

Fysiologendag 1967

Door de Stichting Centrum voor Plantenfysiologisch Onderzoek werd op 27 oktober in Wageningen de jaarlijkse studiebijeenkomst voor plantenfysiologen gehouden.

In zijn openingswoord werd door de directeur de taak van het C.P.O., in verband met de faciliteiten die het nieuwe laboratorium biedt, nog eens besproken. Vervolgens gaven de medewerkers van het instituut een kort overzicht van hun werk. Na afloop hiervan werden de laboratoria en het fytotron bezichtigd.

Agenda van de bijeenkomst:

Dr. I. de Haan: Inleiding

Dr. J. Bruinsma (mede namens dr. H. Veen): Groeiregulatoren onderzoek

Mej. drs. S. de Boer: De invloed van suikerbietresten op groei en ontwikkeling van vlas

Ir. J. W. Heringa (mede namens C. R. Vonk): Analyse van een remstof uit suikerbietenloof

Dr. P. Gaastra: De klimaatkamers van het C.P.O.

A. A. Steiner: Problemen bij de minerale voeding van planten

Dr. ir. H. C. M. de Stigter: Effecten van plaatselijke stengelkoeling in meloen/Cucurbita-entingen

Dr. W. J. Vredenberg: Actiefransport

De inhoud van de lezingen is op de volgende pagina's in het kort weergegeven.



Inleiding

Dr. I. de Haan, directeur C.P.O.

In 1963, toen de medewerkers van het C.P.O. voor het eerst op een 'fysiologendag' met hun werk voor het voetlicht traden, bedroeg het aantal onderzoekers vier en het aantal deelnemers aan die bijeenkomst was 37.

Nu thans de nieuwbouw met laboratoria en een fytostron gereed zijn gekomen, was er alle aanleiding op de taak van het C.P.O. opnieuw in het licht van de nieuwe faciliteiten in ogenschouw te nemen.

Sedert 1963 is het aantal wetenschappelijke medewerkers van het C.P.O. toegenomen tot acht, terwijl het aantal deelnemers van de bijeenkomst in 1967, 76 bedroeg. In beide opzichten dus een verdubbeling.

Hoewel het C.P.O. gedurende de afgelopen jaren met alle instellingen, vertegenwoordigd door de deelnemers aan deze bijeenkomst, contacten op wetenschappelijk gebied gehad heeft, waarvan in het overzicht van de eerste tien jaar verslag werd uitgebracht, werd nog eens gewezen op de taak die het C.P.O. als centrum van onderzoek heeft.

a. Voor inlichtingen en advies kunnen plantenfysiologen, werkzaam aan instellingen van land- en tuinbouwkundig onderzoek, bij het C.P.O. terecht.

b. Het C.P.O. kan werkruimten, waaronder een isotopenlaboratorium met moderne meetapparatuur, laboratoriumruimten met moderne apparatuur, waaronder een aminozuur analyser, een ultracentrifuge en chromatografie-apparatuur, ter beschikking stellen, benevens een goed voorziene bibliotheek.

c. De medewerkers van het C.P.O. houden zich op de hoogte van de vorderingen op hun vakgebied en onderhouden contacten met hun collega's die aan universiteiten en andere onderzoekinstellingen werkzaam zijn.

d. Het onderzoek, dat door de medewerkers van het C.P.O. verricht wordt, houdt verband met vragen die uit de praktijk voortkomen.

Er wordt echter naar gestreefd dit onderzoek te integreren en de wisselwerking tussen wortelstelsel en bovengrondse delen, alsmede de rol die door de transportbanen in de plant vervuld wordt, niet uit het oog te verliezen.

Vervolgens hielden de medewerkers korte uiteenzettingen over hun onderzoek.

Groei-regulatoronderzoek

Dr. J. Bruinsma, mede namens dr. H. Veen, beide C.P.O., Wageningen

Het onderzoek met groeiregulatoren wordt verricht door Dr. H. Veen en dr. J. Bruinsma.

Dr. H. Veen onderzocht het transport van auxinegroeistoffen in stengelstukjes van *Coleus*, waarop met ^{14}C gemerkt auxine aan één der wondvlakken wordt aangebracht. Het transport, de verdeling en de omzetting van de groeistof worden nagegaan, alsook de invloeden van synergistisch en antagonistisch werkende stoffen op deze processen. Het onderzoek heeft geleid tot een theorie omtrent de polariteit van het auxintransport, volgens welke het polair transport het resultaat is van een actieve en specifieke secretie van groeistof aan de basale zijde van de cellen in het parenchymweefsel.

De chemische regulatie van groei en ontwikkeling is het terrein van onderzoek van dr. Bruinsma. Deze tracht enerzijds bij te dragen aan de kennis van de aard en werkwijzen van groei- en remstoffen, alsook van herbiciden, anderzijds om toepassingsmogelijkheden voor de regulatoren in land- en tuinbouw te ontwikkelen, dit laatste meestal in samenwerking met onderzoekers van andere instellingen van land- en tuinbouwkundig onderzoek.

Een voorbeeld is het onderzoek naar rustverschijnselen, waarbij aan de ene kant praktische mogelijkheden zijn ontwikkeld om met behulp van gibberellinezuur de kiemrust van aardappelknollen en graanzaden te verbreken, aan de andere kant wordt nagegaan hoe gibberellinen en andere regulatoren de nucleïnezuurstofwisseling van geïsoleerde celkernen beïnvloeden.

De invloed van suikerbietresten op de groei en ontwikkeling van vlas

Mejuffrouw drs. S. de Boer, C.P.O., Wageningen

In verband met vruchtwisselingsproblemen is het van belang te onderzoeken welke invloed oogstresten kunnen uitoefenen op de groei van een volgend gewas.

In Oostelijk Flevoland heeft men geconstateerd dat de ontwikkeling van vlas minder goed verloopt na de teelt van suikerbieten en beter met aardappelen als voorvrucht. Dit was aanleiding om proeven te nemen waarbij vlas gezaaid is in grond of perliet, gemengd met gedroogde en gemalen suikerbietkoppen. Onder invloed van deze oogstresten wordt de kieming vertraagd en de groei geremd.

Suikerbietkoppen die ongeveer een week vochtig zijn bewaard hebben een sterker remmende werking dan materiaal dat kortere of langere tijd is verteerd. Van zulke verterende plantenresten kunnen de microorganismen en hun stofwisselingsproducten vele plantaardige processen beïnvloeden.

De remmende werking van verse suikerbietkoppen wordt niet veroorzaakt door een hoge zoutconcentratie: de as van

deze resten veroorzaakte geen groeivertraging. Wel kan oxalaat, dat in suikerbiet voorkomt, de kieming en groei van vlas remmen.

Het blijkt dat in extracten van suikerbietkoppen naast oxalaat nog andere stoffen verantwoordelijk zijn voor de remmende werking. Hiernaar wordt chemisch onderzoek verricht.

Analyse van een remstof uit suikerbietloof

Ir. J. W. Heringa, mede namens C. R. Vonk, beide C.P.O., Wageningen

In het eerder vermelde onderzoek van mej. drs. S. de Boer over 'De invloed van suikerbietresten op de groei en ontwikkeling van vlas' is aangetoond dat een extract uit deze resten oxalaat bevat dat een kiemremmende werking kan uitoefenen. In verder onderzoek met de heer C. R. Vonk is ook reeds gebleken dat het waterig extract naast oxalaat nog andere kiemremmende stof (of stoffen) bevat, die door actieve kool gebonden worden.

Omdat nader onderzoek naar deze remstof de kennis van de factoren die een gewenste vruchtopvolging soms in de weg staan zouden kunnen vergroten en gegevens zouden kunnen opleveren over in de natuur voorkomende remstoffen is dit onderzoek door de heer Vonk voortgezet.

Na zijn aanstelling bij het C.P.O. eind 1966, is inleider steeds meer betrokken bij dit onderzoek, dat voorlopig de volgende interessante gegevens over de kiemremmende factoren heeft opgeleverd.

In het waterige extract van bietenresten konden een saponine en enkele fenolzuren, zoals p-hydroxybenzoëzuur, vanillezuur, p-cumaarzuur en ferulazuur worden aangetoond.

Na hydrolyse van een dergelijk extract werd meer van deze fenolzuren gevonden, hetgeen wijst op de aanwezigheid van glucosiden van deze zuren. Van genoemde verbindingen is het saponine vrijwel niet remmend werkzaam en ferulazuur het sterkst actief (bij ca. 1 mg/ml). De concentraties die van deze stoffen in de actieve extracten konden worden aangetoond waren echter aanmerkelijk lager dan die voor kiemremming nodig zijn. Het sterker remmend werkende iso-eugenol dat bij biologische oxidatie ferulazuur kan opleveren, kon niet in het extract worden aangetoond.

Van nicotinezuur en nicotinezuur amid, dat door anderen in melasse en in suikerbieten is gevonden, heeft vooral het laatste wel een remmende invloed op kieming van vlaszaad (bij ca. 1 mg/ml) maar deze verbindingen werden door ons niet in het extract gevonden.

Met behulp van chromatografische scheidingsmethoden werd tenslotte een werkzame fractie verkregen die slechts

een vlek gaf op dunnelaag chromatogrammen met verschillende loopmiddelen. Deze fractie heeft enkele eigenschappen gemeen met adenosine. Het geeft o.a. een overeenkomstige absorberende vlek op fluorescerende dunnelaag chromatogrammen bij belichting met U.V. licht van 254 m μ ; het toont een absorptie piek bij ca. 260 m μ en bij hydrolyse in zoutzuur wordt een stof gevormd die wat plaats in het chromatogram en het U.V. spectrum overeenkomt met adenine.

Het infrarood spectrogram wijkt echter nogal af van dat van adenosine en deze stof zelf blijkt weinig remmend op de kieming van vlaszaad te werken. Adenine, dat door hydrolyse uit adenosine kan ontstaan, is sterker werkend en wel bij ca. 1 mg/ml. De meest gezuiverde fractie bleek echter 5 tot 10 x sterker zijn. De eigenschappen van deze verst gezuiverde fractie zijn verschillend van die van de bekende fysiologisch werkzame adenine derivaten kinefine en zeatine, of van de bekende remstof dormin. De mogelijkheid dat bij de kiemremmende werking van het extract een synergisme een rol speelt wordt onder ogen gezien nadat tijdens het onderzoek bleek dat een nog onzuivere fractie sterker werkte dan de meest gezuiverde werkzame fractie.

Het fytozon van het C.P.O.

Dr. ir. P. Gaastra

Het fytozon van het C.P.O. bevat 8 klimaatkamers, 6 klimaatkassen en 5 kamers voor biochemisch onderzoek.

Het nuttig vloeroppervlak van de klimaatkamers is 10 m². Alle kamers worden verlicht met hogedrukkwiklampen (HPL 400W, 3000W m⁻²) en gloeilampen (400W m⁻²). De maximale lichtintensiteit tussen 400 en 700 nm op 40 cm onder het plafond is ca. 220000 erg cm⁻²sec⁻¹, d.i. ca. 60% van de instraling op een heldere zomermiddag. Bij volle verlichting kan de temperatuur worden ingesteld tussen 5 en 35°C, in het donker tussen -5 en 35°C. Bij lagere temperatuur (tot 15°C) is de luchtvochtigheid instelbaar tussen 50 en 90%, bij hogere temperatuur tussen 30 en 90%. Schakelklokken regelen de daglengte en kunnen tevens in de donkerperiode een van de lichtperiode afwijkend temperatuur- en vochtregime bewerkstelligen. In 3 kamers zal het koolzuurgehalte instelbaar zijn tussen 0.03 en 0.3%.

Het nuttig vloeroppervlak van de kassen is 10 m². De temperatuur- en vochtigheidsregeling zijn minder nauwkeurig dan in de kamers. Zowel in de zomer als in de winter zou een temperatuur van 20°C bereikbaar moeten zijn. De werkelijke mogelijkheden moeten nog worden onderzocht. Het is gedurende de zomer van 1967 wel gebleken dat het op een heldere warme zomerdag mogelijk is de temperatuur in de kassen op 20°C te houden.

Twee klimaatkamers en 2 kassen worden geschikt gemaakt voor de toepassing van enkele radio-isotopen, onder meer $^{14}\text{CO}_2$.

Zowel in de kamers als in de kassen worden de planten gekweekt op transportwagens. Vanuit de klimaatkamers worden thermokoppels en gasleidingen naar een centraal punt geleid, zodat daar b.v. planttemperaturen en koolzuur- en waterdampgehalten van de kamerlucht gemeten kunnen worden.

Twee van de kamers voor biochemisch onderzoek hebben een laag temperatuurbereik (tot -20°C), terwijl in de drie overige de temperatuur kan worden ingesteld tussen 20 en 30°C , het vochtgehalte tussen 50 en 95 %.

Problemen bij de minerale voeding van planten

A. A. Steiner, C.P.O., Wageningen

Bij het onderzoek inzake plantenteelt zonder aarde werden nieuwe inzichten verkregen over de minerale voeding van een plant via een voedingsoplossing. Dit heeft vnl. betrekking gehad op de macro-elementen. Hier zal in kort bestek iets worden gezegd over de micro-elementen bij de plantenvoeding.

Bij het toedienen van micro-elementen aan een voedingsoplossing is een zekere traditie ontstaan. In onze menselijke samenleving neemt de traditie een belangrijke plaats in; zeer terecht. In het onderzoek kan traditie een gevaarlijke zaak zijn. Ik wil een voorbeeld geven van dit gevaar bij de minerale voeding van de plant. Het is op vele laboratoria een traditie - wellicht kunnen we beter zeggen een sleur - geworden, aan watercultures de zg. A-Z micro-elementen oplossing van Hoagland toe te dienen. Hoagland en Snijder hebben het recept van deze oplossing in 1933 niet gepubliceerd als voorschrift voor een algemene cultuurmaatregel. Zij hebben willen nagaan welke van een aantal micro-elementen belangrijk waren voor een plant. Hiertoe stelden zij een oplossing samen met 12 micro-elementen, waarvan de invloed op aardbeien werd nagegaan door telkens één element weg te laten (zie onder A in tabel 1).

Van 4 elementen, t.w. jodium, broom, tin en lithium, waarvan zij in mogelijk reeds lage concentraties een groei remming verwachtten, werd een halve gram van het beschikbare zout genomen, van 6 elementen 1 gram van het beschikbare zout of oxyde. In beide gevallen werd het halve gram of hele gram toegediend aan 18 liter moederoplossing, waarvan dan 1 ml per liter voedingsoplossing werd gebruikt. Voedingsfysiologisch gezien is het minstens bevreemdend dat een hoeveelheid van het toevallig aanwezige zout waarin het betreffende element aanwezig

is, als bepalend wordt gesteld voor de hoeveelheid van dat element.

Van kobalt en koper, waarvan 1 gram van de volledig gehydrateerde zouten kobaltnitrat en kopersulfaat werden gebruikt, resulteert dit in $\pm 0.2 \mu$ gram ion, terwijl het halve gram van het gebruikte anhydrische lithiümchloride 0.66μ gram ion lithiüm geeft. Men dacht van het lithiüm half zo veel toe te voegen, maar in werkelijkheid gaf men juist drie maal zo veel.

Bij de proeven met aardbeien bleek dat speciaal borium onmisbaar was voor een goede groei, maar ook mangaan en mogelijk koper en zink. Voor de overige elementen kon dit toentertijd niet worden aangetoond.

Vervolgens stelden Hoagland en Snijder een tweede supplementaire oplossing samen met 14 elementen (zie onder B in tabel 1). Van 4 elementen werd een halve gram in de moederoplossing gegeven, van de overige 0.1 gram. Ook hier doet zich het verschijnsel voor dat met name 0.1 gram kalium fluoride resulteert in 0.1μ gram ion van het als giftig geïdentificeerde fluoride, terwijl 0.1 gram zeezuur slechts 0.02μ gram ion van het voor de plant vrij onschuldige selenaat geeft.

De toediening van oplossing B gaf een onmiskenbare groeiverbetering, maar er werd geen onderzoek verricht om na te gaan of hiervoor een bepaald element verantwoordelijk is. Onder deze elementen bevond zich molybdeen. Mogelijk is dit de promotor geweest; in de voedingsoplossing bevond zich nl. uitsluitend nitraat als stikstofbron, terwijl molybdeen onmisbaar is voor de nitraatreductie in de plant.

Er zijn verschillende laboratoria waar deze zg. A-Z oplossing trouw wordt toegediend. Het is een traditie geworden, misschien een sleur. Er zijn ook laboratoria die menen de A-Z oplossing te gebruiken, maar in werkelijkheid slechts de A oplossing toedienen, waarbij dan het naar wij weten zo belangrijke element molybdeen uit oplossing B, ontbreekt. Als grappige noot kan worden vermeld dat er op zeker moment in de literatuur een drukfout in het recept is geslopen, nl. CaCl_2 i.p.v. CdCl_2 , dus calciumchloride i.p.v. cadmiumchloride. Voor zover ik na heb kunnen gaan kwam deze afwijking voor 't eerst voor bij W. Schropp in 1951 in zijn bekende boek 'Die Methodik der Wasserkultur höherer Pflanzen'. Sedertdien treft men deze fout veelvuldiger aan, zelfs in band IV van de Encyclopedie of Plant Physiology van 1958 (pag. 66). Geleidelijk aan zijn er echter meer verminkingen in de A-Z oplossing geslopen, die er op wijzen dat men ze van elkaar heeft overgenomen, hoewel als bron steeds de originele literatuur wordt vermeld! Maar 't toppunt is toch wel dat men bij een buitenlands instituut en op een Nederlands laboratorium trouw dat spootje calcium i.p.v. cadmium toevoegt aan een voedingsoplossing die normaal reeds min-

A		voedingsoplossing	
moederoplossing		element	$\mu\text{g. ion/ltr.}$
verbinding	g./18ltr.		
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	1.0	Al	0.33
KJ	0.5	J	0.17
KBr	0.5	Br	0.23
TiO_2	1.0	Ti	0.70
SnCl_2 2 aq.	0.5	Sn	0.12
LiCl	0.5	Li	0.66
MnCl 4 aq.	7.0	Mn	2.00
H_3BO_3	11.0	B	10.00
ZnSO_4	1.0	Zn	0.34
CuSO_4 5 aq.	1.0	Cu	0.22
NiSO_4 6 aq.	1.0	Ni	0.21
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 6 aq.	1.0	Co	0.19

B		voedingsoplossing	
moederoplossing		element	$\mu\text{g. ion/ltr.}$
verbinding	g./18ltr.		
As_2O_3	0.1	As	0.06
BaCl_2	0.5	Ba	0.13
CdCl_2	0.1	Cd	0.03
$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ *	0.1	Bi	0.01
Rb_2SO_4	0.1	Rb	0.04
KCrO_4 **	0.5	Cr	0.14
KF	0.1	F	0.10
PbCl_2	0.1	Pb	0.02
HgCl_2	0.1	Hg	0.02
MoO_3 85 %	0.5	Mo	0.26
H_2SeO_4 (S.G.1.4)	0.1	Se	0.02
SrSO_4	0.5	Sr	0.15
H_2WO_4	0.1	W	0.02
VCl_2	0.1	V	0.05

* onbestaanbaar; aangenomen als $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$

** onbestaanbaar; aangenomen als K_2CrO_4

stens 100 maal zoveel calcium ontvangt als macro-element.

Van de essentiële micro-elementen borium, mangaan, koper, zink, molybdeen en wellicht ook kobalt, is zo langzamerhand zoveel bekend dat men deze los van de A-Z oplossing kan geven in meer doelgerichte concentraties. En de rest dan, de zg. potentiële micro-elementen, elementen die mogelijk de potentie hebben een gunstige invloed uit te oefenen of mogelijk ook onmisbaar zijn? Het onderzoek hiernaar stuit niet op een ijzeren gordijn, maar op een zware metalen gordijn, dat zeer moeilijk te doorbreken is. Het probleem is nl. dat de pro analyse zouten waarmee de macro-elementen aan een voedingsoplossing worden toegediend, reeds meer aan bepaalde zware metalen in de oplossing brengen dan bij voorbeeld met behulp van de A-Z oplossing worden toegediend. Verwijdering van deze elementen is verre van eenvoudig. Dit brengt evenwel 't voordeel mee dat mogelijke onmisbare zware metalen reeds 'van nature' aanwezig zijn.

De A-Z oplossing, die als fase in het onderzoek haar nut heeft bewezen, is nooit als 'voorschrift' bedoeld geweest. Het is een traditie geworden die nu verlaten zal moeten worden.

De A-Z oplossing bevat nl. enkele elementen, die in de gegeven concentraties beslist remmend werken op bepaalde planten. Anderzijds zijn er elementen die niet in de A-Z oplossing voorkomen, doch waarvan de stimulerende invloed op de hogere plant minstens zeer waarschijnlijk is, o.a. gallium en enkele elementen uit de actiniumgroep.

Het moet zo langzamerhand mogelijk zijn tot een nieuwe A-Z oplossing te komen, die echter niet weer een traditie mag worden. Zij moet flexibel zijn, opdat wijzigingen mogelijk zijn naarmate onze kennis toeneemt. Wij hopen een deel van ons onderzoek te wijden aan de problemen van de potentiële micro-elementen.

Tabel 1. De originele A-Z oplossing volgens D. R. Hoagland en W. C. Snijder in 'Nutrition of strawberry plant under controlled conditions': (a) Effect of deficiencies of boron and certain other elements. Proc. Am. Soc. Hort. Sc. 33, 288-293 (1933).

Effecten van plaatselijke stengelkoeling in de entcombinatie meloen/*Cucurbita ficifolia*

Dr. ir. H. C. M. de Stigter, C.P.O., Wageningen

De entcombinatie meloen/*Cucurbita ficifolia* wordt gekenmerkt door het ontbreken van een functionerende phloëmvorming tusschen ent en onderstam. De nadruk ligt hier op het niet-functioneren; er is wel een phloëmvorming in histologische zin, maar die functioneert niet of niet voldoende. De xylemvorming functioneert goed. Wegens het ontbreken van een functionerende phloëmvorming vindt geen assimilaten-transport plaats van ent naar onderstam. Teneinde het wortelstelsel van de onderstam, en daarmee de gehele plant, in leven te houden, moet de onderstam in het bezit worden gelaten van een hoeveelheid eigen blad. De hoeveelheid aangehouden onderstam-

blad bepaalt de wortelgroei, en deze op zijn beurt bepaalt de groeisnelheid van de meloen-ent.

Verwijdering van alle onderstamblad heeft diverse ingrijpende gevolgen: algehele collaps van de zeefvaten in de onderstam, vrijwel onmiddellijk stoppen van de wortelgroei, en massale zetmeelophogingen in de ent.

In plaats van het onderstamblad geheel te verwijderen kan men wat subtieler ingrijpen, door de betreffende scheut lokaal te koelen. Bij omstreeks 0°C houdt alle assimilaten-transport uit de onderstamscheut naar de wortels op, en daarmee ook de wortelgroei; het bladapparaat van de meloenent draagt inderdaad niets bij tot de wortelgroei; dit koeleffect is reversibel; na stopzetting van de koeling komt de wortelgroei weer op gang. Een en ander kan naar believen worden herhaald met steeds hetzelfde resultaat. Soortgelijke experimenten kan men ook uitvoeren bij dubbel geënte planten: meloen/Cucurbita planten waarbij iets hogerop in de meloenstengel zijdelings een tweede Cucurbitascheut is ingeënt.

Wacht men enige tijd, totdat de tweede enting voldoende is vergroeid, dan kan het onderste Cucurbitablade worden verwijderd zonder dat dit effect heeft op de wortelgroei: radioactieve assimilaten, afkomstig van $^{14}\text{CO}_2$ toegediend aan het bovenste Cucurbita blad, worden snel en massaal naar de wortels getransporteerd, daarbij 2 entplaatsen passerend.

Wordt nu de ingeënte Cucurbitascheut op soortgelijke wijze als boven beschreven, lokaal gekoeld, dan houdt de wortelgroei weer op, om eveneens weer op gang te komen na stopzetting van de koeling.

Deze resultaten worden het beste verklaard door een stoffelijke factor aan te nemen, afkomstig uit het Cucurbitablade, en die noodzakelijk is voor het in functionerende conditie houden van het transportsysteem van ent en onderstam.

Transport en energie in de plant

Dr. W. J. Vredenberg, C.P.O., Wageningen

In de plant kan de concentratie van anorganische voedingsstoffen en van, door metabolisme gevormde, organische stoffen plaatselijk zeer verschillend zijn. Er zal daarbij echter in de plant steeds een tendens zijn deze lokale concentratieverschillen (-gradienten) te nivelleren door middel van transport van deze stoffen langs de concentratiegradient. Het transport vindt plaats over verschillende de cel- of plantendelen scheidende membranen. De in de fysiologische evenwichtstoestand nog optredende concentratieverschillen vinden hun oorzaak in het feit, dat de membranen voor sommige stoffen moeilijk door-dringbaar zijn, als gevolg waarvan een zogenaamde osmo-

tische spanning, of, indien de stoffen in gedissocieerde vorm als ionen aanwezig zijn, een chemische diffusie-potentiaal, ontstaat. Er zijn echter cellulaire en intracellulaire membranen waarover de met de concentratiegradient overeenkomende diffusiepotentiaal van bepaalde ionen groter of kleiner is dan de gemeten (elektrische) membraan potentiaal. Hieruit moet geconcludeerd worden, dat deze ionen aanwezig zijn binnen of buiten de door de membraan omhulde cellulaire of intracellulaire ruimte in een concentratie die verschilt met een niet-energievragende fysiologische evenwichtstoestand. Met andere woorden de plant beschikt over een regulerend energievrageend transportmechanisme als gevolg waarvan de fysiologische concentratie van de betreffende ionen tegen een heersende elektro-chemische diffusiepotentiaal in, in stand wordt gehouden. Dit zg. actieve of polaire transportmechanisme zal worden bestudeerd in relatie tot het energielevend fotosyntheseprocess in groene planten.

De groene plant kan over de door fotosynthese omgezette lichtenergie beschikken in de vorm van de energierijke fosfaatverbindingen zoals ATP, dat wordt gebruikt voor de opbouw van andere energierijke koolstofverbindingen door reductie van CO_2 . Het is bekend vooral uit het werk met mitochondriën van dierlijke cellen, dat ATP of in ieder geval een ander hoog-energetisch tussenproduct waaruit ATP gevormd kan worden, nodig is voor de actieve opname van ionen. Er zijn echter aanwijzingen, o.a. uit het werk van Mac Robbie met een *Nitella* species, dat in groene planten het door licht geactiveerde transport van sommige ionen niet afhankelijk is van de door fotofosforylatie gevormde hoeveelheid ATP. De vorming van ATP is gekoppeld met het fotosynthetisch elektronen- of waterstoftransport in de zogeheten fotosynthetische elektronen-transportketen van water, via een aantal redoxkatalysatoren, naar NADP, waarbij twee verschillende lichtreacties fotochemische redoxproducten vormen welke het elektrontransport energetisch mogelijk maken.

Voor geïsoleerde chloroplasten is aangetoond dat het fotosynthetisch elektrontransport gepaard gaat met een transport van protonen over de chloroplastmembranen, waargenomen als een door licht geïnduceerde pH-verandering van het uitwendige medium. Het is zeer wel denkbaar dat tegelijk met het protontransport, ter neutralisatie van de elektrische lading, transport van anionen en kationen over de membraan plaatsvindt. Men heeft reeds experimenteel vastgesteld dat transport van kalium-ionen plaatsvindt tegelijk met het protontransport.

Mitchell heeft met zijn zg. chemi-osmotische theorie zeer elegant beschreven hoe als gevolg van een protonengradient over de membraan ATP gevormd kan worden. Een van de essentiële voorwaarden voor de geldigheid van de chemi-osmotische hypothese is dat het ATP-ase en-

zym isotroop in de membraan is gelokaliseerd, een zg. isotrope vectoriele activiteit heeft. In dat geval zal uit ADP en organisch fosfaat (P_i) ATP en water worden gevormd, waarbij dit laatste in gedissocieerde vorm als H^+ aan de ene zijde, en als OH^- aan de andere zijde van de membraan vrij komt, aldus door tegengesteld H^+ -transport de door elektronentransport ontstane p_H -gradient neutraliserend. Jagendorf en medewerkers hebben inderdaad aangetoond dat in het donker als gevolg van een kunstmatig aangelegde p_H -gradient over de chloroplastmembraan ATP wordt gevormd uit ADP en P_i . Ook omgekeerd zal bij de hydrolyse van ATP H^+ -transport over de membraan plaats vinden, wat geassocieerd zal kunnen zijn met ionentransport. Het bewijs voor de geldigheid van de theorie is nog niet gegeven; de eerste resultaten van experimenten met geïsoleerde chloroplasten rechtvaardigen echter ondermeer wel de keuze deze theorie als basis werkhypothese te nemen bij opzet en interpretatie van experimenten over actief transport in intacte cellen van groene planten.

Een enkel woord over de experimentele opzet van het onderzoek. Fotosynthetisch elektronentransport zal worden gemeten door de absorptie- en/of fluorescentie veranderingen, welke geassocieerd zijn met redox veranderingen van de elektronencarriers, te registreren als functie van tijd en lichtintensiteit. Ionentransport zal worden gemeten door de veranderingen in de elektrochemische spanning van in de cel gebrachte ionen-specifieke micro-elektroden, welk een maat is voor de verandering in de concentratie van de betreffende ionen, te registreren als functie van tijd en lichtintensiteit.

Physiologists day 1967.

Eight lectures were given during the annual study meeting of plant physiologists, held in October 1967, under the auspices of the Plant Physiological Research Centre in Wageningen.

The subjects discussed were: Research on growth-promoting substances, the effect of sugarbeet rests on the growth and development of flax, analysis of a growth-inhibiting substance in sugarbeet leaves, the climate rooms of the Research Centre, problems with minerals used as plant nutrients, the effects of local stem cooling in melons and active transport.