

cb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
7
B
16

VERSLAG VAN EEN STUDIEREIS NAAR ENGELAND
VAN 29 SEPTEMBER TOT 3 OKTOBER 1986

J.C. Bakker, P. Knies, P.A.M.C. van de Sanden, F. Steinbuch



BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PROEFSTATION VOOR DE BLOEMISTERIJ

2243615

A
7
B
16

Inhoud

1.	Inleiding	1
2.	Organisatorische aspecten van en ontwikkelingen in het onderzoek ten behoeve van de glastuinbouw.	1
3.	Institute Horticultural Research (IHR), Littlehampton	3
3.1	Inleiding	3
3.2	CO2 dosering	3
3.3	Toepassing LVDT's en druksensoren bij tomaat	4
3.4	Licht bij tomaat	4
3.5	Luchtvochtigheid bij chrysant	5
3.6	Luchtvochtigheid bij tomaat	5
3.7	Post-harvestfysiologie en houdbaarheid bij tomaat	5
3.8	Vruchtgroei, waterhuishouding en Calciumverdeling bij tomaat	6
4.	Efford Experimental Horticulture Station, Lymington	7
4.1	Inleiding	7
4.2	Protected Crops Department	7
4.3	Multifactorial glasshouse	8
5.	Institute Engineering Research (IER), Silsoe	9
5.1	Inleiding	9
5.2	Meet- en regelsysteem voor NFT en substraatteelt	9
5.3	Energiebesparing onder dubbele dekken	10
5.4	Verhoging lichtniveau in kassen	11
5.5	Regeling kasklimaat en substraat/NFT	12
5.6	Computermodel energieverbruik	13
5.7	Ontwikkeling hygrometer met IR - absorptie	13
5.8	Spanner voor energiescherm	14
5.9	CO2 sensor	14
5.10	Klimaatmetingen en luchtverdeling in champignoncellen	14
6.	Gebieden voor samenwerking Engeland - Nederland	15
	Bijlage 1. Lijst met publicaties over bezochte projecten	16
	Bijlage 2. Reisschema	17
	Bijlage 3. Kort overzicht arealen engelse tuinbouw	18

1. Inleiding

Van 29 september t/m 3 oktober is door een viertal Nederlandse onderzoekers van verschillende disciplines een bezoek gebracht aan Engeland. Doel van de reis was kennis nemen van het Engelse onderzoek op het gebied van het kasklimaat en energiebesparing en het verbeteren van de contacten. De reis is gefinancierd uit het energiefonds van het ministerie van Landbouw en Visserij en had een duidelijk interdisciplinair karakter.

Door de drastische bezuinigingen op het Engelse tuinbouwkundig onderzoek is het reisbudget van de engelse collega's sterk teruggelopen. Hierdoor is de directe informatieuitwisseling de laatste jaren nogal teruggelopen. Deze reis bood de gelegenheid om de contacten weer te versterken en direct in discussie te gaan over diverse onderwerpen zoals energiebesparing, regelstrategieën, waterhuishouding ed.

Deelnemers waren:

Ir. J.C. Bakker (Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk)
Ing. P. Knies (IMAG, Wageningen)
Ir. P.A.M.C. van de Sanden (CABO, Wageningen)
Ing. F. Steinbuch (Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland,
Aalsmeer)

Als eerste in dit verslag zijn enkele algemene impressies weergegeven over de organisatorische aspecten en ontwikkelingen in het onderzoek en de situatie rond alle bezuinigingen (Hoofdstuk 2).

Vervolgens wordt in de hoofdstukken 3 t/m 5 verslag gedaan van de bezoeken aan de verschillende onderzoeksinstituten. Tenslotte is in hoofdstuk 6 kort aangegeven op welke gebieden intensievere informatieuitwisseling en mogelijk samenwerking noodzakelijk cq gewenst is. In bijlage 1 is een kort overzicht gegeven van publicaties op het gebied van de bezochte projecten, in bijlage 2 is het reisschema opgenomen en tenslotte is in bijlage 3 een kort overzicht gegeven van het areaal kasteelten in Engeland en Wales.

2. Organisatorische aspecten van en ontwikkelingen in het onderzoek ten behoeve van de glastuinbouw.

De voor de glastuinbouw meest relevante onderzoeksinstituten in Engeland zijn het Institute Horticultural Research (voorheen Glasshouse Crops Research Institute te Littlehampton, het Institute Engineering Research (voorheen National Institute of Agricultural Engineering) te Silsoe, het Efford Experimental Horticulture Station te Lymington (die in het kader van deze studiereis zijn bezocht), het Lee Valley EHS te Hoddesdon en het Stockbridge House EHS te Selby.

De onderzoeksinstituten IHR (GCRI) en het IER (NIAE) verrichten fundamenteel en toegepast onderzoek. Ze vallen onder het Ministry of Education and Science en worden voor een groot deel gefinancierd en bestuurd via de Agricultural and Food Research Council (AFRC), waarin ook het Ministry of Agriculture, Fisheries and Food zitting heeft. Dit laatste ministerie financiert de Horticulture Stations via de Agricultural Development and Advisory Service (ADAS). Deze proefstations zijn veeleer gericht op het praktijkonderzoek, maar evenals in Nederland worden bijv. ook op het Efford EHS de laatste jaren experimenten verricht, die op fundamenteelere vragen een antwoord moeten geven.

De invloed van de tuinbouw-industrie op de onderzoeksprogramma's is zeer beperkt. Dit wordt vooral veroorzaakt door de lage organisatiegraad van de Britse tuinders. Een uitzondering vormen de zuid-Engelse wijndruiventelers (!), die door samenwerking en enthousiasme onder andere een deel van het onderzoeksprogramma van Efford EHS in dienst van hun bedrijfstak hebben weten te stellen. Nieuw is de vorming van de Horticultural Development Council, waarin ook de tuinbouwindustrie zitting zal hebben en die als overkoepelende organisatie voor tuinbouwkundig onderzoek zal gaan fungeren en ook onderzoeksopdrachten zal leveren. Een deel van de financiën zal hiertoe door de tuinders zelf opgebracht gaan worden, via een bijdrage van 0.25 % van de omzet. Door de instelling van deze council zal ook de samenwerking tussen de instituten en de EHS's, die voorheen een incidenteel karakter had, geïntensiveerd worden. Een voorbeeld zijn de energiebesparings-onderzoeksprojecten van instituten en EHS's, die door deze council gecoördineerd zullen worden. Hiertoe is Dr. K.E.Cockshull als landelijk energie-coördinator aangesteld. De huidige Britse regering heeft de laatste jaren het budget voor het landbouwkundig onderzoek in ernstige mate gekort. Behalve de toestand van de staatsfinanciën in het algemeen wordt in vele gesprekken ook de publieke opinie met betrekking tot landbouw-overschotten aangehaald als een belangrijke factor, die tot dit bezuinigingsbeleid heeft geleid (onderzoek leidt immers toch maar tot nog meer productie !). Dat de tuinbouw economisch een andere positie inneemt dan de landbouw wordt daarbij over het hoofd gezien. Wat dat betreft heeft de 'tuinbouw-lobby' in het Britse politieke gebeuren geen sterke positie. Economisch gezien maakt de tuinbouw slechts 10 % uit van de totale landbouw-economie. In gesprekken en rondleidingen zijn wij zeer vaak met deze bezuinigingen geconfronteerd. Op alle bezochte instituten is bijvoorbeeld outillage stil gelegd of voor normale productie bestemd om de onderzoekskosten te drukken of extra inkomsten te verwerven. Het ernstigst getroffen is wel het IHR te Littlehampton, alwaar in enkele jaren tijds 70 van de 260 arbeidsplaatsen zijn verdwenen, deels via natuurlijke afvloeiing, maar een aanzienlijk deel ook via gedwongen ontslag. Hieronder zijn verhoudingsgewijs veel onderzoek(st)ers en onderzoeksmedewerk(st)ers. Duidelijk bleek ons de negatieve invloed van deze maatregelen op de arbeidsmotivatie. Planning van onderzoek is wel erg moeilijk geworden. Naast deze maatregelen is besloten tot fusie van het IHR met de twee dochterinstellingen het National Vegetables Research Station te Wellesbourne en het East Malling Research Station tot het Institute of Horticultural Research (IHR). Deze fusie ging tijdens deze dienstreis (1.10.86) in. Vooralsnog zullen de drie lokaties gehandhaafd blijven, maar op termijn zal het IHR ook op een lokatie samengevoegd worden. Ook mbt Efford EHS en het IER zijn bezuinigingsmaatregelen genomen, maar deze lijken het onderzoeksapparaat minder te treffen dan op het IHR. Voor ADAS (oa Efford EHS) is het budget 18-20% gekort. Dit is gekoppeld aan de opdracht meer diensten bij de klanten in rekening te brengen (research and development as a chargeable commodity). Geaccepteerd wordt, dat de overheid de luxe van 40 jaar gratis onderzoek en voorlichting niet meer kan permitteren. Rechtstreek ad hoc contact tussen onderzoek(st)ers en tuinders is dan ook (tenzij betaald) niet meer toegestaan. Hoe de commercialisering van de voorlichting vorm zal krijgen is nog in studie. Een betaald ADAS-lidmaatschap voor belangstellende tuinders wordt bijvoorbeeld overwogen. Op het NIAE hebben de bezuinigingen voor de Protected Crops sectie van het Horticultural Engineering Department geleid tot een personele vermindering van de huidige acht personen (vier wetenschappelijk en vier technisch) naar zes personen.

3. Institute of Horticultural Research - Littlehampton
(voorheen Glasshouse Crops Research Institute)
Littlehampton, West Sussex

3.1 Inleiding

Het Glasshouse Crops Research Institute is opgericht in 1954 in een gebied, dat zowel belangrijk is voor de glastuinbouw als voor de champignonteelt. Het bestuur wordt aangesteld door de minister van onderwijs en wetenschappen in samenwerking met de minister van landbouw, visteelt en voeding. Het instituut omvat 40.5 ha, waarop een uitgebreid areaal kassen en laboratoria.

Er zijn drie onderzoeksafdelingen. De Crop Science Division betreft teeltkundig en gewasfysiologisch onderzoek, waaronder gewasgroei-modelbouw en gewasgroei-klimaat onderzoek gericht op produktieverhoging en kwaliteitsverbetering. Binnen deze afdeling hebben we gesproken met D.W.Hand en G.Slack van de Crop Physiology Section en met C.J.Graves van de Glasshouse Vegetables Section. De Physiology and Chemistry Division betreft het onderzoek aan fundamentele processen van de plant, zoals fotosynthese, fotomorfogenese, post-harvestfysiologie en plantenvoeding. Binnen deze afdeling hebben we gesproken met K.E.Cockshull, R.I.Grange, L.C.Ho en G.E.Hobson.

Met onderzoek(st)ers van de Crop Protection and Microbiology Division hebben we geen contact gehad.

Ken Cockshull was onze gastheer en heeft ons geïnformeerd over het IHR en de huidige ontwikkelingen in het Engelse tuinbouwonderzoek (zie hoofdstuk 2). Vervolgens heeft hij ons bij verschillende onderzoekers geïntroduceerd.

3.2 CO₂ dosering.

D. W. Hand en G. Slack

Op het totale areaal gestookte kassen in Engeland (1400 ha) wordt op 1/3 van de bedrijven CO₂ dosering toegepast. Als belangrijkste bronnen voor CO₂ worden gebruikt: zuiver (25%), propaangas (30%), petroleum (40%). De laatste tijd begint aardgas als CO₂ bron in belangrijkheid toe te nemen.

Op het IHR is de laatste jaren onderzoek gedaan naar de effecten van zgn. blue-print doseerstrategieën op de produktie en economische haalbaarheid bij tomaat en komkommer (voorjaar- en zomerteelt). Bij tomaat blijkt de economisch optimale concentratie iets boven de buitenwaarde te liggen, bij komkommer ligt de concentratie op ongeveer 450 ppm. De verklaring voor dit verschil ligt volgens beide onderzoekers in het verschil van de ventilatietemperatuur bij beide gewassen en de veel tragere vruchtgroei bij tomaat. Er zijn diverse relaties gelegd tussen het CO₂ verbruik en buitenklimaat. De beste relatie werd gevonden met de buitentemperatuur (werkt direkt op de hoeveelheid ventilatie). Het onderzoek aan doseerstrategieën wijkt duidelijk af van dat in Nederland waar wordt gewerkt aan on-line optimalisatie van de CO₂ concentratie. Deze vorm van optimalisatie kan echter alleen in de praktijk worden toegepast bij de aanwezigheid van digitale regel-

computers. In Engeland zijn op dit moment slechts een zeer beperkt aantal regelcomputers geïnstalleerd waardoor de behoefte aan de meer geavanceerde optimalisatie van CO₂ minder aanwezig is. De geplande voortzetting van het CO₂ onderzoek zal niet of vertraagd doorgang vinden ivm. het gedwongen vertrek van G.Slack per 1/4/87.

3.3 Toepassing van LVDT's en druksensoren bij tomaat

R.I. Grange

In het kader van het onderzoek naar vruchtgroei gerelateerd aan waterstress wordt voor het meten van de korte termijn groei van vruchten gebruik gemaakt van LVDT's (lineair variable displacement transducers). Deze worden als losse componenten aangeschaft en op het IHR in elkaar gezet. De eerste resultaten van de metingen met deze sensoren zijn gepubliceerd (Ehret en Ho, 1986a). De vruchtgroei overdag ligt een factor 3 hoger dan 's nachts (gemeten aan kleine vruchten, 25-30 mm) en is gecorreleerd met de stralingssom. Bij deze resultaten dient te worden opgemerkt dat de invloed van temperatuur op het totale meetsysteem niet is bepaald, op het PTOG is gebleken dat voor het daar aanwezige systeem een temperatuurcorrectie noodzakelijk is. De op het IHR gebruikte LVDT's komen sterk overeen met die op Tuinbouwplantenteelt en het IMAG voor het meten van de stengeldiameter.

Bij het onderzoek naar de waterhuishouding van gewassen speelt het verschijnsel worteldruk een belangrijke rol. Op het IHR is men bezig met het ontwikkelen van een meetsysteem voor het direkt in of aan de plant meten van (wortel)druk. Hierbij wordt gebruik gemaakt van exact dezelfde sensoren als op het PTOG (National Pressure transducers, type LX06....). De problemen bij het meten zijn dan ook identiek:

- sterke temperatuur invloed op totale systeem
- bij toenemende transpiratie ontstaat onder invloed van onderdruk lucht in het systeem waardoor het signaal onbruikbaar wordt.

3.4 De invloed van lichtreduktie op de opbrengst en kwaliteit van tomaten.

K.E.Cockshull en C.J.Graves

Met behulp van verschillende schermmaterialen worden in de kassituatie verschillende lichtnivo's gekreeerd. Hierdoor is men in staat om in het kader van energiebesparingsonderzoek een onderscheid te maken tussen het effect van lichtreduktie en die van luchtvochtigheid en/of temperatuur. Een voorlopig resultaat bij teelt van tomaat op steenwol is een negatief effect op de eindopbrengst (konform de 1%-regel), maar een positief effect op de vruchtkwaliteit (grootte?).

3.5 Effekt van hoge luchtvochtigheid op groei en bloei van Chrysant.

D.W.Hand en K.E.Cockshull

In een kas zijn een aantal oudere plexiglazen groeikasten geplaatst. Temperatuur en licht zijn derhalve omgevingsafhankelijk. De CO₂ wordt niet geregeld, maar wel de relatieve luchtvochtigheid met name in het hoge gebied (0.1 KPa). Om hoge luchtvochtigheid te bereiken wordt de dauwpuntsregeling aangevuld met een watervernevelingsinstallatie (met de voor de hand liggende nadelen). Een aantal variëteiten van Chrysant zijn getest.

Zeer hoge vochtigheid blijkt te resulteren in een kleinere bloeiende plant en een bloeivertraging van twee weken. Gesuggereerd wordt, dat het bloeitijdstip binnen grenzen (naast de daglengtebehandeling) tevens gereguleerd kan worden met behulp van de kasluchtvochtigheid.

3.6 Effect van luchtvochtigheid op de groei van tomatenzaailingen.

K.E.Cockshull en C.J.Graves

Het IHR heeft negen plantengroeikasten (drie Weiss-kasten en zes Saxcil-kasten (ontwerp NIAE)), die met een multi-level systeem worden bestuurd. In enkele van de Saxcil-kasten wordt het effect van luchtvochtigheid op de groei van tomatenzaailingen bestudeerd, maar ook op het ontstaan van blad-oedeem en op de calciumhuishouding (i.s.m. P.Adams). Het onderzoek is pas recent gestart. De eerste experimenten vinden plaats bij 18C, 1000 ppm CO₂ en een minimale luchtvochtigheid van 0.2 KPa bij zowel winter- als zomerlicht condities. Opvallend was de geringe luchtbeweging in de kasten (in tegenstelling tot bv de CABO-klimaatkasten). Hoge luchtvochtigheid wordt bereikt door middel van een watergoot in het midden van de kast, waar lucht doorheen de kast ingeblazen wordt. Een all-in sensor meet lichtintensiteit, temperatuur en vochtigheid. De gebruikte vochtvoeler (PCRC sensor) voldoet goed, ook bij hoge luchtvochtigheid.

3.7 Post-harvestfysiologie en houdbaarheid van tomaten.

G.E.Hobson

Het onderzoek kent drie aspecten: (1) Hydrocool bewaring bij 5C; probleem is de chilling injury. (2) CA packing is uitgetest met behulp van verschillende soorten kunststof folie, wel of niet doorlatend voor waterdamp en/of CO₂; probleem is de schimmelinfectie door hoge vochtigheid en fysiologische schade door te hoge CO₂-concentratie. Dit onderzoek gebeurt in opdracht van een grote tomateteler. (3) Genetic manipulation; volgens dhr. Hobson is het mogelijk een nagenoeg onbepaald houdbare tomaat te maken (oa door inkruizen van RIN en NOR gen), maar heeft dit bij de veredelingsbedrijven uit economische overwegingen (nog) geen prioriteit.

3.8 Vruchtgroei, waterhuishouding en Calciumverdeling bij tomaat.

L.C.Ho, R.I.Grange (en P.Adams)

Het onderzoek op dit gebied heeft zich toegespitst op een aantal aspecten:

- Calcium verdeling in de hele plant
- Transport van mineralen naar de vrucht
- Aandeel van phloem en xyleem in watertransport naar de vrucht

In het onderzoek is de invloed onderzocht van EC en luchtvochtigheid op bovenstaande aspecten.

De heer Adams was helaas verhinderd. Hij werkt oa aan de opname van nutriënten (met name calcium) door de plant en het effect van droogte en EC op de zuurgraad/suikergehalte van de tomatenvrucht.

Een mathematisch model voor de groei van een tomatenvrucht is ontwikkeld ter berekening van de netto wateraccumulatie-snelheid en netto droge stofaccumulatie-snelheid. Hierin opgenomen is de import van calcium. Het model voorspelt, dat water-import in de vrucht voor 90% floem-transport is. Met behulp van de pressure-chamber en anatomisch onderzoek is aangetoond, dat waarschijnlijk in de vruchtsteel of de steel/vrucht-overgang een grote weerstand voor watertransport in het xyleem gelokaliseerd is. Daardoor zou nauwelijks xyleemwatertransport in of uit de vrucht plaatsvinden.

Gesteld wordt, dat worteldruk een belangrijker faktor is voor het transport van calcium naar de vrucht dan gereduceerde verdamping. Normalerwijs is een vrucht inferieur als sink voor calcium.

In relatie tot neusrot is van belang, dat de EC effect heeft op de distributie van calcium BINNEN de vrucht: bij lage EC relatief meeste Ca in de proximale helft van de vrucht en bij hoge EC komt zeer veel calcium in de kelkbladeren.

Onder invloed van een hoge luchtvochtigheid blijkt dat de hoeveelheid Calcium in de jonge bladeren en groeipunten wordt gereduceerd. Op de hoeveelheid Calcium in de vrucht heeft de luchtvochtigheid nauwelijks effect.

4. Efford Experimental Horticulture Station Lymington Hampshire

4.1 Inleiding -----

Vanwege een vergadering van ADAS te Londen laat de heer Clements zich verontschuldigen voor zijn afwezigheid. Mevr. Williams ontvangt ons en bespreekt met ons de positie van Efford EHS en ADAS in het Britse tuinbouw-onderzoek en de huidige beleidsontwikkelingen (hoofdstuk 2). Daarnaast geeft zij een overzicht van het werk op Efford EHS. Mevrouw Rachel Holder en de heer Mike Leatherland leiden ons vervolgens rond op het proefstation en bediscussieren met ons het onderzoeksprogramma, alsmede enkele aspecten van de Nederlandse tuinbouw en het tuinbouwkundig onderzoek. Het Efford EHS is 152 ha groot, waarvan 1.4 ha voor beschermde teelten. Er werken ongeveer 55 mensen, waarvan 33 in vaste dienst als tuinpersoneel. Er zijn vier afdelingen:

- Nursery Stock department (mevr. M.A.Scott)
Het onderzoek richt zich op de teelt en vermeerdering van boomkwekerijgewassen.
- Fruit Crops department
Richt zich op de teelt van klein fruit (vnl. aardbei). Opvallend is de interesse voor de wijndruif, als gevolg van een enthousiaste groep wijnbouwers uit die streek.
- Outdoor Vegetables department
Het meeste onderzoek richt zich op de vervroeging van de produktie van gewassen door grondbedekking met folie (vroeg aardappelen). Daarnaast zijn ijsbergsla en knoflook in onderzoek.
- Protected Crops department (mevr.dr. Rachel Holder, voorheen
dhr. N.G.Starkey)

4.2 Protected crops department -----

90 % van het onderzoek betreft de tomatenteelt met daarnaast de teelt van chrysant en nog enig werk aan gewassen als sla, paprika en selderij. Er wordt niet gewerkt aan de komkommerteelt. Dit onderzoek wordt uitgevoerd op Stockbridge House EHS. Op Lee Valley EHS richt men zich op oa champignons en potplanten. Door de sterk toegenomen import van anjers uit landen als Columbia, Kenia en Israel lijkt de anjerteelt in Engeland een aflopende zaak en daarmee ook het anjerteelt-onderzoek op Efford. Naast teeltgerichte proeven (rassenvergelijking, plantstadia en dichtheid, opleidsystemen) is de aandacht met name gericht op het gebruik van scherm en dubbel dek, de teelt in NFT en steenwol en de CO₂-dosering in de zomer (optimalisatie zie ook Hoofdstuk 3.1). Het onderzoek aan dubbel kasdek (glas/acryl/polycarbonaat/ melinex) is nagenoeg afgesloten. Ten opzichte van enkel glas had dubbel dek een betere vroege oogst (gewastemperatuur-effect?), maar de totale oogst was slechter. Dit is een bevestiging van Nederlandse onderzoeksresultaten. Veel aandacht in deze experimenten is besteed aan de faktor luchtvochtigheid. In januari-maart kwamen zeer hoge luchtvochtigheden voor. Deze worden verantwoordelijk gesteld voor het

ontstaan van kleinere bladeren (20 % reductie in bladoppervlak als gevolg van hoge vochtigheid overdag) en kleinere vruchten, waardoor het produktie-potentieel later in het seizoen verminderd is. Ook hier ontstonden onder dubbel dek calcium gebreksverschijnselen door de te lage transpiratie van het gewas.

Het kassenbestand bestaat uit een grote variatie aan (meestal vrijstaande) typen. Voor het toekomstig (kasklimaat) onderzoek wordt een nieuwe (venlo)kas gebouwd.

4.3 Multifactorial glasshouse EHS

In het kader van de eerste officiële samenwerking tussen het IHR en ADAS is op het EHS een nieuwe kas gebouwd. Vanuit het IHR is Dr. K. Cockshull nauw betrokken bij de opzet en uitvoering van het onderzoek. Het nieuwe kascomplex (venlo type) bestaat uit 16 afdelingen van 76 m². De goothoogte is 4 meter om in de toekomst een enkel- of dubbel scherm aan te kunnen brengen. Binnen elke afdeling kunnen 4 voedingsbehandelingen in drievoud worden aangelegd. De kas is opgezet naar het voorbeeld van de energiekas in Naaldwijk. Doel van de kas is onderzoek naar de invloed van klimaat (luchtvochtigheid) en voeding (EC en Ca) op groei en produktie bij tomaat.

Voor het verhogen van de luchtvochtigheid wordt een bevochtigingssysteem aangelegd met hogedruk vernevelaars. Deze installatie was op het IHR (GCRI) getest in kleine groeikamers. Naast deze speciale voorziening is de kas uitgerust met een normaal buisverwarmingssysteem, tandheugelluchting en een CO₂ doseerinstallatie. Voor de regeling van het klimaat en de dataverzameling worden een Brinkman regelcomputer en een Repac geïnstalleerd.

De kas is zodanig van opzet dat de klimaatbehandelingen in de vorm van een latijns vierkant kunnen worden aangelegd. Het eerste onderzoek moet in het voorjaar van 1987 plaatsvinden. De planning is om vier niveau's luchtvochtigheid (dag en nacht) aan te leggen in een range van 0.1 tot 0.8 kPa, voor de voeding worden twee EC niveau's gecombineerd met twee Ca niveau's.

5 Institute of Engineering Research (IER) voorheen
National Institute of Agricultural Engineering (NIAE)
Silsoe

5.1 Inleiding

De Horticultural Engineering Division is een van de zeven research afdelingen van het IER. Hoofd van de sectie Protected Crops - een van de vier sekties van de afdeling - is Bailey. In deze sectie werken vier onderzoekers en vier assistenten. I.v.m. de bezuinigingen moeten binnenkort een onderzoeker en een assistent de sectie verlaten. Er liepen ten tijde van ons bezoek vier projekten:

- o meet-en regelsysteem voor Nutrient Film Technique (NFT) en substraat-
teelt,
- o energiebesparing onder dubbele dekken,
- o verhoging lichtnivo in kassen ,
- o regeling van kasklimaat en substraat/NFT.

Behalve bovengenoemde projekten werden de volgende onderwerpen toegelicht:

- o computermodellen,
- o ontwikkeling hygrometer met IR-absorptie,
- o spanner voor schermdoek,
- o de ontwikkeling van een CO₂-sensor,
- o klimaatmetingen in en ontwerpen van een luchtverdeelsysteem voor champignoncellen.

5.2 Meet- en regelsysteem voor Nutrient Film Technique en substraatteelt

B.J. Bailey en B.G.D. Haggett

De momenteel gangbare methode van regeling in de substraatteelt en de NFT is de regeling van pH en EC. Deze grove regeling weerspiegelt niet de opname van en behoefte aan specifieke voedingsionen.

De verhouding tussen de verschillende voedingsstoffen valt alleen handmatig te controleren. Door alleen op EC te regelen kan de concentratie van NaCl onaanvaardbaar hoog oplopen.

Mede als gevolg van de hierboven beschreven problematiek is er een groeiende behoefte aan een systeem waarbij de concentratie van elk ion apart kan worden gemeten en geregeld. Een belangrijk onderdeel van een dergelijk systeem wordt gevormd door ionselectieve sensoren. Aan het einde van de jaren 70 werd door Weaving van het NIAE een begin gemaakt met de ontwikkeling van een systeem met ionselectieve sensoren. In samenwerking met de Physical Chemistry Department van het Imperial College te Londen (Prof.W.J.Albery, B.G.D.Haggett: sensorontwikkeling) en met de Department of Environmental Sciences van de Lancaster University (Prof.P.C.Young: adaptive control algorithmen) is een geautomatiseerd meet- en regelsysteem ontwikkeld voor specifieke nuttige (K⁺, Ca⁺⁺, NO₃⁻, pH) en schadelijke ionen (Na⁺, Cl⁻) in de

voedingsoplossing tbv NFT: - Imperial College Automatic Nutrient Film Analyser - . Vooralsnog zijn kommercieeel beschikbare ion-electrodes getest. Frequentie calibratie bleek noodzaak. Dit wordt door het systeem elke 45 minuten automatisch verricht gebruik makend van een ijkpunt bij lage concentratie en een ijkpunt bij hoge concentratie.

Het beschreven systeem is in gebruik bij het IER; een verbeterde versie bij het IHR in Littlehampton. Het zal daar gebruikt worden bij onderzoek naar de opname van voedingsionen (P. Adams)

Volgens Bailey is het systeem nog niet rijp om in produktie te worden genomen. Afgezien van de prijs kleven er aan de toegepaste sensoren (potentiometrische type, fabriek Russell) een aantal nadelen: slechte signaal/ruis verhouding, in sommige gevallen de slechte selectiviteit (met name Ca-sensor), drift en korte levensduur (Ca-sensor slechts 1 maand).

Verbeteringen worden gezocht in de toepassing van amperometrische sensoren en/of biosensoren met enzymen. Op het Imperial College wordt gewerkt aan een enzymatische sensor voor fosfaat op basis van fosfatasen-activiteit; er is een zeer kleine zuurstofsensor ontwikkeld.

Binnenkort zal het IER door gebrek aan geld/mankracht gedwongen haar activiteiten op dit gebied stopzetten.

In grote lijnen komt het IER-onderzoek overeen met het onderzoek dat binnenkort bij het IMAG zal worden gestart. Er is in Engeland veel praktische ervaring opgedaan waarvan duidelijk geprofiteerd kan worden.

5.3 Energiebesparing onder dubbele dekken

B.J. Bailey

Binnen dit onderzoek is de aandacht de laatste jaren gericht op:

- o energiebesparing
- o lichttransmissie
- o luchtvochtigheid

Het onderzoek is uitgevoerd in 6 kasafdelingen voorzien van verschillend kasdek materiaal:

- enkel glas
- Acryl (PMMA) trioplaat 32 mm (Roehm, Darmstadt)
- Acryl (PMMA) duoplaat 16 mm
- PC duoplaat 10 mm (Thermoclear)
- dubbel glas
- Hortiplus (Glaverbel)

De afdelingen zijn betrekkelijk klein (ca. 60m²) en uitgevoerd met een buisverwarmingssysteem. Per afdeling kon het warmteverbruik worden gemeten. De kassen worden geregeld via het hierna beschreven computersysteem. Het gewas in de kas (tomaat) wordt puur als kasvulling gebruikt, er worden geen plant- en/of produktiewaarnemingen gedaan.

Op het oog leken er vrij grote gewasverschillen te bestaan tussen de diverse afdelingen, met name in lengte groei en bladgrootte.

De belangrijkste resultaten uit het afgelopen onderzoek zijn (z.o.z.):

	% energiebesparing	lichttransmissie voor PAR %	RV %
enkel glas	-	61	64
Acryl trioplaat	58	49	77
Acryl duoplaat	40	54	82
PC duoplaat	45	48	80
dubbel glas	14	53	71
Hortiplus	18	55	76

Opvallend was het lage % energiebesparing bij dubbel glas, het vermoeden bestond dat deze kas lek was als gevolg van een niet goed aansluiten van het glas op de roeden, er is echter geen ventilatievoud gemeten. Het onderzoek in de richting van materiaalvergelijking is in Engeland gestopt.

5.4 Verhoging lichtniveau in kassen

D.L. Critten

Critten ontwikkelde een computerprogramma waarmee de lichtdoorlatendheid van een willekeurig gevormde kas kan worden berekend. Ingevoerd moeten worden konstruktiegegevens, orientatie en lichtdoorlatendheid (voor diffuus licht) van het omhullingsmateriaal. Onderdeel van dit programma vormt een routine waarmee afhankelijk van de datum, geografische ligging en de bewolgingsgraad de lichtverdeling over de hemelkoepel wordt berekend.

M.b.v. dit programma is berekend dat een zaagtandkas waarvan de verticale dakvlakken naar het zuiden zijn gericht, een betere lichtdoorlatendheid heeft dan een vergelijkbare venlo kas. Voor enkel glas hebben de venlo en zaagtandkas een transmissie van respectievelijk 65 en 70%, bij dubbel glas is dit 58 en 65%.

De resultaten van het model worden bevestigd door de uitkomsten van metingen met schaalmodellen op het dak van een van de IER-gebouwen. Critten heeft voorgesteld een demonstratiekas met een zaagtanddak te bouwen. Er wordt nog gezocht naar geld om de kas te bouwen en hierin onderzoek te doen.

Verder werkt Critten aan een vertikaal lamellenscherm t.b.v de verhoging van het lichtnivo in een vrijstaande breedkapper. Het scherm kan het beste worden omschreven als Luxaflex waarvan de (horizontale) lamellen worden gevormd door reflektoren van gepolijst aluminium. Het scherm wordt aan de nok van een kas bevestigd en hangt neer tot ca. 2 meter boven de bodem van de kas. In een variant op dit scherm worden kunststof lamellen toegepast.

Door de reflector wordt licht dat door het zuidelijke dakvlak toetreedt en zonder het scherm weer door het noordelijke daskvlak uit zou treden naar beneden gekeerd. Metingen (zie onderstaande tabel) aan een proefopstelling in een kas bevestigen de uitkomsten van berekeningen uitgevoerd m.b.v. het eerder beschreven computermodel.

lichtwinst t.o.v. situatie zonder scherm

21/12 - 26/1	19%
27/01 - 16/2	11%
05/03 - 17/3	3%

Het scherm kan net zoals Luxaflex worden opgetrokken. In neergelaten toestand verlaagt het de lichtdoorlatendheid voor diffuus licht van de kas met ongeveer 2 %.

Een derde idee dat Critten m.b.v. zijn model heeft uitgewerkt is het gedeeltelijk dubbel beglazen van een kasdek. De uitkomsten van het model zijn samengevat in onderstaande tabel

	lichtdoorlatendheid	rel. energieverbruik
enkel glas	65%	100%
N.dakvlak dubbel glas	63%	82%
dubbel glas	58%	63%

Nabeschouwing: In het model van Critten zitten bepaalde aannames. Het is niet geheel duidelijk of de gegevens over de verhouding direkt/diffuus licht ook voor Nederland gelden. Verder is het van belang te weten dat de cijfers over lichtdoorlatendheid van Critten betrekking hebben op gemiddelden voor diffuus en direkt licht.

5.5 Regeling van kasklimaat en substraat/NFT

A.W. Hooper

Op het IER is voor de regeling van het kasklimaat een systeem ontwikkeld dat is opgebouwd volgens het zgn. multi-level principe. Drie microcomputers (geprogrammeerd in Pascal) regelen geheel zelfstandig 9 kasafdelingen. De micro's zijn gekoppeld aan een Texas Instruments computer (programma in Fortran IV) waarmee setpoints kunnen worden ingesteld en meetwaarden kunnen worden opgevraagd en opgeslagen. De TI (FS990/10, 16 bits, TM 9900 processor) wordt tevens gebruikt voor software ontwikkeling. Nieuwe software wordt via PROM in de micro's ingebracht.

De TI is verder doorgekoppeld aan de VAX 750 op het IER en via dit systeem met het "Agricultural and Food Research Council's Scientific computer network".

De volgende gegevens worden via het systeem verzameld:

- kasluchttemperatuur (gemeten met UUA 32J3 thermistors)
- dauwpunttemperatuur (en daaruit luchtvochtigheid)
- CO₂
- straling in de kas (PAR, twee solarimeters per afdeling)
- energieverbruik per afdeling
- buistemperatuur
- waterverbruik van het gewas
- verbruik voedingsstoffen
- EC en pH van de voedingsoplossing
- buitenklimaat (straling, temperatuur, windsnelheid)

Het systeem komt in tav. de klimaatgegevens in grote lijnen overeen met de systemen in Naaldwijk en Aalsmeer. Voordeel van het IER systeem is dat ook de EC en pH van de voedingsoplossing en het waterverbruik gemeten worden waardoor in de toekomst gewerkt kan worden aan onderlinge beïnvloeding van de klimaat- en substraatregeling.

De regelalgorithmen voor stoken en ventileren zijn gebaseerd op standaard P en PI regelingen. De substraatverwarming wordt geregeld via een aan/uit regelaar. Op het gebied van nieuwe algorithmen is in het verleden gewerkt aan adaptieve regelaars, op dit moment is men bezig met het regelen van de temperatuur op basis van temperatuursom naar het voorbeeld van het onderzoek van A. de Koning (PTOG). Men kon over de resultaten geen mededelingen doen omdat men van plan is op deze regeling patent aan te vragen!

5.6 Computermodellen

B.J. Bailey

Bailey heeft een computermodel ontwikkeld voor het berekenen van het energieverbruik van kassen. Naar zijn zeggen is het in principe identiek aan dat van Breuer (IMAG). Hij berekende dat het omkeren van dag- en nachttemperatuur bij het toepassen van een scherm s'nachts, 10-15 % energie bespaart.

Het effect van verdamping wordt in het model niet meegenomen.

Het is de vraag of juist voor het omkeren van de temperaturen nog wel berouwvolle uitkomsten worden verkregen.

In het kader van aan FAO-opdracht ontwikkelde Bailey een computermodel voor het berekenen van een koelinstallatie voor tropische gebieden waarbij gebruik wordt gemaakt van het verdamping van water (evaporative cooling). Het model wordt nu omgewerkt naar een programma waarmee berekeningen kunnen worden uitgevoerd aan het drogen van lucht d.m.v mechanische koeling.

5.7 Ontwikkeling van een hygrometer met IR-absorptie

B.J. Bailey

Op basis van een instrument dat succesvol wordt toegepast voor het meten van het vochtgehalte van ruwvoer, ontwikkelde de afdeling meet- en regeltechniek van het IER een apparaat voor het bepalen van de luchtvochtigheid. Het principe bestaat uit het meten van de absorptie van IR-straling door waterdamp.

Het prototype wordt beproefd in de kas waarin het onderzoek aan dubbele dekken plaatsvindt. Het is nog niet bekend of het apparaat met name bij hoge luchtvochtigheden goed werkt.

5.8 Spanner voor schermdoek

B.J. Bailey

Het principe van een beweegbaar scherm dat op een buis gerold wordt is al langer bekend. Bailey ontwikkelde een methode om het schermdoek in een dergelijk systeem strak te houden. Hij maakte gebruik van een opwindmechanisme vergelijkbaar met dat van een zonnescerm voor woningen. Een veergespannen haspel brengt via een flexibele band een moment in de oprolbuis waardoor het doek over het gehele traject gespannen blijft. Een prototype van het mechanisme is gerealiseerd in een corridor van een van de onderzoekskassen.

5.9 Ontwikkeling van een CO₂-sensor

B.J. Bailey

In samenwerking met Imperial College wordt ook gewerkt aan een sensor voor het meten van CO₂-concentraties in de (kas)lucht. In principe bestaat de meetcel uit een ruimte afgedekt door een CO₂ permeabel membraam gevuld met een elektrolyt. In het elektrolyt zijn een pH-sensor en twee elektroden geplaatst. Door een stroom op de elektroden te zetten ontstaan er in het elektrolyt OH-ionen. Uit het verloop van de pH in de tijd kan de CO₂ concentratie van de bemonsterde lucht worden bepaald. Bij een "hoog" CO₂-gehalte duurt de meting langer dan bij een laag gehalte. In de praktijk kan een bepaling 20 min. duren. Na de meting wordt door ompoling van de elektroden een situatie gecreeerd waarbij CO₂ dat door het elektrolyt is opgenomen weer uit de meetcel wordt verdreven.

Reden voor de ontwikkeling van dit apparaat is de relatief hoge prijs van een Infra Rood meetsysteem (bijv. van Siemens).

Overigens is het, gezien de vrij lage tijdsduur voor de meting, de vraag of deze sensor voor regeldoelen gebruikt kan worden. De volgende stap in de ontwikkeling is dan ook gericht op het verkorten van de responsietijd.

5.10 Klimaatmetingen en luchtverdeelsysteem champignoncellen

G.E. Bowman

Om de gelijkmatigheid van het klimaat bij de teeltbedden te bepalen heeft Bowman een PC bestuurd meetsysteem opgebouwd waarmee luchtsnelheid, luchttemperatuur, luchtvochtigheid en CO₂-gehalte van lucht op willekeurige plaatsen kan worden bepaald. Luchtsnelheden en temperaturen worden gemeten m.b.v. een DANTEC (voorheen DISA) multi channel unit.

T.b.v. de bepaling van CO₂-gehaltenes en luchtvochtigheden wordt gebruik gemaakt van een meerkanaals gasbemonsteringssysteem met een multiplexer. De luchtvochtigheid wordt gemeten dmv. dauwpuntbepaling (Hydrolog WMT 170 Endress & Hauser). Dit instrument is een spiegeldauwpunthygrometer waarin de dauwpuntmeting niet optisch plaats vindt, maar capacitatief.

Bowman heeft de beschikking over een computerprogramma waarmee kan worden bepaald in welke mate een geforceerde luchtstroom langs een vlak (bijv. een dakvlak van een stal) door een obstakel (bijv. een gording of een lamp) wordt verstoord.

Teleurgesteld in de betrouwbaarheid van het computerprogramma PHOENIX (CHAM Ltd.) dat luchtstromingspatronen modelleert, heeft Bowman een simpel systeem gebouwd voor het doen van schaalproeven. Dit bestaat uit: een overheadprojector, een heldere kleurloze bak, een pomp, een nozle, koperen blokjes en gemalen peper!

De bak wordt met de bodem op de glasplaat van de overheadprojektor geplaatst en gevuld met water. Op de bodem van de bak wordt m.b.v. de blokjes op schaal een "typical" dwarsdoorsnede van de te onderzoeken ruimte (bv. een champignoncel) nagebouwd. De nozle (simuleert de luchtinblaas) wordt op de gewenste plek gefixeerd en de pomp wordt aangezet. M.b.v. de gemalen peper wordt het stromingspatroon, desgewenst op een projektiescherm zichtbaar gemaakt.

Bij proeven met schaalmodellen spelen echter een aantal problemen een rol. Als demonstratiesysteem voor het visueel maken van luchtstromingen lijkt het echter buitengewoon bruikbaar.

Tijdens ons bezoek werd gewerkt aan de realisatie van een een luchtverdeelsysteem met een geperforeerde buisfolie boven in de cel. Er worden lage luchtsnelheden in de kanalen toegepast waardoor de lucht vrijwel radiaal wordt uitgeblazen. In systemen met hoge snelheden in het verdeelkanaal heeft de uitgeblazen lucht een relatief grote axiale snelheidscomponent. Bij de lage snelheden mag verwacht worden dat de lucht gelijkmatiger in de lengterichting van de ruimte zal worden verdeeld.

Dat Bowman veel vertrouwen heeft in inblazen met lage snelheden mag blijken uit zijn antwoord op de vraag wat hij beschouwt als het beste luchtverdeelsysteem voor champignoncellen: "The one I'am about to develop".

6. Gebieden voor samenwerking Engeland - Nederland

Een intensiever contact tussen de onderzoekers op het gebied van kasklimaatfactoren (temperatuur, luchtvochtigheid, licht, CO₂) in relatie tot gewasgroei en fysiologische processen is zeer nuttig. De wenselijkheid van samenwerking is door beide zijden uitgesproken. Met name op het gebied van de effecten van luchtvochtigheid en EC in relatie tot gewasgroei en fysiologie lijkt een samenwerking tussen het CABO (P. v.d. Sanden) en PTOG (J.C.Bakker) enerzijds en IHR (K.E. Cockshull, D.W. Hand, L.C. Ho en G.I. Grange) en Efford EHS (R. Holder) anderzijds zeer zinvol. De komende EEG-workshop over luchtvochtigheid in Littlehampton (25-27 maart 1987) is een goede gelegenheid om een en ander meer te concretiseren. Wat betreft het technisch gerichte onderzoek is vooral contact gewenst en mogelijk samenwerking op het gebied van gebruik van ion-selectieve sensoren bij de meting en regeling van substraat en NFT. Met name is nader contact tussen IMAG en IER (B.J.Bailey), Imperial College (B.G.D. Haggett) en IHR (P. Adams) wenselijk.

Bijlage 1.

Publikaties:

- Adams, P., and L.C.Ho, 1985. Two disorders but one cause. *Grower* 103(12): 17-27
- Adams, P., 198?. Balancing the tightrope between yield and quality. *Grower* ?
- Albery, W.J.; Haggett, B.G.D.; Svanberg, L.R., 1985 The development of sensors for hydroponics. *Biosensors* 1: 369-397.
- Anon., 1985. Efford Experimental Horticulture Station Annual Review for 1984. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Agricultural Development and Advisory Service.
- Bailey, B.J., 1986. Monitoring and control of nutrient film culture. NIAE project review (terminal) PT/86/020004
- Cockshull, K.E., 1985. Greenhouse climate and crop response. *Acta hortic.* 174: 285-292
- Critten, D.L., 1983. A computer model to calculate the daily light integral and transmissivity of a greenhouse. *J. Agric. Engng. Res.*, 1983 (28) 61-76
- Critten, D.L., 1985. The use of reflectors in Venetian blinds to enhance irradiation in greenhouses. *Solar Energy*
- Ehret, D.L., and L.C. Ho, 1986a. Effects of osmotic potential in nutrient solution on diurnal growth of tomato fruit. *J.exp.Bot.* 37: 1294-1302
- Ehret, D.L., and L.C. Ho, 1986b. Translocation of calcium in relation to tomato fruit growth. *Ann.Bot.* 58: in press
- Hand, D.W., 1984. Crop responses to winter and summer CO₂ enrichment. *Acta hortic.* 162: 45-63
- Hooper, A.W., Computer control of the environment in the NIAE research greenhouses. Submitted to *Computers in Agriculture*.
- Slack, G., and D.W. Hand, 1985. The effect of winter and summer CO₂ enrichment on the growth and fruit yield of glasshouse cucumber. *J.Hort.Sci.* 60: 507-516
- Slack, G., and D.W. Hand, 1986. Weighing up the cost-effectiveness of summer enrichment. *Grower* 10 april
- Starkey, N.G., 1985. The effect of secondary glazing and fixed screens on greenhouse environment and crop response of tomatoes. *Acta hortic.* 174: 331-339
- Starkey, N.G., 1986. Tomatoes: energy saving and use of summer CO₂. Report of experimental work 1985. Efford EHS GP26/11102
- Wilkin, A.L.; Bailey, B.J., 1985. A mechanism for rolling a greenhouse thermal screen. Div. Note DN 1271, NIAE, Silsoe.

Bijlage 2 Reisschema

29/9/86

Reis Wageningen - Oostende - Dover - Littlehampton

30/9/86

Institute Horticultural Research (IHR, voorheen GCRI)
Worthing Road
Littlehampton
West Sussex
BN 17 6LP
Tel. (0903) 716123
Directeur: vacature (voorheen D. Rudd-Jones)

9.00 - 10.00 Introductie (K.E. Cockshull)
10.00 - 11.00 Vruchtgroei tomaat (R.I. Grange)
11.00 - 11.15 Koffie
11.15 - 12.00 CO2 dosering (D.W. Hand, G. Slack)
12.00 - 13.00 Luchtvochtigheid bij Chrysanth (D.W. Hand, K.E. Cockshull)
13.00 - 14.00 Lunch
14.00 - 15.00 Luchtvochtigheid en licht bij tomaat (K.E. Cockshull,
C.J. Graves)
15.00 - 15.45 Kwaliteit tomaat (G.E. Hobson)
15.45 - 16.15 Thee
16.15 - 17.00 Vruchtgroei tomaat (L.C. Ho)
17.00 - 19.00 Littlehampton - Lymington Efford EHS.

1/10/86

Efford Experimental Station
Lymington Hants S04 0LZ
Tel. Lymington 73341
directeur: dhr. R.F.Clements
adjunkt-direktrice: mevr. A.M.Williams

9.00 - 10.15 Introductie (mevr. A.M.Williams)
10.15 - 10.30 Koffie
10.30 - 12.00 Rondleiding en bezichtiging Multi-factorial Glasshouse
12.00 - 13.00 Bespreking onderzoeksplannen MFG, luchtvochtigheid
bij tomaat (R. Holder, M.J.Leachland)
13.00 - 14.00 Lunch
14.00 - 17.00 Lymington - Silsoe

2/10/86

Institute of Engineering Research (IER, voorheen NIAE)
Wrest Park Silsoe Bedford MK45 4HS
Tel. (0525) 60000
Directeur: J. Matthews

9.00 - 10.00 Introductie (B.J. Bailey)
10.00 - 10.30 Koffie
10.30 - 11.30 Meet- en regelsysteem NFT (B.J. Bailey, B.G.D. Haggett)
11.30 - 12.30 Onderzoek dubbele dekken (B.J. Bailey)
12.30 - 13.00 Sensoren CO2 en RV (B.J. Bailey)
13.00 - 14.00 Lunch
14.00 - 15.00 Licht in kassen (D.L. Critten)
15.00 - 15.15 Thee
15.15 - 16.15 Regeling kasklimaat (A.W. Hooper)
16.15 - 17.00 Klimaatmetingen in champignoncellen (G.E. Bowman)
17.00 - 17.30 Afsluiting (B.J. Bailey)

3/10/86

Reis Silsoe - Dover - Oostende - Wageningen

Bijlage 3

Het areaal (in ha.) beschermde teelt in Engeland en Wales

	verwarmd	niet verwarmd
kassen met omh. van glas	1389	431
kassen met omh. ander mat.	68	287

De verdeling tussen de gewassen is:

Groenten/fruit	ha.	Bloemisterij	ha.	
Tomaten verw.	363	anjers	22	
tomaten onverw.	237	rozen	15	
komkommers	225	snijchrysanten	142	
paprika	54	overige snijbloemen	124	
sla	158	potchrysanten	10	
overige groenten	197	ov. bloeiende potpl.	92	
fruit	25	overige potplanten	49	
		opkweek	125	
	----		----	
subtotaal	1259		579	
Totaal				1838

Over het verschil tussen het opgegeven kasareaal en het betaalde oppervlak geven de statistieken geen uitsluitsel.

Bovenstaande gegevens zijn ontleend aan gegevens van het Ministry of Agriculture, Fisheries and Food uitgegeven in februari 1986; zij geven de situatie weer per juni 1985.

Prijzen energiedragers:

	opgegeven prijs	omgerekende prijs 3)
HBO	9 p/1 1)	Df1 0.32/1
Stookolie 3500	5 p/1 1)	0.18/1
Kolen	£ 65/ton 1)	228.=/ton
Aardgas	0.32p/MJ 2)	0.39/m ³ 4)
Elektriciteit dag	1.02p/MJ 2)	0.128/kWh
Elektriciteit nacht	0.51p/MJ 2)	0.064/kWh

1) opgave Slack IHR; peildatum sept, 1986

2) opgave Leatherland Effordd Exp. Hor. St.; peildatum sept 1986

3) 1 £ = Df1 3,50

4) uitgaande van de veronderstelling dat zowel Engels als Nederlands aardgas een bovenste verbrandingswaarde bezit van 35,17 MJ/m³.