CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK

Verslagen
nr. 21, 1979

VERSLAG VAN DEELNEMING AAN DE 70TH ANNUAL MEETING OF AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY TE CHICAGO VAN 3 TOT 9 DECEMBER 1978

door

J.H.J. Spiertz

100660

Inhoud Blz.

Algemeen 5
Symposium: small grain physiology 6
Overige thema's 8
a. Crop adaptation to limited soil moisture 8
b. Climate and plant ontogeny; physiological effect of temperature 11
c. Photosynthesis: environment and source-sink relations 12
d. Plant growth regulators 14
e. Dynamics of partitioning of plant assimilates 14
f. Nitrogen metabolism 16
g. Denitrification; nitrous oxide 17
h. Moving up the yield curve: advances and obstacles 17
i. Reducing fossil energy use in agricultural production 19

Algemeen

De jaarlijkse bijeenkomst van de Agronomy, Crop Science en Soil Science Society werd gehouden onder het motto: "Agronomy: Science in Action". Het programma bevatte een omvangrijke collectie van "joint meetings, symposia, regular and poster sessions". Het hoofddoel van dit congresbezoek was de deelname aan een internationaal symposium over "small grain physiology". Daarnaast werden voordrachten bijgewoond over de volgende thema's:

a. Crop adaptation to limited soil moisture.
b. Climate and plant ontogeny; physiological effect of temperature.
c. Photosynthesis: environment and source-sink relations.
d. Plant growth regulators.
e. Dynamics of partitioning of plant assimilates.
f. Nitrogen metabolism.
g. Denitrification; nitrous oxide.
h. Moving up the yield curve: advances and obstacles.
i. Reducing fossil energy use in agricultural production.

Uiteraard moest er een keuze gemaakt worden uit het grote aantal voordrachten. Dank zij het strakke tijdschema was het mogelijk een relatief groot aantal voordrachten uit parallelle sessies te volgen. Een nadeel was echter de zeer beperkte tijd voor een aansluitende discussie. Daarvoor was men aangewezen op bilaterale contacten in de wandelgangen.

Naast het reeds goed gevulde dagprogramma waren er 's avonds voordrachten met een meer algemeen karakter, zoals:

- the scientist's role in the making of food policy;
- cereal grain proteins: breeding for improved nutritional quality;
- ecology of Rhizobia: a roadblock to world food production.

In de presentatie en discussie van deze voordrachten werd veel nadruk gelegd op de verantwoordelijkheid van iedere onderzoeker om zijn werk in een begrijpelijke vorm te presenteren aan beleidmakers en belanghebbenden. De algemene vrees was, dat de budgetten voor landbouw-

kundig onderzoek onvoldoende zouden toenemen vanwege andere prioriteiten en de inflatie.

Symposium: small grain physiology

Fischer (CSIRO, Australië) besprak de fysiologische aspecten van een verdere opbrengstverhoging bij de geïrrigeerde tarweteelt. Uit zijn vroegere CIMMYT onderzoek bleek, dat de "semi-dwarf" (70-90 cm halmlengte) de standaardrassen in korrelopbrengst overtroffen met 22%, voornamelijk ten gevolge van een hoger korrelaantal per m^2 (+32%). Daarentegen hadden de halfdwerg-rassen een lagere LAI en minder biomassa (-10%) bij de bloei.

Ervan uitgaande, dat het korrelgewicht vrij sterk genetisch bepaald is, zou de grootste bijdrage voor het verhogen van de korrelopbrengst moeten komen van een toename in het aantal korrels per m^2. Fischer ziet als belangrijkste componenten van het aantal korrels per m^2:

- het totale drooggewicht bij de bloei en de verdeling over de aar en de rest van de halm (= netto fotosynthese en distributie);
- het aantal bloempakjes per eenheid drogestof-aar;
- het aantal korrels per bloempakje

} = reproduktie-efficiëntie

Het verhogen van de netto fotosynthese bij alleenstaande planten bleek tot nu toe geen succes op te leveren voor de gewassituatie; voor optimale gewassen bedraagt de groeisnelheid per eenheid fotosynthetisch actieve straling ongeveer 3 $g.MJ^{-1}$ (efficiëntie = ca. 5%).
Positieve effecten zouden te verwachten zijn van een steilere bladstand bij dwergrassen en een hogere fotosynthesesnelheid (P-max) van het vlagblad.
De distributie van droge stof voor de bloei zou volgens Fischer meer ten gunste van de aar mogelijk zijn door minder assimilaten in het blad te investeren. (N.B.: de veranderingen in Harvest Index tot nu toe zijn echter voornamelijk het resultaat van een lager stengelgewicht (Sp.).)

Een verhoogde "reproduktie-efficiëntie" zou tot stand moeten komen door een langere fase van aardifferentiatie en een betere assimi-

latenvoorziening van de aar tijdens de kritieke fase van bloemaanleg. Misschien kan de potentiële sink-capaciteit van de aar ook vergroot worden door te selecteren op grotere bloempakjes. Er bleek een lineair verband te zijn tussen het gewicht van de bloempjes en het potentiële korrelgewicht. Volgens Fischer zijn de moderne dwergrassen al zoveel "verbeterd", dat in vele gevallen de source limiterend is voor het bereiken van het maximale korrelgewicht.

Rasmusson (Univ. of Minnesota, V.S.) besprak de resultaten van een tienjarig onderzoekprogramma, dat hij karakteriseerde als: "research aimed and learning how yield is achieved with emphasis on individual morphological and physiological characters". Het lange termijn doel was de verbetering van het planttype; dat betekende in zijn programma het kweken van een ideotype voor gerst. Zijn onderzoeksstrategie was:

1. Selecteren van een te onderzoeken eigenschap.
2. Zoeken naar genetische variatie in die eigenschap.
3. Inbrengen van deze variatie in bruikbaar genetisch materiaal.
4. Evaluatie van de waarde van de betreffende eigenschap.

Deze strategie werd toegepast voor het verkrijgen van:

- genetisch beperkte uitstoeling;
- een langere postflorale periode;
- meerrijige aren.

Er waren goede vorderingen gemaakt, maar het effect van het verbeteren van een eigenschap bleek kwantitatief vaak klein te zijn.

Hunt (Univ. of Guelph, Canada) zag een verdere verhoging van de biomassa als voorwaarde om bij wintertarwe in de gematigde klimaatgebieden een hogere korrelopbrengst te verkrijgen. Voor een toename van de harvest-index, bijvoorbeeld tot 0,60 zag hij minder perspectief. De rest van de voordracht werd besteed aan een analyse van de relatief lage opbrengsten van wintertarwe in Guelph, ondanks een groeiseizoen van 200 dagen met in de periode mei-juli 20-23 $MJ.m^{-2}.d^{-1}$ straling.

Kanemasu (Kansas State Univ., V.S.) toonde met opnamen (door de elektronenraster microscoop) van generatieve groeipunten tijdens verschillende groeifasen aan, hoe desastreus watertekort kan zijn voor de

generatieve ontwikkeling. Door Kirkham (Oklahoma State Univ.) werd gevonden dat tijdens de korrelvullingsperiode de turgorspanning in de graankorrel belangrijker is voor de groei van de korrel dan de waterpotentiaal van de bladeren.

Simmons (Univ. of Minnesota, V.S.) onderzocht verschillen in groeisnelheid en groeiduur bij korrels binnen een pakje van de tarwe-aar. Hij vond een lineair verband tussen het korrelgewicht en de groeisnelheid van de korrels; het verschil in "effective grain filling period" bleek gering te zijn voor de drie basale korrels in een pakje. Dit betekent, dat de ontogenetisch oudere korrels sneller, maar niet langer groeien. Voor de snellere groei werd geen verklaring gegeven. Indicaties uit recente literatuur zijn: meer endospermcellen of een betere vaatbundelverbinding.

Knievel (The Pennsylvania State Univ., V.S.) vergeleek de groeiduur en -snelheid van de korrels bij wintertarwe in de gewassituatie. Tussen de twee onderzochte jaren vond hij zeer geringe verschillen, hetgeen een gevolg was van de vrijwel gelijke weerssituatie. De variatie tussen rassen bedroeg:
- voor de groeiduur: 7 dagen (van 20 tot 27 dagen),
- voor de groeisnelheid: 58 kg . $ha^{-1}.d^{-1}$ (van 128 tot 186 kg . $ha^{-1}d^{-1}$).
De fysiologische rijpheid werd vastgesteld door de aren een kleurstof te laten opzuigen en de kleurverandering vast te stellen.

Overige thema's

a. Crop adaptation to limited soil moisture

Dit thema werd ingeleid door Begg en Turner (CSIRO, Australië). Beiden vonden de turgor en de osmotische potentiaal de belangrijkste componenten van de waterpotentiaal van de plantorganen; de matrix en gravimetrische potentiaal zouden bij mesofyten verwaarloosbaar zijn. Er treden vaak grote dagelijkse variaties in de waterpotentiaal van de plant op; deze variaties zijn in de bovengrondse delen groter dan in de wortels.

Droogteresistentie van planten kan gebaseerd zijn op:

- Ontsnapping aan droogte-stress door fenologische aanpassing;
- Droogtetolerantie voor hoge waterpotentialen in de plant door:
  . aanpassing van de wateropname,
  . reductie van het waterverlies (gaat meestal gepaard met verminderde groei);
- Droogtetolerantie voor lage potentialen door:
  . het op peil houden van de turgor,
  . mechanismen die verdroging tegengaan.

Aanpassing van de plant aan watertekorten kunnen onderscheiden worden in:

- Morfologische aanpassing door middel van:
  . vermindering van de lichtonderschepping door hetzij passieve (verwelking, afsterven oude bladeren) of actieve (bladrol) reductie van het bladoppervlak,
  . vorming van kleiner verdampingsoppervlak (bijvoorbeeld kafnaalden in plaats van bladeren);
- Fysiologische aanpassing, welke tot stand komt door aanpassing van de osmotische potentiaal.

Een voorbeeld van deze aanpassing werd gevonden bij *Triticum dicoccum*; deze tarwesoort kon de turgor op peil houden als de bladpotentiaal daalde tot -13 bar. Bij *Triticum aestivum* ontbrak deze aanpassing en daalde de turgorpotentiaal lineair met de waterpotentiaal.

Turner (CSIRO) zag voordelen voor de osmotische aanpassing ten aanzien van celstrekking, opening van huidmondjes, fotosynthesesnelheid en herstel na uitdrogen. De beperkingen voor deze aanpassing zijn gelegen in:

- De snelheid van opbouw van stress-omstandigheden;
- De mate van stress;
- De genetische variatie ten aanzien van deze eigenschap.

Het voordeel van deze fysiologische aanpassing boven de morfologische is de flexibiliteit en het proces is binnen bepaalde grenzen reversibel. Voor bladeren zou de osmotische aanpassing de turgorpoten-

turgor op niveau kunnen houden van 0 tot -13 bar waterpotentiaal van het blad en zelfs van -16 tot -32 bar bij het osmotisch groeipunt.

Wilson (Texas A&M Univ., V.S.) onderzocht het effect van watertekort op de snelheid van de nettofotosynthese en op de ademhalingsprocessen bij *Sorghum*. Een verhoogde waterpotentiaal verlaagde de LAI en de fotosynthesesnelheid. De benutting van fotosyntheseprodukten voor groei, gemeten als de efficiëntie van de groei (0,7 $g.g^{-1}$), werd niet beïnvloed. De onderhoudsademhaling daalde van 60 tot 35 $mg.g^{-1}.d^{-1}$ bij een toename van de waterpotentiaal in het blad van 0 tot -12 bar. De onderhoudsademhaling werd gemeten in de periode van 60 tot 72 uur na de lichtperiode.

Walker (Univ. of California, Davis, V.S.) onderzocht het effect van watertekort op de zaadopbrengst bij "red kidney beans" (*Phaseolus vulgaris*). Hij vond een negatief lineair verband tussen het aantal "stress-degree-days" (SDD) en de zaadopbrengst. De "stress-degree-day" wordt als volgt berekend:

$$SDD = \sum_{n=1}^{N} (T_c - T_a) \cdot n$$

T_c = temperatuur gewasoppervlak
T_a = luchttemperatuur
n = aantal dagen

Finn (Univ. of Minnesota, V.S.) induceerde droogte-stress bij sojaboonplanten met behulp van polyethyleen glycol. De fotosynthese werd gemeten met C^{14}. Het verband tussen de osmotische potentiaal en de C^{14}-fixatie was als volgt:

Osm.potentiaal	0	-4	-9	-12	bar
Fotosynthese	92	44	26	17	dpm x 10^3/plant.

Fischer (CSIRO, Australië) vergeleek de droogtegevoeligheid van een aantal tarwerassen. Daarbij werd het volgende concept gebruikt:

Y drought = Y potential (1-SxD)

Y drought = korrelopbrengst bij watertekort
Y potential = potentiële korrelopbrengst bij voldoende water
S = drought susceptibility = droogtegevoeligheid
D = drought intensity = mate van droogte-stress

Het bleek dat tussen de rassen voor Yp en S een zekere mate van covariantie aanwezig was. Een ras met een hoge potentiële korrelopbrengst is dan ook tevens droogtegevoeliger. Yp was positief gecorreleerd met de harvest-index (0,63), aantal korrels per m^2 (0,67), totale biomassa (0,63), 1000-korrelgewicht (0,10) en negatief met de halmlengte (-0,47). Yd was positief gecorreleerd met totale biomassa (0,69), waterpotentiaal van het blad (0,28), bladpermeabiliteit (0,22) en negatief met doodpuntigheid van de aar (0,20).

De conclusie was, dat voor selectie op een hoge potentiële korrelopbrengst en een geringe droogtegevoeligheid geen enkelvoudige eigenschap aanwezig is. De mate van wasbedekking der bladeren bleek geen geschikt criterium te zijn.

b. Climate and plant ontogeny; physiological effect of temperature

Baker (Univ. of Nottingham, England) besprak het effect van de temperatuur op de aanleg van de vegetatieve en generatieve primordia bij tarwe. Vanaf 1-1,5 ^{o}C neemt het aantal bladprimordia per dag lineair toe met de temperatuur. Verlenging van de daglengte van 9,6 tot 13,5 uur (inclusief de schemering) verhoogde de aanleg van bladprimordia over het hele temperatuurtraject. Baker meende dat te vroeg zaaien in de herfst kan leiden tot de vorming van meer bladprimordia ten koste van de later te vormen bloemprimordia. Uit zijn proeven bleek wederom duidelijk dat de aanleg van de bloemprimordia in een zeer vroeg stadium bepaald wordt.

Monk (Texas A & M Univ., V.S.) vond in zijn onderzoek naar de invloed van de uitwendige omstandigheden op de fenologische en morfologische ontwikkeling van tarwe, dat de periode tussen veldopkomst en

[illegible]

[illegible] Purdy, U.S.) onderzocht de invloed van de temperatuur op de vruchtzetting en zaadgrootte door de korrelvulling bij sojaboon. In het fytotron te Landbouw variëerde hij tijdens de korrelvulling de temperaturen van 18/13 °C tot 33/28 °C. In tegenstelling tot het temperatuureffect bij de groene vond hij slechts een gering effect op de groeisnelheid tussen 20 en 26 °C. Er was een optimum van 8-9 mg per dag per zaad bij de temperatuurbehandeling 27/22 °C. De ademhalingssnelheid per zaad bleek gemiddeld constant te blijven; wel was er meer ademhaling bij de temperatuur boven 20 °C dan bij 18/13 °C.

Waarschijnlijk was er een tekort aan assimilaten bij de hogere temperaturen, omdat er onder de beperkte lichthoeveelheid van een klimaatkamer slechts een daglengte van 8 uur was aangehouden. Volgens Egli gaven "excised cotyledons" gekweekt in vitro op een voedingsoplossing met 7% sucrose en 62,5 mM glutamine (gewijzigd volgens Sinsmayer en Cragg, 1965) dezelfde temperatuureffecten op de groeisnelheid. Zie ook: Thompson et al., 1977. Ann. Bot. 41: 29-39.

[illegible] Photosynthesis: environment and source-sink relations

Terry (Univ. of California-Berkeley, U.S.) concludeerde uit zijn onderzoek met bieten, dat door selectie op een hoger chlorofylgehalte (tot 10-70 µg.cm^{-2}) het aantal "photosynthetic units" toeneemt, hetgeen bij hoge lichtintensiteiten (ca. 200 µE.m^{-2}.sec^{-1}, 400-700 nm) leidt tot hogere fotosynthesesnelheden. Hij beschouwt de hoeveelheid chlorofyl als een maat voor de fotochemische capaciteit per eenheid van bladoppervlak.

Croy (Oklahoma State Univ. U.S.) onderzocht bij tarwerassen met een verschillende plantarchitectuur de relatie tussen de fotosynthesesnelheid van het blad en de korrelopbrengst. De fotosynthesemetingen werden uitgevoerd tijdens de vroegere groeistadia. Hoewel hij variaties

[illegible] per [illegible] de onderzochte genotypen [illegible] dat er [illegible] gewasfotosynthese bij volledige [illegible] opbrengst zijn.

Johnson (Washington State Univ. Pullman, U.S.) laat het effect van bewolking op fotosynthese en evapotranspiratie van wintertarwe. Enkele resultaten:

	helder weer	bewolkt	
fotosynthese (apparent)	32,3	25,2	g CO_2 $m^{-2}d^{-1}$
evapotranspiratie	4276	2739	g H_2O $m^{-2}d^{-1}$
straling	2900	1140	$J.cm^{-2}d^{-1}$
bladtemperatuur	23,4	16,6	^oC

Uit deze gegevens blijkt, dat de verschillen in straling en temperatuur een grotere invloed hebben op de evapotranspiratie dan op de fotosynthese.

Dwelle (Univ. of Idaho, V.S.) deed metingen bij verschillende klonen van aardappelen wat betreft de stomataire geleidbaarheid en de fotosynthese met respectievelijk ^3H_2O en C^{14}. Bij aardappelen bleek er wel een positieve correlatie tussen de fotosynthese gecorrigeerd voor LAI, en de knol- en biomassa-opbrengst. De R^2-waarden bedroegen respectievelijk 0,72 en 0,84.

Lugg (Cornell Univ., Ithaca, V.S.) onderzocht het verloop van de fotosynthese tijdens het groeiseizoen in relatie tot bladafmetingen en stikstofgehalte bij de sojaboon. De fotosynthesesnelheid van de individuele bladeren nam door veroudering eerder af dan het eiwitgehalte en het specifieke bladgewicht. De bladlagen tot en met knoop 8 waren veel al afgestorven voor defase van zaadvulling. De fotosynthese (CER = carbon dioxide exchange rate) was lineair gerelateerd aan de hoeveelheid bladeiwit in het traject van 0,5-1,5 mg eiwit per cm^2 blad; boven

1,5 mg cm^{-2} bladeiwit bleef de fotosynthese constant. Het bezwaar van deze samenhangen is, dat niet alleen het eiwitgehalte varieert maar dat de lage eiwitgehalten afkomstig zijn van oudere, vergelende bladeren (bijvoorbeeld bladeren van knoop 8) en de hogere eiwitgehalten behoren bij de jongere bladeren (bijvoorbeeld van knoop 13). Er kunnen dan ook andere verschillen zijn. Zo vond Lugg dat er in de lagere bladlagen bij het blad twee lagen palissadeparenchym aanwezig waren en bij de bladeren in de hogere bladlagen drie lagen. Dit anatomisch verschil kan gevolgen hebben voor de lichtabsorptie en dus de fotosynthese.
Bij eventuele selectie op specifiek bladgewicht dient men rekening te houden met de veranderingen tijdens het groeiseizoen.

Knievel (Pennsylvania State Univ., V.S.) concludeerde uit zijn veldproeven, dat het aantal korrels per kolf bij maïs de fotosynthesesnelheid beïnvloedde. Tevens vond hij kort na de bloei hogere fotysynthesesnelheden bij maïsgewas met een vroegere korrelvulling, dan bij een met een late korrelvulling.

d. Plant growth regulators

Cole (North Dakota State Univ., V.S.) kon na drie jaar experimenteren met groeiregulatoren bij suikerbieten niet altijd positieve effecten op de suikeropbrengst vaststellen. GA had een negatief effect via een verhoogde ademhaling op de suikeropbrengst en verlaagde tevens de sapzuiverheid.

Schaeffer (USDA-Beltsville, V.S.) deed een onderzoek naar weefsel- en anthere-cultuur bij 26 tarwelijnen. Voor de anthere-cultuur gebruikte hij het zogenaamde Chinese medium, bestaande uit een mengsel van 200 g aardappel met agar, 2,4-D, enz. Van 250 anthere-cultures werden tien groene en zeven albino planten verkregen.

e. Dynamics of partitioning of plant assimilates

Door Hesketh (Univ. of Illinois, V.S.) werd onderscheid gemaakt in PHOTOSYNTHATE (C-fixatie, N-reductie, enz.) en SINK (opslag- en groei-

materiaal, ademhaling). [illegible] onderdeerde, dat onlangs drie modelonderzoek men over de assimilatenverdeling van de [illegible] niet meer wist dan door Hanway en Weber (1971) gevonden is met behulp van de klassieke gewasanalyse.

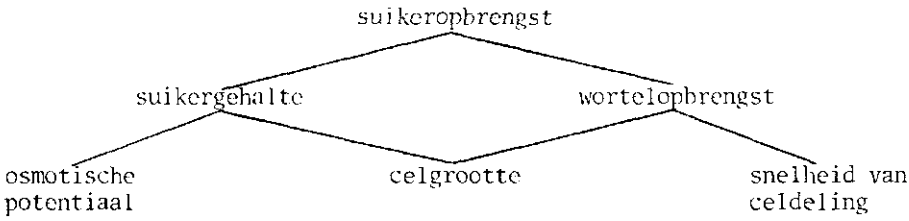
Hesketh berekende op basis van normen van Penning de Vries, dat de veldboon 1,44 g glucose nodig had voor de vorming van 1 g produkt en de sojaboon 2,03 g glucose. Deze berekende verschillen werden echter niet gevonden in de zaadopbrengsten. Hij verwees naar publikaties van Ryle en Hirota en Takeda (1978) voor verschillen gemeten ten aanzien van de groei-ademhaling.

Duncan (Univ. of Florida, V.S.) hield een filosofisch verhaal over het waarom van de "partitioning" tussen "seeds" en "survival tissue". Hij was gefascineerd door het verschill tussen sojabonen en aardnoten in opbrengstontwikkeling. Bij sojabonen bleef deze praktisch constant gedurende de laatste 30 jaar, terwijl bij aardnoten een verdubbeling optrad.

Doney en Wyse (USDA, Logan, V.S.) bespraken de assimilatenverdeling in de suikerbiet. Volgens Wyse wordt de sucroseverdeling in de biet gereguleerd door:

- celgrootte en aantal cellen in de wortel;
- lengte van de diffusieweg;
- membraaneigenschappen;
- invertase-activiteit (bij voederbieten erg hoog als pH = 5).

Doney veronderstelt dat er een relatie is tussen het suikergehalte en de osmotische potentiaal; deze relatie wordt beïnvloed door de celgrootte. Grote cellen hebben relatief een kleiner celwandoppervlak. Suikerbieten hebben meer cambiumringen dan voederbieten; de afstand tussen de ringen is gecorreleerd met de celgrootte. Milford (Rothamsted vondt ook dat het suikergehalte omgekeerd evenredig is met de celgrootte. De onderlinge samenhangen van de verschillende parameters met de suikeropbrengst werden door Doney als volgt weergegeven:



f. Nitrogen metabolism

Jeppson (Univ. of Illinois, V.S.) onderzocht variaties in redistributie van stikstof uit vegetatieve organen naar de zaden bij sojabonen. De stikstof-harvest-index (NHI) bedroeg in 1975 en 1976 respectievelijk 0,93 en 0,83. Tussen de NHI en het stikstofgehalte van de stengels bedroeg de correlatie 0,50. Tussen zogenaamde efficiënte en inefficiënte lijnen bestond een verschil in redistributie van stikstof uit de vegetatieve organen naar de zaden:

% herverdeling N uit	bladeren	peulen	stengels
efficiënte lijnen	60	53	80
inefficiënte lijnen	51	43	73

Conclusie:
- Er is variatie aanwezig in de stikstof-harvest-index;
- Deze variatie komt voort uit verschillen in beschikbaarheid van de "vegetatieve" stikstof.

Boote (Univ. of Florida, V.S.) voerde fotosynthesemetingen (^{14}C-techniek) en stikstofbepalingen uit aan individuele bladeren bij de sojaboon. Bij de vergelijking van acht genotypen bleek dat:
- De fotosynthesesnelheid begon af te nemen, nadat de zaden voor een derde deel gevuld waren;
- Het percentage bladstikstof gecorreleerd was met de levensduur van de bladeren en de duur van de zaadvulling;
- De veranderingen in het stikstofgehalte van het blad voor 85% de variaties in fotosynthese bepaalden;

- stikstofherverdeling van de bladeren naar de zaden de belangrijkste oorzaak is van de daling in fotosynthese.

(N.B.: zie ook onder c bij Lugg.)

Friedrich (Univ. of Wisconsin, V.S.) bestudeerde het lot van de stikstof toegediend tijdens de korrelvulling bij maïs. De N-opname bij maïs verloopt sigmoïd; de grootste opnamesnelheid (ca. 600 mg NO_3-N/plant/week) wordt bereikt tijdens "silking". De laat toegediende stikstof verhoogde de N-hoeveelheid in de wortels, stengel en bladeren, maar verhoogde de N-opname in de korrel nauwelijks.

g. Denitrification; nitrous oxide

Bremmer (Iowa State Univ., V.S.) presenteerde met posters de effecten van organische bemesting op de produktie van N_2O.
In een proef, die zo kon gelden voor de Nederlandse problematiek, met toevoeging van drie soorten organisch materiaal (maïsstro (C/N = 34,4), koemest (C/N = 16,7) en kippemest (C/N = 5,7)) en 2 pH-niveaus werd de dagelijkse N_2O-flux gemeten.
Voor maïsstro was deze flux zelfs negatief, bij koemest werd na vijf dagen een maximum bereikt van ca. 10 µg NO_2-N/g grond en bij kippemest werd na tien dagen een niveau bereikt van 10^4 µg NO_2-N/g grond. Zowel een hogere pH als een hoog vochtgehalte van de grond deden de NO_2-flux sterk toenemen.

h. Moving up the yield curve: advances and obstacles

Ritchie (USDA, Texas, V.S.) besprak de teeltkundige en klimatologische aspecten. Hij constateerde een afnemende opbrengststijging bij een aantal gewassen in de Verenigde Staten. Het opbrengstniveau van deze gewassen bedroeg gemiddeld voor de periode 1970 tot 1977 in de Verenigde Staten:

maïs : ca. 6 ton
sorghum : ca. 3,5 ton
tarwe : ca. 2 ton
sojabonen: ca. 1,5 ton

Aanknopend bij een studie van Hardy (1975) over het verband tussen stikstofbemesting en graanopbrengsten, concludeerde hij dat ook in de Verenigde Staten de opbrengsten vaak door stikstofgebrek van de gewassen beperkt worden.

Bij maïs bleek een hogere bemesting, bij voldoende beschikbaarheid van water, het meeste opbrengstprofijt te geven bij een hogere standdichtheid. In de V.S. nam het aantal planten per ha toe van 12.000 naar 36.000 en vervolgens naar het huidige niveau van 70.000-90.000. Recordopbrengsten van maïs werden behaald als er meer dan 6000 korrels per m^2 waren.

Gemiddeld zijn de maïsopbrengsten op 40-45° N.Br. hoger dan op 30-35° N.Br. De oorzaak hiervoor is gelegen in de daglengtereactie van maïs. Op een hogere breedtegraad is de groeiduur langer en daarmee neemt tevens de hoeveelheid benutbare straling toe. Voorbeeld:

	40-45° N.Br.		30-35° N.Br.	
	duur (dagen)	straling ($W.m^{-2}$)	duur (dagen)	straling ($W.m^{-2}$)
prefloraal	58	19.000	40	12.500
postfloraal	61	16.400	42	14.000
tot generatieve fase	119	35.400	82	26.500

Samenvattend:

Totale ds-produktie = NAR x groeiduur

NAR wordt vooral beïnvloed door:

- geabsorbeerde zonnestraling;
- temperatuur;
- watertekorten.

Groeiduur is afhankelijk van:

- temperatuur (= biologische klok);
- daglengte;
- genotype.

De parameters NAR en groeiduur zijn tevens positief te beïnvloeden door een betere stikstofvoorziening.

Barber (Purdue Univ., V.S.) besprak vervolgens de fosfaatvoorziening van planten. Hij vond een lineair verband tussen wortellengte per plant en de P-opname: ca. 3,0 g P/meter wortellengte (R^2 = 0,94). Tussen plantesoorten is er een verschil in wortelactiviteit en distributie van de wortels in het bodemprofiel. Maïs wortelt minder diep dan bijvoorbeeld de sojaboon. De wortelactiviteit, gemeten als P-influx (µM/m.d.), is in de jeugdfase hoog, maar neemt spoedig sterk af; bij de sojaboon is het beginniveau lager, maar de activiteit blijft veel langer gehandhaafd. Barber kon met een beperkt aantal plant- en bodemparameters de ionenopname in een model beschrijven.
De belangrijkste parameters waren:
- t.a.v. de plant:
  . morfologische (r),
  . fysiologische (Km, I max, E, Vo);
- t.a.v. de bodem:
  . concentratie voedingsstoffen (ci),
  . buffercapaciteit (B),
  . diffusiecoëfficiënt (De).

i. Reducing fossil energy use in agricultural production

Heichel (USDA/Univ. of Minnesota, V.S.) besprak het energieverbruik in de Amerikaanse landbouw. Het totale verbruik in de landbouw bedraagt 2,8% van het energiebudget in de Verenigde Staten: hiervan wei in 1977 ongeveer 37% besteed aan kunstmest plus pesticiden (bron: Van Arsdall & Devlin, 1978).

Daarnaast is de vervanging van arbeid door mechanisatie belangrijl geweest voor het energieverbruik. Volgens Heichel zal in de landbouwtechnologie moeilijker op energie te bezuinigen zijn dan in de industr vanwege de diffusie toepassing over een groot landoppervlak.

Mogelijkheden tot bezuiniging van het energieverbruik zouden meer energie-efficiënte teeltsystemen kunnen zijn.

Voorbeeld:	continu maïs	2 x maïs + 1 x soja	2 x maïs + 1 x haver + 1 x luzerne	3 x maïs + 3 x soja + 1 x tarwe + 3 x luzerne
energie-eff. = energie-opbrengst / energieverbruik	6,1	6,7	7,8	8,3
energieverbruik (Mcal/acre/day)	17,4	12,9	10,7	9,7
droge-stofopbrengsten (lbs/acre)	7767	6216	7337	6150

Er blijken dus teeltsystemen te zijn waarbij bij een geringer energieverbruik de opbrengstreductie beperkt blijft.

In de Verenigde Staten heeft men ook scenario's uitgewerkt voor het toekomstig energieverbruik in de landbouw bij een normale vooruitgang in de produktietechnologie (Gavett, 1978):

	1980	1985	1990
Opbrengsten:			1974=100
plantaardige produkten	111	119	125
dierlijke produkten	106	109	114
Energieverbruik			
plantaardige produkten	96	98	100
dierlijke produkten	106	110	114

De geringe te verwachten stijging van het energieverbruik bij de plantaardige produktie is een gevolg van een daling in het landbouwareaal sinds 1974 van 100 naar 92 (relatief).
Wat betreft de kosten, zijn de prijzen van kunstmest en brandstof de laatste jaren minder gestegen dan de uitgaven voor machines en grond. Daardoor is de belangstelling voor energiebesparing in de landbouw in de Verenigde Staten ook weer afgenomen.

Tot slot zou ik willen opmerken, dat in dit verslag slechts een beperkt aantal van de meer dan 500 voordrachten weergegeven is. Deze subjectieve selectie kan belangstellenden attenderen op lopend onderzoek in de Verenigde Staten. Het lijkt mij met name nuttig, dat men in Nederland profiteert van de kennis in de Verenigde Staten op het gebied van droogte-stress en denitrificatie. Voor een meer uitvoerig overzicht van alle voordrachten wordt verwezen naar de AGRONOMY ABSTRACTS.