0,14
Mg	0,8	0,3	0,6	0,07
NH_4	0,2	**	**	0,15
NO_3	0,2	**	1,5	0,13
Cl	4,6	2,0	0,6	0,66
SO_4	1,8	0,9	1,4	0,22
HCO_3	3,2	1,5	1,5	0,00
P	0,02	**	**	**

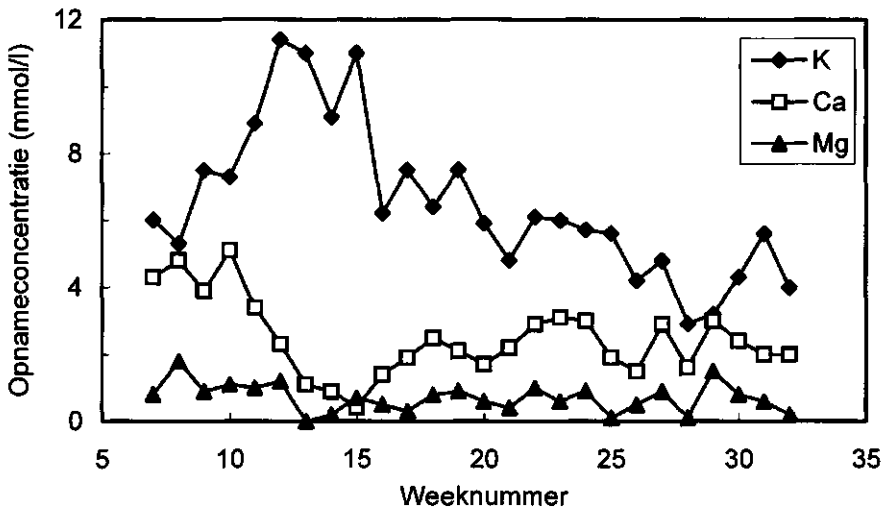
* Sterke fluctuaties in samenstelling mogelijk, afhankelijk van herkomst

** Ontbrekende cijfers worden als regel niet bepaald, omdat de gehalten gewoonlijk zeer laag zijn

tussen 0.2 en 1.5 mmol l⁻¹ (Sonneveld, 1995). Een hoog gehalte in het wortelmilieu zal de opnameconcentratie van Na en Cl verhogen en een sterke transpiratie zal deze verlagen. Het geringe wortelvolumen bij teelten in substraat maakt enerzijds de teelt gemakkelijk stuurbaar, doordat er snel veranderingen aangebracht kunnen worden, maar anderzijds maakt het de teelt gevoelig. Bij hoge zoutgehalten in het gietwater zal snel accumulatie optreden als gevolg van het geringe wortelvolumen. Ook voor de voorraad aan nutriënten heeft dit effecten. Bij teelten in grond is de aanwezige voorraad stikstof in de grond bijvoorbeeld nog aanzienlijk in vergelijking met de totale opname. Bij teelten in substraat is dit niet meer het geval en zijn de in het wortelmilieu aanwezige voorraden slechts enkele procenten van de totale opname. Een tijdelijk hoge opname van een bepaald element heeft bij substraatsystemen dan ook tot gevolg dat het gehalte in het wortelmilieu plotseling sterk kan dalen. Hieraan kan tegemoet worden gekomen door de toediening van nutriënten tijdens de teelt te modelleren. Dit kan het optreden van sterke fluctuaties in de voedingstoestand tegengaan. Toch blijft het nodig de voedingstoestand in het wortelmilieu regelmatig te controleren en bij te stellen. Dit gebeurt door met tussenpozen van enkele weken monsters te nemen en te analyseren. Aan de hand van de analyseresultaten wordt de toediening aan voedingselementen zodanig bijgesteld.

In Figuur 2 is een voorbeeld gegeven van de fluctuaties van de opname van K, Ca en Mg van een tomatengewas (Voogt & Sonneveld, 1997). Zoals blijkt, moest tussen de weken 11 en 15 ongeveer 15 mmol K l⁻¹ worden gedoseerd om het K-gehalte in het wortelmilieu op peil te houden, tegen 4-6 mmol l⁻¹ in de weken daarna. In de periode van hoge K-opname behoefde nauwelijks Mg en slechts weinig Ca te worden gedoseerd. Bij daling van de K-opname neemt de opname aan Ca en Mg weer toe. Het lijkt er op, dat de ionensom van de opname, in equivalenten, over lange perioden redelijk constant is en rond 15 mmol l⁻¹ ligt. De reden van de plotseling hoge K-opname en lage Ca- en Mg-opname is het feit dat tomaat in die periode een sterke vruchtontwikkeling heeft. Vruchten bevatten veel K en weinig Ca en Mg in vergelijking met de bladeren. Een bijkomende factor zal zijn, dat in perioden van sterke vruchtontwikkeling de vorming van nieuwe wortels vrijwel stopt, waardoor de opname van Ca en Mg geremd wordt, omdat deze elementen vooral worden opgenomen in de jongere delen van het wortelsysteem. Magnesiumgebrek in tomaten treedt dan ook vaak op in diezelfde periode.

Het verdient geen aanbeveling het wortelmilieu voor bepaalde elementen te sterk uit te putten. Dit is met name het geval als daardoor het risico van onherstelbare schade aan de oogst kan ontstaan. Bij vruchtgewassen geldt dit bijvoorbeeld voor een tijdelijk tekort aan Ca of B, wat schade aan vruchten veroorzaakt die onomkeerbaar is. Een tijdelijk tekort aan bijvoorbeeld N of Fe in vruchtgewassen veroorzaakt weliswaar groeistoring, maar deze is snel te corrigeren, waarna de plant zich spoedig herstelt. Soms treden interacties op tussen elementen. Zo kan bijvoorbeeld een tijdelijk tekort aan P hevig Ca-gebrek in tomatenvruchten veroorzaken, als gevolg van een verminderde opname van Ca (De Kreijl, 1996).



Figuur 2. Fluctuaties in de opnameconcentraties van K, Ca en Mg bij een tomatenteelt in een gesloten teeltsysteem

Hoewel het kleine wortelvolume bij teelten in substraat enerzijds problemen bij uitputting aan voedingsstoffen op kan leveren, biedt het anderzijds mogelijkheden door tijdelijke uitputting het uitspoelen van mineralen te beperken. Als bijvoorbeeld in een gesloten teeltsysteem het zoutgehalte te sterk oploopt, zodat gespuid moet worden, kan door het achterwege laten van de toediening aan meststoffen in enkele dagen een sterke daling van de gehalten aan sommige nutriënten, vooral N, P en K, in het wortelmilieu worden bereikt. Als daarna het spuien van het drainwater plaatsvindt, zal aanzienlijk minder aan nutriënten worden geloosd dan zonder deze uitputting. Het is bijvoorbeeld gebleken, dat tomaten dezelfde productie en een vergelijkbare kwaliteit leveren, als bij een NO_3^- -concentratie van ongeveer 5 mmol l^{-1} wordt geteeld in plaats van bij het gebruikelijke gehalte van 15 of 20 mmol l^{-1} , mits de EC-waarde van de oplossing maar constant wordt gehouden (Voogt, 1992). In Tabel 4 zijn de resultaten van proeven bij tomaten met verschillende N-niveaus weergegeven. Zoals blijkt, is er een tendens tot een iets lagere opbrengst bij een NO_3^- -gehalte van 2 mmol l^{-1} . Bij hogere gehalten aan NO_3^- zijn er geen opbrengstverschillen. Wel is er een geringe tendens tot een kortere houdbaarheid bij dalend NO_3^- . Daartegenover staat dat in ander onderzoek (Verkerke et al., 1993; Marcelis & Janse, dit themaboekje) door toevoegen van NaCl voor verhoging van de EC in vergelijking met voedingszouten een verbetering van de smaak werd gevonden. Ook moet worden bedacht dat in dergelijke gevallen de regeling van de nutriënten in het wortelmilieu zeer nauwkeurig moet worden gecontroleerd en bijgestuurd. Een te langdurige uitputting zal groeireductie opleveren. Verder is het te verwachten dat na een dergelijke uitputtingsperiode een versterkte

Tabel 4. De opbrengst en de houdbaarheid van tomaten in twee proeven met verschillende N-niveaus in het wortelmilieu. Gehalten aan NO_3 en Cl zijn uitgedrukt in mmol l^{-1} in de voedingsoplossing in de steenwolmat

NO_3	Stookteelt			Herfstteelt			
	Cl	kg m^{-2}	Houdbaarheid*	NO_3	Cl	kg m^{-2}	Houdbaarheid*
17	3	26,3	14,4	17	3	8,9	19,4
12	8	26,1	13,6	7	13	9,1	17,6
7	13	26,6	13,9	5	15	9,3	17,8
2	18	25,5	11,4	3,5	16,5	9,5	17,1
80 %**	18	23,8	12,3	2	18	8,6	16,3
60 %**	18	15,7	11,2	80 %**	18	8,9	16,9

* Houdbaarheid van de vruchten in dagen

** N gedoseerd in hoeveelheden van 60 en 80 % van die gedoseerd bij een stikstofgehalte van 2 mmol l^{-1}

opname zal plaatsvinden als weer met de dosering van nutriënten wordt begonnen en ook dit zal extra aanpassingen vragen.

Uit een en ander zal inmiddels duidelijk zijn, dat er een interactie bestaat tussen het niveau waarop de gehalten aan nutriënten worden gehandhaafd in het wortelmilieu en het zoutgehalte. In die gevallen dat de kwaliteit van de plant en/of het product door het voedings-, respectievelijk zoutniveau in het wortelmilieu wordt gestuurd, mag de voedingstoestand in het wortelmilieu dalen, als het zoutgehalte stijgt. In Tabel 5 is een ionensamenstelling gegeven van de oplossing in een steenwolmat voor tomaat bij een laag zoutgehalte en bij een hoog zoutgehalte in het wortelmilieu. Hierbij is ervan uitgegaan, dat de EC in het wortelmilieu wordt gehandhaafd op 4.0 dS m^{-1} en de gehalten aan Na en Cl mogen oplopen tot 10 mmol l^{-1} . Het is niet uitgesloten, dat het mogelijk zal blijken hogere waarden voor het Na- en het Cl-gehalte aan te houden dan hier genoemd.

Evenals bij teelten in grond kan bij teelten in substraat een ongelijke verdeling van zouten in het wortelmilieu ontstaan. Zo vonden Schwarz *et al.* (1995) voor sla geteeld op gesloten zandbed teeltsystemen dat de EC van het substraatvocht in de bovenlaag toenam met de afstand tot het druppelpunt. De slaplanten op de positie met de hoogste EC in de bovenlaag hadden een significant lagere drogestofproductie. Verder werd er een duidelijk negatieve correlatie gevonden tussen wortellengtedichtheid en de EC. Door een ruime watergift zijn in substraatsystemen de effecten van een ongelijke verdeling van voedingsstoffen vaak goed te corrigeren. Bij recirculatie leidt dit ook niet tot extra meststofverliezen. Een nadeel wordt wel gevormd door de extra sterilisatiekosten bij recirculatie van veel drainwater. In eb/vloed-systemen ontstaan grote zoutgradiënten als functie van de diepte in de potten (De Kreij & Straver, 1988; Otten, 1994), met EC-waarden in de bovenste paar cm van de pot die oplopen tot boven de 30 dS m^{-1} , terwijl de EC van de voedingsoplossing ongeveer 2 dS m^{-1} is. Deze verschillen zijn door het geven van meer water via eb/vloed echter minder gemakkelijk corrigeerbaar.

Tabel 5. Aanbevolen ionensamenstelling van een voedingsoplossingoplossing in steenwolmaten voor de teelt van tomaten bij een hoog en bij een laag zoutgehalte in het wortelmilieu

Elementen	Zoutgehalte	
	Laag	Hoog
EC (dS m ⁻¹)	4,0	4,0
Na (mmol l ⁻¹)	2,0	10,0
Cl	2,0	10,0
K	8,0	6,0
Ca	10,0	7,5
Mg	4,5	3,5
NO ₃	23,0	17,0
SO ₄	6,8	5,0
H ₂ PO ₄	1,0	1,0

EFFICIËNT MINERALENBEHEER

De verliezen aan mineralen uit het wortelmilieu zijn rechtevenredig met de hoeveelheid drainwater die uit het wortelmilieu wordt afgevoerd en met de concentratie aan mineralen daarin. Om de verliezen te beperken is het dus zinvol beide factoren in ogenschouw te nemen.

Voor wat betreft de watergift kan worden opgemerkt dat deze redelijk goed modelmatig gestuurd kan worden. Een probleem vormt echter de ongelijke waterverdeling van veel gietsystemen.

Onderzoek naar mineralenbalansen in de glastuinbouw toonde aan dat er zeer grote verschillen bestaan tussen de efficiëntie van de gebruikte meststoffen op verschillende bedrijven (Sonneveld, 1996). Deze verschillen kunnen vooral worden herleid tot de handelwijze van de tuinder op het bedrijf. Verhoging van de efficiëntie van water- en meststoffenverbruik zal daarom in de eerste plaats bereikt moeten worden door op de werkwijze van de tuinder in te grijpen. Een goede op de teelt en teeltsituatie aangepaste instructie kan zeer effectief zijn. Op veel bedrijven wordt gewerkt met een ruime watervoorziening en als gevolg daarvan ook een ruime meststoffenvoorziening, omdat dit een bedrijfszekere wijze van telen is en economisch nauwelijks nadelen heeft. Om wél tot beperkingen in het gebruik te komen, zal deze rem min of meer volledig uit milieutechnisch oogpunt aangebracht moeten worden. Teelttechnisch zal de kweker alleen maar meer risico lopen.

Voor wat betreft de teelten in substraat kan tot een zeer efficiënt gebruik van meststoffen worden gekomen door het hergebruiken van het drainwater uit het substraat. Zoals uit het voorgaande is gebleken, worden de verliezen bij teelten in substraat dan min of meer bepaald door de waterkwaliteit. In Tabel 6 is een overzicht gegeven van de N-uitspoeling bij tomaat en bij roos, bij gebruik van regenwater of drinkwater in de Rijnmond. Hierbij is rekening gehouden met een toegelaten accumulatie van 10 mmol l⁻¹ Na in het drainwater en de situatie dat de voedingsoplossing al of niet wordt uitgeput door het gewas tot een gehalte van 5 mmol N l⁻¹, alvorens bij een Na-gehalte van 10 mmol l⁻¹ wordt gespuid. De doorspoelfractie is berekend volgens Sonneveld & Van der Burg (1991). Zoals uit Tabel 6

Tabel 6. Berekende N-afvoer via het spuiwater bij tomaat en roos onder invloed van de gietwaterkwaliteit (Na-gehalte) en de mate van uitputting (niet, of wel tot 5 mmol l⁻¹) van N in de voedingsoplossing voorafgaand aan de spui

Na-gehalte (mmol l ⁻¹)	Tomaat				Roos			
	0,15		2,2		0,15		2,2	
Uitputting	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel
Doorspoelfractie*	0	0	0,15	0,15	0,02	0,02	0,23	0,23
Doorspoelwater (l m ⁻²)	0	0	124	124	14	14	209	209
N-afvoer (kg ha ⁻¹)	0	0	451	87	24	10	366	146

Basisgegevens	Tomaat	Roos
Wateropname (l m ⁻²)	700	700
N-gehalte wortelmilieu (mmol l ⁻¹)	26	12,5
Maximaal Na-gehalte wortelmilieu (mmol l ⁻¹)	10	10
Na-opname (mmol l ⁻¹)	1,0	0,1
Na-toevoeging via meststoffen (mmol l ⁻¹)	0,15	0,15

* Berekend volgens Sonneveld & Van der Burg (1991)

blijkt, loopt de afvoer aan stikstof sterk uiteen. Als gerekend wordt met een opname aan stikstof van 1100 kg ha⁻¹ bij tomaat en 500 kg ha⁻¹ bij roos, dan laten zich efficiënties (gewasopname/toediening) berekenen voor tomaat tussen 1.00 en 0.71 en voor roos tussen 0.98 en 0.58.

Bij teelten in de kasgrond kan minder gemakkelijk tot een hoge efficiëntie van de gebruikte meststoffen worden gekomen dan bij teelten in substraat. Dit hangt samen met het feit dat bij teelten in de kasgrond het veelal niet mogelijk is het drainwater te verzamelen voor hergebruik, zoals in het voorgaande reeds werd betoogd. Verder is ook het uitputten van de bodemoplossing alvorens deze de bouwvoor verlaat maar in beperkte mate mogelijk, omdat de bodemoplossing slechts eenmaal de bouwvoor passeert. Het zou alleen mogelijk zijn als in de bouwvoor lage gehalten aan mineralen worden gehandhaafd. Een te laag gehalte aan mineralen in de bouwvoor leidt spoedig tot te welige groei en eventueel verlies aan kwaliteit, vooral bij groentegewassen, wat voor de tuinder niet acceptabel is. Dit neemt echter niet weg, dat er op veel glastuinbouwbedrijven meer gericht met water en mineralen omgegaan moet worden.

Dit blijkt bijvoorbeeld uit de gegevens van het onderzoek naar de water- en mineralenbalans op vijf chrysantenbedrijven (Korsten *et al.*, 1994). In Tabel 7 is een samenvatting gegeven van de toediening, het verbruik en het overschot aan water en N op deze bedrijven. Uit de gegevens blijkt, dat bij een min of meer gelijke opname op de bedrijven van water en N door het gewas, tussen de hoogste en laagste watergift een factor 1.6 aanwezig is en tussen de hoogste en laagste N-bemesting een factor 2.1. Voor wat betreft het overschot wordt tussen de hoogste en laagste waarde voor water een factor 4.7 en voor N een factor 3.4 gevonden. Uit deze cijfers zal duidelijk zijn, dat er door een efficiëntere toediening van water en meststoffen nog veel te verbeteren is.

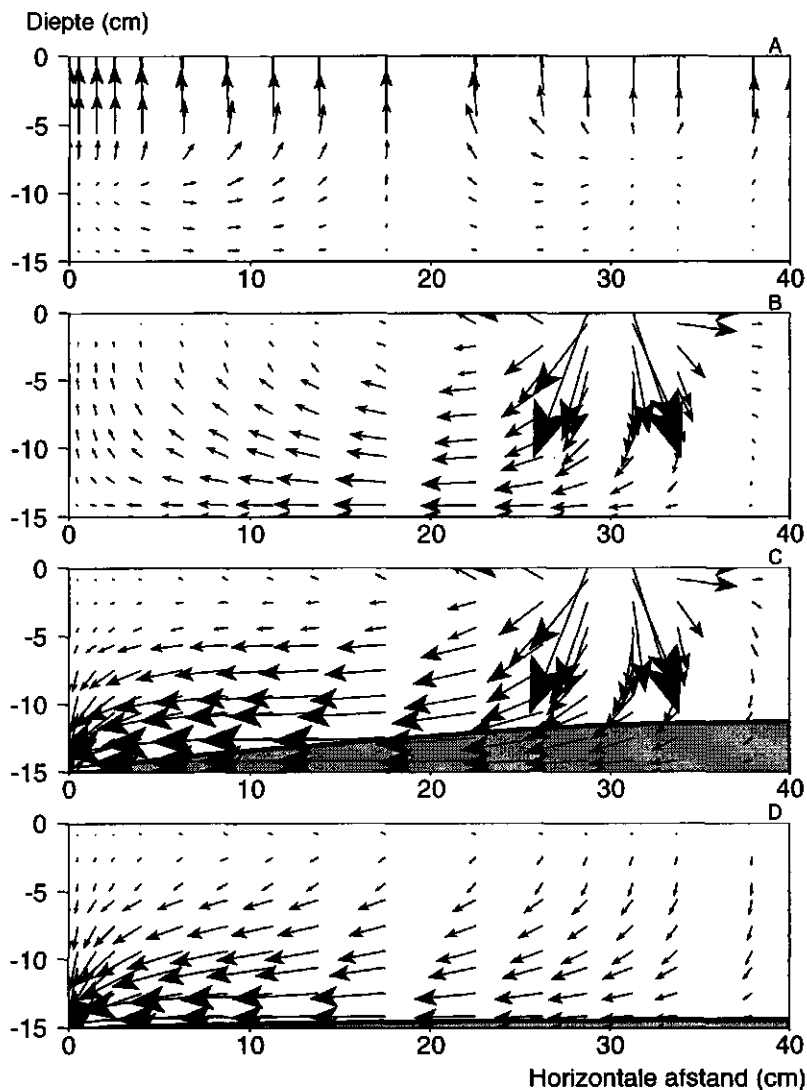
Tabel 7.

Gegevens over water- en N-gebruik op vijf chrysantenbedrijven, volgens Korsten *et al.* (1994)

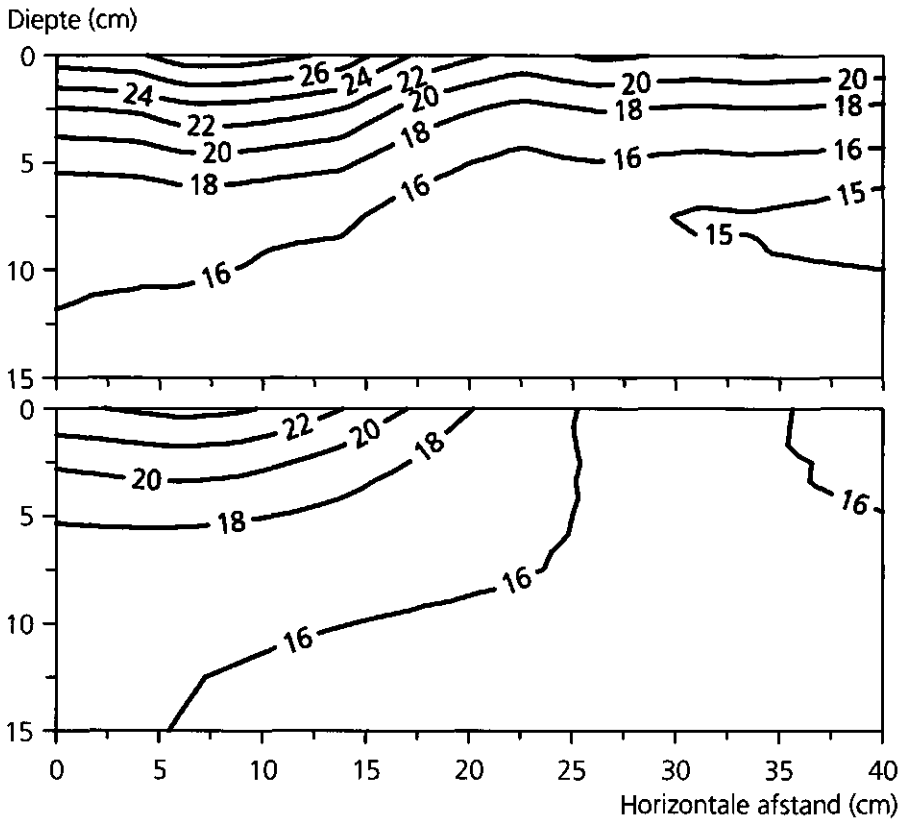
	Gemiddelde	Spreiding
Hoeveelheid gietwater ($m^3 ha^{-1}$)	11,548	8,744 - 14,149
Waterverbruik door het gewas ($m^3 ha^{-1}$)	7,300	7,300 - 7,300*
Wateroverschot ($m^3 ha^{-1}$)	4,248	1,444 - 6,849
N-toediening ($kg ha^{-1}$)	1387	882 - 1891
N-opname door het gewas ($kg ha^{-1}$)	495	431 - 553
N-overschot ($kg ha^{-1}$)	892	392 - 1338

* Berekend volgens transpiratiemodel De Graaf (1988)

Bij studies waarin gezocht wordt naar minimalisering van de watergift en de bemesting zal vooral ook rekening gehouden moeten worden met transportprocessen in de grond. Nieuw toegediend water met voedingsstoffen, zoals bij fertigeren gebeurt, is niet direct beschikbaar voor de wortels. Tussen de plaats van aanbod en de positie van de wortels is een bepaalde afstand die moet worden overbrugd. Hiervoor is tijd nodig en inzicht in het transport van water en voedingsstoffen om te weten hoe snel en of het überhaupt beschikbaar komt bij de wortels. Bovendien kan er het een en ander gebeuren met een aantal voedingsstoffen. Bekende voorbeelden zijn adsorptie van P en denitrificatie (Postma, 1996) en mineralisatie van N. Heinen (1997) heeft een simulatiemodel ontwikkeld voor de tweedimensionale beschrijving van de waterbeweging en het (inerte) stoffentransport in de wortelzone, rekening houdend met de wateropname. Met een dergelijk model kan inzicht worden verkregen in het gedrag van water en voedingsstoffen in teeltsystemen. Als voorbeeld laat hij zien hoe water zich beweegt in de wortelzone gedurende vier opeenvolgende stadia rond een druppelbeurt (Figuur 3). Hetzelfde kan gedaan worden voor een voedingsstof. In Figuur 3 is een dwarsdoorsnede van een zandbed teeltsysteem weergegeven, waarin de drain loodrecht op het vlak van de weergave loopt en wel in de linker onderhoek. Aan het oppervlak op de horizontale posities 0, 20 en 40 cm staat een plant. Op de horizontale positie 30 cm ligt aan het oppervlak een druppelaar. De concentratieverdeling van een inerte voedingsstof in het zandbed vlak voor een druppelbeurt en vlak daarna laat zien dat met name in de bovenlaag ver van het druppelpunt hoge concentraties optreden (Figuur 4). Dit is kwalitatief in overeenstemming met de gemeten verdeling door Schwarz *et al.* (1995). Met een dergelijk simulatiemodel kan vervolgens eenvoudig worden nagegaan of het voordelen heeft een tweede druppelpunt aan te brengen op de horizontale afstand 10 cm. Ook kan worden nagegaan of er een andere strategie van watergeven met het eerste druppelpunt mogelijk is. Verder kan het model gebruikt worden om de beste fertigatiestrategieën te ontwikkelen. Zo laat Heinen (1997) zien dat fertigeren niet primair dient plaats te vinden om te voorzien in de waterbehoefte, maar ook om het zoutniveau in de wortelzone te regelen.



Figuur 3. Gesimuleerde netto fluxdichtheden ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-2} \text{d}^{-1}$) voor vier tijdstippen rond een fertigatiebeurt. (A) vlak voor het begin van fertigeren als er alleen evaporatie optreedt; (B) tijdens het fertigeren als er nog geen drainage optreedt; (C) vlak voordat het fertigeren stopt, waarbij drainage optreedt en er een verzadigde zone (gearceerd) aanwezig is; (D) aan het eind van het drainageproces. De grootte van de pijlen geeft de relatieve grootte van de fluxdichtheid aan. In (B) en (C) geeft een pijl met lengte 10 x-as eenheden een fluxdichtheid aan van 0.2 cm min^{-1} ; de pijlen in (A) en (D) zijn respectievelijk 500 en 5 maal vergroot. De tijdsperiodes tussen (A) en (B) is 142 minuten, die tussen (B) en (C) is 18 minuten en die tussen (C) en (D) is 10 minuten (Uit Heinen, 1997).



Figuur 4. Gesimuleerde N-concentratieverdelingen (mmol l^{-1}) in een zandbed in de helft van het grondvolume tussen twee drains. (A) vlak voor het begin van fertigeren als er alleen evapotranspiratie optreedt; (B) vlak voordat fertigeren stopt, waarbij drainage optreedt. Situatie (A) correspondeert met het tijdstip van situatie (A) uit Figuur 3 en (B) met die van situatie (C) uit Figuur 3 (Uit Heinen, 1997)

CONCLUSIES

Glastuinbouw heeft optimale condities voor een efficiënt mineralenbeheer, omdat het water volledig via irrigatie wordt toegediend. Door een ongelijke verdeling van het water, zoutophoping en verschillen in het waterverbruik van de gewassen binnen de kas moet meer water worden gegeven dan het gewas opneemt en treedt uitspoeling van mineralen op.

De uitspoeling van mineralen is al spoedig hoog, omdat in de glastuinbouw veel meststoffen moeten worden gegeven. Dit hangt samen met de grote opname aan mineralen en met het feit dat voor veel gewassen bij een hoge osmotische druk in het wortelmilieu wordt geteeld om de groei van de plant en de kwaliteit van het geoogste product te sturen.

De beste oplossing voor het probleem van deze mineralenverliezen ligt in het hergebruiken, recirculeren, van het drainwater uit het wortelmilieu. Dit is goed mogelijk gebleken bij teelten in substraat, maar bij teelten in de kasgrond blijkt dit niet altijd het geval te zijn.

Voor teelten in de kasgrond moet daarom worden gezocht naar een betere sturing van het watergeven en bemesten. Door veel tuinders wordt hieraan nog te weinig aandacht besteed, want tussen bedrijven treden grote verschillen op in watergift en meststoffenverbruik. Een goede instructie voor het op de juiste wijze en tijd toedienen van water en meststoffen is hiervoor noodzakelijk. Het beste zou dit kunnen gebeuren door een modelmatige benadering. Parameters voor een dergelijke benadering zijn beschikbaar, maar dienen snel verder te worden ontwikkeld.

REFERENTIES

Anonymus (1996)

Tuinbouwcijfers 1996. LEI-DLO/CBS, Den Haag, 180 pp.

CAD (1989)

Mineralenbalansen in Akkerbouw en Tuinbouw. Consulentschap voor Bodem-, Water-, en Bemestingsvraagstukken in de Akkerbouw en Tuinbouw, Wageningen, 36 pp.

De Graaf, R. (1988)

Automation of the water supply of glasshouse crops by means of calculating the transpiration and measuring the amount of drainage water. *Acta Horticulturae* 229: 219-231.

De Kreij, C. & N. Straver (1988)

Flooded-bench irrigation: Effect of irrigation frequency and type of potting soil on growth of *codiaeum* and on nutrient accumulation in the soil. *Acta Horticulturae* 221: 245-252.

De Kreij, C. (1996)

Interactive effects of air humidity, calcium and phosphate on blossom-end rot, leaf deformation, production and nutrient content of tomato. *Journal of Plant Nutrition* 19: 361-377.

De Veld, P. (1996)

Bemesten naar behoefte nog toekomstmuziek. *Groenten en Fruit/Glasgroenten*, 6(29): 16-17.

Heinen, M. (1994)

Growth and nutrient uptake by lettuce grown on NFT. DLO Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Report 1, 74 pp.

Heinen, M. (1997)

Dynamics of water and nutrients in closed, recirculating cropping systems in glasshouse horticulture. With special attention to lettuce grown in irrigated sand beds. Proefschrift, Landbouwuniversiteit, Wageningen, 270 pp.

IKC (1994)

Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw. Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw. Afdeling Glasgroente en Bloemisterij. Aalsmeer/Naaldwijk, 172 pp.

Korsten, P., W. Voogt & C. Bloemhard (1994)

Versillen door inzijging, wegzijging, giet- en bemestingsgedrag. *Vakblad voor de Bloemisterij* 49 (35): 44-47.

Marcelis, L.F.M. & J. Janse (1997)

Sturen op topkwaliteit van Nederlandse glasgroente: het kan! In: L.F.M. Marcelis & A.J. Haverkort (Eds.) *Kwaliteit en milieu in de glastuinbouw: stimulans tot vernieuwing*, AB-DLO Thema's 4, pp. 29-44.

- Otten, W. (1994)
Dynamics of water and nutrients for potted plants induced by flooded bench irrigation: experiments and simulation. Proefschrift, Landbouwniversiteit, Wageningen, 115 pp.
- Postma, R. (1996)
Stikstofverliezen door denitrificatie op praktijkbedrijven met jaarrondchrysant. NMI-LUW, Verslag C96.11, 44 pp.
- Schwarz, D, M. Heinen & M. van Noordwijk (1995)
Rooting characteristics of lettuce grown in irrigated sand beds. *Plant and Soil* 176: 205-217.
- Sonneveld, C. (1995)
Fertigation in the Greenhouse Industry. Proceedings of the Dahlia Greidinger International Symposium on Fertigation. Technion - Israel Institute of Technology, Haifa, Israel, pp. 121-140.
- Sonneveld, C. (1996)
Nutriënten in beschermde teelten. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk. Rapport no 46, 27 pp.
- Sonneveld, C. (1997)
Mineralenopname bij teelten onder glas. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk. Intern Verslag 81, 35 pp.
- Sonneveld, C. & J. van den Ende (1967)
Bijmesten via de regenleiding met behulp van de concentratiemeter. *Mededelingen Directie Tuinbouw* 30: 54-60.
- Sonneveld, C. & J. van den Ende (1990)
Estimating the chemical composition of soil solutions by obtaining saturation extracts or specific 1:2 by volume extracts. *Plant and Soil* 122:169-175.
- Sonneveld, C. & A.A.M. van der Burg (1991)
Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 39: 115-122.
- Van der Burg, A.A.M. & Ph. Hamaker (1987)
Variatie in waterafgifte druppelaars en wateropname. *Groenten en Fruit/Glasgroenten*, 42 (19): 30-33.
- Verkerke, W., C. De Kreij & J. Janse (1993)
Zacht maar lekkerder door keukenzout. *Groenten en Fruit/Glasgroenten*, 3 (4): 20-21.
- Voogt, W. (1992)
Plant is niet vies van chloride. *Groenten en Fruit/ Glasgroenten*, 2 (48): 32-33.
- Voogt, W. & C. Sonneveld (1997)
Nutrient management in closed growing systems for greenhouse production. In: E. Goto, K. Kurate, M. Hayashi & S. Sase (Eds), *Plant Production in Closed Ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands (in druk).

9. Efficiënt en verantwoord produceren onder glas: Naar een bewuste synthese van doelstellingen

H. Challa¹ & J. Pluimers^{1,2}

¹ Vakgroep Tuinbouwplantenteelt, Landbouwuniversiteit Wageningen, Haagsteeg 3, 6708 PM Wageningen

² Centrum voor Milieu en Klimaatstudies, Wageningen, Postbus 9101, 6700 HB Wageningen

Samenvatting

Energiebesparing is voor de Nederlandse glastuinbouw een maatschappelijke noodzaak. Het is mogelijk om hiervoor op wetenschappelijke gronden normen vast te stellen, wanneer een aantal uitgangspunten en veronderstellingen wordt geaccepteerd. Op bedrijven is een substantiële energiebesparing technisch heel wel mogelijk, maar de realisatie ervan in de praktijk stuit op problemen: de ermee gepaard gaande kosten, de neveneffecten en de afstemming op andere, eveneens prioritaire, doelstellingen van het overheidsbeleid. Kennis kan een sleutelrol spelen bij het nastreven van een bewuste en verantwoorde synthese van milieu- en bedrijfsdoelstellingen. Het best komt deze synthese tot uiting in modelvorming en hiervan afgeleide intelligente besturings- en beslissingsondersteunende systemen, die dan wel goed dienen te worden ingebed in de belevings- en denkwereld van de gebruiker.

Optimale beslissingen op bedrijfsniveau leiden echter niet automatisch tot realisering van overheidsbeleid ten aanzien van het milieu. Bij de aansturing van de glastuinbouwsector door het beleid is het bovendien noodzakelijk om problemen integraal te benaderen. Modelstudies op het niveau van bedrijven en van de sector als geheel moeten de tuinder, zowel als de beleidsmaker beter inzicht geven in de beste wijze om de doelstellingen te realiseren en de basis vormen voor optimale besturingssystemen. De plantenteeltwetenschappen zijn er op gericht om, ook in minder goed gedefinieerde en complexe systemen (o.a. glastuinbouwbedrijven), reeds beschikbare kennis optimaal in te zetten en aanvullende kennis gericht te verwerven teneinde integrale oplossingen te vinden. Naar onze mening heeft de Nederlandse glastuinbouw goede kansen om, ook met aanmerkelijk minder energieverbruik, zich een goede toekomst te verwerven, waarbij toepassing van kennis een sleutelrol kan vervullen.

INLEIDING

De Nederlandse glastuinbouw is, met name in relatie tot de export, een voor Nederland belangrijke sector (CBS/LEI, 1995). Het aandeel in het nationaal gasverbruik (13 %; Van der Velden *et al.*, 1996) is echter hoog. Deze hoge energie-intensiteit bezorgt de glastuinbouw en de producten van de sector een ongunstig imago. Bovendien maken energiekosten nu

reeds zo'n 10-20 % van de totale kosten uit, een aandeel dat op termijn, met het naar verwachting hoger worden van de prijzen van brandstoffen, nog verder zal stijgen.

De sector neemt de kritiek uit de samenleving ter harte en heeft daarom afspraken gemaakt om het overheidsbeleid gericht op het terugdringen van het energieverbruik ook binnen de glastuinbouw gestalte te geven. In de zogenaamde Meerjarenafpraak Energie (MJA-Energie, 1992) zijn hiertoe afspraken gemaakt met betrekking tot het verbeteren van de energie-efficiëntie (energieverbruik betrokken op de omvang van de productie) en tot verlaging van de CO₂-uitstoot tot het jaar 2000. Het ziet er naar uit dat de sector, mede dankzij de productiestijging per m², zijn afspraken, voor wat betreft de energie-efficiëntie wel na kan komen, maar dat de norm m.b.t. de uitstoot van CO₂ niet zal worden gehaald. Ook rijst de vraag hoe het na het jaar 2000 verder moet, terwijl de druk op de sector toch al heel hoog is, door problemen in de markt en stijgende lasten en er ook op andere fronten steeds zwaardere eisen worden gesteld aan de bedrijven (gewasbescherming, lozingsproblematiek, afvalstromen, arbeidsomstandigheden).

In het kader van dit themaboekje zal vanuit de plantenteeltwetenschappen worden nagegaan welke bijdrage aan het terugdringen van het energieverbruik in de glastuinbouw kan worden geleverd, als onderdeel van een bewuste synthese van doelstellingen. Wij zullen daarbij een systeemkundig uitgangspunt hanteren, d.w.z. dat we in onze beschouwingen in en uit zullen zoomen op het systeem "glastuinbouw". In de loop van deze bijdrage zal duidelijk worden waarom dat zo belangrijk is.

BESCHOUWINGEN MET BETREKKING TOT HET ENERGIEVERBRUIK

Het maatschappelijke probleem van het hoge energieverbruik in de glastuinbouw is tweeledig, er is sprake van het uitputten van eindige hulpbronnen (de Nederlandse en mondiale aardgasreserves) ten nadele van toekomstige generaties; daarnaast draagt verbranding van aardgas bij aan het broeikaseffect, dat kan leiden tot verhoging van de temperatuur op aarde als gevolg van een toename van de concentratie van zogenaamde broeikasgassen in de atmosfeer. Deze gassen vertonen een sterke absorptie van langgolelige straling en veranderen daardoor de stralingsbalans van de aarde. Het broeikaseffect wordt ondermeer veroorzaakt door CO₂ (kooldioxyde), maar ook andere gassen zoals CH₄ (methaan) en N₂O (lachgas) dragen hieraan bij (RIVM, 1995). De Nederlandse bijdrage aan dit mondiale probleem is minder dan 1 %, met een inwoneraantal dat slechts 0,28 % van de wereldbevolking uitmaakt. Ondanks het ogenschijnlijk beperkte aandeel leeft Nederland hierin dus ruimschoots boven zijn stand, indien we er tenminste van uit gaan dat elke wereldburger in gelijke mate recht heeft op de mondiale milieugebruiksruimte.

In Nederland draagt de agrarische sector substantieel (13 %) bij aan de landelijke broeikasgas-emissie. Door een uitstoot van 8 miljoen ton CO₂ draagt de glastuinbouw hierin voor 5 % bij (Van der Velden *et al.*, 1995). Deze CO₂-uitstoot is hoofdzakelijk het gevolg van verbranden van aardgas door de glastuinbouw (gemiddeld 13 % van het totale Nederlandse gasverbruik over de periode 1990-1993) ten behoeve van verwarming en CO₂-dosering. In 1993 bedroeg de totale energievraag in Nederland ca. 2878 PJ (Peta Joule = 10¹⁵ J). Belangrijke bijdragen hierin worden geleverd door de industrie, de transportsector en de huishoudens (Tabel 1). De rest (20 %) gaat onder andere naar de land- en tuinbouw, bouwnijverheid en dienstensector. Het grootste deel van het agrarisch energieverbruik komt op conto van de glastuinbouw (Tabel 1, Poppe *et al.*, 1995).

Tabel 1. Overzicht van het jaarlijks gasverbruik en de CO₂-emissie door de Nederlandse glastuinbouw (1995) in relatie tot de milieugebruiksruimte en tot nationale en mondiale cijfers (zie verder tekst)

Betreft	Omvat	Omvang	Toelichting
Energie-aanwending	NL totaal	100 %	2878 PJ
	industrie	41 %	
	transport	18 %	
	huishoudens	20 %	
	overige	15 %	
	glastuinbouw	5 %	147 PJ
Actuele CO ₂ -emissie	NL glastuinbouw	8 · 10 ⁹ kg	5 % NL emissie
Actueel aardgasverbruik (V.d. Velden <i>et al.</i> , 1996)	NL glastuinbouw	4,3 · 10 ⁹ m ³	13 % NL verbruik (1990 - '93)
Aanvaardbare CO ₂ -emissie (Krause <i>et al.</i> , 1989)	mondiaal	13 · 10 ¹² kg	0,28 % wereldbevolking
	nationaal	36 · 10 ⁹ kg	5 % NL emissie
	NL glastuinbouw	1,8 · 10 ⁹ kg	nodig: 78 % reductie
Aanvaardbaar gasverbruik (Annema <i>et al.</i> , 1993)	mondiaal	4 · 10 ¹² m ³	0,28 % wereldbevolking
	nationaal	11 · 10 ⁹ m ³	13 % NL verbruik
	NL glastuinbouw	1,4 · 10 ⁹ m ³	nodig: 67 % reductie

In de eerder genoemde MJA-Energie hebben de overheid en de sector afspraken gemaakt teneinde het energieverbruik en de CO₂-emissie terug te dringen. In deze afspraak is vastgelegd dat de energie-efficiëntie in 2000 50 % moet bedragen ten opzichte van die in 1980. Energie-efficiëntie wordt daarbij (anders dan de term zou doen vermoeden) uitgedrukt in het (directe) energieverbruik per eenheid product. Deze wordt dus bepaald door zowel het energieverbruik als de productie. Daarnaast wordt gestreefd naar een reductie van de CO₂-emissie van 3 tot 5 % over de periode 1989/90-2000. De energie-efficiëntie bedroeg in 1993 reeds 65 %. De energie-efficiëntie is in begin jaren '80 sterk afgenomen (verbeterd), maar daarna weer licht toegenomen (Van der Velden *et al.*, 1995).

MILIEUGEBRUIKSRUIMTE VOOR HET ENERGIEVERBRUIK IN DE NEDERLANDSE GLASTUINBOUW

Alvorens in te gaan op mogelijkheden en strategieën voor energiebesparing willen wij allereerst stilstaan bij de vraag wat een aanvaardbaar ("duurzaam") niveau van fossiel energieverbruik zou zijn voor de Nederlandse glastuinbouw (Tabel 1). Hiertoe kan worden uitgegaan van het begrip milieugebruiksruimte. De milieugebruiksruimte geeft de mogelijkheden aan voor benutting van milieu- en natuurfuncties door de mens (Opschoor, 1987). Voorbeelden van zulke natuurfuncties zijn agrarische productie en het natuurlijke herstellvermogen van eco-systemen (draagfunctie). Deze functies kunnen niet ongelimiteerd door

de mens worden gebruikt, bijvoorbeeld door het uitputten van hulpbronnen en overmatige belasting van het milieu met afvalstoffen.

Krause *et al.* (1989) hebben getracht een bovengrens aan te geven voor de emissie van broeikasgassen. Zij gaan ervan uit, dat bij een temperatuurstijging van maximaal 0,1 °C per decennium en een totale temperatuurstijging van maximaal 2 °C flora en fauna zich kunnen aanpassen en dat daarom deze norm valt binnen de milieugebruiksruimte. Bij een dergelijke acceptabel geachte temperatuurverandering zou naar schatting een maximale mondiale emissie van $13 \cdot 10^{12}$ kg CO₂ per jaar getolereerd kunnen worden.

Uitgaande van gelijke rechten voor elk individu leidt een rechtvaardige verdeling van deze milieugebruiksruimte over de wereldbevolking in principe tot een gelijke ruimte per wereldburger. In Nederland woont 0,28 % van de wereldbevolking, hetgeen volgens dit principe leidt tot een maximale landelijke uitstoot van $36 \cdot 10^9$ kg CO₂ per jaar. Voor een toedeling naar de glastuinbouw is, bij gebrek aan andere objectieve criteria, het historisch bepaalde aandeel wellicht een aanvaardbaar gegeven. Dit leidt dan tot een bovengrens van bijna twee miljard kg CO₂ per jaar, hetgeen correspondeert met ca. 22 % van de huidige emissie door de Nederlandse glastuinbouw.

Een plafond voor een duurzaam tempo waarin de mondiale aardgasvoorraden zouden mogen worden aangesproken kan via een soortgelijke berekening worden uitgevoerd. Uitgangspunt daarbij zou kunnen zijn dat het mondiale aardgasverbruik ongeveer gelijke tred zou moeten houden met de hoeveelheid die gevonden wordt. In dat geval komt men tot een maximaal mondiaal verbruik van $4 \cdot 10^{12}$ m³ aardgas per jaar (Annema *et al.*, 1993).

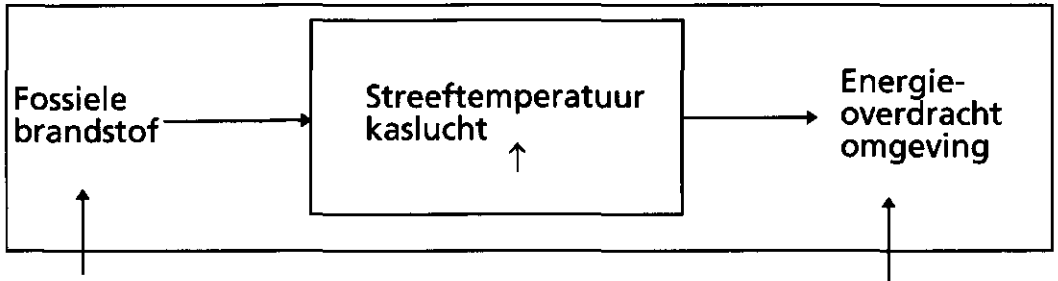
Als dit verbruik op dezelfde wijze als de CO₂-emissie omgerekend wordt naar een verbruik voor de Nederlandse glastuinbouw komt dit neer op een "duurzaam" aardgasverbruik van ongeveer 1,4 miljard m³ per jaar. Dit betekent dat het verbruik met ongeveer 67 % zou moeten dalen ten opzichte van het gebruik in 1995.

Met wat andere uitgangspunten zouden de getallen naar boven of naar beneden kunnen worden bijgesteld. Desondanks tonen de cijfers aan, dat glastuinbouw met een verantwoord energieverbruik in Nederland haalbaar is, maar dat nog belangrijke inspanningen nodig zullen zijn, teneinde het energieverbruik en de CO₂-emissie op dat niveau te brengen.

ENERGIEBESPARING IN DE GLASTUINBOUW OP VERSCHILLENDE SYSTEEMNIVEAUS

Input-georiënteerde benaderingen

Het probleem van energiebesparing in de glastuinbouw werd vanuit de wetenschap, zoals we meestal zien, in eerste instantie eenzijdig en monodisciplinair opgelost. De jaren '80 deed aan een groot aantal inventieve en creatieve, maar vaak geïsoleerde oplossingen het licht zien. Met name vanuit de technische wetenschappen kwamen tal van mogelijkheden naar voren (Energiesymposia ISHS: Larsen & van der Borg, 1978; O'Flaherty & van der Borg, 1981; Short, 1984; Garzoli, 1989; Tognoni & Serra, 1988; Bailey & Ferrero, 1989; Bailey *et al.*, 1992). Genoemd kunnen worden "potdichte" en beter geïsoleerde kassen, nieuwe verwarmingssystemen, diverse uitvoeringen van zonnekassen en daarmee gepaard gaande



Figuur 1. Energiebesparing vanuit een primair technologische invalshoek: hoe de stroom van gas/olie te verminderen bij gegeven streefwaarde voor de kastemperatuur. ↑ geeft aan waar ingrepen plaats kunnen vinden

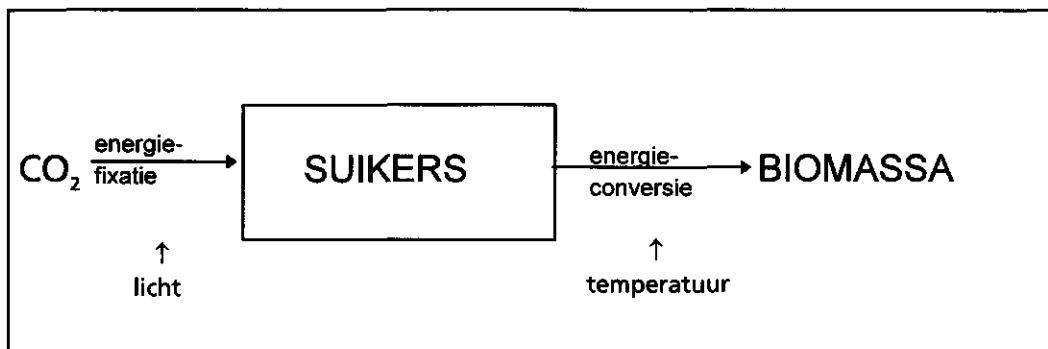
systemen van opslag van warmte, de warmtepomp, benutting van restwarmte en van alternatieve energiebronnen, etc. Veel technologische oplossingen werden gecreëerd die echter niet altijd goed in de praktijk bleken in te passen. Wel heeft dit type onderzoek veel bruikbare bouwstenen opgeleverd voor incorporatie in meer geïntegreerde benaderingswijzen. Vanuit de plantenteeltwetenschappen is vooral aandacht geschonken aan verlaging van de teelttemperatuur (o.a. door veredeling), mogelijkheden voor het flexibiliseren van temperatuurregimes (temperatuurintegratie) en lokale temperatuursturing (b.v. wortel- en groeipuntverwarming). Tevens zijn ervaringen opgedaan met tal van neveneffecten bij de toepassing van energiebesparende technologieën. Voorbeelden zijn de effecten van geringe ventilatie, die kunnen leiden tot te hoge luchtvochtigheid, accumulatie van toxische gassen in de kaslucht en extreem lage CO₂-concentraties. Ook het probleem van verminderde lichttoetreding en de daarmee gepaard gaande oogstreductie als gevolg van toepassing van dubbele kasdekken en schermen is aanvankelijk onvoldoende onderkend, maar dit besef heeft vervolgens een grote rol gespeeld bij de verdere ontwikkeling en vervolmaking van energiezuinige kassen.

Bij de input-georiënteerde benadering werd de kas gezien als een systeem waar aardgas (olie) in gaat en een bepaalde temperatuur dient te worden gehandhaafd (Figuur 1). De problematiek werd in de jaren '80, naar aanleiding van de energiecrisis, vooral vanuit schaarste aan energie benaderd. De uitstoot van CO₂ was toen nog niet zo in beeld.

Vanuit deze visie ontstaan logischerwijze vier oplossingsrichtingen:

1. het zoeken naar alternatieve energiebronnen,
2. het verhogen van de efficiëntie van de warmteproductie,
3. het verminderen van het energieverlies vanuit de kas, en
4. het handhaven van een lagere teelttemperatuur.

Wij zullen vanuit de teeltwetenschappen nader ingaan op de verlaging van de teelttemperatuur. Theoretisch zitten aan deze benadering nogal wat haken en ogen. De temperatuur van de kaslucht is namelijk één van de belangrijkste mogelijkheden van de teler om het productieproces te sturen en daarom is het aantal vrijheidsgraden om met het oog op energiebesparing de temperatuur te verlagen zeer beperkt. Het is niet denkbeeldig dat in een aantal gevallen temperatuurverlaging zelfs averechts zou werken en dat, als gevolg van teeltduurverlenging, het energieverbruik per eenheid product zou stijgen.



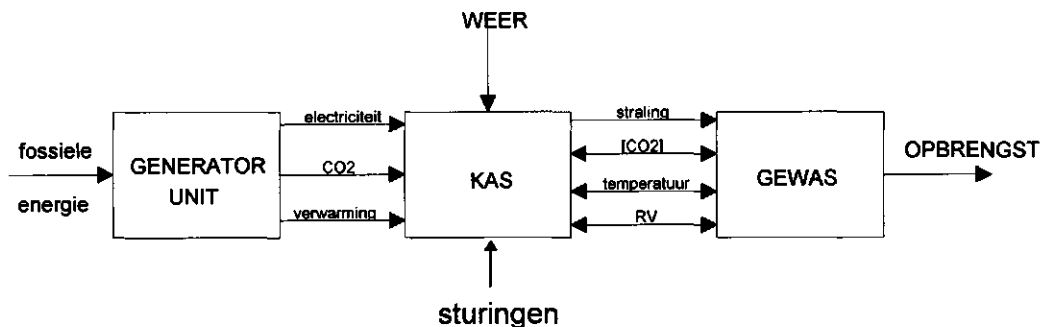
Figuur 2. Het productieproces als serieschakeling van energiefixatie en -conversie, ieder met een verschillende afhankelijkheid van de omgevingsfactoren

Eén van de belangrijkste mogelijkheden voor temperatuurverlaging is waarschijnlijk het benutten van de flexibiliteit van gewassen ten aanzien van de momentane temperatuurbehoefte. Men kan het productieproces zien als een keten van twee in serie geschakelde processen, namelijk energiefixatie en energieconversie (Figuur 2). Hierbij is het energiefixatieproces (fotosynthese) tijd-kritisch, d.w.z. als de omstandigheden voor energiefixatie op een gegeven moment niet optimaal zijn, gaat ingestraalde energie verloren. Dit verlies is niet meer te compenseren, behalve door toepassing van kunstlicht, hetgeen zich natuurlijk slecht verdraagt met het doel van energiebesparing. De energieconversie (omzetting van gevormde suikers in biomassa) is daarentegen veel minder tijd-kritisch, omdat gevormde suikers kunnen worden opgeslagen en groei en ontwikkelingsprocessen zo meer in de tijd kunnen worden gespreid. Er zijn aanwijzingen dat de middels teeltproeven gevonden optimale teelttemperaturen zouden kunnen worden verfijnd voor wat betreft het dagelijks verloop, het verloop over langere termijn (weken) en met betrekking tot de teeltfase. Er ontbreekt nog veel inzicht omtrent de toleranties die gewassen aan de dag leggen ten aanzien van de reactie op kortere perioden van temperatuurverlaging. Naar ons idee liggen hier nog mogelijkheden voor verdere ontwikkeling. Deze ontwikkeling dient echter gepaard te gaan met procesmatig onderzoek naar de effecten van perioden met lage temperatuur, in verband met het grote aantal combinatiemogelijkheden waaraan kan worden gedacht.

Kosten-batenbenadering

Energiebesparing is pas in tweede instantie (Figuur 3) benaderd vanuit het productieproces en de inbedding daarvan in het bedrijf, waarbij de aspecten kosten en baten met elkaar in verbinding werden gebracht (Challa, 1988). Door in het beleid de energie-efficiëntie centraal te stellen werd benadrukt dat de input van energie in relatie gezien moet worden tot de output en niet als een geïsoleerd gegeven. Ook werd daarmee het mondiale karakter van het vraagstuk van de CO_2 -emissie erkend: het heeft geen zin om areaal met hoog-efficiënte en met zorg voor het milieu geoptimaliseerde productiesystemen in het ene land in te krimpen ten gunste van minder milieuvriendelijk productie-areaal in een ander land (Verhaegh, 1996).

Het verbinden van een kosten/baten-analyse aan de toepassing van energiebesparende technologieën heeft geleid tot de bekende lijstjes van het LEI-DLO waarin de investerings-



Figuur 3. Energiebesparing in de context van een kosten-baten-analyse: nadere uitwerking van het samenspel tussen de systemen "kas" en "gewas" bij het tot stand komen van relevante klimaatgrootheden (rechterdeel) en de hiertoe benodigde opwekking van warmte, CO₂ en elektriciteit (linker deel); het weer verstoort het systeem, de sturingen (onder) beogen de teelt doelstellingen te realiseren

volgorde wordt benadrukt. Op het niveau van de sturing van het klimaat is de benadering van de werkgroep "Kasklimaatbesturing van de jaren '90" (Challa et al., 1988) van groot belang geweest voor het ontwikkelen van een denkkader voor een nieuwe generatie kasklimaatbesturingssystemen waarin fysische, fysiologische en systeemkennis werd geïntegreerd. Prototypen volgens dit concept zijn op dit moment in ontwikkeling en zouden, wanneer het bedrijfsleven hier tijdig op inspeelt, binnen enkele jaren op de markt kunnen komen.

De inzet van energie bij het productieproces in kassen kan als volgt worden geschetst (Figuur 3): in het systeem kas-gewas wordt het buitenweer als gevolg van de bijzondere eigenschappen van de kas getransformeerd, waardoor, in wisselwerking met het gewas, het kasklimaat ontstaat. Voor de tuinder is het kasklimaat één van de belangrijkste instrumenten om het productieproces te sturen. Daarom wordt dit middels het klimaatbesturingssysteem actief geregeld, waarbij ondermeer warmte, CO₂ en elektriciteit noodzakelijk zijn. In de traditionele configuratie wordt in deze behoeften voorzien door het verbranden van aardgas in een ketel, of middels warmte-krachtkoppeling. Zoals uit de figuur blijkt wordt het kasklimaat niet alleen beïnvloed door het weer en de toegevoerde CO₂ en warmte, maar ook door het gewas zelf. Door de fotosynthese van het gewas en de verdamping verandert de samenstelling van de atmosfeer. Om deze interactie te benadrukken kunnen we spreken van het systeem kas-gewas. Mogelijkheden voor terugdringing van het (fossiele) energieverbruik moeten dan ook op dit niveau worden bekeken.

In het kader van dit thema zal niet verder worden ingegaan op de vraag hoe de opwekking van warmte, CO₂ en elektriciteit met de geringste inzet van fossiele energie tot stand kan komen. Via een keur aan opties is het mogelijk om de benodigde inputs voor de kas met kleinere of grotere inzet van fossiele energie te realiseren, waarbij vooral twee punten in het oog springen, namelijk de afstemmingsproblematiek en de kostprijs. Technisch is het heel goed mogelijk om de inzet van fossiele brandstof voor de genoemde inputs drastisch te reduceren, maar voor een concurrerende glastuinbouw is een, ten opzichte van het buitenland, redelijk niveau van de energiekosten noodzakelijk. De afstemmingsproblematiek speelt een rol omdat het technisch aantrekkelijk is om warmte, CO₂ en elektriciteit gekoppeld op te wekken, maar de vraag vanuit het systeem kas-gewas wisselt, zowel naar de omvang als naar de samenstelling: CO₂ is in het licht nodig, warmte en stroom in ster-

kere mate 's nachts; daarnaast zijn er natuurlijk de fluctuaties als gevolg van de seizoenen en de grilligheden van het weer. Voor een optimale inzet van fossiele energie is het daarom noodzakelijk de afstemmingsproblematiek te betrekken bij het ontwerpen en benutten van het systeem kas-gewas. Gezien de grote verscheidenheid in bedrijven, teelten en systemen waarmee fossiele energie wordt omgezet in warmte, CO₂ en elektriciteit is deze afstemming een kwestie van maatwerk.

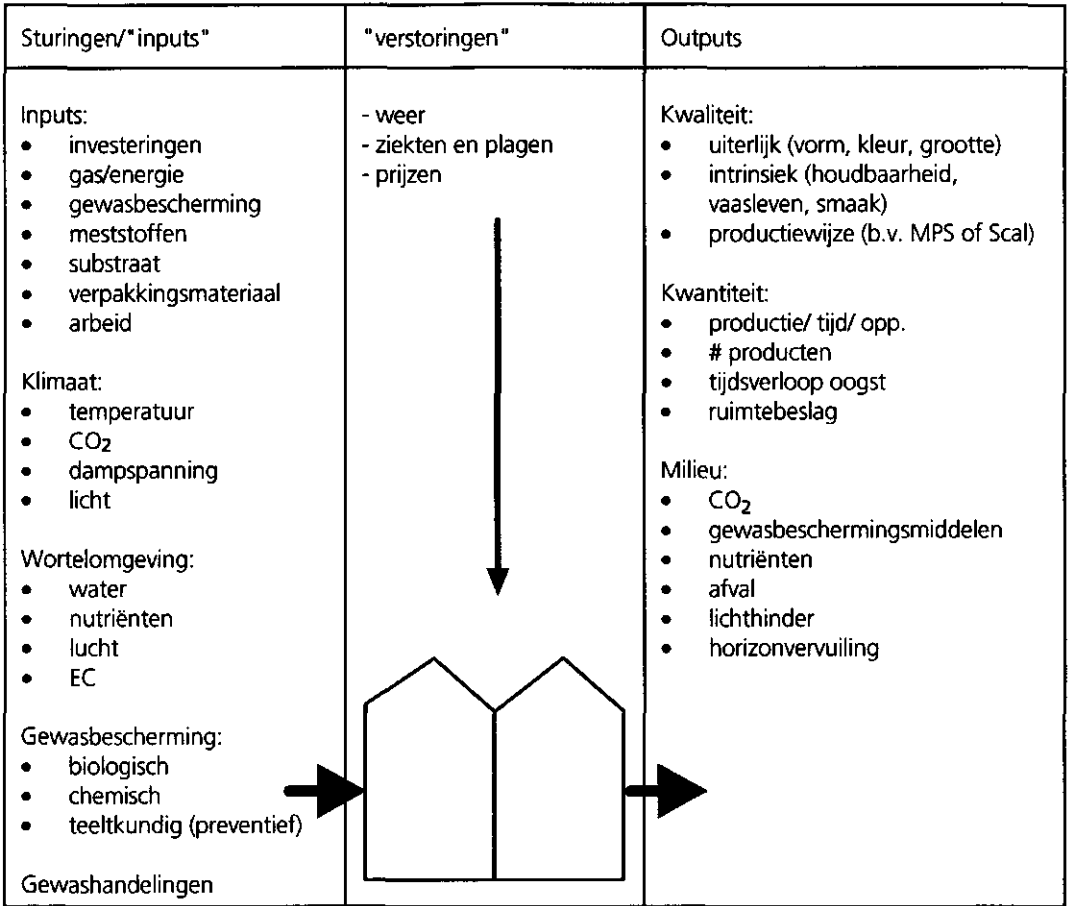
Aansluitend bij de eerder geschetste behoefte aan meer gedetailleerde kennis omtrent de dynamische temperatuurtoleranties van het gewas, zijn er volop mogelijkheden om deze te benutten in relatie tot de dagelijkse variaties in het weer en het optimaal inspelen op de mogelijkheden en beperkingen van complexere systemen voor het genereren van warmte, elektriciteit en CO₂ (inclusief warmtebuffers). De kennis voor het bouwen van besturings-systemen voor dit doel is voor een groot deel reeds aanwezig en het in de praktijk brengen van deze kennis zou een sterke stimulans betekenen voor het opdoen van meer ervaring met dit type klimaatsturingssystemen.

Meervoudige doelbenadering

Op dit moment wordt de sector niet alleen geconfronteerd met het energievraagstuk, maar staat ook een aantal andere problemen hoog op de agenda. In een dergelijke context is geen ruimte meer voor een eenzijdige benadering vanuit de energieproblematiek en is er op het niveau van het bedrijf een overduidelijke noodzaak tot synthese van doelstellingen, teneinde de complexe problemen van deze tijd te kunnen aanpakken (Figuur 4). Naast het beheersen van kosten en het op peil houden en zo mogelijk verhogen van de productie per m² staat tegelijkertijd ook een aantal andere doelstellingen centraal: de kwaliteit van het geoogste product, zowel de uitwendige als de intrinsieke kwaliteit, moet gericht worden gestuurd (dit themaboekje: Marcelis & Janse; Maas & Vogelesang; Van Meeteren & Jordi), een goede inpassing in de keten naar kwantiteit, kwaliteit en timing is noodzakelijk, (dit themaboekje: Simons *et al.*; Kuiper & Van de Pol), de arbeidsbehoefte moet goed worden gepland en steeds verder aangescherpte milieu-doelstellingen dienen te worden gerealiseerd (dit themaboekje: Van Lenteren *et al.*; Sonneveld & Heinen).

Meer in het algemeen kan men het zo formuleren dat de bedrijfsdoelstellingen, of die nu ex- of impliciet zijn (meestal is het laatste het geval) zo goed mogelijk dienen te worden gerealiseerd, binnen de geldende randvoorwaarden. Het maximaliseren van het ene doel zal daarbij in veel gevallen ten koste gaan van andere doelstellingen. Zo is het denkbaar dat een hoge productie ten koste gaat van de kwaliteit, en/of dat de hiermee gemoeide kosten hoger zijn. Ook kan het opleggen van beperkingen ten aanzien van het energieverbruik consequenties hebben voor het nastreven van andere milieudoelstellingen.

Het nastreven van doelstellingen die elkaar beïnvloeden is kenmerkend voor de land- en tuinbouw: eigenlijk is elke teelt de neerslag van een groot aantal compromissen. Voor het vinden van optimale oplossingen voor dit soort vraagstukken zijn er verschillende benaderingen. In theorie kan elke doelstelling een economische vertaling krijgen. In principe kan dan met behulp van optimaliseringstechnieken een optimaal verloop van de teelt worden berekend, inclusief de hiertoe benodigde ingrepen. Op deze wijze zouden de doelstellingen het beste kunnen worden gerealiseerd, als tenminste de omstandigheden van te voren bekend zijn. In werkelijkheid is dat natuurlijk niet het geval. Er is sprake van een groot aantal intrinsieke onzekerheden (weer, prijsvorming, optreden van ziekten en plagen) en



Figuur 4. De tuinder als bestuurder van zijn teeltsysteem: energiebesparing benaderd als één van de bedrijfsdoelstellingen

bovendien is het systeem dermate complex dat nauwkeurige voorspellingen ook daarom moeilijk zijn te maken. Daarnaast wordt bij een dergelijke benadering het afwegingsprobleem verdoezeld, omdat er alleen nog guldens worden vergeleken en niet meer de realisatie van de doelstellingen.

In onze filosofie lijkt het daarom moeilijk, maar ook ongewenst, om beslissingsondersteunende systemen te ontwerpen die teeltbeslissingen van de tuinder over zouden nemen. In beslissingsondersteunende systemen dient de afweging tussen de beoogde doelstellingen door de tuinder zelf te worden gemaakt, op basis van een prognose van de consequenties van alternatieve beslissingen. Zo kunnen dit soort systemen goed ingebed en verankerd worden in de werk- en denkwijze van de tuinder.

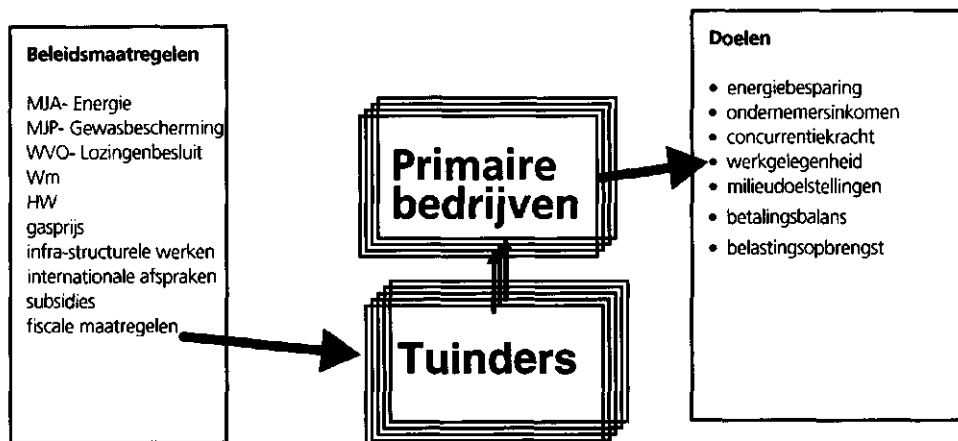
Het is duidelijk dat in een zo diverse sector als de glastuinbouw, met een sterk uiteenlopend sortiment, verschillende bedrijfstypen en verschillende ondernemers met verre van uniforme strategieën optimale oplossingen niet tot eenheidsworst kunnen verworden en dat individuele en flexibele keuzen gemaakt dienen te worden. Op grond van de grote verschillen in opbrengst en energieverbruik van bedrijven ligt het voor de hand om te veronderstellen dat er nog veel ruimte is voor verbetering van de wijze waarop glastuinbouwbe-

drijven worden gerund, zowel naar economische als naar ecologische maatstaven. Dergelijke verbeteringen zouden zowel op strategisch (lange-termijn), tactisch (jaarplanning) als op operationeel niveau (dag-tot-dag beslissingen) kunnen worden gerealiseerd. Een kansrijke benadering hiertoe is het inzetten van kennis als instrument om de teelt in kassen te individualiseren, flexibiliseren en te verwetenschappelijken.

Essentiële instrumenten hierbij zijn modelbouw en kennis omtrent het benutten van modellen in beslissingsondersteunende en andere systemen, scenario-analyses en optimaliseringsbenaderingen. Flexibilisering van de klimaatbesturing in het bijzonder en de besluitvorming in het algemeen, kan tot substantiële verbeteringen leiden in de benutting van resources. Voorwaarde daarbij is een grondige kennis van de betrokken processen en een goede inbedding in de denkwereld en werkwijze van de gebruikers van dit soort systemen. Hierbij is het belangrijk om goed om te gaan met het spanningsveld tussen het denkmodel van de gebruiker (tuinder, beleidsfunctionaris) en dat van de wetenschap. Bij het ontwerpen van intelligente systemen voor besturing en ondersteuning zijn respect voor en inzicht in de denk- en belevingswereld van de gebruiker noodzakelijk en moet daarbij aandacht worden geschonken aan de vraag wie voor welk onderdeel van de besluitvorming verantwoordelijk kan en zal zijn. Dit soort systemen zijn anders tot mislukken gedoemd. Het landbouwkundig onderzoek staat aldus voor een geweldige uitdaging om aan deze fundamentele vraag naar kennis op adequate wijze te voldoen en zal alles in het werk moeten stellen om die kennis niet alleen te vergaren, maar vooral ook operationeel te maken ten behoeve van de sector, in nauwe samenwerking met betrokkenen.

Sectorbenadering

Het op flexibele wijze optimaliseren van de meervoudige doelstellingen op individuele bedrijven draagt bij aan een efficiënte en verantwoorde inzet van inputs op het niveau van het bedrijf, maar levert nog geen garantie voor het bereiken van de afspraken en daaruit voortvloeiende taakstellingen op het niveau van de sector als geheel. Hiertoe is het noodzakelijk om op een andere schaal naar het probleem te kijken (Figuur 5). Vanuit het beleid van de overheid en van de sector zelf kan dan worden overwogen welke de meest geëigende instrumenten zijn om het systeem "glastuinbouw" aan te sturen vanuit de ook hier geldende meervoudige doelstellingen, zoals rentabiliteit, internationale concurrentiekracht, werkgelegenheid, naast de eerder genoemde milieu-aspecten. Afhankelijk van het niveau waarop wordt ingezoomd is er behoefte aan verschillende wetenschappelijke benaderingen en aan verschillende instrumenten om de doelstellingen te verwezenlijken. Er worden op diverse milieuterreinen forse inspanningen van de tuinder verwacht. In de MJA-Energie zijn doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van energiebesparing; daarnaast zijn doelstellingen met betrekking tot onder andere de beperking van emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen geformuleerd. De meeste inspanningen die op een ander milieuterrein dan energie zijn ingezet hebben geen of negatief effect op zowel de hoeveelheid energie als de efficiëntie ervan (IKC, 1995). Meer eisen op de andere milieuterreinen (met name gewasbescherming) maken het realiseren van de energiedoelstellingen moeilijker. Vermindering van de inzet van gewasbeschermingsmiddelen maakt correctie door droogstoken, aanhouden van minimumbuistemperatuur en het gebruik van een vochtmier belangrijker. Isolatie van kassen leidt tot een hogere vochtigheid, die het



Figuur 5. Energiebesparing benaderd als één van de sectordoelstellingen in de glastuinbouw, in relatie tot het overheidsbeleid; MJA = meerjarenafspraak; MJP = meerjarenplan; WVO = wet verontreiniging oppervlaktewater; Wm = wet milieubeheer (afval); HW = hinderwet

optreden van schimmelziekten bevordert (IKC, 1995). Verbetering van de kwaliteit van snijbloemen door assimilatiebelichting leidt in het algemeen tot een minder gunstige energie-efficiëntie en een hogere CO₂-emissie (IKC, 1995).

Met deze voorbeelden willen wij benadrukken dat het maken van keuzen door de tuinder, maar ook door overheidsinstanties, met betrekking tot het ontwikkelen van beleid, complex is. Het bekijken van opties ter verbetering van een milieuaspect vraagt op verschillende niveaus om afwegingen met betrekking tot andere milieuproblemen. Middels systeemanalyse zullen de komende jaren beleidsopties worden geëvalueerd tegen de achtergrond van de meervoudige doelstellingen van de Nederlandse glastuinbouw.

CONCLUSIES

Bij het aansturen van landbouwkundig onderzoek op het gebied van energievraagstukken in het bijzonder en van de milieuproblematiek in het algemeen, dient er een goed evenwicht te worden bewerkstelligd tussen analyserend en synthetiserend onderzoek, zoals dat met name in de teeltwetenschappen in praktijk wordt gebracht. Heel veel reeds bestaande kennis wordt nog onvoldoende benut, omdat onderzoek gericht op een klein onderdeel gemakkelijker is te overzien en derhalve aantrekkelijker is om aan te pakken of te financieren dan een complex, op het eerste gezicht ongrijpbaar, onderzoeksproject gericht op een meer integrale oplossing van een probleem. Door de inherente complexiteit van het sys-

teem is het in dergelijk onderzoek moeilijker en kost het meer tijd om met harde bewijsvoeringen te komen en publiceerbare resultaten te verkrijgen. Bovendien is dergelijk onderzoek meer interdisciplinair van karakter en is een onderzoeksleider meer afhankelijk van inbreng vanuit vakgebieden die verder weg staan. Mede hierdoor ontstaat van nature een neiging tot een vlucht naar het detail.

Er zou daarom veel meer aandacht moeten worden geschonken aan een goede afstemming van de prioriteiten in de op onderdelen gerichte onderzoeksactiviteiten op die van de meer integrerende en overkoepelende onderzoeksprogramma's, een afstemming zoals we die op dit moment bij de C.T. de Wit Onderzoeksschool Productie-Ecologie tot ontwikkeling zien komen.

Kijken we met het oog op de energieproblematiek naar het perspectief voor de glastuinbouw in Nederland op langere termijn, dan zien wij in beginsel goede mogelijkheden, mits de milieuvragen tijdig en serieus worden opgepakt en hiervoor ook vanuit de samenleving steun wordt gegeven, zolang er geen internationale consensus bestaat over Europese en mondiale regelgeving. Zo zou het wijs zijn om bij de herstructurering van de sector rekening te houden met mogelijkheden tot vestiging in de omgeving van elektriciteitscentrales en andere bronnen van restwarmte.

Op termijn lijkt het lange-afstandstransport (intercontinentaal) van de producten van de glastuinbouw geen goede zaak. De sector zou zich moeten concentreren op het beheersen van de internationale markt in plaats van het veilig stellen van de belangen van de primaire productie in Nederland. Bij een verdere ontwikkeling van het kennisniveau in het buitenland en een vrije markt ligt het in de rede dat een mondiaal optimale distributie van productiecapaciteit zal worden verkregen, waarbij de logistiek en klimatologisch gunstig liggende gebieden een voordeel zullen hebben. Nederland heeft daarbij zeker een comparatief voordeel door zijn ligging aan de Noordzee en een groot achterland en zal ook in de toekomst voor een breed sortiment van producten een tuin van groenten en bloemen voor Europa kunnen vertegenwoordigen. Met de te verwachten opleving van de economische activiteit in midden en Oost-Europa kan zo toch in potentie een blijvende betekenis kunnen worden gegeven aan Nederland als productie- en handelsnatie op het gebied van kasteelt-producten.

REFERENTIES

Annema, J.A., P.W.M. van den Hoek & J.P.M. Ros (1993)

De aarde als onze provisiekast, een inventarisatie van voorraden en hun onderlinge samenhang. Rapportnr. 772416001. RIVM, Bilthoven, 88 p.

Bailey, B.J. & G.L. Ferrero (Eds) (1989)

Symposium on engineering and economical aspects of energy conservation in protected crops. Acta Horticulturae 245, 599 p.

Bailey, B.J., A.H. Bouman, H. Challa, E.M.C.G.A. Duijkers, M. Gettings, S. Kyritsis, Chr. von Zabeltitz (Eds.) (1992)

European seminar on new technology for rational use of energy in greenhouses in Northern Europe. Acta Horticulturae 312, 139 p.

CBS/LEI (1995)

Tuinbouwcijfers, CBS, LEI-DLO, 's Gravenhage, 170 p.

- Challa, H. (1988)
Prediction of production, requisite of an integrated approach. *Acta Horticulturae* 229: 133-141.
- Challa, H., G.P.A. Bot, E.M. Nederhoff, N.J. van de Braak (1988)
Greenhouse climate control in the nineties. *Acta Horticulturae* 230: 459-470.
- Garzoli, K.V. (1989)
Energy conservation and solar energy application in Horticultural Engineering. *Acta Horticulturae*, 257: 217 p.
- IKC (1995)
Onderlinge beïnvloeding milieu, kwaliteit en arbeid. In: IKC-informatie Glasgroente en Bloemisterij, nr.3/95, Informatie en Kennis Centrum, Ede.
- Krause, F., W. Bach, J. Koomey (1989)
Energy policy in the greenhouse Vol. 1: from warming fate to warming limit: benchmarks for a global climate convention. International project for sustainable energy paths (IPSEP), El Cerrito september 1989. European Communities, European Environmental Bureau.
- Kuiper, D. & P.A. van de Pol (1997)
Kwaliteit in de rozenketen: een product van vermeerdering en teelt. In: L.F.M. Marcelis & A.J. Haverkort (Eds), *Kwaliteit en Milieu in de Glastuinbouw: Stimulans tot Vernieuwing. AB-DLO Thema's 4*, Wageningen, pp. 17-28.
- Larsen, R. & H.H. van der Borg (Eds.) (1978)
Symposium on more profitable use of energy in protected cultivation. *Acta Horticulturae* 76, 823 p.
- Lenteren, J.C. van, N.J. Fokkema & A.J. Dik (1997)
Schone gewasbescherming door het inzetten van vijanden en concurrenten. In: L.F.M. Marcelis & A.J. Haverkort (Eds), *Kwaliteit en Milieu in de Glastuinbouw: Stimulans tot Vernieuwing. AB-DLO Thema's 4*, Wageningen, pp. 75-89.
- Maas, F.M. & J.V.M. Vogelesang (1997)
Temperatuur en lichtkwaliteit als alternatieven voor chemische groeiregulatie? In: L.F.M. Marcelis & A.J. Haverkort (Eds), *Kwaliteit en Milieu in de Glastuinbouw: Stimulans tot Vernieuwing. AB-DLO Thema's 4*, Wageningen, pp. 45-59.
- Marcelis, L.F.M. & J. Janse (1997)
Sturen op topkwaliteit van Nederlandse glasgroenten: het kan! In: L.F.M. Marcelis & A.J. Haverkort (Eds), *Kwaliteit en Milieu in de Glastuinbouw: Stimulans tot Vernieuwing. AB-DLO Thema's 4*, Wageningen, pp. 29-44.
- Meeteren, U. van & W.J.R.M. Jordi (1997)
Fundamentele voor een goed vaasleven. In: L.F.M. Marcelis & A.J. Haverkort (Eds), *Kwaliteit en Milieu in de Glastuinbouw: Stimulans tot Vernieuwing. AB-DLO Thema's 4*, Wageningen, pp. 61-74.
- MJA-E (1992)
Meerjarenafspraak Energie tussen de Nederlandse glastuinbouwsector en de Staat vertegenwoordigd door de Ministers van Economische Zaken en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij over verbetering van de energie-efficiëntie, Aalsmeer.
- O'Flaherty, T. & H.H. van der Borg (1981)
Symposium on more profitable use of energy in protected cultivation II. *Acta Horticulturae* 115, 717 p.

Opschoor, J.B. (1987)

Duurzaamheid en verandering: over ecologische inpasbaarheid van economische ontwikkelingen. Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt als hoogleraar in de milieukunde in het bijzonder de milieu-economie aan de faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie van de Vrije Universiteit te Amsterdam op 6 november 1987.

Poppe, K.J., F.M. Brouwer, J.P.P.J. Welten, J.H.M. Wijnands (Red.) (1995)

Landbouw, milieu en economie, editie 1995, Periodieke Rapportage 68-93, Landbouw Economische instituut (LEI-DLO), Den Haag, 206 p

RIVM (1995)

Achtergronden bij: Milieubalans 1995, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en milieu, uitg; Tjeenk Willink bv, Alphen aan de Rijn, 300p.

Short, T.H. (Ed.) 1984)

Symposium on more profitable use of energy in protected cultivation III. Acta Horticulturae 148, 931 p.

Simons, A.E., G.A.L. van de Vorst & J. Broeze (1997)

Van Ketenkunst naar Ketenkunde. In: L.F.M. Marcelis & A.J. Haverkort (Eds), Kwaliteit en Milieu in de Glastuinbouw: Stimulans tot Vernieuwing. AB-DLO Thema's 4, Wageningen, pp. 7-15.

Sonneveld, C. & M. Heinen (1997)

Efficiënt gebruik van nutriënten in de glastuinbouw. In: L.F.M. Marcelis & A.J. Haverkort (Eds), Kwaliteit en Milieu in de Glastuinbouw: Stimulans tot Vernieuwing. AB-DLO Thema's 4, Wageningen, pp. 91-108.

Tognoni, F. & G. Serra (Eds.) 1988)

Symposium on biological aspects of energy saving in protected cultivation. Acta Horticulturae 229, 427 p.

Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis & A.P. Verhaegh (1995)

Energie in de glastuinbouw van Nederland, Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven tot en met 1993, Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO), afdeling Tuinbouw, Den Haag. Periodieke rapportage 39-92, 76p

Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis & A.P. Verhaegh (1996)

Energie in de glastuinbouw van Nederland, Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven tot en met 1995, Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO), afdeling Tuinbouw, Den Haag. Periodieke rapportage 39-94, 81p.

Verhaegh, A.P. (1996)

Efficiëntie van energie en gewasbeschermingsmiddelen tomaten en rozen in kassen. Nederland, Israël, Spanje en Marokko. Publicatie 4.142 LEI-DLO, Den Haag, 84p.

10. Het LNV-beleid voor de glastuinbouw

F.W.A. Vink

*Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Landbouw,
afdeling Plantaardige Productie, Postbus 20401, 2500 EK 's Gravenhage*

Samenvatting

Het rendement in de Nederlandse glastuinbouwsector staat al enkele jaren flink onder druk. De leidende positie die Nederland had in Europa moet worden herwonnen. Dit vergt aanpassingen in de afzetstructuur, de productverbetering en -vernieuwing, maar ook verbetering van de structuur en verkaveling van het individuele glastuinbouwbedrijf. Middels de inzet van ruim 300 mln gulden voor de glastuinbouw zal het Rijk de komende 10 jaar een bijdrage leveren aan de herstructurering van de sector.

Op het terrein van onderzoek zijn veranderingen gaande. Zoals reeds bij het DLO-onderzoek het geval is, zal ook in het praktijkonderzoek de aansturing met ingang van 1998 vanuit LNV plaatsvinden via programmafinanciering. LNV heeft daartoe zijn voorindicaties aan het praktijkonderzoek kenbaar gemaakt. Tevens zal LNV de samenwerking tussen proefstations onderling en met DLO-instituten via de programmering bevorderen.

INLEIDING

De organisatoren van deze studiedag hebben denk ik bewust ervoor gekozen om behalve onderzoekers ook enkele anderen vandaag aan het woord te laten. De ochtend zijn we begonnen met de sector zelf het woord te geven; aan het einde van de dag komt ook nog het "geluid uit Den Haag".

In de afgelopen tijd is de glastuinbouwsector regelmatig verschenen op de agenda van de landelijke politiek. De sector heeft met succes niet alleen de belangstelling maar ook de daadwerkelijke steun weten te winnen van de politiek. De Minister van LNV heeft samen met enkele andere collega's invulling gegeven aan de extra inspanningen die de overheid in de komende tien jaar zal doen voor de sector. Dat is gebeurd op basis van een analyse van de problemen die er in de sector zijn ontstaan.

In mijn verhaal zal ik daarom eerst stilstaan bij de analyse van wat er gaande is in de sector. Vervolgens geef ik aan hoe de overheid aankijkt tegen de verantwoordelijkheidsverdeling tussen bedrijven, sector en overheid, en tenslotte welke instrumenten de overheid bereid is daartoe in te zetten. Onderwijl zal ik tevens aangeven welke rol het instrument onderzoek in dit proces speelt en heeft gespeeld.

In een aantal gevallen zal ik over dezelfde onderwerpen spreken als de heer Hoogervorst vanochtend reeds deed. Maar mijn insteek zal zijn vanuit een andere invalshoek, namelijk de positie van de overheid daarbij.

De Nederlandse glastuinbouwsector heeft een aantal decennia tot de top van Europa behoord. Sinds een aantal jaren staat het rendement echter fors onder druk. Over de oorzaken van de meer structurele neergang bestaat over het algemeen geen verschil van inzicht:

1. In de achterliggende jaren heeft de markt zich ontwikkeld van een verkopersmarkt naar een kopersmarkt.
2. Daarnaast is elders binnen Europa maar ook daarbuiten de productie van glastuinbouwproducten toegenomen.
3. Verder laat de verkaveling en de moderniteit van een deel van de bedrijven te wensen over.

OPGAVEN VOOR DE SECTOR

Om de leidende positie te herwinnen staat de Nederlandse glastuinbouwsector voor een grote opgave. Dit vergt aanpassingen in de afzetstructuur, de productverbetering en -vernieuwing, maar ook vernieuwing en verbetering van de structuur en de verkaveling van het individuele glastuinbouwbedrijf. LNV acht een bijdrage van de rijksoverheid aan dit proces van herstructurering noodzakelijk, mede gelet op het belang van deze sector.

Uitgangspunt bij de LNV-bijdrage aan de herstructurering van de glastuinbouw is het onderscheid in verantwoordelijkheid tussen de individuele glastuinbouwondernemer, de sector als geheel, de bedrijven in de sfeer van verwerking en afzet, alsmede de verantwoordelijkheden van de verschillende overheden. Collectieve problemen (b.v. een gebrekkige ontsluiting) behoeven een collectieve oplossing, zoals individuele problemen (een slechte structuur en verkaveling van het bedrijf) een individuele oplossing vereisen. Afhankelijk van de aard van het probleem is het zoeken naar de juiste oplossingsrichting, zo nodig gefaciliteerd door de overheid.

De Minister van LNV heeft primair gekozen voor het faciliteren en ondersteunen van het initiatief van individuele glastuinbouwondernemers om hun bedrijf concurrerend en duurzaam te maken voor de komende 20 jaar. Een extra prikkel voor de ondernemer van de toekomst dus. Individuele ondernemersbeslissingen zijn de motor van vernieuwing en innovatie. Die verantwoordelijkheid kan en mag de overheid (of de sector) niet overnemen. Goede ondernemers kennen de markt, baseren hun beslissingen op de mogelijkheden van de markt, maken een ondernemingsplan en investeren op basis daarvan in de vernieuwing van hun bedrijf.

Ook zijn er structurele veranderingen gaande in de distributiestructuur. De wereld van de kleinschalige detailhandel heeft door de opkomst van het (Europese) grootwinkelbedrijf sterk aan betekenis ingeboet. Het ziet ernaar uit dat de glasgroenteteelt thans te maken heeft met twee werelden. Enerzijds de wereld van de grootschalige Europese handel. In deze wereld opereert een beperkt aantal zeer grote detailhandelsondernemingen. De verwachting is dat deze ondernemingen in de toekomst verder zullen concentreren. Anderzijds is er de veel kleinere wereld van de regionaal verzorgende handel. Tot deze wereld behoren veel kleine partijen, zoals de groentespeciaalzaken en de ambulante handel. Nu de markt is veranderd in een vragersmarkt, zien de veilingen zich genoodzaakt zich strategisch te gaan heroriënteren. De "Greenery" zal adequaat op de marktwensen van het Europees grootwinkelbedrijf moeten inspelen. De totstandkoming van dit nieuwe marketingconcept kan als zeer belangrijk worden bestempeld.

De oorzaken van de structurele problemen in de sierteelt lijken op die van de glasgroenteteelt. Daarbij is wel sprake van andere accenten. Ook hier is sprake van de opkomst van nieuwe productiegebieden, bijvoorbeeld in Afrika en in Israël. Sierteelt is door de modaliteit van de luchtvracht meer intercontinentaal en minder Europees georiënteerd dan de glasgroenteteelt. In de sierteelt wordt nog circa 80 % afgezet via het kanaal van de speciaalzaak.

De prijsvorming in de sierteelt wordt nog gedomineerd door de veilingklok. Deze functioneert echter niet meer voor de grootschalige inkopers. De bloemenveilingen spelen nu al, door de oprichting van nieuwe facilitaire bedrijven, in op deze ontwikkeling. In de toekomst wordt ook in de sierteelt een opdeling voorzien in twee werelden, namelijk een intercontinentale wereld van grote handelaren enerzijds en anderzijds de wereld van de regionaal opererende speciaalzaken. Bloemenveilingen en handel zijn bezig zich op deze ontwikkeling voor te bereiden.

De omgeving van de individuele glastuinder is hard aan het veranderen. Iedere ondernemer zal op basis van de aard en kwaliteit van zijn ondernemerschap keuzen moeten maken hoe hij zijn bedrijf in de toekomst zal willen inrichten. Vaak zal dat veel verder moeten gaan dan het traditionele ondernemerschap, in de vorm van het leiden van een bedrijf ter verkrijging van een persoonlijk inkomen.

Een deel van de huidige moderne glastuinbouwondernemingen zal door het opstellen van een ondernemingsplan goed zicht krijgen op financiële, productie- en markttechnische aspecten en afzetmogelijkheden in de toekomst.

Daarnaast zullen alle bedrijven rekening moeten houden met toekomstige aanpassingen van de eisen die op basis van het milieubeleid en het beleid met betrekking tot arbeidsomstandigheden worden gesteld. In verband met verbetering van de concurrentiekracht, slagvaardigheid en zicht op het eigen ondernemen en handelen zou dit door meer bedrijven nagevolgd kunnen worden.

INZET VAN HET BELEID

LVN kwam tot de conclusie dat voortzetting van het bedrijf niet voor iedereen in de sector was weggelegd. Om die reden heeft het herstructureringsbeleid zich zowel gericht op de bedrijven die doorgaan en dus willen vernieuwen alsook op de bedrijven die al dan niet gedwongen stoppen. Voor de laatste categorie is getracht de landing zo zacht mogelijk te doen zijn. Door extra inzet van voorlichting door DLV en SEV - waarvoor 15 mln gulden wordt ingezet - worden deze bedrijven geholpen de beslissing tot stoppen op een tijdig moment te nemen. Voorts wordt voor de bedrijven die binnen afzienbare tijd stoppen souplesse betracht ten aanzien van de verplichting tot het doen de vereiste milieu-investeringen.

De toekomstgerichte bedrijven die doorgaan zullen zonder meer aan de wettelijke vereisten op het gebied van milieu moeten voldoen. Dat is ook van belang voor het imago van de sector.

Op het punt van milieu heeft de Kamer een motie aanvaard, waarin de overheid wordt gevraagd de ontwikkeling van bedrijven en gebieden te stimuleren die voldoen aan verdergaande milieu-eisen dan de wettelijk verplichte. Daarbij is gedacht aan de introductie van een zogenoemde Groen label kas. Momenteel werkt een projectgroep dit concept uit. Bezien zal worden wat daarbij de rol van de overheid kan zijn. Gedacht wordt aan lagere rentekosten door gebruik van groene leningen, faciliteiten in het kader van de VAMIL

(Vrije Afschrijving Milieu-investeringen) en vrijwaring gedurende een aantal jaren van milieu-investeringen. De aandacht richt zich op de voor de glastuinbouw belangrijke milieuvelden energie, mineralen en bestrijdingsmiddelen.

Tot zover een paar voorbeelden van beleidsmaatregelen die gericht zijn op de individuele ondernemer en zijn bedrijf. De overheid toont zich bereid om in faciliterende zin de ondernemer een hand toe te steken; hij dient echter zelf het initiatief te nemen.

Enigszins anders is de positie van de overheid waar het gaat om zaken die verder weg liggen van de individuele ondernemer, of waar de ondernemer in zijn eentje nauwelijks invloed op kan uitoefenen.

Daarbij valt te denken aan gewenste ontwikkelingen op bijvoorbeeld het terrein van de infrastructuur en de ruimtelijke ordening. Ik bedoel hier overigens geen zaken waar groepen van ondernemers tot initiatief kunnen komen, zoals de organisatie van een betere afzet. Maar wat te denken hoe we in de glastuinbouw moeten komen tot een optimaler energie-infrastructuur, het ordenen van het ruimtegebruik in de Randstad over 10 of 20 jaar, of het plannen van ruimte voor nieuwvestiging van bedrijven?

De Minister van LNV heeft aangegeven dat op deze terreinen een verantwoordelijkheid ligt bij de overheid. Dat zijn naast de Rijksoverheid ook een aantal andere - lagere - overheden. Vooral voor de glastuinbouwgebieden Westland en Aalsmeer e.o. is verbetering van de infrastructuur noodzakelijk. Het Rijk zal in de daarvoor op te stellen plannen een bijdrage van 50 % leveren.

Met het bovenstaande heb ik u duidelijk willen maken dat het toekomstig ondernemen in de glastuinbouw veel meer inhoudt dan hetgeen het tot voor kort betekende voor alle tuinders. Goede resultaten ontstonden door goede managementbeslissingen. De betere bedrijven deden meer aan planning op lange termijn, aan jaarlijkse teeltplanning, aan dagelijkse werkvoorbereiding en niet in de laatste plaats een optimale verzorging van het gewas, waarbij tevens wordt voldaan aan randvoorwaarden op het gebied van milieu en arbeid.

Modern ondernemerschap is bovendien gericht op rendement en streven naar continuïteit onder de aanvaarding van dynamische marktcondities.

Zo wordt duidelijk dat de moderne ondernemer behoefte heeft aan kennis van de markt, van de specifieke kwaliteit en kostprijs van de producten van zijn eigen bedrijf en beschikt over de benodigde teelttechnische kennis. Brede verspreiding van teelttechnische kennis ligt veel minder voor de hand dan vroeger; een individueel bedrijf vraagt soms om kennis op maat, waarbij de andere telers eerder concurrent dan collega zijn.

DE VISIE VAN LNV OP ONDERZOEK

Een en ander heeft ook gevolgen voor de onderzoeksomgeving. De sector is minder eenduidig geworden in zijn opvatting over een krachtige (praktijk)onderzoeksorganisatie. Dat heeft ook zijn invloed op de discussie rondom de vorming van het KCW. Twee belangrijke spelers bepalen de vorm en omvang van het toekomstige DLO- en praktijkonderzoek voor de glastuinbouw, namelijk de overheid en de sector. De overheid - LNV - heeft resultaten van onderzoek nodig voor de LNV-beleidsontwikkeling. Verder vervult LNV voor een belangrijk deel van het onderzoek waar LNV in (mede)financiert de rol van sponsor, om redenen van beleidsimplementatie en het ondersteunen van sectorontwikkelingen.

Met ingang van 1998 vindt een belangrijke wijze plaats in de aansturing van het praktijkonderzoek. Daartoe heeft LNV. voorindicaties afgegeven voor het praktijkonderzoek 1998.

De voorindicaties geven de hoofdlijnen aan van het praktijkonderzoek dat in beginsel in aanmerking komt voor (mede)financiering door LNV. Aan het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroenten is gevraagd de voorindicaties uit te werken tot aanzetten voor onderzoeksprogrammavoorstellen. De vervolgens door LNV te selecteren programma's zullen worden opgenomen in de kaderbrief. In de kaderbrief is tevens een indicatie opgenomen voor de LNV-financiering per programma.

De LNV-voorindicaties liggen op de volgende terreinen:

1. Duurzame landbouw
Substraatteelt, teelt in de grond.
Aandachtspunten: economie - ecologie, emissies en kwaliteit grond- en oppervlaktewater en lucht.
2. Mest en mineralen
Mineralenverliezen, nutriënten- en watermanagement.
Aandachtspunten: afstemming aanbod en behoefte, ontwikkeling adviesbasis, ontwikkeling bedrijfsmilieuplannen.
3. Gewasbescherming
Vermindering afhankelijkheid, beperking emissies.
Aandachtspunten: preventie, resistente rassen, toedieningstechniek, ontwikkeling gewasbelagers, ontwikkeling niet-chemische gewasbescherming.
4. Concurrentiepositie
Innovaties ter versterking van de concurrentiepositie.
Aandachtspunten: kennisintensieve producten, vergroting toegevoegde waarde.
5. Energie
Energiebesparing ter vermindering van de CO₂ uitstoot
6. Arbeid en arbeidsomstandigheden
Tevens aandacht voor managements- en ondernemerschapsonwikkeling.

Programma's die gezamenlijk worden opgezet met andere proefstations en/of DLO-instituten krijgen een hoge prioriteit. Door samenwerking wordt een grotere synergie tussen onderzoeksinstituten nagestreefd. Het streven is erop gericht om in november 1997 de goedgekeurde onderzoeksprogramma's in een goedgekeurde overeenkomst te hebben vastgelegd.

TENSLOTTE

Ik kom tot afronding van mijn betoog. Verschillende onderzoekers in de tuinbouwwereld hebben ons vandaag een kijkje gegund in hun keuken, in het primaire proces waarvoor je als onderzoeker werd aangesteld, namelijk het uitvoeren van het onderzoek.

In toenemende mate wordt de teler geconfronteerd met de marktplaats waar vraag en aanbod van zijn product op elkaar moeten worden afgestemd. Daar zal de teler veel in moeten investeren.

Maar ook de onderzoeker zal worden geconfronteerd met de marktplaats van het onderzoek. Hij stemt af met zijn klanten.

LNV wil een trouwe klant blijven van het strategische en het praktijkonderzoek. Ik zou zeggen: we zien elkaar!