

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

EEN GROEI-ANALYSE VAN VIGNA UNGUICULATA (L.) WALP.
(onderzoekproject 69/5)

D. Zoehl

Verslag van een onderzoek verricht onder
leiding van Dr. Ir. J.F. Wienk

september 1969

I N H O U D

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Inleiding</u>	5
4. <u>Uitvoering</u>	6
4.1. Materiaal en methoden	6
4.2. Bepaling van het bladoppervlak	8
4.3. Enige formules	8
5. <u>Resultaten</u>	9
5.1. Droge-stofproductie en -verdeling	9
5.2. Enkele groeikarakteristieken	11
5.3. Bladoppervlak en stengelgroei	12
5.4. Additionele waarnemingen	13
6. <u>Discussie</u>	13
7. <u>Literatuur</u>	15

1. SAMENVATTING

Met behulp van een groei-analyse werd van een gewas "cowpea" (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de wekelijkse drogestofverdeling over wortels, stengels, blad en peulen in de loop van het groeiproces vastgelegd. Het drooggewicht van de bladfractie nam aanvankelijk langzaam toe en vertoonde een maximum in het begin van de vruchtzetting; stengels, wortels en peulen bleven tot de laatste bemonstering in gewicht toenemen. Het drooggewicht van de peulen bedroeg toen 1760 kg/ha. De maximale bebladeringsindex viel samen met de maximale groene-bladproduktie. De fotosynthetische intensiteit, geformuleerd door de Net Assimilation Rate, bleek in het begin van de groei het grootst; de droge-stofproduktie per tijdseenheid en per eenheid areaal, de Crop Growth Rate, bereikte in de waarnemingsweek na de grootste bloei een hoogste waarde. In de discussie worden de mogelijk ongunstige concurrentiepositie van de groeiende peulen t.o.v. de vegetatieve delen van het gewas, en de trage bebladeringsindextoename ter sprake gebracht als mogelijk belangrijke opbrengstbeperkende factoren.

2. VOORWOORD

Het onderhavige rapport behelst een gewasfysiologisch onderzoek aan cowpea, uitgevoerd aan het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname door D. Zoebel, student in de Tropische Landbouwplantenteelt aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, als onderdeel van zijn praktijktijd van 22 februari - 22 augustus 1969.

Het onderzoek stond onder leiding van Dr. Ir. J.F. Wienk.

3. INLEIDING

Ging het bij de traditionele plantenteeltkundige experimenten voornamelijk om een vergelijking van opbrengsten onder verschillende milieuomstandigheden verkregen, de huidige aanpak richt zich meer op het kwalitatieve en kwantitatieve verloop van het gehele groeiproces van het gewas waardoor deelprocessen in groei en ontwikkeling onderkend kunnen worden en zwakke schakels ervan opgespoord. De methode waarvan de gewasfysiologie zich veel bedient is de groeianalyse, die in een aantal formules en tabellen groei en produktie vastlegt.

- Met behulp van een groeianalyse kunnen worden bepaald:
- i. Dewekelijkse droge-stoftoename en zijn verdeling over de anatomische componenten van het gewas.
 - ii. Opbouw van het planttype, verdeling van het blad over hoofd- en zijstengels en de bebladeringsindex of Leaf Area Index (LAI), die wordt berekend door het totale

oppervlak aan groen blad van het gewas te delen door het grondoppervlak dat beplant is.

De groeianalytische methode is gebaseerd op het principe dat de toename in drooggewicht van een gewas over een bepaalde periode een maat is voor de netto fotosynthese over de periode. Dus met behulp van (i) en (ii) zijn ook te bepalen: de netto fotosynthese per eenheid bladoppervlak per tijdseenheid, de Net Assimilation Rate (NAR), en de netto fotosynthese per eenheid grondoppervlak per tijdseenheid, de Crop Growth Rate (CGR).

In het volgende wordt een verslag gegeven van een groeianalyse van cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

4. UITVOERING

4.1. MATERIAAL EN METHODEN

Gewerkt werd met de cultivar Chinese Red Wilt Resistant. Het roodbruine zaad was eigen nateelt en bleek bij verdere uitzaai van zeer goede kiemkracht te zijn. Voor de aanplant werd gebruik gemaakt van twee veldjes van 24,60 x 19,20 m en van 14,70 x 8,60 m; ze waren respectievelijk op vijf en op drie bolle bedden geworpen. De afwatering vond plaats middels 25 cm diepe greppels die uitlopen in ontwateringsloten die op hun beurt weer in verbinding staan met de ringsloot van de CELOS-polder.

De grondsoort is een zandige klei met geringe doorlatendheid. Op enige decimeters diepte zit een kleibank.

De inzaai vond plaats op 24 februari, bij droog weer. In ieder plantgat, op onderlinge afstand van 30 x 30 cm, werden op een diepte van 2-3 cm twee zaadjes uitgelegd. Vanwege de zeer ongelijke opkomst werd één der kleinere bedden opgeofferd; met de kiemplanten hierop werden de open plantplaatsen van het aangrenzende bed opgevuld. De overige opengebleven plaatsen werden op 4 maart ingeboet met zaad. Op 7 maart werd het eerste zaaisel, op 10 maart het tweede uitgedund tot één exemplaar per plantplaats. Het verschil in ontwikkeling tussen beide zaaisels was zo gering dat 24 februari als zaaidatum voor de gehele aanplant werd aangehouden.

Aan een 150-tal kiemplanten van het eerste dunsel werd een bladoppervlaktebepaling gedaan.

Tijdens de groei werd enkele malen gespoten met Dipterex S.P. 80 (a.i. Trichlorphon) tegen aantasting van *Cerotoma* sp. en *Laphygma* sp.

Een week na zaai werd een mestgift verstrekt van 250 kg NPK mengmeststof (15+15+15) per hectare. Toediening vond plaats in ondiepe geultjes tussen de plantrijen.

De wekelijkse regencijfers tijdens het groeiseizoen zijn in figuur 1 weergegeven.

Voor de droge-stofbepalingen werd wekelijks gedurende negen weken een monster planten genomen dat gelijkmatig over de bedden was verspreid. In verband met de lengte van de

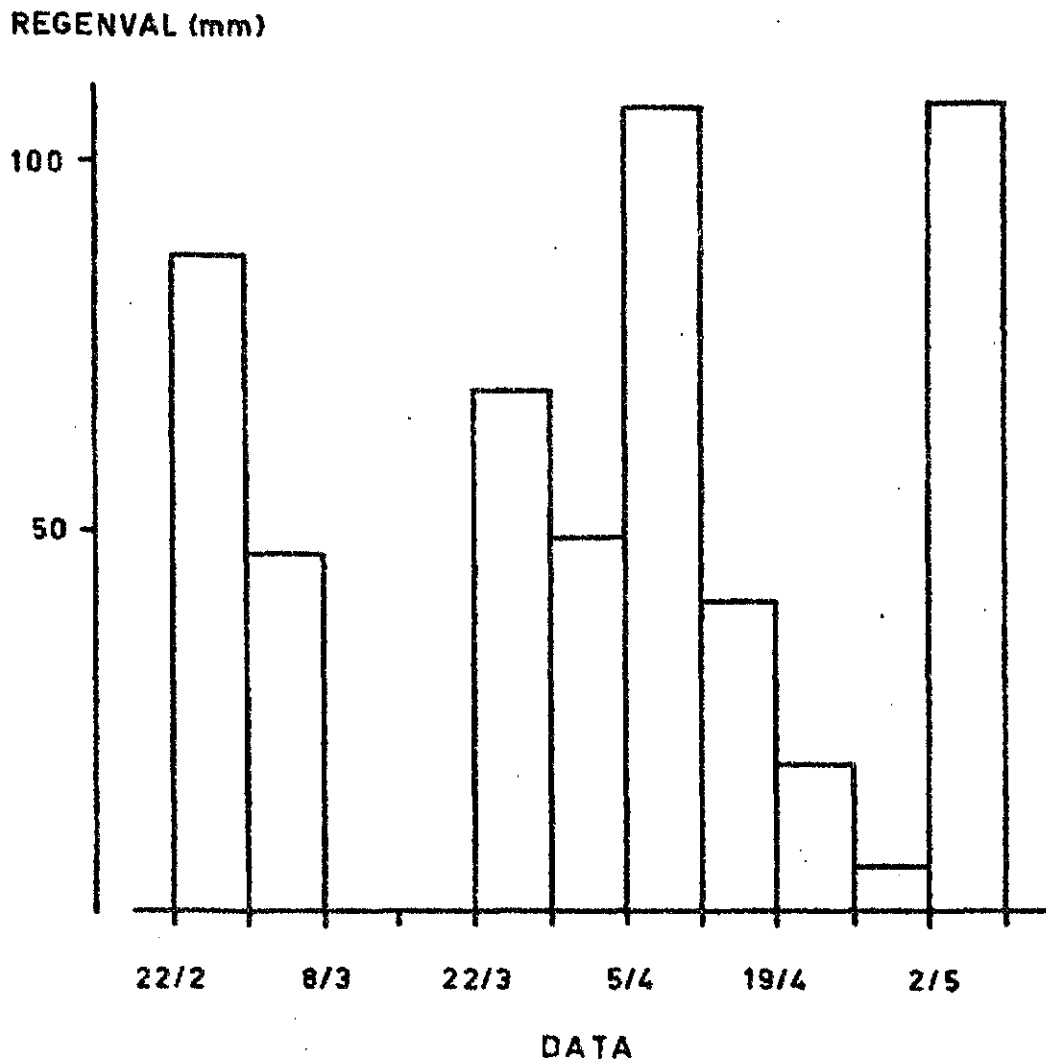


Fig. 1. Wekelijkse regenvaltotalen gemeten op het CELOS-terrein in de periode 22 februari - 9 mei 1969.

bedden kwam dit per bemonstering neer op twee of drie rijen per bed, in de breedte genomen. De lengte dezer rijen was niet voor elk bed gelijk zodat het aantal planten per rij varieerde van acht tot elf. Voor bemonstering vielen op ieder bed af:

i . De buitenste rijen, zowel in de lengte als in de breedte.

ii. De buurrijen van een te bemonsteren rij.

Voor ieder bed afzonderlijk werd door middel van warren de volgorde van te bemonsteren rijen aangewezen. Een monster bestond theoretisch uit 144 planten.

Bij de verwerking van het monster werden de planten voorzichtig uit de grond gewerkt om zoveel mogelijk wortelverlies tegen te gaan. Iedere plant werd nu in zijn componenten verdeeld. Als wortel werd genomen alles wat onder het grondoppervlak zat. Bladeren werden onderverdeeld in bladstelen en bladsteeltjes en in bladschijven. Als derde en vierde component waren er stengels en later peulen.

Het drogen vond plaats in een geventileerde droogstoof bij 85°C gedurende 24 uur gevolgd door één uur bij 105°C.

Om een idee te krijgen van de verdeling van het blad over hoofd- en zijassen werd van ieder monster planten aan elk exemplaar bepaald:

i . Lengte hoofdas, i.e. de afstand van wortelhals tot groeipunt.

ii . Aantal zijassen, waarbij een zijas eerst als zodanig werd aangemerkt als hij minstens een blad bezat.

iii. Aantal groene bladeren aan hoofd- en aantal aan zijassen.

Een blad werd geteld indien de helften van het minst opgevouwen afzonderlijke blaadje een hoek met elkaar maakten die groter dan 90° was.

4.2. BEPALING VAN HET BLADOPPERVLAK

Van ieder monster werd een 25-tal willekeurige planten genomen die ontdaan werden van twee top- en twee zijblaadjes op verschillende hoogte aan de stengel. Met een 16 mm-kurkboor werd nu midden uit elk blaadje een ponsje gedrukt. Uit het drooggewicht van de 100 ponsoppervlakjes en dat van het totaal aan bladschijven werd het totale oppervlak der partij bladschijven berekend.

4.3. ENIGE FORMULES

De bebladeringsindex, het quotient van het bladoppervlak van het gewas en het grondoppervlak dat ermee beplant is, wordt uitgedrukt als $LAI = \frac{O_b}{A}$ (LAI = Leaf Area Index), waarin O_b het oppervlak aan bladschijf van het monster is en A de grootte van het bemonsterde areaal; beide oppervlaktematen in dezelfde eenheden uitgedrukt.

De LAI geeft aan hoeveel fotosynthetiserend weefsel per eenheid areaal aanwezig is en biedt de mogelijkheid op

kwantitatieve basis een vergelijking te maken tussen de fotosynthese-capaciteit op opeenvolgende tijdstippen tijdens het groeiproces van het gewas.

De gemiddelde toename in droge stof per grondoppervlakte- en per tijdseenheid wordt gegeven in de gemiddelde Crop Growth Rate (\overline{CGR}):

$$\overline{CGR} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{10}{A} .$$

$W_2 - W_1$ is de drooggewichtsvermeerdering in grammen die in het tijdsbestek in dagen tussen twee bemonsteringstijdstippen t_2 en t_1 optrad. A is het bemonsterd areaal in m^2 . Dus \overline{CGR} is de gemiddelde absolute groeisnelheid uitgedrukt in kg droge stof/ha per dag. Zij geeft een beeld van de netto fotosynthese per eenheid areaal in de loop van het groeiproces.

De gemiddelde toename in droge stof per bladoppervlakte en per tijdseenheid wordt gegeven door de gemiddelde Net Assimilation Rate (\overline{NAR}):

$$\overline{NAR} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{L_2 - L_1} \quad (\text{GREGORY, 1926; WATSON, 1952})$$

Hierin is $L_{1,2}$ het bladoppervlak in dm^2 van het monster ten tijde van $t_{1,2}$.

$\frac{L_2 - L_1}{\ln L_2 - \ln L_1}$ geeft aan de gemiddelde bladoppervlakte in de

periode $t_2 - t_1$, met als tijdseenheid één week. Deze zou bij lineair verloop van L met de tijd, gelijk zijn aan $\frac{1}{2}(L_2 + L_1)$ maar aangezien de toename van het bladoppervlak een logaritmisch verloop heeft, wordt de gemiddelde bladoppervlakte in de waarnemingsweek redelijk benaderd door de gebruikte wiskundige uitdrukking.

De \overline{NAR} is dus het quotient van drooggewichtstoename en gemiddeld bladoppervlak in een tijdsbestek en geeft een indruk van de fotosynthetische intensiteit, de werkzaamheid per oppervlakte-eenheid groen blad in die periode.

Er moet in dit verband op gewezen worden dat de formule voor \overline{NAR} in feite slechts een benadering is; zij gaat alleen op indien het verband tussen W en L lineair is (RADFORD, 1967; WILLIAMS, 1946).

5. RESULTATEN

5.1. DROGE-STOFPRODUCTIE EN -VERDELING

De totale droge-stofproductie vertoonde een vrij steile S-curve met in de periode 28 maart-19 april een vrijwel lineair verloop (fig. 2). Er werd geen maximum bereikt: zelfs in de laatste week was er nog sprake van een vrij aanzienlijke droge-stofstoename. Ook de droge-stofproducties van stengels en van wortels vertoonden geen maximum. Het wortelgewicht nam langzaam toe tot de laatste bemonstering. Het

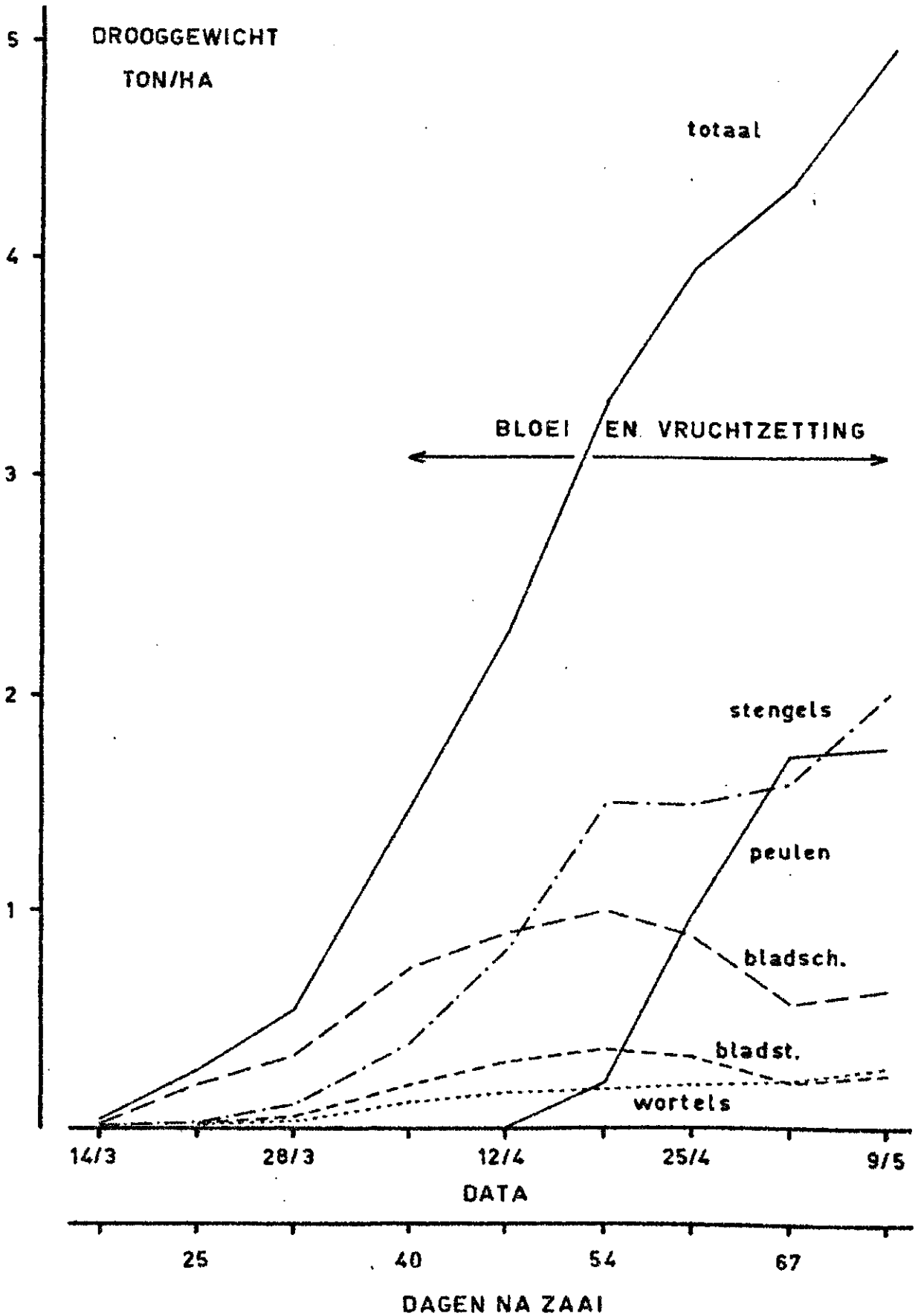


Fig. 2. Verloop van de drooggewichten van het totaal en van de componenten afzonderlijk van een gewas *Vigna unguiculata* in de periode 18 - 74 dagen (peulen doodrijp) na zaai.

stengelgewicht nam tot half april logaritmisch toe en bleek in de eerste helft van april de snelst groeiende component te zijn.

De gewichtstoename van blad- en bladsteelmassa verliep volgens een vlakke S-curve die haar hoogste waarde bereikte op 19 april. De laatste week bleek ook het groene blad in gewicht te zijn toegenomen.

De eerste jonge peulen werden 12 april geconstateerd. In de daaropvolgende drie weken vond hun ontwikkeling tot doodrijpe peul plaats.

Vanaf half april was er nauwelijks gewichtsvermeerdering van wortel, stengel en blad samen. De aanzienlijke totale droge-stofstoename kwam dus praktisch geheel op rekening van de zich ontwikkelende peulen.

De laatste waarnemingsweek gaf voor alle componenten dus een toename in drooggewicht te zien. Het meest opmerkelijk was de gewichtstoename van het groene blad aangezien deze optrad ná de logaritmische afname in de twee weken daarvoor. Het totaal aan drooggewicht was bij de laatste monstername het hoogst, de opbrengst aan peulen evenzo. De oogstcijfers in kg/ha waren respectievelijk 4990 en 1760 terwijl 75% van de 1760 kg peulen, dat is 1320 kg, uit zaad bestond.

De bijdrage van het gele blad, die bij iedere monstername apart werd bepaald, was zo gering dat hij zich niet voor grafische weergave leende.

5.2. ENKELE GROEIKARAKTERISTIEKEN

De \overline{CGR} (tabel 1) werd het eerst berekend in de week van 14-21 maart (18-25 dagen na zaai). In de periode van 32-40 dagen na zaai was zij ten opzichte van de week daarvoor sterk toegenomen. Een maximumwaarde van 152 kg/ha per dag werd bereikt in de periode van 12-19 april, in het jonge-peulen-stadium. Vervolgens nam hij flink af.

Wat de \overline{NAR} betreft (tabel 1) werd de hoogste waarde in de eerste waarnemingsperiode (18-25 dagen na zaai) gevonden, in het jonge vegetatieve stadium dus. Na de eerste week daalde hij flink om daarna, al schommelend, verder af te nemen.

Tabel 1. \overline{NAR} en \overline{CGR} over wekelijkse perioden te beginnen 18 dagen na zaai

	periode: dagen na zaai					
	18-25	25-32	32-40	40-47	47-54	54-60
\overline{NAR} (g/dm ² blad per week)	1,03	0,43	0,57	0,32	0,34	0,22
\overline{CGR} (kg/ha per dag)	34	41	116	116	152	99

5.3. BLADOPPERVLAK EN STENGELGROEI

De bebladeringsindex was 0,02 bij de eerste bemonstering (tabel 2) en bereikte eerst na een maand een waarde van één. Bij het verschijnen der eerste bloemen was hij twee geworden terwijl de maximum waarde van 3,61 bereikt werd in het jonggepeulen-stadium en samenviel met de maximale hoeveelheid groen blad.

Het aantal bladeren aan de hoofdas was 60 dagen na zaai maximaal, het aantal aan de zijassen een week eerder en viel dus samen met de maximale hoeveelheid groen blad. Vanaf 12 april werd geel blad aangetroffen. Het aantal getelde bladeren na deze datum was dus niet het totaal aan ontvouwen bladeren maar het nog aanwezige groene blad.

Tabel 2. De bebladeringsindex (a), het bladgewicht per eenheid van bladoppervlak in g/m^2 (b), de lengte van de hoofdas in cm (c), het aantal zijassen per plant (d), het aantal groene drietallige bladeren aan hoofdas (e) en het aantal aan het totaal van zijassen per plant (f) in de periode 11-74 dagen na zaai

dagen na zaai	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
11	0,02	31	nb ⁺)	0	0	0
18	0,07	35	7,0	0	1,2	0
25	0,46	45	11,0	0,2	3,8	0,2
32	0,91	36	17,6	2,4	6,1	4,3
40	2,14	35	33,6	3,0	8,8	11,0
47	2,95	31	85,9	3,1	10,1	18,6
54	3,61	28	119,9	3,2	10,7	23,6
60	2,72	33	125,4	2,8	11,4	22,4
67	1,61	34	124,4	2,9	4,9	12,7
74	1,42	45	nb	nb	nb	nb

+) nb = niet bepaald

Het verloop van de gemiddelde lengte van de hoofdstengel (tabel 2) vertoonde van 40-47 dagen na zaai de grootste absolute toename. Na 19 april (54 dagen na zaai) was er nauwelijks nog lengtetoe name de datum waarop de stengelfractie ook zijn grootste gewichtstoename had bereikt. Vanaf begin april was het gewas gaan ranken. De gedane lengtemetingen waren dan ook geen hoogtemetingen.

In de periode van 25-32 dagen na zaai werd de grootste toename in het aantal zijassen geconstateerd. Na een maximum, 54 dagen na zaai, volgde een geringe afname. Het gewicht per eenheid bladoppervlak vertoonde tweemaal tijdens het groeiseizoen, n.l. 25 en 74 dagen na zaai, een waarde die ca. 1/3 boven het gemiddelde van de andere bemonsteringsdata lag.

5.4. ADDITIONELE WAARNEMINGEN

In de loop van het groeiproces vielen enkele fysiologische bijzonderheden op die hier chronologisch worden gegeven.

- 5 april: Twintig planten van een monster van 142 in bloei.
- 7 april: Het gewas rankt. Dit zou geen normaal verschijnsel van deze cultivar zijn indien de teelt in de droge tijd plaats vond.
- 12 april: Alle planten van het monster, op twintig na, in bloei. De eerste peulen.
- 2 mei : Bladstelen en stengels vertonen een rode kleur.
- 5 mei : Aan de bloeiwijzen met de afgerijpte peulen verschijnen opnieuw bloemen.
- 9 mei : Het laatste te velde staande monster heeft betrekkelijk weinig geel blad. De planten zien er relatief fris groen uit met hier en daar opnieuw bloemen en jonge peulen.

6. DISCUSSIE

Bij het bezien van figuur 2 (blz. 10) valt het op dat de vegetatieve groei van het gewas ná de inzet van de bloei nog geruime tijd bleef aanhouden. Na 5 april, de datum waarop de eerste twintig bloeiende planten op een monster van 142 individuen geteld werden, nam de groene bladmassa nog gedurende twee weken toe, terwijl het stengelgewicht in deze twee weken juist zijn sterkste toename te zien gaf en daarna nog tot de laatste waarneming bleef toenemen.

Dit naast elkaar lopen van generatieve en vegetatieve fase zou een nadelige invloed kunnen hebben op vruchtzetting en peulontwikkeling doordien een concurrentiestrijd om assimilaten tussen vegetatieve en generatieve delen gaande is. EZEDINMA(1966) vermeldt dat de bloeiwijzen van cowpea in de laatstgevormde bladoksels niet meer tot bloei overgaan en wijt dit aan een ongunstige concurrentiepositie van de jonge bloem t.o.v. de nog krachtig groeiende bladen en stengeldelen. Hij haalt in dit verband LOOMIS(1953) aan die de zeer jonge vrucht een zwakke concurrentiepositie toeschreef t.o.v. de oudere krachtigere vegetatieve organen.

WEBER(1968) heeft bij sojarassen met een samenvallende vegetatieve en generatieve fase een zaadoogstvermeerdering van 5-25% verkregen indien de vegetatieve groei ná de bloei vertraagd werd door een anti-groeihormoon. Hij wijt dit aan het feit dat nu meer suikers beschikbaar komen voor peul- en zaadontwikkeling.

Dit zijn aanwijzingen dat het zaak is de concurrentiepositie van de generatieve organen te versterken indien men bloem- en peulabortie wil tegengaan en de ontwikkeling van de peulenzoveel mogelijk wil bevorderen. EZEDINMA(1966) raadt hiertoe voor cowpea, evenals WEBER(1968) voor soja, het gebruik van anti-groeihormonen aan ná het bereiken van

de bloeirijpheid.

Rijke bodem, bemesting, overvloedige regen of irrigatie bevorderen de vegetatieve groei. Mogelijk zou middels cultuurmaatregelen tijdens de generatieve fase ingegrepen kunnen worden ten nadele van de vegetatieve en /of ten voordele van de generatieve ontwikkeling.

Behalve de ongunstige concurrentiepositie voor de jonge vrucht vertoonde de gebruikte cultivar mogelijk nog een andere zwakke zijde, namelijk de trage toename van de bebladering in het begin van zijn groei. Op 28 maart, 31 dagen na zaai, had de bebladeringsindex de waarde één nog niet bereikt. Een vroeg bereiken van een optimale bebladeringsindex is belangrijk aangezien de jonge plant dan tot grotere benutting van het beschikbare licht in staat is en mogelijk over meer assimilatieprodukten beschikt als de generatieve fase aanvangt.

ASHLEY(1965) vond bij katoen een correlatie tussen een hoge bebladeringsindex in de jeugdfase en het aantal oogstbare vruchten. LOOMIS & WILLIAMS (1963) halen de lange tijdsduur van menig eenjarig gewas om hun optimale bebladering te bereiken aan als een der factoren die een hoge opbrengst in de weg staan. Om dit euvel te verhelpen rieden zij het gebruik aan van groot zaaizaad of van zaad met grote embryo's.

De groeikarakteristieken bij deze groeianalyse gevonden, hebben betrekking op één bepaald groeiseizoen. Onder andere omstandigheden, i.e. een andere regenverdeling, grondsoort, bemesting, andere cultivars etc., zouden hiervoor heel andere waarden gevonden kunnen worden. Zo is bijvoorbeeld de geringe bebladeringsindextoename waarschijnlijk zowel fenotypisch als genotypisch bepaald. Om een idee te krijgen in hoeverre dit kenmerk genotypisch bepaald is zouden verschillende cultivars vergeleken moeten worden onder gelijke uitwendige omstandigheden. Ook hier zou dan doelbewust selectie op het kenmerk van een snelle bebladeringsindextoename wellicht een hoger producerende cultivar kunnen opleveren.

Het snel bereiken van een grote bladmassa is mogelijk ook door cultuurmaatregelen te verwezenlijken. Een dicht plantverband leidt wel snel tot een hogere initiële bebladeringsindex maar mogelijk ook, vanwege de sterkere lichtconcurrentie, tot suboptimale opbrengsten. ASHLEY(1965) heeft bij katoen een vroege, hoge bladproduktie verkregen door direct na opkomst van de kiemplanten grond en gewas met doorzichtig plastic te bedekken zodat de jonge plant een warm en vochtig milieu treft waarin hij zich snel ontwikkelt. Dit is uiteraard een kapitaals- en arbeidsintensieve teeltmethode; het al of niet toepassen ervan is een economische kwestie.

Onder "additionele waarnemingen" kwam ter sprake het feit dat nieuwe bloemen en peulen aan de oude bloeiwijzen verschenen toen de peulen doodrijp waren. WIENK(1963) constateerde hetzelfde verschijnsel en voerde als mogelijke verklaringen voor het optreden van bloeiremming tijdens de peulontwikkeling zelf, tekort aan assimilaten of produktie van remstoffen door de ontwikkelende peulen aan. Het zou in deze interessant zijn na te gaan of er een

correlatie bestaat tussen het aantal peulen per bloeiwijze per plant en het assimilerend oppervlak van die planten. Een positieve correlatie zou dan inderdaad op assimilaten- gebrek kunne wijzen.

Aan de hand van enkele vrijstaande planten werd de indruk verkregen dat solitair opgroeiende planten gemiddeld meer peulen per bloeiwijze bezaten. Verder onderzoek zou deze indruk van een groter aantal peulen per bloeiwijze bij wijder plantverband kunnen bevestigen en wellicht kunnen vaststellen of een snellere beëindiging van de vegetatieve fase dan wel een grotere assimilatenreserve door betere lichtbenutting of andere, niet vermoede factoren hier debet aan zijn. Het valt daarbij echter te bezien of een lagere populatie gecompenseerd wordt door een hogere opbrengst per plant.

De toename in het groene blad- stengel- en wortelgewicht in de laatste waarnemingsweek is mogelijk een gevolg van de zeer aanzienlijke regenval in die periode (fig. 1, blz. 7) na de voorafgaande betrekkelijk droge twee weken waardoor de planten, verre van af te sterven, opnieuw begonnen te groeien.

Het hoge bladgewicht per eenheid bladoppervlak bij de laatste bemonstering kan het gevolg zijn van het feit dat de gevormde assimilaten bij onstentenis van voldoende jonge peulen als "sinks", in het blad opgehoopt bleven. Eerder in het groeiseizoen, namelijk op 21 maart, werd ook een hoog bladgewicht per eenheid bladoppervlak gemeten. Aangezien deze hoge waarde juist voor de geconstateerde grootste zijassenvermeerdering optrad, zou ook hier een ophoping van assimilaten door onvoldoende opname-capaciteit (in dit geval door een tekort aan zijstengels) een rol kunnen spelen. De laagste waarde werd bereikt op 19 april, bij het eerste buigpunt van de peulengroei-S-curve. Dit zou erop kunnen duiden dat de assimilatenafvoer uit het blad toen maximaal was ten gevolge van de sterke sinkwerking van de peulen in dat stadium.

7. LITERATUUR

- ASHLEY, D.A. et al., 1965. Relation of cotton leaf area index to plant growth and fruiting. *Agron. J.*, 57: 61-64.
- EZEDINMA, F.O.C., 1966. The distribution of dry weight changes among shoot components of semi-upright cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) during vegetative development. *Hort. Res.*, 6: 91-99.
- GREGORY, F.G., 1926. The effect of climatic conditions on the growth of barley. *Ann. Bot.*, 40: 1-26.
- LOOMIS, R.S. & W.A. WILLIAMS, 1963. Maximum crop productivity: An estimate. *Crop Sci.*, 3: 67-72.
- RADFORD, P.J., 1967. Growth analysis formulae - Their use and abuse. *Crop Sci.*, 7: 171-175.

- WATSON, D.J., 1952. The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.*, 4: 101-145.
- WEBER, C.R., 1968. Physiological concepts for high soyabean yields. *Fld Crop Abstr.*, 21: 313-317.
- WIENK, J.F., 1963. Photoperiodic effects in *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Meded. LandbHoogesch. Wageningen*, 63(3): 1-82.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

DE GROEI VAN DE MAISKOLF, EN EEN ORIENTEREND ONDERZOEK
NAAR DE INVLOED VAN DE KOLF OP DE LEVENSDUUR VAN HET
MAISBLAD
(onderzoekproject 69/13)

D. Zoebel

Verslag van een onderzoek verricht onder leiding
van Dr. Ir. J.F. Wienk

september 1969

INHOUD

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Inleiding en probleemstelling</u>	5
4. <u>Materiaal en methoden</u>	6
5. <u>Resultaten</u>	7
5.1. Droge-stofproductie en -verdeling . .	7
5.2. Groene-bladtellingen	9
5.3. Drooggewichten maisstengels	9
6. <u>Discussie</u>	10
7. <u>Literatuur</u>	12

1. SAMENVATTING

Een onderzoek werd ingesteld naar de ontwikkeling van de maiskolf en naar de invloed van het verwijderen van de kolf op het groen blijven van de bladeren en de opslag van assimilaten in de stengel. De groei van de maiskolf werd bestudeerd door op regelmatige tijdstippen aan een aantal kolven de verdeling van het drooggewicht over de componenten schutblad, spil, stijlen en korrels te bepalen. Aanvankelijk was het schutblad in gewicht uitgedrukt de voornaamste component. Vanaf drie weken na bloei bestond de gewichtstoename van de kolf geheel uit korrelgroei. Zes weken na bloei bleek de kolf vol-groeid. Het totale drooggewicht bedroeg toen 106,4 g per kolf waarvan 65% graan. Er werd geen invloed gevonden van het verwijderen van de kolf op het groen blijven van het maisblad. Het verwijderen van de kolven in een vroeg stadium leidde tot een duidelijke drooggewichtstoename van de maisstengel.

2. VOORWOORD

Het onderhavige rapport betreft een onderzoek op gewasbotanisch gebied aan het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname. Het onderzoek werd uitgevoerd door D. Zoebel, student in de Tropische Landbouwplantenteelt aan de Landbouwhogeschool in Wageningen als onderdeel van zijn praktijktijd van 22 februari - 22 augustus 1969, en stond onder leiding van Dr.Ir. J.F. Wienk.

3. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

In de gewasfysiologie bestaat sinds kort belangstelling voor de samenhang tussen het opneemvermogen der opslagorganen van een gewas (de "sink") en de netto drogestofproduktie van het assimilierend weefsel (WATSON, 1968). Men vraagt zich af of de opslag van assimilaten in economisch belangrijke planteorganen misschien geremd wordt door een beperkte sink-grootte van deze organen. Ook wil men meer te weten komen over de invloed van de sink op de produktie van assimilaten door het groene blad.

Om enig inzicht te verwerven in de problematiek van bovenstaande vragen voor het gewas mais, werd ter oriëntatie de groei van de maiskolf geanalyseerd door wekelijks de verdeling van het drooggewicht over de verschillende componenten van de kolf tijdens zijn ontwikkeling te bepalen. Hiernaast werden aan de planten waarvan de kolven waren verwijderd, wekelijkse bladtellingen verricht ter bestudering van de invloed van de afwezigheid van de kolf als sink op de levensduur van het maisblad. Het zou namelijk kunnen zijn dat de koolhydraten die door afwezigheid

van de sink in het blad opgehoopt worden, een nadelige invloed op de levensduur van het blad hebben. Om na te gaan of en in hoeverre maisstengels in staat zijn assimilaten op te slaan werd een partij stengels waaraan de kolven volledig hadden kunnen afrijpen, vergeleken met een partij waarvan de kolfjes in een vroeg stadium verwijderd waren.

4. MATERIAAL EN METHODEN

Voor de bemonstering werd gebruik gemaakt van een maisaanplant bestaande uit 24 15-m lange Oost-West liggende bedden van 6 of 12 meter breedte, begrensd door twee greppeltypen. De grondsoort was een slecht doorlatende, zandige klei.

De mais werd op 31 januari gezaaid op een afstand van 90 x 30 cm, 4-5 zaden per plantgat. Op een 6-m bed stonden aldus 6, op een 12-m bed 13 plantrijen. Na opkomst werd geleidelijk tot één plant per plantplaats uitgedund. Het plantgoed was oorspronkelijk van de markt van Paramaribo afkomstig.

Veertien dagen na zaai werd er bemest in een hoeveelheid van 400 kg NPK-mengmeststof (15+15+15) per ha. Toediening van de meststof geschiedde in ondiepe geultjes aan weerszijden van de plantrijen. Gedurende de eerste weken van de groei werd tweemaal gespoten met Dipterex S.P. 80 (150 g per ha) ter bestrijding van Diatraea saccharalis en Laphygma sp.

De neerslagcijfers tijdens de gehele vegetatieperiode zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Wekelijkse regentotalen (mm) gedurende het groeiseizoen

periode		regen	periode		regen
febr.	1- 8	91,2	maart/april	29- 5	49,8
	8-15	0,2	april	5-12	107,4
	15-22	17,0		12-19	40,8
febr./maart	22- 1	87,4		19-26	19,6
maart	1- 8	47,1	april/mei	26- 3	10,9
	8-15	0,1	mei	3-10	108,7
	15-22	0,0		10-17	105,8
	22-29	69,7		17-24	85,6

De bemonstering geschiedde door telkens op 20 van de 24 bedden in elk van de binnenste vier rijen van een 6-m bed of een half 12-m bed één individu door loting aan te wijzen. Bezat de aangewezen plant geen kolf dan werd de eerstvolgende plant genomen die wel een kolf had. Vanaf het moment dat de kolfaanlegsels te verwijderen waren zonder dat de hele plant daarbij omknakte, werden aldus wekelijks van 80 monsterplanten de kolven uitgekomen en ontleed in korrels, spullen, schutbladeren en stijlen. De korrels werden met een scherp mes van

de spil verwijderd, uitgezonderd bij de laatste twee bemonsteringen toen de korrels met de hand van de spil werden gescheiden. Kolven die verrot of aangetast waren, of duidelijke ontwikkelingsstoornissen te zien gaven, deden niet mee, zodat zij het ontwikkelingsbeeld van de normale kolf niet schaadden.

De wekelijkse monsternames vonden plaats totdat het gewas doodrijp was. De kolfcomponenten werden in een droogstoof gedurende 24 uur bij 85°C en één uur bij 105°C gedroogd, waarna van elk het drooggewicht werd bepaald.

Naast de kolfanalyse werden ook wekelijks groenebladtellingen verricht aan alle planten waarvan eerder de kolven waren weggenomen. Een groen blad werd als zodanig aangemerkt als minder dan 25% van het bladoppervlak vergeeld of verdroogd was.

Bij de laatste monstername werden de drooggewichten van stengels waaraan de vroegste ontkolwing verricht was, vergeleken met die van stengels bij de laatste waarneming eerst ontkolfd. Hiertoe werden de twee bemonsterde partijen planten ontdaan van het dode blad, van de wortels en van de pluimen vanaf de laatste knoop. De drooggewichten werden bepaald per viertal planten afkomstig van een 6-m of een half 12-m bed.

5. RESULTATEN

5.1. DROGE-STOFFPRODUCTIE EN -VERDELING

De bemonsteringen voor de droge-stofverdeling van de kolfcomponenten strekten zich uit van 10 april tot 23 mei, van bloei tot doodrijpheid.

De droge-stofproductie van het totaal verliep van 10 april tot 15 mei vrijwel volgens een rechte lijn (fig. 1).

Op de eerste drie waarnemingsdata, 10, 17 en 24 april, was het schutblad de zwaarste component. Na zijn hoogste waarde op 1 mei bereikt te hebben, nam hij enigszins af tot 8 mei om vervolgens nagenoeg constant te blijven.

De gewichtstoename van de spullen verliep volgens een S-curve. Er trad een versnelling op in de periode van 17 april tot 1 mei. Tot 15 mei was nog van een geringe toename sprake.

Het korrelgewicht liep van 10 tot 24 april ongeveer parallel met dat van de spil. Daarna nam de korrelfractie tot 15 mei vrijwel lineair toe. Aangezien het gewicht van spil, schutblad en stijlen samen vanaf 1 mei ongeveer gelijk bleef, was de totale gewichtstoename na deze datum het gevolg van de korrelgroei. De laatste waarnemingsweek was er nog enige toename van het korrelgewicht.

Het stijlgewicht was vrijwel het gehele groeiproces constant. Van 10 tot 24 april was er enige toename, hierna een kleine afname.

DROOGGEWICHT

(GRAM PER KOLF)

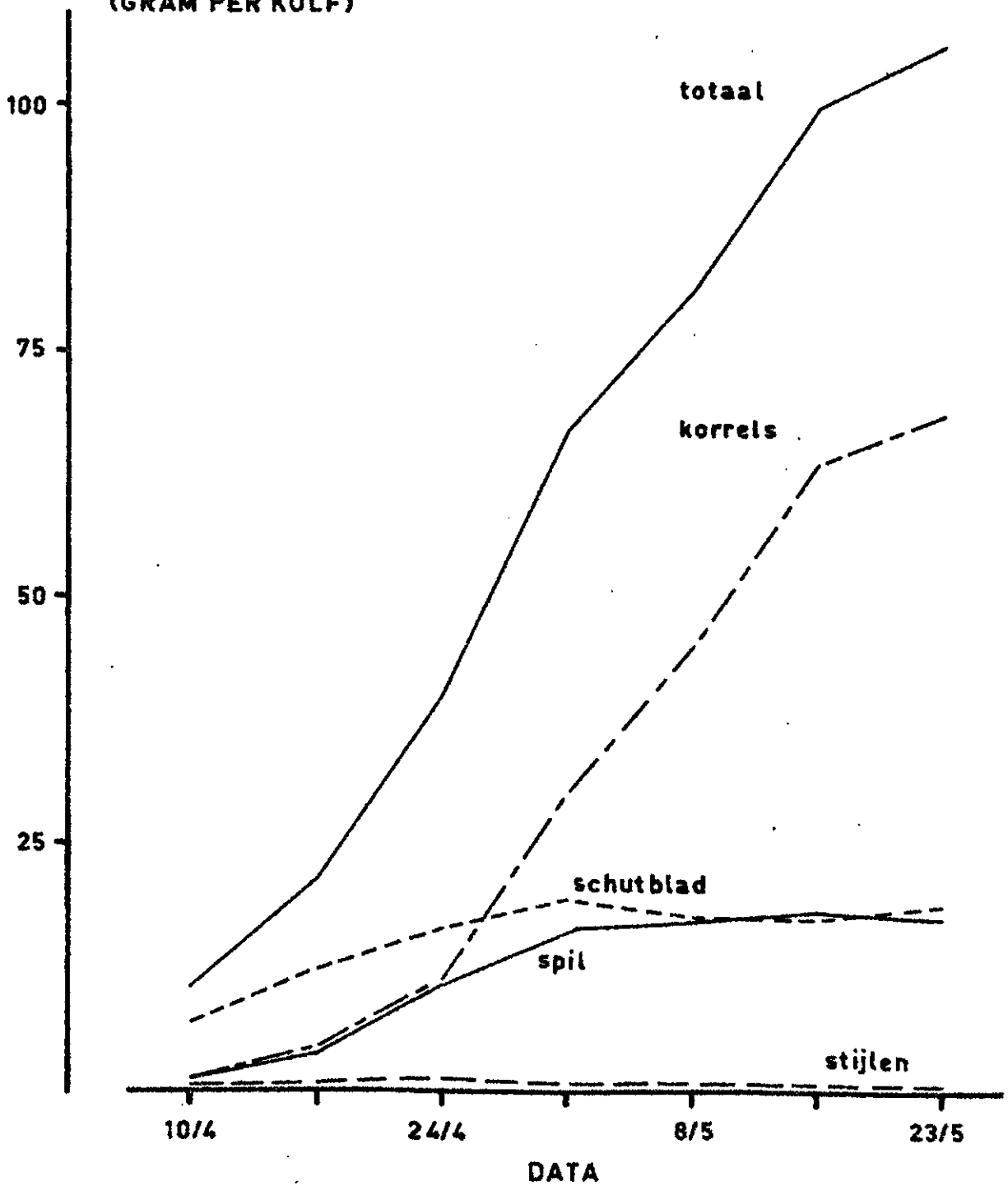


Fig. 1. Het verloop van de drooggewichten van het totaal en van de delen van de maiskolf in de periode vanaf bloei tot doodrijpheid.

Bij de laatste bemonstering was het totaal aan drooggewicht gemiddeld 106,4 g per kolf waarvan 68,9 g, of wel 65%, uit graan bestond.

5.2. GROENE-BLADTELLINGEN

De resultaten van de groene-bladtellingen, die van 17 april tot 17 mei plaatsvonden, worden gegeven in tabel 2.

Tabel 2. Aantal groene bladeren per plant voor partijen van 80 planten waarvan op verschillende tijdstippen de kolven waren verwijderd

datum blad- telling	datum verwijderen kolf					
	april			mei		
	10	17	24	1	8	15
april 17	9,8					
24	8,9	9,2				
mei 5	5,4	5,0	4,5	5,9		
12	3,5	2,5	2,3	2,4	4,1	
17	0,9	0,5	0,8	0,6	1,2	1,6

Het hoogste aantal groene bladeren bleek steeds aan de partij planten te zitten die het kortst geleden ontkolfd was. Van een correlatie tussen aantal groene bladeren en datum-verwijderen-kolf was geen sprake.

Het één na hoogste aantal (in één geval het twee na hoogste) bleek aan planten te zitten die op 10 april ontkolfd waren.

5.3. DROOGGEWICHTEN MAISSTENGELS

In tabel 3 wordt per bed telkens het drooggewicht van een viertal op 17 april ontkolfd maisstengels vergeleken met een viertal waarvan op 23 mei de kolven waren geoogst. Deze vergelijking is slechts voor 17 bedden mogelijk. De overige viertallen waren van verschillende bedden afkomstig en daardoor niet vergelijkbaar.

In slechts één geval was een viertal stengels waarvan de kolven hadden kunnen afrijpen, zwaarder dan een viertal waarvan de jonge kolfjes verwijderd waren.

Het gemiddelde drooggewicht van een viertal op 17 april ontkolfd stengels lag ruim 39% boven dat van een viertal dat normaal had kunnen afrijpen.

Om een vergelijk te treffen tussen de drooggewichten van ontkolfd en intact gelaten maisplanten werd het kolfgewicht bepaald der kolven gerijpt aan de 68 intacte planten. Dit was $68 \times 106,5 = 7.242$ g. Wordt dit kolfgewicht

Tabel 3. Drooggewichten (g) van viertallen stengels van maisplanten waarvan op 17 april de jonge kolven waren verwijderd vergeleken met die waarvan de kolf in rijpe toestand werd geoogst (23 mei). Paarsgewijze viertallen van eenzelfde bed afkomstig. Drooggewichten bepaald op 23 mei

	<u>kolf verwijderd</u>	
	<u>17 april</u>	<u>23 mei</u>
	367	301
	335	333
	383	355
	332	220
	283	303
	410	221
	295	248
	371	316
	298	202
	390	215
	347	239
	569	283
	483	218
	415	350
	377	312
	314	283
	<u>456</u>	<u>204</u>
<u>totaal</u>	<u>6427</u>	<u>4603</u>

opgeteld bij het stengelgewicht van de laatste bemonstering (tabel 3) dan blijkt het totaal aan drooggewicht van stengel en kolf samen ongeveer 50% hoger te liggen dan het totaal aan stengel- en "kolf"gewicht van de 68 op 17 april ontkolfde planten.

6. DISCUSSIE

Vergelijken we de waarnemingen der groene-bladtellingen (tabel 2) met de droge-stofverdeling, dan valt op dat het aantal groene bladeren per plant in de periode van 17 tot 24 april nauwelijks afnam, maar in de periode van 24 april tot 12 mei tot minder dan de helft was gedaald. In laatstgenoemde periode was de korrelgroei nog in volle gang; men

kan zich afvragen in hoeverre het afsterven van het groene blad de droge-stoftoename van de korrels heeft beperkt.

De relatief hoge graanopbrengsten van mais t.o.v. andere graangewassen worden voornamelijk geweten aan de lange levensduur van het maisblad (ALLISON, 1964). Wanneer dan ook tijdens de korrelgroei door ongunstige uitwendige omstandigheden of door genetische geaardheid van de cultivar een sterke afsterving van het blad optreedt, zal de graanopbrengst niet optimaal zijn. In het onderhavige geval hebben mogelijk zowel de zeer natte weken tijdens de korrelzetting (zie tabel 1) als de matige genetische kwaliteiten van de plaatselijke cultivar bijgedragen tot een vroege bladsterfte.

De resultaten der groene-bladtellingen aan planten die op verschillende data ontkolfd waren, leverden geen bevestiging op van de hypothese dat de afwezigheid van een kolf als sink, het groen-blijven van het blad zou bekorten. Immers van een geleidelijke daling van het aantal groene bladeren naarmate eerder in het kolfontwikkelingsstadium de kolf verwijderd was, was niets te bespeuren.

De geconstateerde hoogste cijfers aan planten die het kortst geleden ontkolfd waren, zouden echter een geringe invloed op groen-blijven kunnen verraden alhoewel ook een geringere reactie op beschadiging door ontkolping mogelijk is. Afsterven van groen blad zou namelijk behalve door assimilatenopslag in het blad, ook door beschadiging of verstoring van de normale ontwikkeling veroorzaakt kunnen worden. Dit zou natuurlijk een storende factor zijn die de hele proefname op losse schroeven zet.

De relatief hoge cijfers bij planten die op 10 april, in het jongste stadium dus, ontkolfd waren, kunnen erop wijzen dat de plant minder gevoelig is voor het verwijderen van de jongste kolfjes dan voor ontkolven in een later stadium.

De partij ontkolfde stengels bleek ca. 40% zwaarder te zijn dan een gelijk aantal stengels van intacte planten. Kennelijk werd bij afwezigheid van de sink een gedeelte van de geproduceerde assimilaten in de stengel opgeslagen. Het feit dat ontkolfde stengels onmiskenbaar zoeter smaakten dan normale, ondersteunt deze veronderstelling.

Werd het kolfgewicht van de laatste bemonstering opgeteld bij het gewicht aan stengels waaraan de kolven afgerijpt waren, dan bleek het gewicht aan kolf + stengel ca. 50% boven dat van de in een vroeg stadium ontkolfde stengels + bijbehorende kolven te liggen. Aangezien blad en wortel van de planten verwijderd waren en in deze delen ook assimilaten opgeslagen zouden kunnen zijn, heeft de netto droge-stofproductie van intacte planten mogelijk minder dan 50% boven die van ontkolfde planten gelegen.

Aan de stengels waarvan de kolf was weggenomen, ontstonden soms nieuwe kolfjes die in een vroeg stadium weer verwijderd werden maar waarvan niet het drooggewicht bepaald werd. Gezien de zeer geringe afmetingen dezer kolfjes kan deze nalatigheid geen grotere afname bedragen dan enkele procenten van de berekende 50% extra droge stof. In elk geval werd de totale netto droge-stofproduktie van de maisplant ernstig geremd bij afwezigheid van de kolf.

Dit verschijnsel van geringere netto fotosynthese bij onvoldoende afvoer van assimilaten is in de plantenfysiologie reeds lang bekend (zie HUMPHRIES, 1967). Ook is reeds gebleken dat de maiskolf een te klein opnamevermogen kan hebben. Zo constateerden ALLISON & WATSON (1966) dat bij gedeeltelijk ontbladerde maisplanten een hogere fractie van de droge stof in de korrels werd opgeslagen dan bij intacte planten; zij spraken het vermoeden uit dat de korrels van intacte planten niet zoveel droge stof kunnen opslaan als door het assimilatiesysteem geleverd kan worden. Zij haalden in dit verband KIESSELBACH (1948) aan die veronderstelde dat afvoer van assimilaten uit het blad van gedeeltelijk ontbladerde maisplanten, de fotosynthese in het resterende blad bevordert. Verschillen in graanopbrengst bij mais, b.v. tussen cultivars, worden dan ook volgens ALLISON & WATSON (1966) mogelijk onder meer veroorzaakt door verschillen in de opnamecapaciteit van de kolf.

7. LITERATUUR

- ALLISON, J.C.S., 1964. A comparison between maize and wheat in respect of leaf area after flowering and grain growth. *J. Agric. Sci.*, 63 : 1-4.
- ALLISON, J.C.S. & D.J. WATSON, 1966. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Ann. Bot.*, 30 : 365-381.
- HUMPHRIES, E.C., 1967. The dependence of photosynthesis on carbohydrate sinks. Paper presented at the International Symposium on Tropical Root Crops. Trinidad, 2-8 April 1967.
- KIESSELBACH, T.A., 1948. Endosperm type as a physiologic factor in corn yields. *J. Am. Soc. Agron.*, 40 : 216-236.
In: ALLISON, J.C.S. & D.J. WATSON, 1966. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Ann. Bot.*, 30 : 365-381.