

LANDBOUWHOOGSCHOLE
LANDBOUWTECHNIEK
3/6/69 S. L. Mandelstam 12
WAGENINGEN

**INSTITUUT VOOR TUINBOUWTECHNIEK
WAGENINGEN**

ELEKTRICITEIT EN KUNSTLICHT
Electricity and artificial light in horticulture

door Dr. Ir. G.H. Germing e.a.



PUBLIKATIE 44

3914

47b

Instituut voor Tuinbouwtechniek
Wageningen

ELEKTRICITEIT EN KUNSTLICHT

Verslag van een bezoek aan Zuid Engeland van 17 -
21 maart 1969 met een beknopte samenvatting van
het I.S.H.S.-symposium: "Electricity and
artificial light in Horticulture" te Littlehampton.

door:

Dr. G.H. Germing,
Mej. J.H.G. Postel en
Drs. R. Vissia.

Publikatie nr. 44
prijs f 2,50

413663

Inleiding

Onder auspiciën van de "Commission on Horticultural Engineering" en de "Commission on protected cultivation", werd van 17 - 21 maart een symposium gehouden over "Electricity and artificial light in horticulture".

Er waren 60 deelnemers (waarvan de helft engelsen) met 30 voordrachten van elk 20 minuten + 10 minuten discussie.

De meeste voordrachten waren in extenso beschikbaar.

Het symposium werd aangevuld met 2 middagen excursies naar het Glasshouse Crop Research Institute en met een bezoek aan enkele tuinbouwbedrijven.

In deze publikatie wordt een overzicht gegeven van het programma en een beknopte samenvatting van het belangrijkste nieuws.

Voordrachten symposium.

Gerangschikt naar "sessions":

1. Algemene overzichten toepassing elektriciteit in de tuinbouw.
2. Meting en regeling van klimaat.
3. Grondverwarming, koeling, ventilatorkoeling.
4. Vergelijking van lichtbronnen.
5. Kunstlicht in growing-rooms.
6. Toepassingen van kunstlicht.

Belangrijkste nieuwigheden:

Engelse bijdragen over ventilatorluchting in kassen "growing-rooms" (=kweekkamer, opweekcel, belichtingscel of lichtkooi).

Programma-samenvatting.

SESSION 1: General Papers, Electricity in Horticulture.

GRAY, A.W. (U.K.): Recent developments in the applications of electricity to horticulture in Great Britain.

MINOHARA, Y. (Japan): Applications of electricity in Japan.

CAMPBELL, L.E. (U.S.A.): Recent developments in the use of electricity in horticulture in the U.S.A.

SESSION 2: Measurement and Control of Environment.

O'FLAHERTY, T.M. (Ireland): Environmental measurements in a prototype growing-room.

CHRISTENSEN, S.Aa. (Denmark): Measuring and recording electricity in horticultural research.

FRAMPTON, F.R. (U.K.): Controlling the glasshouse climate.

GERMING, G.H. and VAN DRENTH, A. (Netherlands): Developments in the control of the glasshouse climate.

ALBERS, R.B. (Netherlands): Heating and ventilation control systems in glasshouses.

SESSION 3: Soil Warming, Glasshouse Cooling and Fan Ventilation.

DE WILDE, J. (Belgium): Electrical soil warming in Belgium.

BOXALL, M.I. (U.K.): Some effects of soil warming on plant growth.

CHAUMIER, P. and LEBEL, J. (France): Glasshouse cooling.

MORRIS, L.G. (U.K.): Theory of fan ventilation.

JAMIESON, M. (U.K.): Fan ventilation of glasshouses - practical aspects

SESSION 4: Comparisons of light Sources.

FOLSTER, E. (Germany): The influence of the type of fluorescent lamp on the growth of young vegetable plants.

MEIJER, G. (Netherlands): Some aspects of plant irradiation.

COOKE, I.J., MORGAN, S. and BURDETT, A.N. (U.K.): Light sources for promoting - photosynthesis.

CAMPBELL, L.E. (etc.) (U.S.A.): Light sources used in horticulture in the U.S.A.

SESSION 5: General Papers and Growing Rooms.

NORTON, R.A. (U.S.A.): Supplementary lighting of horticultural plants in coastal Washington State.

GERMING, G.H. (Netherlands): Use of artificial light in horticulture in the Netherlands.

VISSIA, R. (Netherlands): The cost of artificial light for plant irradiation.

CANHAM, A.E. (U.K.): The growing room in commercial horticulture.

MORGAN, J.V. (Ireland): The influence of light intensity, photoperiod, temperature, CO₂ enrichment and compost on the development of tomato plants in growing rooms.

SESSION 6: Artificial lighting for Specific Crops.

HALLIG, V.Aa. (Denmark): The effect of artificial light on earliness and yield of tomatoes.

MORGAN, J.V. (Ireland): The Influence of supplementary illumination and CO₂ enrichment on the growth, flowering, and fruiting of the tomato.

DULLFORGE, W. (U.K.): The growth of winter glasshouse lettuce with artificial light.

COCKSHULL, K.E. and HUGHES, A.P. (U.K.): Supplementary lighting for AYR chrysanthemums.

DE GEUS, P.A. (Netherlands): Measurement and indication of the illuminations.

Grondverwarming.

Twee bijdragen over grondverwarming; geen nieuwe gezichtspunten. Engelse resultaten bij tomaten en komkommers niet spectaculair. Positieve resultaten bij witlof, sla, bloembollen (trek) en aardbei.

Kasisolatie. Minohara (Japan) heeft dubbelwandige kas van glas of folie; voor isolatie 's-nachts en eventueel schermen overdag wordt tussenruimte vol-geblazen met polystyreenkorrels respectievelijk leeggezogen.

Kasklimaat. Enige bijdragen over regeling kasklimaat van Nederlandse zijde: Germing en Van Drenth (ITT) en Albers (Proefstation Naaldwijk).

Kaskoeling. Hierover 3 concrete bijdragen. Uit Zuid-Frankrijk "koeling met watermatten en mechanische koeling". Berekeningen en uitvoeringen beschreven (Chaumier etc. Lebel). Uit Engeland "Luchting met ventilatoren"; 2 bijdragen van respectievelijk Morris (theorie) en Jamieson (praktijk), aangevuld met enkele bedrijfsbezoeken. Koeling met watermatten niet toegepast in Engeland (luchtvochtigheid gemiddeld te hoog geacht).

Summary paper M. Jamieson: "Practical aspects of fan ventilation of greenhouses."

Fan ventilation offers certain advantages over natural ventilation of greenhouses. The main advantage is in the positive air movement provided, which should result in better cooling at the micro-climate level and in more efficient gaseous interchange at the leaf surface. Where fans are installed in a new greenhouse, the omission of the overhead operating gear and opening windows improves the light transmission in the

house. With certain designs of greenhouse, particularly the narrow multispan, there may be a saving in capital cost. Fan ventilation systems do have disadvantages. Probably the most important are the existence of a persistent temperature gradient between the air inlets and outlets, and the significant running cost which is incurred. Control of cooling rate presents another problem, particularly at low air flow rates. In addition, fan systems are completely dependent on the power supply and while this is most unlikely (in the majority of localities) to fail in summer, there are circumstances where the provision of a stand-by power source is advisable.

Siting of the fans in the greenhouse is important. In multispan blocks air should be moved at right angles to the ridges and gutters to prevent all movement taking place in the apices of the houses.

Choice of maximum air throughput is important. It is recognized that for most conditions in the U.K. a design air flow of $7,5 \text{ ft}^3/\text{min}/\text{ft}^2$ of floor area ($0,037 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$) is advisable. It is also known that a number of systems operate successfully on a basis of $5 \text{ ft}^3/\text{min}/\text{ft}^2$ ($0,025 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$) and this is regarded as the lowest acceptable rate. Further research in a range of conditions is necessary to evaluate these factors.

Belichting en lichtbronnen: Fölster (Hannover) bijdrage over diverse kleuren fluorescentielampen, zowel voor aanvullend als uitsluitend kunstlicht; voor de opkweek was speciale "plantenlamp" Fluora minder dan de gebruikelijke, b.v. Philips TL 34 of 55. Goede HLRG-reflector zou zijn: Notek (duits fabrikaat).

Cooke c.s. (Engeland) gaf uitstekende voordracht over de waardering van lamptypen met betrekking tot spectrale samenstelling. Actie spectrum fotosynthese bij komkommer bepaald met filters en infra-rood gasanalysator: piek bij 650 nm, kleinere piek bij 455 nm en dal bij 520 nm.

Uit spectrale verdeling van zichtbare straling van reeks o ontladingslampen en fotosynthese actie spectrum berekend de "fotosynthetische straling" (photosynthetic flux) der lampen. In kortdurende proeven goede correlatie tussen berekende fotosynthetische straling en gemeten groei.

Meijer, (Philips Eindhoven) met groeiverschillen bij diverse lamptypen. (SON(T) hogedruknatriumlamp 400 W gaf hoogste rendement; vraag is of prijs acceptabel is.

Verdere Nederlandse bijdragen van:

Germing (ITT): Use of artificial light in horticulture in the Netherlands.

Vissia (ITT): The cost of artificial light for plant irradiation.

Uit discussie kwam volgende lampentypering voor Engels-Nederlands:

<u>Engels</u>	<u>Nederlands</u>	
MBFT	MIL	menglichtlamp
MB/U	HO	hogedrukkwiklamp
MBF	HPL	hogedrukkwiklamp + fluor. ballon.
MBF/R	HPLR	hogedrukkwiklamp + fluor. ballon. + inw. reflectie.
HLRG	HLRG	hogedrukkwiklamp + inw. reflectie.
HPS	SON(T)	hogedruknatriumlamp.
MBI	HPI	hogedrukjodidelamp.
MCF	TL	fluorescentielamp.

In Amerika nogal gewerkt met z.g. high-output fluorescentielampen; tot 215 W; Coolwhite beste kleur.

Lichtmeten.

Vooraf naar aanleiding van schriftelijke bijdrage van De Geus: "Measurement and indication of the illuminations"; discussie over lichtmeten. Voorstel De Geus: plantbelichtingsrecept op basis van lamptype en toegestane laagste verlichtingssterkte (lux-meter), die gemeten wordt met meetvlak van meetcel loodrecht stralingsrichting of te wel bij maximale uitslag.

Voorstel na discussie: reacties aan A.E. Canham (reading), die samenvat.

Suggestie Campbell (U.S.A.): maak in ieder geval overzicht van hoe men in het de verschillende landen doet.

Kweekkamers. (eng.growing-rooms).

In Engeland: growthroom= in hoge mate geregeld klimaat voor onderzoek; growing-room= voor praktijk geschikte kweekruimte met beperkte klimatisering. Toepassing in Engeland uitgebreid sinds eerste demonstratie in 1967. Naar schatting 30 stuks in gebruik bij onderzoek en kwekers, uitbreiding tot 100 in 1970 verwacht.

Al veel ervaring over teeltresultaten, die gunstig zijn; economische aspecten nog niet duidelijk.

Voordrachten van T. O'Flaherty c.s., Canham, Morgan en Dullforce.

Planten worden (tijdelijk) opgekweekt in uitsluitend kunstlicht in goed geïsoleerde cellen, waardoor snelle en reproduceerbare opweekresultaten, zodat betere planning mogelijk.

Engelse uitvoering volgens Electricity Board: Ruimten van ongeveer 4 x 3 m met weerszijden middenpad enkele lagen tabletten met fluorescentielampen.

Horizontale luchtverplaatsing door ventilator via geperforeerde wanden en zolder; koeling (ventilatie met buitenlucht) en (zonodig) verwarming (elektrisch).

Watervoorziening planten via natzandtablet. Belichting 5500-11000 lux door respectievelijk 7 en 13 stuks 2,40 lange "Warm-White" (=TL 29) fluorescentielampen van 125 W op tablet van 100 cm breedte; 45 cm boven tablet. Bij 13 lampen kan helft worden uitgeschakeld.

Ook andere uitvoeringen, b.v. in Ierland (O'Flaherty en Morgan).

O'Flaherty met gegevens over luchtbeweging en temperatuurverdeling in kweekkamer.

Summary paper T.O'Flaherty: "Environmental measurements in a prototype growing-room".

The paper describes measurements of environmental conditions - principally temperature, light intensity and air movement - in a prototype commercial growing-room.

The internal dimensions of the growing-room are 18 ft x 9 ft 9 in. x 8 ft high.

It is designed to accommodate three tiers of 3 ft 6 in. benches on each side of a 2 ft 9 in. central path, and to take a total of 4,000 plants at 3½ in. centres. The benches are lit by banks of 5 ft. 65 W TL 33 fluorescent tubes, 17 hours (1-2 m W/cm²; 3200 - 6500 Lux). There are double walls 12 in. apart at the sides of the room. The inner wall is perforated and continuous air circulation is provided by two 18 in. propeller fans, situated in transverse ducts on the roof. A ventilator in each duct opens under modulating thermostatic control to introduce outside air when cooling is required. Extra heat is supplied by an electric fan heater with on/off control. Temperatures in the room were recorded with thermocouples and a multi-point potentiometer recorder, to determine the influence of the air circulation system, the lights and the heater on the space distribution of temperature. The results showed satisfactory uniformity of temperature in the room. Outside temperature was recorded simultaneously to permit an estimation of the rate of heat loss from the room, and the effectiveness of the ventilation system in limiting temperature rise above outside conditions.

Airflow rates were measured at points throughout the room, to determine the effectiveness of the air circulation system in maintaining a uniform rate of air movement across the room.

The light intensity over the bench area was measured for different lamp mounting heights and tube spacings.

Comparative dry-weights were measured for plants propagated in the growing-room and plants from the same sowing propagated in a glasshouse, with and without supplementary illumination.

Teeltevaringen vooral met tomaten, zoals: J.V. Morgan:
"The influence of light intensity, photoperiod, temperature,
CO₂ enrichment and compost on the development of tomato
plants in growing-rooms.

Plants raised in growing-rooms showed spectacular increases in plant spread and leaf area roughly corresponded with the increase in dry matter production. Four growing-rooms were used, each containing two units of three-tiered benchwork. Lighting was provided by means of 5 ft. 80 W white fluorescent tubes (Philips TL 33). A 12 hour photoperiod was standard and the period of treatment was 19 to 21 days. The installed light capacity ranged from 160 to 240 W/yd² with the latter giving the best results. Low mounting heights (tubes 3 - 4 in. above plant level) were superior to heigher mounting heights (10 - 12 in.).

Comparison of an 8 hour and 16 hour photoperiod combined with two light intensities (600 and 1,200 f.c.) indicated the tomato behaved as a short day plant in relation to leaf production and influorescence initiation. A spread of temperature ranging from 66/62^oF to 85/85^oF were investigated. Growth rate increased with temperature up to 80/80^oF.

Constant temperatures were superior to differential temperature regimes with the same mean temperature. Plants responded to CO₂ enrichment up to 1,600 ppm, the highest level used in this series of trials. Where low levels of CO₂ were used in combination with high temperatures (80^oF), plant developed a browning and constriction of the stem just beneath the cotyledons. Standard UCEE compost (75% peat, 25% sand) was used for most of the experiments, but later trials showed that an all-peat compost gave superior results.

The saving in propagation time was up to 5 weeks and 2 weeks compared with unlighted and supplementary lighted plants respectively. Flower bud numbers on the first influorescence increased with temperatures up to 80/80^oF, contrary to the widely-held belief that high temperatures decrease bud numbers. Plant height and leaf numbers to the first

truss increased with temperature and the lower the light intensity the greater the increase. Some data are provided to illustrate the advantages and operation of a "nursery-area" technique, where plants are grown in small containers ($1\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ in. diameter) under high light intensity for 10 days before transferring to $4\frac{1}{4}$ in. pots for a further 10 day illumination period.

Lee Valley Exp. Hort. Station. Tomaat met 3 - $3\frac{1}{2}$ week later zaaien zelfde planten als uit kas, aubergines en peper 1 maand later gezaaid waren na 3 weken veel verder dan normaal gezaaid in kas. Selderij en gezaaide pelargoniums ook snellere groei. Potchrysanthen 2 weken in kweekkamer veel uniformer, meer takken en betere bloemkwaliteit en vroeger. Radijs in 3 weken verkoopbaar.

W. Dullforce proeven met sla in kweekkamers; bij hogere intensiteiten afname van lichtrendement van 11% bij 650 Lux tot 5% bij 6500 Lux. Uit gegevens berekeningen over industriële productie van sla in kunstlicht. Alleen tijdens eerste periode opkweek kunstlichtteelt economisch.

Verdere toepassingen kunstlicht.

Voordrachten van Hallig (Denemarken) en Morgan (Ierland) over aanvullende belichting bij tomaten.

Hallig veel effect van bijverlichting bij opkweek: eerst 3 weken 300 W/m^2 daarna 150 W/m^2 . HLRG en ML menglichtlamp gaven zelfde effect bij een zelfde geïnstalleerd vermogen (juiste temperaturen?).

Cockshull (University Reading) over kunstlicht bij chrysanthen: extra belichting (tot $30 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$) gedurende eerste 14 dagen, KD-behandeling gaf veel uniformere bloemaanleg. Deze behandeling ook al in praktijk toegepast; kan ook met kweekkamers.

Bedrijfsbezoeken.

Southern Carnation Ltd. Worthing Road, Littlehampton: anjers in breedkappers gelucht door middel van ventilatoren in zijgevel.

Sussex Nurseries Ltd, Rustington, Sussex (Mr. R.J. Cox): 4 ha glas, helft anjers; helft jaarrond-chrysanthen (snij en pot). Ventilatorenluchting in verschillende kassen; ontwikkelingsgang. Laatste ontwikkeling: 1,6 ha groot blok van 10 kappen van 14 m breed en 120 m lang. In beide zijgevels van 120 m lengte totaal 76 ventilatoren, die lucht afzuigen in smalle corridor langs de gevel. Corridor met zijluchtramen, die geopend lucht naar buiten laten, of wanneer opening kleiner wordt corridor onder overdruk komt en lucht via geperforeerde plastic slurven over de grond terugkeert in kas. Zodoende is circulatie mogelijk wanneer ramen zijn gesloten en CO₂ toegediend. Verwarming en luchting apart geregeld voor elk kwart van het complex; lucht binnengelaten via nokluchting in beide middelste kappen en éénzijdige nokluchting van op één na buitenste kap.

Southdown Flowers Ltd, Walberton Sussex: 1,1 ha glas, jaarrond-chrysanthen en poinsettia's. Experiment met 14 daagse belichting van chrysanthen bij begin KD-behandeling.

Plant Protection Research Station (I.C.I.), Fernhurst, Surrey: kweekkamer in aanbouw voor 2 weekse lichtbehandeling van 2000 potchrysanthen bij begin KD-behandeling. (Kweekkamer 80 W "White" lampen, 15 cm boven planten: 8600 Lux). Potchrysanthen in kas met "production live system"; tabletten op wielletjes, ene kant kas er in; om de paar dagen opgeschoven tot verkoopbaar aan andere eind van de kas. Veel proeven met aanvullend kunstlicht: tomaten, komkommers, chrysanthen, anjers.

Vergelijkingsproef: in Venlowarenhuis met respectievelijk glazen dek en gebogen Transpex (perspex); 2 kassen elk 6 kappen van 3 m breedte en 12 m lengte met eigen warmeluchtverwarmingssysteem en oliebrander en ventilatorluchting. Aardbeien 7 ha onder tunnels, die gedeeltelijk mechanisch worden geplaatst.

Lee Valley Exp. Hort. Station, Hoddesdon: een jaar ervaringen met kweekkamer: tomaten, pepers, selderij, pelargonium, chrysanten.

Glasshouse Crop Research Institute: overleg met Dr. Cooper over single-truss tomaten; men zoekt naar kleine wortelruimte (watercultuur?).