

**VAN NATUURLIJK BESTAND  
NAAR PLANTVERBAND**

**M. FLACH**

*Dames en Heren,*

Terwijl de hoogleraar-directeur van onze afdeling bij zijn benoeming als leeropdracht kreeg *de tropische landbouwplantenteelt*, vermeldt mijn benoemingsbesluit onderwijs in *de tropische plantenteelt*. Deze op het oog kleine wijziging in de betiteling van een vakgebied heeft een diepe zin. Immers, door het woord landbouw uit de aanduiding te verwijderen, is de betekenis van de term verruimd. Het spreekt vanzelf dat het niet mijn bedoeling is te zeggen dat mijn onderwijs een ruimer gebied zou moeten bestrijken dan dat van de hoogleraar. Maar deze verruiming van de betiteling van het vakgebied moet worden gezien als de uitkomst van een jarenlang gevoerde strijd een meer juiste benaming van ons vakgebied officieel doorgevoerd te krijgen. Het is vermoedelijk niet zonder meer voor iedereen duidelijk welke zienswijze achter deze naamsverruiming schuil gaat. Dat is voornamelijk deze: de zogenaamde nederlandse teeltrichtingen vallen uiteen in *de landbouwplantenteelt en graslandcultuur* en *de tuinbouwplantenteelt*. Een dergelijk onderscheid is niet in te voeren bij de tropische plantenteelt. In de tropen is het onderscheid tussen landbouw en tuinbouw meestal veel moeilijker aan te geven dan in de gematigde klimaatsgebieden.

Bovendien heeft deze naamsverruiming ermee te maken dat in ons vakgebied ook gewassen voorkomen die heel dicht staan naast *de bosbouw*. Een voorbeeld hiervan is de kaneelcultuur. In deze voornamelijk op Ceylon bedreven cultuur snoeit men de jonge stammen voortdurend terug om uit de bast van de weggesnoeide stammen de kaneel te bereiden. Deze cultuur zou men het beste kunnen vergelijken met die van wilgetenen. Op dit gebied komt de tropische plantenteelt dus zeer dicht bij *de houtteelt*.

Ook op andere wijze vindt men in *de tropische plantenteelt* soms slechts een vage afgrenzing tegenover *de tropische bosbouw*. Immers, in de meer primitieve delen van de tropen is er bij bepaalde gewassen soms nog maar nauwelijks sprake van teelt; wat in een ander gebied een cultuurgewas is, wordt daar nog uit wilde bestanden verzameld. Een verzameling uit een wild bestand valt, naar oud gebruik, onder de bosbouw. Pas zodra de mens enige zorg aan de plant besteedt kan men van cultuur spreken.

In de tegenwoordige wereld zijn hiervan nog vele voorbeelden te vinden. Het is zelfs waarschijnlijk dat de meeste planten langs deze weg in cultuur zijn genomen. Als voorbeeld noem ik U de *Dioscorea*, een geslacht met reeds lang in cultuur zijnde knolgewassen. Vertegenwoordigers van dit plantengeslacht worden in veel tropische gebieden in het wild gevonden. In tijden van voedselschaarste worden de knollen

van wilde vormen ook wel geoogst. Het is dan vaak goed gebruik dat de vinder het bovenste deel van de knol weer plant, daar dit tot een nieuwe plant met een nieuwe knol kan uitgroeien. De geoogste knollen moeten vaak door een ingewikkelde bewerking geschikt gemaakt worden voor consumptie, omdat ze soms giftige glucosiden bevatten. Nu recent is gebleken dat verschillende wilde *Dioscorea*-soorten het glucoside diosgenine bevatten, een grondstof voor de bereiding van de anti-conceptie-pil, worden momenteel pogingen gedaan deze soorten in cultuur te nemen, niet voor de produktie van de zetmeelhoudende knollen, maar voor de produktie van diosgenine, één van de glucosiden die men vroeger vóór de consumptie verwijderde.

Een ander voorbeeld van een gewas dat op de ene plaats nog verzameld is maar het elders tot cultuurgewas heeft gebracht, is de sagopalm, een palm uit het geslacht *Metroxylon*. Aan de hand van een vergelijking van sago als verzameldproduct uit natuurlijke bestanden en als product van het cultuurgewas hoop ik de belangstellende leken onder U een inzicht te geven in het vakgebied van de tropische plantenteelt. En, daar in het verleden het gewas sago in ons onderwijs weinig aandacht ontving, hoop ik tegelijkertijd mogelijke hiaten in de kennis van mijn vakgenoten te kunnen opvullen.

Dit gewas heeft mijn aandacht gevangen tijdens perioden van werken in het voormalige Nederlands Nieuw-Guinea, waar het in natuurlijke bestanden voorkomt, in Sarawak, het voormalige Brits Borneo, waar de plant deels in cultuur is genomen, en in West Maleisië, waar de plant tot de cultuurgewassen behoort. Daardoor kreeg ik, als weinig anderen voor mij, de gelegenheid dit gewas goed te leren kennen.

Bij een typisch toegepaste wetenschap als de tropische plantenteelt gaat men in de behandeling meestal uit van het produkt. Sago is het zetmeel dat de sagopalm tijdens zijn groei als reservevoedsel in de stam opslaat. De volksmond spreekt ook wel van aardappelsago, waarmee dan meestal van aardappelzetmeel vervaardigde zetmeelparels worden bedoeld. Deze naam geeft al aan dat sago-parels het originele produkt zijn, en dat eigenlijk het aardappelzetmeel het sagozetmeel van de Europese markt heeft verdrongen.

Een volwassen stam van een sagopalm bevat in verse toestand ongeveer 80 % vocht, 18,5 % zetmeel, 0,3 % eitwit, 0,3 % vezel, wat vet en verder nog enige asbestanddelen.<sup>1</sup> Wat de samenstelling betreft lijkt de sagostam veel op die van een knol en kan dan ook voor zetmeelvoeding van de mens, voor de winning van industrieel zetmeel en voor veevoeding worden gebruikt. De samenstelling van de sagostam komt speciaal heel dicht bij die van cassavewortels. Cassave is een tropisch knolgewas dat recent meer in de belangstelling is komen te staan door zijn geschiktheid om tot veevoeder te worden verwerkt. Hoewel dit nog niet daadwerkelijk is bewezen, zou de sagostam wel eens een volledige vervanger voor cassavewortels kunnen blijken te zijn. Geraspte en ge-

droogde sagostaam wordt reeds lange tijd als voeder voor varkens en kippen gebruikt, terwijl de afval van zetmeelbereiding vooral voor varkens maar ook wel voor rundvee wordt gebruikt. Er is mij niet bekend of geraspte en gedroogde sagostam in voedermengsels voor rundvee wordt verwerkt, maar het lijkt weinig twijfel dat dit zeer goed mogelijk zou zijn. Hoe het ook zij, sagozetmeel is, mits zorgvuldig bereid, een volledige vervanger van elk ander zetmeel, en voor de menselijke consumptie en voor industrieel gebruik. Het voornaamste probleem bij de afzet van sagozetmeel is dat men voldoende hoeveelheden van een constante kwaliteit moet aanbieden om de markt te kunnen interesseren. Voor bepaalde doeleinden wordt sagozetmeel misschien geprefereerd door zijn behoud van viscositeit over een groter temperatuurtraject.

Het geslacht *Metroxylon* is een geslacht van palmen met momenteel een zestal onderscheiden soorten. De geslachtsnaam is afgeleid van de griekse woorden *metra* dat merg betekent, en *xylon* dat hout betekent. Het geslacht is inheems in het laagland van zuidoost Azië en in Melanesië, tussen 10° noorder- en zuiderbreedte, waar het tot op een hoogte van 700 m voorkomt. Het vindt zijn grootste verbreiding op het eiland Nieuw-Guinea en de omringende eilanden; dit gebied moet men dan ook als genencentrum beschouwen. De twee belangrijkste soorten uit dit geslacht zijn *M. sagu* ROTTBOLL en *M. rumphii* (WILD.) MARTUS. Het is niet toevallig dat één van de soorten de naam van Rumphius draagt. Het was deze gegaafde amateur die in zijn 'Amboinsche Kruid-boek' een eerste beschrijving van de palm en zijn gebruik gaf, vergezeld van een fraaie tekening. Het belangrijkste verschil tussen de soorten is dat *sagu* ongedoorn is, terwijl bij *rumphii* de bladsteel en de bladschede met scherpe, soms tot 8 cm lange stekels zijn bezet. Men geeft er soms de voorkeur aan *rumphii* niet als een aparte soort te beschouwen. Een dergelijke opvatting wordt ondersteund doordat de soorten gemakkelijk schijnen te kunnen kruisen. Bovendien bleek uit een onderzoekje aan onze afdeling dat zaden afkomstig van twee ongedoornde palmen grotendeels ongedoornde, maar ook een klein aantal gedoornde nakomelingen opleverden.

Van nature komt de palm voor in zoetwatermoerassen in het laagland van het tropisch regenwoudgebied. Buiten dit klimaatgebied is er, voor zover mij bekend, nimmer een proef met de sagopalm genomen. De beste natuurlijke bestanden vindt men op kleiige moerasgronden met een hoog gehalte aan organische stof, maar veengronden, zelfs ondiepe veengronden, worden minder geschikt geacht. Hoewel de palm moerassen blijkt te prefereren, wijzen de gegevens uit natuurlijke bestanden er op dat permanente inundatie minder gewenst is.

In technische termen is de palm een éénmalig bloeiend meerjarig gewas. Het reservevoedsel, het zetmeel, slaat de plant op om te gebruiken voor bloei en zaadvorming, waarna de stam afsterft. Tijden

zijn groei echter, heeft de plant in de oksels van de onderste bladeren een aantal knoppen tot ontwikkeling gebracht, waaruit zich nieuwe scheuten hebben gevormd. Eén of meer van deze scheuten nemen over als de hoofdstam afsterft en vormen nieuwe stammen; dit proces herhaalt zich voortdurend. Men noemt dit uitstoeling; de sagopalm heeft dit gemeen met vele monocotylen, bijvoorbeeld met de *Gramineae* zoals suikerriet en rijst, en met de banaan.

De kroon wordt gevormd door 6 tot 10 ongeveer 7 m lange veervormige bladeren, die ieder bestaan uit 2 twintigtallen lijnvormige blaadjes van 60 cm tot 1½ m lengte.<sup>2</sup> De bladnerf is aan de bovenzijde hol, aan de onderzijde bol. De bladschede is aan de stam ongeveer 30 cm breed. De oudste bladeren breken af op de bladschede; later valt ook de bladschede af, waarbij een bladlitteken op de stam overblijft. Als de palmstam het einde van zijn levenscyclus bereikt vormt hij de eindstandige bloeiwijze die aan een enorm hertengewei doet denken. Het verschijnen van de bloeiwijze wordt aangekondigd door het kleiner worden van de laatste bladeren. De bloeiwijze bestaat uit een hoofdas met zijassen van de eerste en tweede orde. De zijassen van de tweede orde, die meestal naar beneden gaan hangen, dragen de kleine bloemen. De bloemen verschijnen in paren, een mannelijke en een schijnbaar tweeslachtige bloem op hetzelfde korte steeltje. De mannelijke bloemen openen zich en verliezen hun stuifmeel voordat de vrouwelijke zich openen. De boom zou dus een obligate kruisbestuiver zijn. In de mannelijke en tweeslachtige bloemen zijn de 6 meeldraden deels tot een buis versmolten; in de schijnbaar tweeslachtige bloemen zijn de meeldraden vermoedelijk niet functioneel. Het half onderstandig vruchtbeginsel bevat 3 zaadknoppen, waarvan er slechts één tot ontwikkeling komt. Hieruit ontstaat een fraaie geschubde vrucht met één zaad.

De stam bezit een aanzienlijke hoeveelheid meest oppervlakkige bijwortels, maar geen hoofdwortel. Iedere uitloper vormt een eigen wortelstelsel als hij tenminste niet te ver boven de grond is gevormd; na het verdwijnen van de hoofdstam wordt de verbinding met de uitlopers uiteindelijk verbroken. De uitlopers verwijderen zich doorgaans steeds verder van de plaats waar de hoofdstam oorspronkelijk werd gevormd, soms zelfs enkele meters. De lengte van de bloeiende stam kan variëren van 10 tot 15 m. De stam heeft aan de basis een diameter van 35 tot 50 cm, bij de bloei even over het midden een diameter van 50 tot 60 cm. Daarboven loopt de stam langzamerhand weer taps toe tot ongeveer dezelfde diameter als aan de basis.

De palm kan vermeerderd worden uit zaad, dus geslachtelijk. In natuurlijke bestanden die afgeogst worden krijgt meestal de palm geen gelegenheid tot vruchtzetting te komen. Immers, het produkt dat men wil oogsten, het zetmeel, bevindt zich in de stam en is bestemd om gebruikt te worden voor de vorming van de vruchten. In de regel wordt de palm dus geogst voordat hij zaad geeft. Slechts de minst

goede palmen krijgen in een regelmatig geogst bestand de kans om zaad te zetten. De methode van oogsten leidt dus als het ware vanzelf tot negatieve massaselectie. Maar de palm vermeerderd zich ook ongeslachtelijk, vegetatief. Deze planten hebben dezelfde genetische samenstelling als de oorspronkelijke stam. Deze voortplantingswijze wordt meestal in de cultuur gebruikt. Men neemt dan voorzichtig een uitloper van bepaalde grootte weg en plant deze waar men die hebben wil. Deze wijze van vermeerdering is zeer goed bruikbaar, doch eist veel vakkennis.

Tot nu toe heb ik mij voornamelijk beperkt tot een beschrijving van de palm en het milieu waarin hij van nature voorkomt. In dergelijke natuurlijke bestanden wordt de palm geogst als de bloei zover voortgeschreden is dat de eerste jonge vruchten worden gevormd. Dit gebeurt nog dagelijks in Nieuw-Guinea, op de Molukken en in Sarawak. Zodra men spreekt over het oogsten van stammen uit een natuurlijk sagobos, betreedt men eigenlijk het terrein van de bosbouw. Ik hoop dat bosbouwers onder U dat mij niet kwalijk zullen nemen; ik zal trachten dit terrein zo spoedig mogelijk weer te verlaten.

Over het oogsten uit natuurlijke bestanden is wel het een en ander bekend, maar de gegevens zijn nogal verward en spreken elkaar deels tegen. Dit komt vermoedelijk door twee belangrijke oorzaken. Natuurlijke bestanden vertonen meestal een grote variatie; soms bestaat een dergelijk bos alleen uit stoelen van sagopalmen van variërende leeftijd, ook wel vindt men sagopalmen gemengd met allerlei andere bomen. Het zal U duidelijk zijn dat het geen eenvoudige zaak is in dergelijke gevarieerde bestanden reële opbrengstschattingen te maken. Daarbij komt nog dat de exploitanten vaak niet meer dan een vage indruk hebben van de leeftijd van een oogstrijpe boom. Zou het daarom wel mogelijk zijn een indruk van het aantal stoelen per hectare te verkrijgen, het lijkt vrijwel ondoenlijk een enigszins nauwkeurige bepaling te maken van het aantal stammen dat per tijdseenheid in een dergelijk bestand wordt geogst. De meest reële schatting van het aantal oogstbare palmstammen per hectare en per jaar in natuurlijke bestanden varieert dan ook van 40<sup>3</sup> tot 60 stammen. Deze schatting leidt tot een oogspotentieel van ongeveer 7 tot ruim 10 ton watervrij zetmeel per hectare per jaar. Laten wij dit potentieel van een natuurlijk bestand eens vergelijken met een moderne experimentele rijstoogst, behaald in de Filippijnen met drie oogsten per jaar. Men behaalde daar 21 ton ongepelde rijst per hectare, wat overeenkomt met ruim 50 miljoen kilocalorie aan eetbare energie. Het natuurlijke sagobestand produceert, daar zetmeel 4 calorieën per gram bevat, tussen de 28 en 42 miljoen kilocalorie. Als men daarbij bedenkt dat de natuurlijke bestanden toch zeker op enige honderdduizenden hectaren moeten worden geschat, wekt het op zijn minst verbazing dat hier niet door het westers kapitaal met exploitatie op grote schaal is begonnen.

Aan rapporten op dit gebied heeft het in de Nederlandse periode bepaald niet ontbroken.<sup>4</sup> Daarbij kwam telkens naar voren dat het transport van het geogste produkt het beslissende probleem bij een exploitatie in het groot vormde. Een globale berekening leert dat een middelmatig grote stam reeds ten minste 1000 kg weegt. Daarvan is ongeveer 80 % water, dus ruim 800 kg. Wil men de gekapte stammen uit het veld halen – realiseert U zich hierbij dat het moeras is – dan wordt men daarbij voor enorme problemen geplaatst. En deze enorme problemen ontmoet men omdat men voornamelijk bezig is water te verplaatsen.

De bevolking die wèl uit natuurlijke bestanden oogst, kent hiervoor een eenvoudige oplossing: men oogst en verwerkt in het moeras. De stam wordt bewerkt op de plaats waar hij na het kappen valt, waarbij de afvalprodukten worden achtergelaten. In de cultuurgebieden wordt de stam in hanteerbare stukken, meestal van ruim een meter, verdeeld en via waterwegen naar de plaats van bereiding gevlot.

Pas in 1957 is de N.V. Honig in het westen van Nieuw-Guinea met een proefbedrijf begonnen een natuurlijk sagobestand te exploiteren op redelijke schaal. Hierbij werd gebruik gemaakt van een vorm van transport tussen de beide eerdergenoemde typen in. De stam werd in het veld gekapt en vernalen, en de pulp met het zetmeel er in werd via een buisleiding naar de plaats van bereiding gespoten. Daar werd in een drijvende fabriek de bereiding van hoogwaardig zetmeel ter hand genomen. Tegen het einde van het Nederlandse bewind scheen men met deze proefneming zo ver te zijn gevorderd dat de exploitatie van natuurlijke bestanden in het groot ter hand zou kunnen worden genomen.

Het is interessant om even stil te staan bij de merkwaardige associaties die het bestaan van dergelijke grote natuurlijke rijkdommen kan oproepen. Zo verscheen er in 1921, dus precies vijftig jaar geleden, een artikel in het Algemeen Landbouweekblad voor Nederlands Indië<sup>5</sup> onder de titel: 'De vloek van Ambon; de Sagopalm'. Hierin wijst de schrijver, onder de schuilnaam Bandanees, op het verschil tussen de lage ontwikkelingsgraad van de eilanden waar sago natuurlijk voorkomt, en de veel hogere ontwikkelingsgraad van de eilanden waar sago weinig of niet natuurlijk voorkomt. Om de schrijver geen onrecht te doen moet er bij worden vermeld dat hij de natuurlijke rijkdommen systematisch zou willen exploiteren en zelfs op Java sago-aanplanten zou willen aanleggen als een soort noodvoorraad voor slechte oogstjaren. Naast de grondige exploitatie van natuurlijke bestanden propageert hij dus aanplant, waarbij hij wijst op reeds lang bestaande aanplanten rondom het verwerkingscentrum Singapore.

Over laatstgenoemde aanplanten is een aantal artikelen verschenen. Reeds in 1895 vermeldt Ridley<sup>6</sup> aanplanten in het district Batu Pahat in de staat Johore van het tegenwoordige West Maleisië. Nicholson<sup>7</sup>

vermeldde dat eveneens in 1920 en gaf er een uitvoerige beschrijving van, die, zoals ik persoonlijk in 1971 kon constateren, nog vrijwel geheel opgaat. Een dergelijke cultuur bestond ook in 1873<sup>8</sup> en in 1907<sup>9</sup> op het eiland Benkalis en de Lingga archipel aan de oostkust van Sumatra ter hoogte van Singapore.

Merkwaardigerwijs hebben deze toch redelijk goede en volledige beschrijvingen van een bestaande sagocultuur nimmer de aandacht gekregen die zij verdienen. Het is voor een tropische plantenteler een hoogst merkwaardig feit dat een plant die in een natuurlijk bestand reeds een hoge produktie levert en naar schatting in bepaalde gebieden reeds ten minste een honderd jaar in cultuur is genomen, ondanks zijn kennelijk hoge opbrengsten vrijwel aan de aandacht van tropische teeltkundigen is ontsnapt.

Het is mij niet bekend of de sagocultuur op de genoemde Indonesische eilanden nog bestaat. De cultuur in het West-Maleisische Batu Pahat is nog springlevend; er wordt zelfs regelmatig op vrij grote schaal bijgeplant. De officiële areaalsschatting beloopt 2000 hectare, terwijl er de laatste paar jaar ten minste ongeveer 100 hectare is bijgeplant. Dit gebeurt in een land waar de ondernemingslandbouw, voornamelijk rubber en oliepalm, op een zeer hoog peil staat. Het is daarom bijzonder interessant eens te trachten na te gaan of de sagocultuur, waaraan overigens door de Maleisische regering weinig aandacht wordt – misschien mag ik nu zeggen werd – besteed, ook in deze moderne tijd nog reden van bestaan heeft. Om dit te bekijken kan men het beste uitgaan van een schatting van de opbrengst per eenheid van tijd en oppervlakte.

Nicholson noemt een produktie van 130 stammen per hectare en per jaar voor een volgroeide aanplant. Dit bleek een redelijke schatting voor een goed onderhouden aanplant op goed sagoland. Dit zou een geschatte produktie betekenen van 24 ton watervrij zetmeel per hectare en per jaar uit een volwassen aanplant. In de praktijk echter, kan men niet alle zetmeel uit de stam winnen. Stellen wij dat men in een moderne fabriek 80% van het zetmeel wint, dan is de produktie aanwinbaar zetmaal van een dergelijke aanplant 19 ton. Aangezien zetmeel 4 calorieën per gram bevat, is dit een produktie van 76 miljoen kilocalorieën aan eetbare energie. Voor degenen die een dergelijk getal weinig zegt zou men, daar een mens ongeveer een miljoen kilocalorieën per jaar aan energie nodig heeft, dit kunnen vertalen met voldoende voedingsenergie voor 76 mensen.

Hierbij moet direct worden aangetekend dat dit een zeer eenzijdige voeding zou zijn. Sagozetmeel bevat, evenals ander zuiver zetmeel, praktisch geen eiwitten, vetten, vitamines en mineralen, allen voedingsbestanddelen die de mens voor zijn voortbestaan nodig heeft. Wij kunnen deze produktie daarom dan ook het best vergelijken met die van gewassen als suikerriet en cassave, beide vrijwel zuivere koolhydraat leveranciers. Volgens Giesberger<sup>10</sup> produceerde suikerriet reeds voor



de oorlog op Java ongeveer 60 miljoen kilocalorie per hectare en per jaar, toentertijd het hoogste produktiepeil ter wereld. Experimentele aanplanten produceerden toen een 125 miljoen kilocalorie per hectare. Maar deze suikerrietcultuur was ondernemingscultuur en stond op een zeer hoog niveau. Cassave bereikte een produktieniveau op ondernemingen van ongeveer 50 miljoen kilocalorie, en experimenteel werd de 80 miljoen kilocalorie overschreden.

Wij staan hier dus voor het merkwaardige feit dat de sagopalm, een gewas waarmee zich vrijwel nimmer getrainde teeltkundigen hebben bezig gehouden, toch behoort tot de selecte groep van 's werelds topproducenten. Daar komt dan nog bij dat het gewas voor deze topproducties wordt verbouwd op gronden die zich niet dan na uitvoerige cultuurtechnische werken zouden lenen voor andere gewassen. Bovendien wordt op deze gronden nimmer bemesting toegepast, een duidelijk verschil met de andere topproducenten. Reeds de geschatte opbrengsten uit natuurlijke bestanden leveren 24 tot 32 miljoen kilocalorie per hectare en per jaar. Vergelijkt men deze met die bereikt in cultuur, dan kunnen we globaal van een verdubbeling van de opbrengsten per eenheid van oppervlak en tijd spreken. Er is daarom alle reden eens te bezien of er met een verbetering van de cultuurmethoden, de plantenteelt, en eventueel met een verbetering van het plantmateriaal, de plantenveredeling, alsnog een belangrijke produktiestijging mogelijk zou zijn. Dit kan gedaan worden door globaal te berekenen wat de bereikbare produktie, de zogenaamde potentiële produktie, zou kunnen zijn.

Iedere groene plant produceert organische stof door middel van het fotosyntheseprocess. Dit omzettingsproces is zover bestudeerd, dat op grond van de verkregen gegevens berekend kan worden welke hoeveelheid koolhydraten een gesloten dek van planten theoretisch zou kunnen produceren. Uit een vergelijking van deze theoretische produktie met de werkelijk behaalde produktie kan men als het ware afleiden welke ruimte er nog bestaat voor verbetering van de cultuur.

De bruto potentiële fotosynthese<sup>11</sup> bedraagt tussen 0° en 10° noorder- en zuiderbreedte bij heldere hemel, dus bij de grootste instraling van de zon, ruim 150 ton koolhydraat per hectare en per jaar. Bij bewolkt weer, dus als de instraling belangrijk lager is, is dat iets meer dan de helft, ruim 80 ton koolhydraat. De netto fotosynthese echter, de bruto fotosynthese verminderd met de ademhaling of respiratie, is belangrijk lager. Men kan deze ruwweg schatten door van de bruto fotosynthese 40% af te trekken. Een gesloten plantendek in het deel van de tropen waar de sagopalm voorkomt zou dus tussen de 90 en 50 ton koolhydraat kunnen produceren per hectare en per jaar, afhankelijk van de bewolgingsgraad van de lucht. Deze cijfers zullen moeten worden vergeleken met de droge stof produktie, die vrijwel overeenkomt met de koolhydraatproduktie, van een volwassen sago-aanplant. Hierover zijn weinig gegevens bekend, maar op grond van gegevens

over de oliepalm<sup>12</sup> kan men wel tot een ruwe schatting komen. Kroon en wortels van een oliepalm leveren naar schatting een 50 kg droge stof. De stam van een volwassen sagopalm weegt ongeveer 1000 kg met een droge stofgehalte van ongeveer 20%. De 130 stammen die een hectare sago-aanplant per jaar kan opleveren zouden dus ongeveer 32 ton aan droge stof produceren. Dit betekent dat zelfs bij een gemiddeld half bewolkte lucht theoretisch een verdubbeling van de produktie moet worden mogelijk geacht. Globaal gesproken mag men dus verwachten dat teeltkundig onderzoek en veredeling beide zin zullen hebben.

Het is U misschien reeds opgevallen dat deze 32 ton droge stof ongeveer 24 ton watervrij zetmeel moet bevatten. Dat wil zeggen dat bijna 80% van de droge stof produktie eetbare energie is, al hangt wel van de winningsmethode af hoeveel men er van kan verkrijgen. De sagopalm bereikt daarmee hetzelfde hoge percentage eetbaar als de knolgewassen.

Laten wij eens trachten na te gaan wat er op teeltkundig gebied over de sagocultuur reeds nu te zeggen valt. Het is U wellicht opgevallen dat ik tot nu toe alleen maar heb gesproken over de sagopalm in volwassen toestand. Natuurlijk heeft de sagopalm ook een jeugdfase. De jeugdfase vormt één van de belangrijkste moeilijkheden voor het in cultuur nemen van meerjarige gewassen. Voor de meeste boomgewassen duurt de juveniele fase, de tijd totdat de boom in produktie komt, een aantal jaren; voor de oliepalm en rubber bijvoorbeeld 5 jaar. Dat houdt in dat het ook 5 jaar duurt voordat de investering gemaakt bij de aanplant en de eerste jaren daarna, rendement gaat opleveren. Voor een gewas als de sagopalm zou men deze juveniele periode wel het belangrijkste probleem van de cultuur mogen noemen. De literatuur rapporteert uitermate verschillend over dit onderwerp; de opgaven variëren van 9 tot 18 jaar als de periode waarna men de eerste stam van een nieuw geplante stoel zou kunnen oogsten. Maar de opgaven voor de gebieden waar men een goed ontwikkelde cultuur kan vinden, te weten Batu Pahat en Benkalis, zijn bijzonder gelijklopend, namelijk voor beide gebieden 9 jaar op goed sagoland; op minder geschikte gronden zou deze tijd belangrijk langer zijn. Een eerste taak voor een teeltkundige ligt daarom in een zo exact mogelijke bepaling van deze juveniele periode en vervolgens in het zoeken naar middelen om die periode zo veel mogelijk te bekorten.

Zoals alle monocotylen vertoont de sagopalm geen secundaire diktegroei. De dikte van de palmstam wordt in de oorspronkelijke bladrozet aan de voet vastgelegd. De koolhydraten die in de bladeren worden geproduceerd, worden vermoedelijk als oplosbare suiker getransporteerd en na omzetting in zetmeel opgeslagen in de stam van de palm. Men mag aannemen dat de palm het reservevoedsel bij voorkeur daar op zal slaan waar het de kortste weg zal hebben af te leggen. Dat is natuurlijk in de nabijheid van de bladerkroon. Daarom zou ik voors-

hands willen aannemen dat, tenzij uit onderzoek het tegendeel zou blijken, de stam, die van beneden af tegelijk met de bladerkroon op zijn volle dikte wordt aangelegd, eveneens vrijwel direct grotendeels met zetmeel wordt gevuld. Zou dit werkelijk het geval zijn, dan zou men vermoedelijk aanzienlijk vroeger kunnen beginnen met oogsten. Men zou verwachten dat de zojuist geformuleerde hypothese, meer is het nog niet, op zou gaan voor een vrij groeiende, niet beschaduwde bladerkroon. Immers, zulk een bladerkroon ontvangt het volle licht en zou daarom, als alle andere omstandigheden optimaal zouden zijn, maximaal kunnen assimileren. Groeit daarentegen de kroon in de schaduw van een andere kroon, dan zou men verwachten dat de stam eerst zo snel mogelijk de hoogte in groeit om zoveel mogelijk zonlicht op te vangen. Een aanwijzing voor de juistheid van dit laatste deel van de hypothese wordt gevormd door het feit dat een uitloper wel tot 4 m van de oorspronkelijke stam horizontaal langs de grond kan weglopen, vermoedelijk om voldoende licht te zoeken. Een dergelijk horizontaal deel bevat volgens de tuineigenaars onvoldoende zetmeel om voor de winning daarvan in aanmerking te komen.

In Sarawak<sup>13</sup> is op het gebied van zetmeelgehalte, stamleeftijd en fysiologisch stadium van de sagopalm enig oriënterend onderzoek gedaan. Dit onderzoek kan, na een aanzienlijke hoeveelheid rekenwerk, gebruikt worden om vorengenoemde gedachtengang voorlopig te toetsen. Hierbij moet men wel rekening houden met de grote marge van onzekerheid der gegevens. Voorshands is er vrijwel niets over de standplaats der voor dit onderzoek gebruikte bomen bekend; een jonge boom uit dit onderzoek kan wel min of meer in de schaduw van een oudere palm zijn opgegroeid. De gegevens uit dit onderzoek leiden tot een zekere amendering van de hypothese. De zetmeelaccumulatie blijkt namelijk groot te zijn totdat de bloeiwijze wordt aangelegd. Voor de vorming van de bloeiwijze wordt een deel van het zetmeel verbruikt. Maar tijdens het verder uitgroeien van de bloeiwijze wordt de zetmeelaccumulatie voortgezet. In de voor het onderzoek gebruikte stammen wordt de bloeiwijze omstreeks het tiende levensjaar zichtbaar. Gezien de tijd die het neemt om de bloeiwijze te laten volgroeien, moet de vorming van de bloeiwijze in het groeipunt ongeveer twee jaar vóór het verschijnen plaats hebben. Men zou daarom vermoedelijk als men eerder wil oogsten het beste vlak vóór die tijd, dus omstreeks het achtste jaar, kunnen oogsten. De gegevens wijzen er op dat dan ongeveer 80% van de maximale hoeveelheid zetmeel kan zijn gevormd. Maar men zou ook aanzienlijk – drie tot vier jaar – vroeger kunnen oogsten dan doorgaans in natuurlijke bestanden wordt gedaan. Is de interpretatie van de nogal magere gegevens juist, dan zou men dus ongeveer 4 jaar vroeger kunnen oogsten tegen een verlies van 20% van het zetmeel.

Vermoedelijk kunt U zich mijn verbazing voorstellen toen bij mijn kennismaking met de praktijk van de cultuur in Batu Pahat bleek, dat

alle stammen daar werden geveld nog voordat er ook maar iets van de bloeiwijze zichtbaar werd in het door midden gespleten groeipunt. Met andere woorden, er bleek niet alleen dat de gedachtengang vermoedelijk juist is, maar ook dat dit in de cultuur reeds in praktijk werd gebracht. Men oogst evenwel niet op een bepaalde leeftijd, daar de exacte leeftijd van de stam onbekend is. Als criterium voor de leeftijd wordt meestal gebruikt de vorm van de stam. Zodra de omvang van de stam weer duidelijk taps toe blijkt te lopen onder de bladerkroon, wordt de stam rijp geacht voor de oogst. In dit gedeelte van het onderzoek werd dus niet meer gedaan dan het formuleren van een theoretische basis voor het verschil in tijdstip van kappen in een natuurlijk bestand en in de cultuur. In een natuurlijk bestand kapt men uiteraard, daar er een overvloed van stammen is, alleen die stammen die de hoogste zetmeelopbrengst geven. In de cultuur daarentegen, tracht men de hoogste opbrengst per eenheid van oppervlakte en van tijd te bereiken.

Een tweede methode om de produktie te verbeteren is een zo goed mogelijke spreiding over het beschikbare terrein te bewerkstelligen. Hiermee wordt in het juveniele stadium een betere benutting van het zonlicht en dus een hogere fotosynthese bereikt. Ideaal is zo vroeg mogelijk een gesloten plantendek te verkrijgen, als daardoor ten minste niet de latere uitgroei van de plant wordt gehinderd. De middelen om deze verspreiding over het terrein te regelen zijn ten eerste een goed gekozen plantverband en vervolgens het wegnemen, het snoeien, van bepaalde uitlopers, waardoor de stammen zich regelmatig over het terrein kunnen verspreiden. Voor een volgroeide aanplant lijkt een plantverband van ongeveer  $6 \times 6$  m het meest geschikt. Dit levert 278 stoelen per hectare. Voor een produktie van 130 stammen per jaar zou men dan één stam per stoel per twee jaar moeten oogsten. Bij een gemiddelde stamleeftijd van 8 jaar zou men dus 4 stammen van verschillende leeftijd per stoel moeten behouden en daarnaast een aantal jongere uitlopers, waarvan de minst geschikte door snoei worden verwijderd.

In een dergelijk plantverband is de eerste jaren tussen de planten veel onbenutte ruimte aanwezig. Pas omstreeks het zevende jaar na het planten gaat de aanplant zich vrijwel sluiten. In de meeste aanplanten van meerjarige gewassen gebruikt men deze periode om er een gewas van kortere groeiduur tussen te planten. Bij de sagopalm echter, is dit niet goed mogelijk; er zijn slechts weinig gewassen bekend die de moerasomgeving van de sagopalm verdragen. Een gewas als rijst, dat wel veel vocht kan verdragen, heeft toch nog, om behoorlijke opbrengsten te bereiken, een zorgvuldig gereguleerde waterstand nodig. Hiervoor zouden uitgebreide cultuurtechnische werken moeten worden aangelegd, waardoor het voordeel van de sagopalm aanplant, die deze maatregelen juist niet nodig heeft, weer teloor gaat. Dan blijft slechts over het systeem van wijkers en blijvers, uit de tuinbouw welbekend.

Hierbij zou men voor sago kunnen denken aan het planten van de palmen in alternerende rijen op  $3 \times 3$  m. De wijkers zouden dan op één of misschien twee stammen moeten worden teruggesnoeid en na de oogst daarvan geheel moeten worden opgeruimd. Op deze wijze zou men de oogst van de eerste 2 of 4 jaar van de producerende aanplant misschien kunnen verdubbelen.

Tot nu toe heb ik in wezen slechts over een optimale benutting van het zonlicht gesproken. Voor wat de andere ecologische voorwaarden betreft hebben wij ons gehouden aan de omstandigheden waarbij de sagopalm van nature voorkomt. Hierbij is eigenlijk zonder meer geïmpliceerd dat de palm het onder die omstandigheden goed zal doen, dat wil zeggen dat wij hebben aangenomen dat die omstandigheden ongeveer optimaal zullen zijn. Toch is er een factor die voor een teeltkundige direct vragen zal oproepen, namelijk de bewering dat er in de sagocultuur bij dergelijke hoge opbrengsten geen bemesting wordt toegepast. Dit zou immers betekenen, dat er aan de grond weinig plantenvoedende stoffen worden onttrokken. Kan men zich dat nog indenken voor omstandigheden waarbij het zetmeel in de aanplant wordt bereid en alle afvalprodukten in de aanplant blijven, op plaatsen waar de stammen worden afgevoerd om elders van hun zetmeel te worden ontdaan, lijkt dit hoogst onwaarschijnlijk.

Uit een vijftal analyses van geraspt merg van de sagostam, gemaakt in Sarawak<sup>13</sup>, kan globaal worden berekend dat 130 stammen van 1000 kg ieder in totaal bevatten 80 kg stikstof, 25 kg fosfaat, 200 kg kaliumoxyde, 185 kg calciumoxyde en 60 kg magnesiumoxyde. Daarbij moet men bovendien in rekening brengen dat de aanplant op het moment van de eerste oogst reeds acht jaar op het veld heeft gestaan, zodat ruwweg twee tot drie maal zoveel van de genoemde plantenvoedingsstoffen in het levende organische materiaal zijn opgenomen. Daar dit de enige analysecijfers zijn waarover beschikt kan worden, moeten wij voorlopig maar aannemen, dat deze cijfers in het algemeen voor de sagopalm mógen worden gebruikt. Daarbij kunnen we meteen constateren dat het niveau van de opname van voedingsstoffen voor de berekende energieproductie bepaald niet hoog is. Tevens blijkt dat de sagopalm in zijn kaliumopname op vergelijkbare wijze reageert als alle andere hoofdzakelijk zetmeel producerende gewassen.

Ondanks het feit dat het gewas bij het berekende produktieniveau relatief minder kalium verbruikt dan andere zetmeel producerende gewassen, is de opname van kalium toch wel zo aanzienlijk dat het onwaarschijnlijk is dat een bodem een dergelijke hoeveelheid kalium zou kunnen opleveren voor een permanent gewas. Zelfs al zou de grond rijk aan kalium zijn, dan nog zou een onttrekking van 200 kg kaliumoxyde per jaar over een periode van laten we zeggen 30 jaar, onoverkomelijk hoog zijn.

Nu wordt de sagocultuur met dergelijk hoge produkties bedreven in

kustgebieden, met name in die gedeelten waar de invloed van de getijden nog duidelijk merkbaar is. Dit resulteert in dagelijks twee overstromingen, met vrijwel steeds zoet rivierwater. Slechts bij springtij is het water enigszins brak. Inderdaad bevat rivierwater vrijwel altijd een hoeveelheid opgeloste zouten. Neemt men aan dat twee maal daags de sago-aanplanten ongeveer 10 cm onder water komen te staan, dan stroomt per hoog tij 1 miljoen liter water over een hectare. Zou slechts 10% van de in dat water opgeloste kalium de kans krijgen door de plant of in de bodem te worden opgenomen, dan is een hoeveelheid van slechts 3 mg kaliumoxyde per liter rivierwater reeds voldoende om in een behoefte aan 200 kg kaliumoxyde per hectare en per jaar te voorzien. Mij zijn geen analysecijfers van het betreffende rivierwater bekend, maar een gehalte van 3 mg per liter ligt ruim binnen het raam der mogelijkheden. Daar komt dan nog bij dat het afvalwater van de zetmeelbereiding zijn plantenvoedingsstoffen midden in het cultuurgebied op de rivier loost. Dit betekent ongetwijfeld een verrijking van het rivierwater. Hetzelfde geldt voor de faecaliën van de menselijke bewoners van het gebied. Daarnaast moet men aannemen dat de grond toch ten minste een geringe hoeveelheid kalium bevat. Het is dan ook wel duidelijk dat inderdaad een onttrekking van 200 kg per hectare en per jaar onder de beschreven omstandigheden zeer wel mogelijk is. De conclusie dringt zich op dat wij in de sagocultuur te maken hebben met een soort watercultuur op een, zij het dan zeer vervuilde, voedingsoplossing die echter twee maal per dag wordt verversd.

Het lijkt er op dat wij in de sagocultuur bepaald niet te maken hebben met een primitieve vorm van menselijke bedrijvigheid, maar met een in meer dan één opzicht unieke cultuur. Vermoedelijk kan de sagocultuur een rendementsniveau behalen dat ten minste vergelijkbaar is met dat van oliepalm en rubber. Neemt men daarbij in aanmerking dat in de tropen veel gronden te vinden zijn die de voor sago-cultuur geschikte omstandigheden bezitten, dan kan de voorlopige slotconclusie slechts luiden dat verder onderzoek dringend gewenst is. De sagopalm zou een belangrijke rol kunnen spelen bij de ontwikkeling van de humide tropen.

*Zeer gewaardeerde toehoorders,*

Door een oud en minder bekend gewas op moderne wijze te behandelen heb ik getracht U een blik te gunnen in het vakgebied der tropische plantenteelt. Misschien bekwam U tijdens het laatste deel van deze les het gevoel dat de feiten op basis waarvan werd gesystematiseerd, wel wat mager waren. Dat is ongetwijfeld waar. In de tropische plantenteelt echter, is vaak maar weinig feitenmateriaal beschikbaar en daarom is deze werkwijze niet ongebruikelijk. Hij die systematiseert en synthetiseert dient zich de beperkte waarde daarvan wel te realiseren.

Aan het einde van mijn voordracht betuig ik mijn dank aan Hare Majesteit de Koningin voor mijn benoeming.

*Mijne heren leden van het College van Bestuur,*

Mag ik veronderstellen dat Uw College van Uw voorgangers met Uw functie ook het vertrouwen in mij heeft overgenomen, dan kan ik trachten dit vertrouwen niet te beschamen. Het zij mij vergund voor U, als goede verstaanders, op te merken dat materiaal voor deze les werd verzameld tijdens de uitzending als lid van het 'Studieteam Sarawak' en tijdens een 'verlof buiten bezwaar'.

*Geachte Ferwerda,*

Na acht jaar in wisselende functies en rangen bij Uw Afdeling schenkt deze benoeming voldoening. De wettelijke formule dat mijn taak nu niet meer *in overeenstemming*, maar *in overleg* met de hoogleraar moet worden ingericht, heeft in onze verhouding een humoristische klank. Immers, de overeenstemming in het verleden is steeds in overleg bereikt en in de toekomst zal het overleg zeker tot overeenstemming leiden.

*Dames en heren leden van de Vakgroep Tropische Plantenteelt,*

Ook in onze Vakgroep vindt men Wijkers en Blijvers. Maar in dit geval wijken de wijkers niet voor de blijvers, maar blijven de blijvers voor de wijkers. Deze blijver wenst tezamen met de andere blijvers en met de wijkers te streven naar een optimaal milieu waarin ieder voldoende standruimte krijgt om tot optimale ontplooiing te komen. Daarmee zal het blijven van de blijvers en het wijken van de wijkers gunstig worden beïnvloed. Misschien kan de sfeer in onze Vakgroep het beste geschetst worden door te vermelden dat veel blijvers, een wijker en zelfs een geweken blijver, hebben meegewerkt aan het tot stand komen en de presentatie van deze voordracht.

*Geachte Bolhuis en mevrouw Frahm,*

U beiden hebt, misschien meer dan U zelf vermoedt, een belangrijke invloed op mijn vorming gehad, speciaal door respectievelijk Uw praktische zin en scherp kritische geest. Maar al te graag maakt de Vakgroep, al behoort U daar formeel niet meer toe, van deze eigenschappen gebruik. Ik hoop dat deze prettige band nog lang bewaard mag blijven.

*Ik dank U voor Uw aandacht.*

## VERWIJZINGEN

1. LIM HAN KUO. *Mal. Agric. J.* 46 (1967): 63-79.
2. Beschrijving deels naar L. A. T. J. F. VAN OIJEN in *Bull. Kol. Museum te Haarlem*, no 44, dec. 1909, deels naar H. C. D. de Wit in de *De Wereld der Planten*, dl II, 1965, en deels naar eigen waarnemingen.
3. Schatting van M. ZWOLLO in de *Vogelkop van Nieuw-Guinea*; rapport Sago-Onderzoek Inanwatan, 1950.
4. Zie 3 en de rapporten van Z. SALVERDA (1947): *Groot-exploitatie van sago*, van B. W. G. Wittewaal (1954): *Rapport betreffende de mogelijkheid van oprichting van een mechanisch sagobedrijf te Tarof*. Deze rapporten bevinden zich in de archieven van de voormalige Directie Nederlands Nieuw-Guinea.
5. Zie Jaargang 6 (1921): 613-616.
6. H. N. RIDLEY. *Agric. Bull. Malay Penins.* 4 (1895): 62.
7. G. P. NICHOLSON. *Bull. Econ. Indoch.* 24 (1921): 195-200.
8. J. SCHEFFER en H. HOLLE. *Tijdschr. Ind. Mij Nijverh. en Landb.* 18 (1873): 397.
9. C. REEP. *Tijdschr. Binnenl. Best.* 32 (1907): 393.
10. G. GIESBERGER. *Inaugurele Rede*, 1968; Univ. Amsterdam.
11. Berekend naar C. T. DE WIT. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 663 (1965).
12. Ontleend aan J. D. FERWERDA: *Die Oelpalme*. In: *Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen II*: 344 (1962).
13. Ongepubliceerd onderzoek van het 'Sarawak Department of Agriculture'.