

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

INLEIDEND ONDERZOEK BETREFFENDE PLASMATISCHE STERI-
LITEIT EN FERTILITEITSHERSTEL BIJ SORGHUM,
SORGHUM BICOLOR MOENCH.
(onderzoekproject no. 69/23)

G.W. Hofstede

Verslag van een onderzoek verricht onder
leiding van Dr.Ir. G.A.M. van Marrewijk

mei 1970

I N H O U D

	blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Inleiding</u>	6
3.1. Algemeen overzicht.	6
3.2. Hybridenteelt en plasmatische steriliteit . .	6
4. <u>Onderzoek naar de erfelijke achtergronden van <u>plasmatische mannelijke steriliteit en ferti- liteitsherstel</u></u>	9
4.1. Inleiding en probleenstelling	9
4.2. Materiaal en methoden	10
4.3. Verloop en uitvoering; kruisingsprogramma en stufmeelonderzoek.	10
4.4. Resultaten en bespreking.	12
5. <u>Sorghum in Suriname</u>	16
6. <u>Geraadpleegde literatuur</u>	17

1. SAMENVATTING

In het gewas sorghum, *Sorghum bicolor* Moench., waarvan diverse typen, met van ieder type verschillende cultivars, op het CELOS aanwezig zijn, is in het tweede halfjaar van 1969 een kruisingsprogramma uitgevoerd, teneinde in de volgende generatie uitsplitsingsverhoudingen tussen steriele en fertiele planten te kunnen bepalen.

De diverse typen zijn:

- plasmatisch mannelijk steriele (ms)
- normaal fertiele (f)
- hersteld fertiele (R)
- hybriden tussen ms en R (RS).

Het aantal gemaakte kruisbestuivingen bedroeg 700. Ruim 200 hiervan werden gemaakt na handemasculatie van de moederplant; bij de overige was de moederplant mannelijk steriel. Het aantal zelfbestuivingen bedroeg ruim 700.

Controle van de steriele lijnen en van de handemasculaties had plaats door de pluimen vóór het begin van de bloei in te hullen en de zaadzetting na te gaan.

Teneinde een indruk te krijgen van de verschillen in stuifmeelfertiliteit tussen de diverse typen en van mogelijke verschillen tussen cultivars van eenzelfde type werd een begin gemaakt met stuifmeelonderzoek. Dit gebeurde door de helmknopinhoud te kleuren met karmijnazijnzuur en daarna het percentage goed en uniform kleurende stuifmeelkorrels te bepalen. Het onderzoek was te beperkt om al een beeld te kunnen geven van de fertiliteit van de verschillende cultivars. In een later stadium van stuifmeelonderzoek zal aandacht geschonken worden aan de mate van fertiliteit op verschillende tijdstippen, aangezien er mogelijk een verband is tussen milieu en mate van fertiliteit of steriliteit.

2. VOORWOORD

In de eerste plaats is dit een praktijkverslag, in de tweede plaats heeft de schrijver ervan geprobeerd enige wegen aan te geven waarlangs het verdere onderzoek zou kunnen gaan. Het verslag geeft een beeld van de eerste fase van het onderzoek naar de genetische achtergrond van plasmatische steriliteit en fertiliteitsherstel bij sorghum, *Sorghum bicolor* Moench. De uitvoering was in handen van de heer G.W. Hofstede, student in de Plantenveredeling met tropische specialisatie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, Nederland. Hij werd hierbij geassisteerd door werkkrachten van het CELOS, aan wie hij veel dank verschuldigd is.

De leiding van het onderzoek had Dr. Ir. G.A.M. van Marrewijk.

3. INLEIDING

3.1. ALGEMEEN OVERZICHT

Sorghum is een voor de meeste Nederlanders onbekend graan-
gewas, hoewel het, na rijst, mais en tarwe, de belangrijkste
plaats inneemt voor wat betreft de wereld-voedselvoorziening.

In verschillende taalgebieden is het onder de volgende
namen bekend:

SORGHUM, SORGO, SORGHO (Eng.); SORGO, ZAHINA, MILLO (Sp.);
GIERST, KAFFERKOORN (Ned.); SORGHO, SORGO (Fr.); SORGHUM (Dui.)
en SORGO (Port.).

Sorghum kan onderverdeeld worden in de volgende groepen:
graansorghum, suikersorghum, bezemsorghum en voedersorghum,
alle éénjarige planten met tien chromosomenparen, behorend
tot de soort *Sorghum bicolor* Moench. Het is een verzameling
van zeer uiteenlopende vormen, variërend in hoogte van 90-450 cm,
met diverse bloeiwijzen. Bij de graansorghums onderscheidt
men vele typen, o.a. het milo-type, kafir-type, hegari-type,
feterita-type en hybriden tussen deze typen.

Sorghum kan op velerlei manieren gebruikt worden: graan-
sorghum voor menselijke consumptie en voor (pluim)vee, suiker-
sorghum onder andere voor de fabricage van stroop, bezem-
sorghum voor de (bezem)industrie en voedersorghum als groen-
voer voor vee.

Sorghum komt oorspronkelijk uit Afrika. Nu wordt het ge-
was op grote schaal geteeld in de Verenigde Staten, West-Afrika
en India. In de Soedan bestaat een zeer grote verscheidenheid
van sorghum-typen. Ook dicht bij Nederland kan men het aan-
treffen, in Italië, Hongarije en Zuid-Duitsland.

De gemiddelde opbrengst van graansorghum lag in de jaren
1948/49-1952/53 rond de 560 kg/ha, in de jaren 1963/64 rond
de 1020 kg/ha (FAO Production Yearbook, 1965).

Sorghum is reeds lang in cultuur. In de zevende eeuw vóór
Christus werd het al geteeld op de oevers van de Tigris (MAR-
TIN en LEONARD, 1967). Het is een in veel opzichten aantrek-
kelijk gewas. Het kan groeien en opbrengsten geven onder om-
standigheden (droogte, hitte, kort groeiseizoen), waaronder
de meeste andere granen slecht gedijen. Daarbij komt dat, wat
de voedingswaarde betreft, graansorghum niet onderdoet voor
bijvoorbeeld mais. Het graan kan tot meel verwerkt worden,
maar dit is niet geschikt om brood mee te bakken, aangezien
de gluten, nodig voor het rijzen van het deeg, ontbreken.

3.2. HYBRIDENTEELT EN PLASMATISCHE STERILITEIT

De in het begin van de jaren vijftig gevonden mannelijke
steriliteit op plasmatische grondslag is van grote waarde ge-
bleken voor de produktie van hoog-opbrengende sorghumhybriden,
waarvan de opbrengsten rond de drie ton per hectare liggen.
Reeds 90% van het Amerikaanse sorghum-areaal wordt door hy-
bride-rassen ingenomen.

Onder hybridenteelt verstaat men de teelt van hoog pro-
ducerende nakomelingen, verkregen door kruising van twee be-
paalde oudertypen welke meestal inteeltlijnen zijn. In dat

geval heeft men te maken met homozygote ouders en verkrijgt zo een uniforme nakomelingschap, o.a. gelijkmatige groei en bloei van het gewas, wat voordelen biedt bij de mechanisering van de teelt.

Een ander voordeel is het optredende heterose-effect. Hieronder verstaat men het overtreffen van de ouders door de nakomelingen voor wat betreft bepaalde eigenschappen. Een derde voordeel geldt de kweker in landen met minder goede kwekersrechten dan in Nederland. De boer is gedwongen om elk jaar bij de kweker terug te komen om nieuw zaai-zaad te kopen. Nateelt levert de boer alleen maar last op. Het heterozygote materiaal zal uitsplitsen voor opbrengstfactoren, bloeitijdfactoren enzovoort.

Van deze mogelijke voordelen was men reeds enige tientallen jaren op de hoogte, onder andere door de ervaringen met mais. Maar men kon er bij sorghum "zijn voordeel niet mee doen" vanwege de bloeiwijze van dit gewas. De hybridenteelt gaat immers uit van een kruising tussen een moederlijn en een bijpassende vaderlijn. Derhalve mag geen zelfbestuiving optreden. Bij mais werd dit bereikt door van de moederplanten de mannelijke pluimen weg te nemen. Sorghum is echter tweeslachtig en de honderden bloempjes van één pluim zouden stuk voor stuk geëmasculeerd moeten worden. Dit is in de praktijk niet mogelijk. De oplossing lag daarom hier in het verkrijgen van mannelijk steriele vormen.

Steriliteit, berustend op de werking van genen, werd gevonden door STEPHENS (1937). Ook KUYKENDALL beschreef in 1943 een ms-gen, en wel bij de cultivar Day. Veel resultaat kon men met deze genische steriliteit nog niet behalen. Het probleem lag hier bij de produktie van het mannelijk steriele type. Deze moet plaatshebben met Msms-planten: msms x Msms. Aangezien steriliteit recessief is, is de helft van de nakomelingen fertiel (Msms) en dus onbruikbaar, terwijl het praktisch onmogelijk is alle fertiele planten tijdig weg te selecteren.

Meer resultaat met hybridenteelt kon men behalen dank zij de ontdekking van plasmatische mannelijke steriliteit door STEPHENS en HOLLAND (1954). Zij meenden op grond van hun resultaten te kunnen vaststellen dat minstens twee genen in wisselwerking met Day Milo cytoplasma volledige mannelijke steriliteit veroorzaken. Ook vonden zij dat milieu-invloeden een sterke rol kunnen spelen bij de fertiliteitsexpressie.

Ondanks de vele onderzoeken die sindsdien gedaan zijn, is de genetische achtergrond van plasmatische mannelijke steriliteit en van fertiliteitsherstel nog niet volledig opgehelderd. Enkele van deze onderzoeken worden hier kort besproken.

MAUNDER en PICKETT (1959) werkten onder andere met materiaal van de ook op het CELOS aanwezige cultivars Combine kafir 60 en RS 610, een kruising tussen CK 60 en Texas 7078. In de F₂ generatie (van de kruising ms x R) vonden zij een splitsing van 3 fertiel : 1 steriel. De hersteld fertiele planten toonden geen uniforme, volledige fertiliteit maar een

breed scala van fertiliteitsklassen. Zij rekenden een plant steriel als deze na inhulling vóór de bloei niet meer dan twee zaden voortbracht. Hun conclusie luidde dat mannelijke steriliteit berust op de werking van één recessief allelenpaar, $ms\ ms^c$, in aanwezigheid van steriliserend cytoplasma.

HADLEY^c en SINGH (1961) legden iets andere maatstaven aan bij het bepalen of een plant mannelijk steriel is. Zij deden dit door het aantal zaden te bekijken ten opzichte van het totaal aantal bloempjes in de pluim. Bij hun pogingen genen voor cytoplasmatische mannelijke steriliteit in bezemsorghum over te brengen kwamen zij tot de veronderstelling dat in hun materiaal zwakke herstellergenen aanwezig zouden kunnen zijn of modificerende genen die de werking van de herstellergenen zoals beschreven door MAUNDER en PICKETT afzwakken.

KIDD (1961), die in een artikel van MILLER en PICKETT (1964) wordt aangehaald, vond onder meer dat mannelijke fertiliteit afhankelijk is van de temperatuur. Was deze hoger dan $95^{\circ}F$ ($35^{\circ}C$) en kruiste hij de heterozygoot hersteld fertiele F_1 terug met de mannelijk steriele ouder, dan verkreeg hij een uitsplisingsverhouding van 9 fertiele : 7 steriele planten. Mogelijk is deze verhouding een gevolg van de complementaire werking van (twee) dominante factoren. Uit verdere gegevens maakte hij op dat, als drie modificerende genen dominant aanwezig zijn, volledige fertiliteit kon ontstaan zonder aanwezigheid van het dominante hoofdgen.

ERICHSSEN en ROSS (1963) gebruikten als materiaal onder meer Martin (A- en B-lijnen), Reliance (A en B) en Morghum, alsook planten met door colchicine geïnduceerde plasmatische mannelijke steriliteit. Hun conclusie luidde, dat fertiliteitsherstel het gevolg is van één dominant gen of van twee complementaire dominante genen. Zo komen ze tot de genotypen $ms^c_1 ms^c_1 ms^c_2 ms^c_2$ voor Reliance A en $Ms^c_1 Ms^c_1 Ms^c_2 Ms^c_2$ voor Morghum. Tussen de diverse hybriden troffen deze onderzoekers opmerkelijke verschillen aan in percentage met IN JKJ kleurbaar stuifmeel. Ze verklaren dit door te zeggen dat de genotypen van de ouderlijnen verschillen, waarbij modificerende genen een rol zouden kunnen spelen. De erfelijke achtergrond van de door colchicine geïnduceerde mannelijke steriliteit leek in principe gelijk te zijn aan die van de in Martin en Reliance gevonden steriliteit.

Ook het materiaal van MILLER en PICKETT (1964) kwam gedeeltelijk overeen met het op het CELOS gebruikte. Zo werkten zij onder andere met de hybride RS 610 en met de herstellerlijn Texas 7073. Zij namen binnen planten met het genotype $Ms\ Ms^c$ toch nog een variatie waar van de stuifmeelfertiliteit. Ze verklaarden dit door de werking van accessorische genen (Pf_1 en Pf_2).

BROOKS en BROOKS (1967) brachten een nieuw aspect naar voren, namelijk de gametofytische en sporofytische beheersing van de stuifmeelsteriliteit. Van gametofytische beheersing kan men spreken indien de genetische constitutie van de gameet zelf zijn werking bepaalt, in dit geval: ms veroorzaakt steriliteit, Ms fertiliteit. Van sporofytische beheersing kan men spreken indien de genetische constitutie van het

individu, dat een bepaalde gameet heeft voortgebracht, de werking van die gameet bepaalt: gameten van msms planten zijn steriel, die van MsMs en Msms planten zijn fertiel. De waarneming, dat bij enkele combinaties gemiddeld ongeveer de helft van het stuifmeel van heterozygoot hersteld fertiele planten, (S)Msms, niet vitaal was, zou kunnen wijzen op gametophytische beheersing. Op grond van de grote variatie in pollenfertiliteit tussen verschillende F_1 's, de variabiliteit binnen F_1 's en de resultaten van terugkruisingen (ms x R) x R concludeerden BROOKS en BROOKS echter tot sporophytische beheersing van plasmatisch-genische steriliteit. De verschillen binnen F_1 's zouden een gevolg kunnen zijn van cytotype-genotype-milieu-interacties, terwijl die tussen F_1 's zouden kunnen zijn veroorzaakt door verschillen in aantal en activiteit van modificerende genen in de ouders, meiose onregelmatigheden in hybriden van kruisingen tussen lijnen van verschillende herkomst, of mogelijk zelfs door overdracht van fertiliteit-bevorderende plasmakpartikels via de vadergameet op een deel van de nakomelingen.

Al met al is een verwarrend beeld ontstaan van ogenschijnlijk tegenstrijdige resultaten en conclusies. Dit zal voor een groot deel zijn veroorzaakt door verschillen in genetische samenstelling van het door de diverse onderzoekers gebruikte materiaal, ongelijke maatstaven bij het beoordelen van de fertiliteit en verschillen in milieu.

In 1966 probeerde DUVICK de toen bekende gegevens te combineren. Hij komt daarbij tot de volgende hypothese: er is één hoofdgen Ms_{c_1} . In sommige milieus zijn modificerende genen vereist voor volledige fertiliteit. Bij bepaalde genetische achtergrond en/of milieu-omstandigheden heeft een van de modificerende genen gelijke werking als Ms_{c_1} ; in dat geval zijn dus twee complementaire dominante genen nodig voor fertiliteitsherstel. Het recessieve gen ms_{c_1} heeft niet altijd volledige steriliteit tot gevolg. Bij bepaalde genotypen en/of milieu-omstandigheden vertoont de homozygoot $ms_{c_1}ms_{c_1}$ variërende stuifmeelhoeveelheden tot bijna volledige fertiliteit. De modificerende factoren voor ms_{c_1} zouden fertiliteit herstellende genen zijn. Of het dezelfde genen zijn die ook Ms_{c_1} beïnvloeden is niet duidelijk. De mogelijkheid van een multipele allele serie op de Ms_{c_1} locus is niet onderzocht. Vermoedelijk zijn er ook twee of meer steriliserende plasmotypen aanwezig.

4. ONDERZOEK NAAR DE ERFELIJKE ACHTERGRONDEN VAN PLASMATISCHE MANNELIJKE STERILITEIT EN FERTILITEITSHERSTEL

4.1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Mannelijke steriliteit op plasmatisch-genische grondslag bij sorghum is van grote betekenis voor de productie van hybride rassen. In het voorgaande is echter reeds beschreven dat het fertiliteits-steriliteitsmechanisme sterke milieu-interacties vertoont. Daardoor kunnen moeilijkheden

ontstaan zoals zelfbevruchting van vermeend mannelijk steriele lijnen of onvoldoende stuifmeelproductie en zaadzetting in het heterozygote en fertiele handelsproduct.

Het onderzoek op het CELOS is erop gericht de erfelijke achtergronden te analyseren van plasmatische mannelijke sterilititeit en fertiliteitsherstel aan materiaal van uiteenlopende herkomst. Hierbij zal het onderzoek naar de invloed van milieu-componenten op de fertiliteitsexpressie centraal staan.

Dit verslag geeft in hoofdzaak een bespreking van de te volgen handelwijzen en het gebruikte materiaal. Resultaten kunnen pas in een later stadium van onderzoek worden verwacht.

4.2. MATERIAAL EN METHODEN

Van twee onderzoekstations, respectievelijk in Hongarije en de Verenigde Staten van Noord-Amerika, is materiaal op het CELOS aanwezig. Dit materiaal is onder te verdelen in vier groepen:

- plasmatisch mannelijk steriele stammen, de zogenaamde A-lijnen; acht cultivars: Westland, Martin 398, Combine Kafir 60 (Rajki), Coes Improved, Reliance, Redlan, Martin en Combine Kafir 60 (Eastin);
- normaal fertiele lijnen, de zogenaamde B-lijnen, instandhouders van de hierboven genoemde cultivars, uitgezonderd die van Redlan;
- hersteld fertiele cultivars, acht: KS 1, Norghum, Hegari dwarf and early, Midland, TX 74, TX 414, TX 415, (Texas) 7078;
- hybriden, ontstaan door kruisen van enkele van de steriele stammen met enkele van de hersteller-lijnen: RS 608 (Martin A x 7078), RS 610 (CK 60 A x 7078), RS 625 (Martin A x TX 414) en RS 626 (CK 60 A x TX 414).

Om een indruk te krijgen van de aard en werking van plasmatisch mannelijke sterilititeit en fertiliteitsherstel werd begonnen met stuifmeel-onderzoek van vermeend steriele planten, normaal fertiele planten (instandhouders), hersteld fertiele planten, en hybriden. Aangezien genoemde verschijnselen waarschijnlijk milieu-afhankelijk zijn, moet men het onderzoek eigenlijk op verschillende tijdstippen herhalen (onderzoek aan de hoofdpluim, zijstengels en uitlopers aan de voet van de plant). Hiermee is wegens tijdgebrek nog geen begin gemaakt. Daarnaast is het mogelijk nakomelingen in opeenvolgende seizoenen, dus onder verschillende groei-omstandigheden, te beoordelen. De omgeving waarin het onderzoek noodzakelijkerwijs plaatsheeft, is niet ideaal, zeker niet als men beseft dat volgens sommige auteurs bij de milieu-interactie de temperatuur zo'n belangrijke rol speelt; deze is in het Surinaamse klimaat vrij constant.

4.3. VERLOOP EN UITVOERING; KRUISINGSPROGRAMMA EN STUIFMEELONDERZOEK

4.3.1. Vegetatieve fase

Gezaaid werd op 4 augustus 1969 op bedden ter grootte van zes bij vijftien meter, gescheiden door trenzen. De plantgaten lagen op dertig centimeter binnen de rijen; de afstanden

tussen de rijen bedroegen afwisselend dertig en negentig centimeter, waarbij zoveel mogelijk de steriele planten en hun instandhouders dicht naast elkaar kwamen te staan. Na één week was er in 7 van de 44 uitgezaaide rijen een opkomst van meer dan 66%, gerekend naar het aantal plantplaatsen. De cultivars in deze rijen waren: Martin A, Westland A en B, Reliance B, TX 74, RS 610 en RS 626. Na één keer inboeten, 10 dagen na zaai, was de opkomst drie weken na zaai nog steeds slecht (minder dan 50%) voor elf rijen met de cultivars CK 60 A en B, TX 414, TX 415, 7078, en Midland. Hierna werd nog een keer ingeboet. TX 415 bleef uitermate slecht opkomen; slechts een paar plantplaatsen werden bezet. Bemesten gebeurde éénmaal met 300 kg N-P-K- (15-15-15) per hectare, in sleuven aan weerszijden van de planten. Ongeveer een maand na inzaai werden de planten behandeld met DiptereX in korrelvorm ter bestrijding van de rupsen van *Laphygma frugiperda* (behorend tot de Noctuidae). Ook schimmels tastten de planten aan. Vooral Westland A en B, en Coes Improved A hadden aan het eind van het seizoen, in november veel te lijden.

4.3.2. Bestuivingsprogramma

Een overzicht van het bestuivingsprogramma is gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Overzicht van de in het bestuivingsprogramma gebruikte combinatietypen, de daaraan toegekende codenummers en het aantal gemaakte bestuivingen

combinatietype	codenummer	aantal gemaakte bestuivingen
ms x f	1	217
ms x R	2	204
ms x RS	3	73
R x f	4	125
R x RS	5	32
RS x f	6	23
RS x R	7	29
f ♂		419
R ♂		155
RS ♂		129

De eerste drie en de laatste drie combinatietypen konden zonder emasculatie worden uitgevoerd. Bij de overige vier was het noodzakelijk, alvorens te kruisen, de meeldraden bij de moederplant te verwijderen. Dit gebeurde steeds vóór de bloei van de plant, met behulp van een pincet met spitse punt. Per pluim werden aanvankelijk 100, later ongeveer 200 bloempjes zo behandeld; de overige werden verwijderd.

In de meeste gevallen had de kruising een dag later plaats. Hierbij ging men, evenals bij alle andere kruisingen, als volgt te werk:

Nadat alle planten vóór de bloei waren ingehuld in een papieren zak, waarop de datum was genoteerd, werden de te kruisen, bloeiende planten samen ingehuld. In de meeste gevallen stonden deze niet naast elkaar; de vaderplant werd dan afgesneden en op water bij de moederplant gezet. Het bleek nodig te zijn het water regelmatig te verversen. Planten die niet in het bestuivingsprogramma werden opgenomen, dienden, in het geval van steriele engeëmasculeerde planten als controle, in het geval van fertiele planten voor zaadwinning.

4.3.3. Stuifmeelonderzoek

De kleuring van het stuifmeel gebeurde met karmijnazijnzuur. Daartoe werden twee van de drie helmknoppen van één bloempje in een druppel van de kleurstof op het objectglas gebracht en leeggedrukt. Na opbrengen van een dekglasje (20 x 20 mm) werd het preparaat even verwarmd. De bloempjes kwamen steeds uit het midden van de pluim. Per pluim werd stuifmeel van drie bloempjes bekeken, bij een vergroting van 125x. Van elk preparaat werden maximaal negen willekeurige veldjes bekeken en de daarin voorkomende stuifmeelkorrels geteld, tot een totaal van tweehonderd. Daarnaast alle volledig en goed kleurende, normaal gevormde stuifmeelkorrels. Uit deze getallen werd het percentage goed of slecht kleurend stuifmeel berekend.

4.4. RESULTATEN EN BESPREKING

4.4.1. Bestuiving

De resultaten van een deel van het bestuivingsprogramma zijn gedetailleerd weergegeven in tabel 2.

Het verschil tussen het aantal gemaakte bestuivingen in tabel 1 en dat in tabel 2 is te wijten aan het wegraken van een aantal instandhoudingen en kruisingen tijdens het oogsten. De zelfbevruchtingen zijn niet in de tabel opgenomen aangezien de resultaten daarvan positief waren (voldoende zaadzetting). De kruisingen na handemasculatie zijn evenmin opgenomen; de resultaten van deze bestuivingen waren steeds slecht. In de gunstigste gevallen ontwikkelden zich enkele tientallen zaden. Of daarbij het gewenste resultaat behaald is, moet men bovendien nog maar afwachten. Door helmknoppen achter te laten in het bloempje of te beschadigen blijft de mogelijkheid van zelfbevruchting bestaan. In deze richting wezen ook de controles, waarbij in de meeste gevallen enige zaadzetting optrad.

Het geringe aantal geslaagde kruisingen (minder dan 50%) bij het gebruik van steriele planten als moederplant kan in de toekomst misschien verhoogd worden indien men op de volgende punten let:

Tabel 2. Overzicht van de gemaakte bestuivingen binnen de combinatietypen met steriele moederplanten en de resultaten daarvan. Bij 50 of meer zaden per pluim is de zaadzetting als "goed" gewaardeerd

combinatietype	collectie-nummers	cultivars	aantal kruisingen	zaadzetting	
				goed	slecht
ms x f	69176x69181	Westland A x Westland B	27	11	16
	69177x69182	Martin 398 A x Martin 398 B	6	2	4
	69178x69183	CK 60 (Rajki) A x CK 60 (Rajki) B	14	8	6
	69179x69184	Coes Improved A x Coes Improved B	12	8	4
	69180x69185	Reliance A x Reliance B	18	9	9
	69188x69190	Martin A x Martin B	27	16	11
	69189x69191	CK 60 (Eastin)A x CK 60 (Eastin) B	37	21	16
		totaal	141	75	66
ms x R	69176x69172	Westland A x Norghum	13	5	8
	" x69174	" x Midland	14	6	8
	" x69175	" x TX 74	4	1	3
	69177x69175	Martin 398 A x TX 74	11	5	6
	69178x69172	CK 60 (Rajki) A x Norghum	31	20	11
	" x69173	" x Hegari dw. & ear.	3	2	1
	" x69174	" x Midland	13	9	4
	69179x69171	Coes Improved A x KS 1	9	6	3
	" x69174	" x Midland	7	3	4
	69180x69172	Reliance A x Norghum	17	8	9
	" x69173	" x Hegari dw. & ear.	4	3	1
	69187x69175	Redlan A x TX 74	10	4	6
	" x69192	" x TX 415	2	1	1
	69188x69193	Martin A x TX 414	20	6	14
	" x69194	" x 7078	13	11	2
	69189x69193	CK 60 (Eastin)A x TX 414	10	6	4
" x69194	" x 7078	7	4	3	
	totaal	188	100	88	
ms x RS	69188x69195	Martin A x RS 608	15	8	7
	" x69197	" x RS 625	12	8	4
	69189x69196	CK 60 (Eastin)A x RS 610	15	4	11
	" x69198	" x RS 626	8	3	5
	69187x69199	Redlan A x RS 671	11	7	4
	69176x69199	Westland A x RS 671	3	2	1
		totaal	64	32	32

1. Het kruisen kan waarschijnlijk het beste gebeuren met een moederplant die volop in bloei is en waarbij de stempels naar buiten steken. Interessant is het misschien na te gaan hoe lang de stempels receptief blijven na het naar buiten komen van de (steriele) helmknoppen.
2. Kruisen met een vaderplant die midden in zijn bloei is, dat wil zeggen in de top van de pluim al bruining van de helmhokjes te zien geeft maar behedenaan nog niet bloeit.
3. Af en toe krachtig schudden van de zak waarin de twee te kruisen pluimen zich bevinden kan mogelijk een veel betere verspreiding van het stuifmeel teweegbrengen.

Het op water zetten van de vaderplanten bracht met zich mee dat het water dagelijks verversst moest worden. Het gebruik van kiemdodende middelen als Chrysal of Halamid kan dit, samen met het tweede genoemde punt, misschien geheel overbodig maken. Mogelijk is het niet eens noodzakelijk de vaderplant op water te zetten, maar kan, door deze boven de steriele plant "uit te schudden", in één keer voldoende stuifmeel op de stempels terecht komen om een goede zaadzetting te verkrijgen.

De slechte resultaten van kruisingen na emasculatie kunnen diverse oorzaken hebben. Zo kan in een aantal gevallen beschadiging van het vruchtbeginsel hebben plaatsgehad. Ook is het niet onmogelijk dat het verwijderen van het merendeel van de bloempjes ongunstige gevolgen heeft voor de zaadzetting door uitdroging (POEHLMAN, 1966).

Emasculatietechnieken als warmwaterbehandeling (STEPHENS en QUINBY, 1933) lijken niet succesvol te kunnen worden toegepast wegens het zeer korte temperatuurstraject waarbinnen deze methode dient te worden toegepast.

4.4.2. Stuifmeelonderzoek

Omtrent de resultaten kunnen nog niet veel uitspraken gedaan worden; daarvoor waren de aantallen onderzochte planten te klein. Mannelijk steriele planten bleken nog wel eens wat stuifmeel te bezitten. De resultaten van het stuifmeelonderzoek aan f, R en RS planten zijn samengevat in tabel 3. Hierin is de stuifmeelhoeveelheid weergegeven door een cijfer, zijnde 10 min het aantal veldjes waarin 200 stuifmeelkorrels konden worden geteld bij een vergroting van 125x.

Eén preparaat van een steriele plant bevatte zelfs 63% gekleurd stuifmeel. Welke betekenis hieraan gehecht moet worden is nog niet te zeggen.

Iets meer is te zeggen bij beoordeling van de (steriele) controleplanten op het veld; zie tabel 4. Het blijkt dat bij de meeste steriele cultivars geen of slechts zeer geringe zaadzetting is opgetreden. Een opvallende uitzondering is Westland A, waarbij zelfs in vier gevallen meer dan 50 zaden werden gevonden. Deze zelfde cultivar gaf bij beoordeling van het stuifmeel de meeste kleurbare korrels te zien.

Welke waarde men moet hechten aan de kleurbaarheid van stuifmeel met karmijnazijnzuur van vermeend mannelijk steriele planten kan mogelijk in een later stadium van onderzoek nagegaan worden met behulp van tetrazoliumzouten, welke een zeer

Tabel 3. Stuifmeelhoeveelheid en percentages met karmijn-
azijnzuur goed kleurende stuifmeelkorrels bij een
aantal planten van de typen f, R en RS

planthnummer	cultivar en type	stuifmeel- hoeveelheid preparaat			percentages kleurbaar stuifmeel		
		1	2	3	1	2	3
69181- - 2- 3	Westland B (f)				52	82	93
69181- 7- 3		0	0	0	0	0	0 ')
					79	28	49
69182- 16- 3	Martin 398 B (f)				97	85	
69190-0- 7- 1	Martin B (f)	3	4	4	51	56	60
		7	6	5	94	94	92
0- 6- 1		6	7	6	92	95	91
0- 1- 1		7	5	6	89	85	96
W-38- 1		8	6	7	97	94	95
W-30- 1		5	7	6	71	89	95
69191-0-23- 2	CK 60 B (Eastin) (f)	6	5	8	76	78	93
0-33- 2		7	7		95	93	
0-36- 2		7	7		91	90	
69172- 29- 7	Norghum (R)	6	5	5	70	90	88
		5	7	5	88	89	88
4-18		4	5	6	97	87	89
69192- 25- 3	TX 415 (R)	7	6	8	91	94	93
		7	7	7	95	95	94
69193- 50- 2	TX 414 (R)	6	6	7	43	87	76
		8	8		87	91	
9- 2		7	8		83	85	
20- 1		7	6	7	95	86	54
69194- 33- 2	7078 (R)	7	6	7	89	92	94
		8	8	7	89	94	89
39- 1		7	6	7	92	92	83
30- 1		8	8	7			
37- 1		7	6	7			
69195- 17- 1	RS 608 (Martin A x 7078)	6	5	7	89	74	86
		7	6	5	86	96	92
69197- 12- 1	RS 625 (Martin A x TX 414)	8	8	7	82	69	66
		6	6	7	82	90	89
8- 1		7	7	7	93	89	93
14- 1							
69199- 6- 3	RS 671 (Redlan A x TX 415)	8	8		95	92	
		7	7		98	92	
9- 3							

') totaal geen stuifmeel gevonden; mogelijk een verdwaalde steriele plant

Tabel 4. Controle op eventuele zaadzetting bij mannelijk steriele cultivars

cultivar	zaadzetting		aantal zaden		
	geen	wel	<10	10-50	>50
Westland A	16	17	9	4	4
Martin 398 A	26	2	2	0	0
CK 60 A (Rajki)	21	0	0	0	0
Cocs Improved A	9	3	2	0	1
Reliance A	9	9	8	1	0
Redlan A	14	0	0	0	0
Martin A	44	2	1	1	0
CK 60 A (Eastin)	14	0	0	0	0

specifieke kleurreactie geven, en aan de hand van kiemproeven met stuifmeel. Het zal dan zaak zijn alle onderzochte planten op het veld ter controle in te hullen.

Dat de in tabel 4 aangegeven zaadzettingen een gevolg zouden zijn van te laat inhullen is niet waarschijnlijk, omdat dan alle cultivars zaadzetting te zien hadden moeten geven, tenzij er verschillen in bloei-eigenschappen bestaan tussen b.v. Westland A en Redlan A in die zin dat de eerste vroegtijdig receptief is en de tweede niet. Een andere mogelijke oorzaak van de verschillen is, dat de genetische constitutie van de diverse cultivars niet dezelfde is. In dat geval zullen de cultivars waarschijnlijk ook verschillend reageren op milieu-invloeden.

5. SORGHUM IN SURINAME

Volgens PULLE (1966) komt sorghum in Suriname voor langs de rivier de Commewijne op plantage Leliëndaal. Navraag aldaar had niet veel resultaat. Volgens de eigenaar, die het druk had met voorzieningen te treffen voor de waterhuishouding, stond het wel ergens. Waarschijnlijk wordt het voor (pluim)-veevoer gebruikt.

Het Landbouwproefstation heeft sorghum in het onderzoeksprogramma opgenomen, wegens "de toenemende import van graanprodukten in de vorm van veevoeder en als grondstof voor de veevoederfabricage en het streven naar importvervanging" (HUISWOUD, 1969). Daarbij bleef de selectie beperkt tot het toetsen van enkele vrij bestoven cultivars, waarvan Martin de beste bleek te zijn met een experimentele opbrengst van 4-5 ton per hectare.

De gedachten gaan uit naar het gebruik van sorghum als "catchcrop" tussen Pinus op de ongebleekte Zanderijgronden in de bos-akkerbouwprojecten van Suriname

6. GERAADPLEEGDE LITERATEUR

- BROOKS, J.S. & M.H. Brooks, 1967. Pollen abortion in relation to cytoplasmic-genetic male sterility in sorghum. *Crop Science*, 7 : 47-50.
- DUVICK, D.N., 1966. Influence of morphology and sterility on breeding methodology; the sorghums. In: K.J. Frey (Ed.), *Plant Breeding*. Iowa State Univ. Press, Ames. pp. 113-114.
- ERICKSEN, A.W. & J.G. ROSS, 1963. Inheritance of colchicine-induced male sterility in sorghum. *Crop Science*, 3 : 335-338.
- FAO, 1965. *FAO Production Yearbook*: 51-53
- HADLEY, H.H. & S.P. SINGH, 1961. Partial male fertility in sorghum hybrids with cytoplasm from male sterile Combine Kafir 60. *Crop Science*, 1 : 457-458.
- HUISWOUD, R.R., 1969. Mais en Sorghum. *De Surinaamse Landbouw*, 17 : 51-53.
- MARREWIJK, G.A.M. VAN, 1968. Plasmatische mannelijke steriliteit en fertiliteitsherstel bij de Petunia. *Veenman en Zonen, Wageningen, Nederland*. 129 pp.
- MARTIN, J.H. en W.H. LEONARD. 1967. *Principles of field crop production*, 2nd ed. The MacMillan Company, New York : pp. 346-375.
- MAUNDER, A.B. & R.C. PICKETT, 1959. The genetic inheritance of cytoplasmic-genetic male sterility in grain sorghum. *Agron. J.*, 51 : 47-49.
- MILLER, D.A. & R.C. PICKETT, 1964. Inheritance of partial male-fertility in Sorghum vulgare Pers.. *Crop Science*, 4 : 1-4.
- POEHLMAN, J.M., 1966. *Breeding Field Crops*. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York. pp. 279-303.
- PULLE, A., 1966. *Flora of Suriname, Vol. I, Part 1*. Brill, Leiden. p. 430
- QUINBY, J.R. & J.H. MARTIN, 1954. Sorghum improvement. *Advances in Agronomy*, 6 : 305-359.
- STEPHENS, J.C. en R.F. HOLLAND, 1954. Cytoplasmic male sterility for hybrid sorghum seed production. *J. Am. Soc. Agron.*, 46 : 20-23.
- TARR, S.A.J., 1962. *Diseases of Sorghum, Sudan Grass and Broomcorn*. The Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey: pp. 1-24.
- ZEVEN, A.C., 1969. Zijn er mogelijkheden voor hybridetaruweteelt in Nederland? *Landbouwkundig Tijdschrift*, 81 : 320-329.