GEBRUIK VAN EUPHORBIA TIRUCALLI ALS RUBBERLEVERANCIER EN ENERGIEGEWAS

Patrick VAN DAMME

Tropische Landbouw (R.U.G.)

Coupure Links 653

B-9000 Gent

ONDERZOEKSVELD: projectevaluatie, plantenfysiologie, tropische plantenteelt

SUMMARY

THE POSSIBILITIES TO USE EUPHORBIA TIRUCALLI AS AN ENERGY AND RUBBER CROP

Euphorbia tirucalli has been used as a source for natural rubber at different times in history, especially in southern Africa. The latex resin content is too high to guarantee a good quality product and economic production has never taken off as some had hoped. The fact that the plant is very well adapted to arid and semi arid conditions and can be grown on marginal waste lands makes it a potential energy crop which can be turned into biogas without too much investment in costly technology. The first results obtained in the laboratory and in field conditions (Senegal) are very promising. The latex contains a number of interesting triterpenes which have a very high energy content and could be used in fuel production. Most of these applications have been tested or used in Africa and can offer long-term solutions for old problems, particularly in the case of renewable energy through biomass fermentation.

KEY WORDS: rubber, biomass, biogas, triterpenes, energy crop

1. INLEIDING

In een vorig artikel (Van Damme, 1989b) werd een beeld geschetst hoe men Euphorbia tirucalli traditioneel altijd al gebruikt heeft voor tal van doeleinden. In deze tekst zal nader ingegaan worden op de meer industriële toepassingen van E. tirucalli. Voor een deel gaat het hierbij over gebruiksdoeleinden die al een hele tijd gekend zijn (en waarvan er zelfs al een deel in onbruik geraakt zijn, zoals rubberwinning). Aan de andere kant worden een aantal recente toepassingen (zoals biogasproductie) besproken.

2. LATEX

Tal van toepassingen steunen op het feit dat E. tirucalli-planten rijk zijn aan latex.

2.1. Inleiding

Algemeen genomen is iedere latex een melkachtige vloeistof die bestaat uit een vloeibaar serum dat naast rubber een mengsel van verschillende andere bestanddelen bevat. Latex komt voor bij een twintigtal plantenfamilies die tezamen ongeveer 12 500 plantesoorten groeperen (Metcalf, 1967).

De juiste rol van deze latex is nog niet duidelijk. In een aantal gevallen heeft hij een wondhelende functie. De aanwezigheid van onder andere proteasen (enzymes die bij de eiwitsynthese gebruikt worden) zou kunnen duiden op deze rol. De aanwezigheid van irriterende stoffen in de latex zou dan weer wijzen op een meer beschermende rol. Wat dit laatste betreft, schrijven sommige auteurs latex een anti-herbivore werking toe (Kingham & Evans, 1975). Dit houdt in dat de plant niet meer aantrekkelijk is voor planteneters zoals geiten en schapen, en antilopen en gazellen waardoor hij meteen geen last meer heeft van deze belagers (zie ook Van Damme, 1989b).

2.2. Samenstelling van E. tirucalli-latex

E. tirucalli-latex is wit en in vergelijking met die van tal van andere Euphorbiaceae arm aan eiwitten en koolhydraten, maar heel rijk aan vaste deeltjes (White et al., 1941). Thoms (1909; geciteerd door Kopaczewski,

Tabel 1

Samenstelling (in %) van Euphorbia tirucalli-latex volgens White et al. (1941)

fractie	%
rubber	15,7
hars	82,1
eiwitten	1,3
niet-oplosbare fractie	0,9

Isopreen

Poly-isopreen

Figuur 1

1947) vond 81,2 % hars in gedroogde latex. Volgens Chopra et al. (1941) zit er 20 % hars in het melksap van *E. tirucalli*. De verschillen die uit de onderscheiden literatuurgegevens naar voren komen, zijn wellicht terug te voeren tot de verschillende bepalingsmethodes en/of het verschillende uitgangsmateriaal.

Het is wellicht aangewezen om hier ook even het verschil tussen hars en rubber uiteen te zetten. Rubber is een verzamelnaam voor produkten die als voornaamste bestanddeel de organische verbinding isopreen bevatten (figuur 1). Dit isopreen wordt in lange ketens ("polymeren" genaamd) aan elkaar gebouwd. Deze poly- isopreenketens geven aan rubber zijn kenmerkende rekkraft mee. Hars daarentegen is een natuurlijke of synthetische organische verbinding die in normale omstandigheden een vast of visceus voorkomen heeft. De samenstelling ervan kan heel uiteenlopend zijn.

*2.3. Negatieve eigenschappen van *E. tirucalli*-latex*

De latex is, zoals al eerder werd aangegeven (Van Damme, 1989b), erg irriterend en bijtend (Henke, 1886; Raymond, 1936; Kerharo & Adam, 1974; Berhaut, 1975), of zelfs venijnig (sic; Heyne, 1927). Vooral de menselijke slijmvliezen worden erdoor geprikkeld (Moll, 1978). De honing, geproduceerd door de bijen die zich op *E. tirucalli* voeden, kan eveneens irriterend zijn (Wauters, persoonlijke mededeling). Dit is terug te voeren tot één wel bepaalde groep verbindingen (esters van een groep tetracyclische diterpenen; Evans & Kinghorn, 1974) die in de latex zitten. Voor een uitgebreide bespreking van de chemische structuur en eigenschappen van deze verbindingen zij verwezen naar Van Damme (1989a).

Komt de latex in het oog terecht dan veroorzaakt dit heel wat pijn gevolgd door een tijdelijke blindheid (Raymond, 1936 en 1939; Badhwar et al., 1946; Watt & Breyer-Brandwijk, 1962; Kerharo & Adam, 1974; Berhaut, 1975; Vassiliades, 1984) en (kerato)conjunctivitis (Henke, 1886; Crowder & Sexton, 1964; Berhaut, 1975). Deze laatste auteurs geven aan dat o.a. de cornea (hoornvlies) en iris aangetast worden.

Deze 'eigenschappen' worden soms door dieven gebruikt om huisdieren tijdelijk of blijvend blind te maken (Badhwar et al., 1946; Mitchell & Rook,

1979).

Voor de mens is de beste remedie in dit geval het gebruik van warme kompressen op de gesloten ogen. Dit helpt vrij vlug (Berhaut, 1975). Wassen met water is dikwijls niet voldoende om de irriterende latex te verwijderen, vermits deze door blootstelling aan de lucht binnen de minuut verhardt tot een kleverige, rubberen massa (Mitchell & Rook, 1979). In Indonesië wast men de ogen uit met cocosnootmelk (Van Giffen, 1924; Heyne, 1927). In zuidelijk Afrika (Watt & Breyer-Brandwijk, 1962) en Kenia (Wauters, 1981b) gebruikt men hiervoor verse moedermelk. Neufeld (1926) houdt het bij een waterige oplossing van melk en ricinusolie om de pijn te verzachten en de irritatie weg te nemen.

Algemeen worden ogen en slijmvliezen, bij contact met E. tirucalli-latex, rood. Er vormen zich oedemen en de huid kan geïrriteerd raken, en blaren vormen, wat aanleiding kan geven tot secundaire infecties (Evans & Kinghorn, 1975).

Kontakt met de huid geeft sterke irritaties met lokale uitslag en jeuk (Raymond, 1939), een erg branderig gevoel, lichte verzweringsen en blazen (Badhwar et al., 1946; Mitchell & Rook, 1979). Heyne (1927) daarentegen zegt dat het "op de huid geen kwaad doet". De ongemakken lijken dan ook van persoon tot persoon te verschillen (Brown, 1914). De symptomen zijn nog heviger wanneer de latex er terecht komt op een snede of schaafwonde (Badhwar et al., 1946; Watt & Breyer-Brandwijk, 1962). Volgens Neufeld (1926) kan men na het manipuleren van Euphorbia-latex de handen best wassen met keroseen of methylalcohol.

Roe & Field (1965) vonden dat van negen verschillende Euphorbia-soorten, E. tirucalli de meest irriterende latex had en het vlugst tumorvorming gaf op de huid van muizen.

Een waterige oplossing van Euphorbia-latex heeft ook invloed op het centrale zenuwstelsel van volwassen ratten en heeft eveneens hypothermie voor gevolg (Dhar et al., 1968).

In wat volgt zal dieper ingegaan worden op een aantal verbindingen die in de latex voorkomen.

3. RUBBER

In figuur 2 wordt schematisch weergegeven hoe rubber uit een boom gewonnen wordt en welke de verschillende bewerkingen zijn die dit natuurprodukt nadien ondergaat. Deze verschillende stappen treft men ook aan wanneer E. tirucalli gebruikt wordt als rubberleverancier.

E. tirucalli wordt soms de rubber-Euphorbia genoemd (White et al., 1941). Vermits geen enkele andere Euphorbia deze benaming meekrijgt, zou men kunnen vermoeden dat het daarmee de enige Euphorbia zou zijn die rubber kan voortbrengen, wat geenszins het geval is.

In de jaren 1900-1930 heeft men ook pogingen ondernomen om rubber te winnen uit E. dregeana, E. grandidens en E. tetragona. De eerste is een struik, de twee andere zijn bomen. In Johannesburg heeft er een tijd lang een "South African Rubber Concessions Ltd." bestaan die de exploitatie van E. dregeana in Namaqualand (Zuid-Afrika) tot doel had (Spoon, 1928).

In het verleden zijn er fabrieken gebouwd om rubber uit E. tirucalli op industriële schaal te produceren. Zo werden er in het begin van deze eeuw verschillende opgezet in Natal (Burt- Davy & Stent, 1913), en kon er een rubberindustrie rond starten. De ervaringen met de Tirucalli Rubber Concessies en van de Rietvallei Tirucalli Rubber Kompagnie werden in 1913 uitgebreid besproken door Noyes (geciteerd door Spoon, 1927).

Een zekere Dr. Aurel Schultz die rond 1910 in Durban rubber van goede kwaliteit extraheerde uit E. tirucalli, middels een proces dat hij zelf op punt had gesteld, lag aan de basis van deze ontwikkelingen (Brown, 1914).

De aldus voortgebracht rubber ("coagulum": Watt & Breyer- Brandwijk, 1962), werd in vrij ruwe vorm naar Engeland gebracht, waar hij ontdaan werd van harsen en onzuiverheden en gemengd met rubber van een betere kwaliteit om er fiets- en autobanden van te maken.

Na onderzoek bleek het beste coagulans looizuur te zijn (Huppard, 1927; in figuur 2 gebruikt men mierzuur). Het aldus bekomen coagulum was lichtgeel tot groen. Door verwarming werd er een deel van het water uit verdreven, waarna de resterende, tamelijk kleverige massa nog warm tot

Figuur 2 : De productie van natuurrubber van tap tot eindproduct

blokken werd geperst of gekneed. Voor de houdbaarheid moest er nog tamelijk veel water in blijven. Spoon (1927) achtte 25 % een ideaal om oxydatie of "gedeeltelijke ontbinding" tegen te gaan.

Bij E. tirucalli is de gemiddelde verhouding hars:rubber gelijk aan 11:2. Bij oudere bomen zou deze lager zijn (Huppard, 1927). Teveel hars is vervelend en verhindert een gemakkelijke rubberproduktie. Er werden dan ook methoden op punt gesteld die toelieten om het hars van de rubber te scheiden. Uiteindelijk bleek het hoge harsgehalte een economisch verantwoorde rubberproduktie in de weg te staan (Leach, 1973).

Het tirucalli-hars wordt beschreven als bros, niet doorschijnend, met een kleur die varieert van geel tot donkerbruin. Pogingen om er vernis mee te maken bleken weinig succesvol aangezien het gemakkelijk verweert en dof wordt, en een gebrekkige duurzaamheid heeft (Watt & Breyer-Brandwijk, 1962; zie ook Van Damme, 1989b).

Ook in Angola werd uit E. tirucalli latex gewonnen voor de export en rubberproduktie. In die streek was de gedroogde latex bekend als Cassoneira en Almeida. Ene João Duarte d' Almeida was er in 1888 begonnen met de export. In 1928 werd deze stopgezet (Leach, 1973).

Vlak voor en tijdens de tweede wereldoorlog, in een periode van rubber-schaarste, waren de omstandigheden blijkbaar nog niet goed genoeg om een economisch verantwoorde produktie op te zetten, en pogingen van Henry Ford en Harvey Firestone om het rendement te verbeteren bleven zonder resultaat (White et al., 1941).

Getuige hiervan een opmerking in Bulletin (1944): "Since the investigations recorded in this article were concluded, it is learned that, as a result of work carried out in South Africa, the authors there consider that the cost of production is too high for this sort of rubber to be utilized, even under the present conditions of rubber shortage" (eigen onderlijning).

Spoon (1927 en 1928) had vroeger al opgemerkt dat: "Alles tezamen genomen lijkt de exploitatie der Euphorbia-boomen in de Kaapkolonie een zeer onzeker bedrijf. Men zal goed doen de berichten daaromtrent voorloopig slechts voor kennisgeving aan te nemen, daar de kans op succes bij die

exploitatie vooralsnog zeer laag aangeslagen dient te worden". Hij volgde hierbij Wilkinson (1927, geciteerd door Spoon, 1928) die schreef "Without research and with the data at present available it is obvious that it is a matter of the gravest possible uncertainty whether an industry could meet with any success using Euphorbia latex, whereas on the other hand it is still more certain that competition with Hevea rubber is out of the question".

Dit laatste punt wordt ook behandeld door Neufeld (1926). Hevea- rubber wordt gewonnen op plantages, wat resulteert in een zuiver en uniform produkt. "Wilde" rubber die in de natuur verzameld wordt, bevat onzuiverheden en is ten gevolge van een slechte vóórbehandeling doorgaans van slechte kwaliteit. Dezelfde auteur vindt nochtans dat deze rubberbronnen om economische en strategische redenen niet mogen verwaarloosd worden. Spoon (1927) citeert een beoordeling van het Koloniaal Museum te Haarlem over een zending geconserveerd melksap van E. tirucalli. Het luidde dat zij "echter moe(s)ten mededeelen dat het oordeel van den fabrikant (de Haarlemse Caoutchoucfabriek) beslist ongunstig was". Huppard (1927) geeft aan dat de kwaliteit van de tirucalli- rubber niet erg goed is en dat hij bovendien niet erg elastisch is.

Het feit dat E. tirucalli de gestelde verwachtingen qua rubbergehalte, -kwaliteit en -produktie niet kon inlossen leidde er op den duur toe dat sommigen spraken over "tirucalli rubbish" in plaats van tirucalli rubber (White et al., 1941)...

In een eerste benadering gebruikte men vooral de bomen die spontaan in de natuur voorkwamen (Spoon, 1928). Zij stonden dikwijls nogal verspreid in het landschap wat een efficiënte exploitatie niet vergemakkelijkte. De aanleg van aanplantingen kon echter enkel verantwoord zijn wanneer het bekomen eindprodukt concurrentieel kon zijn met andere al bestaande natuurlijke rubberbronnen, en dat was zeker in een eerste fase niet direct duidelijk.

Door de groeiwijze van de plant is het verzamelen van de latex via insnijdingen in de stam of stengels een lastig karwei. Een E. tirucalli-plant is immers één kluwen van takken en takjes die door elkaar verstrengeld staan en de hoofdstengel maskeren.

De latexvloeï is, na aansnijden van de stam, niet erg groot. De latex coaguleert vrij vlug. Dit bracht Moll (1978 en 1980) er toe om deze eerder passieve manier van inzameling te vervangen door een meer actieve. Men maakt een grote, brede V-vormige insnijding in de stam en vangt de vloeibare latex op. Wanneer deze begint te coaguleren haalt men ze er met een vervormd blik van af. Door dit laatste een aantal keren te herhalen, maakt men de latexvaten regelmatig vrij en kan men vrij veel latex opvangen op een korte tijd. Dit is echter een arbeidsintensieve en dus niet erg economische manier van latex tappen.

Men kan slechts met een redelijk grote periodiciteit de bomen tappen, omdat de wondheling niet goed doorgaat. Huppard (1927) vermeldt een frequentie van 40 à 50 tapbeurten per jaar. Spoon (1927) spreekt van tweewekelijkse tapbeurten.

Het tappen kan volgens de "half herring bone"-snede methode (het halve visgraatsysteem) gebeuren. Hiertoe maakt men vijf of zes schuine sneden (75 t.o.v. de verticale as) over een kwart van de stamomtrek op niet minder dan 23 cm (= 9 inch) van elkaar en langs één zijde van een verticale insnijding met een gewoon tapmes. Neufeld (1926) stelt een aangepast tapmes voor dat de stam op de juiste diepte aansnijdt. Per tapbeurt en per boom mag men rekenen op 100 g verse latex.

Neufeld (1926) vindt dat ook een "full herring bone"-methode kan gebruikt worden. Hierbij bevinden de schuine tapsneden zich aan beide zijden van de verticale. Deze verticale snede gaat een hele tijd mee. Eens gemaakt, behoeft ze geen verdere uitdieping meer. Zij leidt de latex naar de basis van de stam waar hij opgevangen wordt in een blik.

Bij E. tirucalli krijgt men een grotere latexopbrengst naarmate het aantal tapbeurten stijgt. Dit fenomeen van "wondrespons" komt ook voor bij Hevea (Neufeld, 1926). Spoon (1927) en Noyes (1927, geciteerd door Spoon, 1927) daarentegen zeggen dat een wondreactie bij E. tirucalli ontbreekt: "na elke aantapping van een Euphorbia moet eenigen tijd verlopen al eer opnieuw met succes getapt zal kunnen worden. Dat ontbreken van de zoogenaamde wondreactie maakt, dat men per keer de Euphorbia zooveel mogelijk melksap tracht af te tappen, dus niet met één of twee sneden volstaat, maar direct enkele tegelijk aanbrengt".

Het tappen kan beginnen wanneer de bomen vijf jaar oud zijn (Spoon, 1927). Neufeld (1926) veronderstelt (sic) dat men 15-20 jaar kan doorgaan met tappen.

Wil men de rubber op een grote schaal exploiteren dan zal de methode waarbij grote plantedelen geoogst worden de voorkeur genieten boven de klassieke tapmethodes. Na het insnoeien schieten de planten gemakkelijk weer uit met een weelderige vegetatieve ontwikkeling als gevolg (Viaud & Teisseire, 1979), zodat een destructieve oogstmethode op termijn zelfs niet echt negatieve gevolgen heeft.

De E. tirucalli-latex coaguleert moeilijk. Een mengsel van looi- en zoutzuur kan dit proces bespoedigen (Neufeld, 1926). Dezelfde auteur beschouwt (in tegenstelling met een aantal van zijn collega's) het hoge harsgehalte van de latex als een technologische troef in de bereiding van rubber.

Een aantal onderzoekers hebben rubber bepaald in E. tirucalli (tabel 2). De door hen bekomen rubbergehalten zijn sterk uiteenlopend. Bij een reeks andere planten is echter ook al aangetoond dat de samenstelling van de latex varieert onder invloed van het oogsttijdstip, van de plaats op de plant waar de latex wordt gewonnen (zie ook Watt & Breyer-Brandwijk, 1962), van de gevolgde procedure en van de omgevingsfactoren (Spilatro & Mahlberg, 1986).

4. EUPHORBIA TIRUCALLI ALS ENERGIELEVERANCIER

4.1. *Inleiding*

De belangstelling voor Euphorbia tirucalli is terug levendig geworden in de tweede helft van de zeventiger jaren. Die verhoogde interesse was onder andere een gevolg van de petroleumcrisis. Door het stijgen van de prijzen voor ruwe aardolie werd de exploitatie van bepaalde alternatieve energiebronnen terug interessant. Ook moest er een alternatief komen voor de (eindige voorraad) fossiele brandstoffen. Dit wordt voor een deel gevormd door de biomassaproductie. Tal van groene planten vormen direct of indirect

Tabel 2

Rubbergehalte (%) van *Euphorbia tirucalli* zoals bepaald door verschillende auteurs middels verschillende methodes en uitgedrukt ten opzichte van uiteenlopende referentiebases

rubbergehalte (%)	referentiebasis	bron
14,3-15,7	droog plantemateriaal	Bulletin, 1944
4,0	niet gespecificeerd	Henke, 1886
15,7	droog plantemateriaal	White et al., 1941
1,76	vers plantemateriaal	Watt & BreyerBrand-wijk., 1962
4	droge latex	Henke, geciteerd door Wiesner, 1912
13,5	latex	Heyne, 1927
1,23	droog plantemateriaal	Fernandez, 1981
11,0	droge latex	Thoms, 1909, geciteerd door Kopaczewski, 1947
11,0	droge latex	Wiesner, 1912, geciteerd door Kopaczewski, 1947
8,31	verse latex	Neufeld, 1926
16,70	gedroogde latex	Neufeld, 1926
12	latex	Viaud & Teisseire, 1979
1	gedroogd plantemateriaal	Viaud & Teisseire, 1979
0,7	gedroogd plantemateriaal	Mitchell et al., 1942
0,02	vers plantemateriaal	Tokyo, persoonlijke mededeling
0,19	droog plantemateriaal	idem

rubbergehalte (%)	referentiebasis	bron
0,14	droog plantemateriaal uit Thailand	idem
0,96	droog plantemateriaal	idem
0,39	hoofdstengel	Polhamus, 1957
1,09	twijgen	idem
0,35	primaire zijtakken	idem
2,41-7,72	"gum"	idem
7,72	twijgen (<u>E. tirucalli</u> uit Cuba)	idem
1,09	"gum" (<u>E. tirucalli</u> uit Cuba)	idem
11,05	latex	Thoms, 1909, geciteerd door Kopaczewski, 1947
1,2	droog plantemateriaal	IRCA, 1982 en 1983

brandstoffen en interessante uitgangsprogramten op (jaarlijks) hernieuwbare basis.

Er zijn planten die koolhydraten vormen, die nadien industrieel chemisch kunnen omgevormd worden tot bijvoorbeeld alcohol. Saccharum officinarum, suikerriet, is hier het gekendste voorbeeld van. Brazilië heeft de produktie ervan op grote schaal gestimuleerd: tussen 1975 en 1984 steeg de produktie van alcohol voor brandstof van 700 miljoen liter tot 7 miljard liter. Dit is een tienvoudige toename (Calvin, 1985 en 1987). Dit laatste cijfer betekent tevens dat 20 % van de Braziliaanse behoefte aan vloeibare brandstof gedekt wordt door suikerriet-alcohol. In 1985, was Brazilië de grootste wereldproducent van suikerriet (26,13 % van de wereldproduktie), maar anderzijds leverde het slechts 0,26 % van de totale ruwe suikerproduktie (F.A.O., 1986). In 1975, bij het begin van het gasalcoholprogramma, was dit respectievelijk 14,94 % en 0,08 %.

In een aantal planten worden de koolhydraten verder omgevormd tot koolwaterstoffen, meer bepaald tot vetzuren en triglyceriden. De gewassen met oliehoudende zaden zoals Carthamus tinctorius (saffloer), Sesamum indicum (sesam) en Elaeis guineensis (oliepalm) behoren tot deze groep. Deze plantaardige oliën hebben als voordeel een hernieuwbare bron te zijn van vloeibare olie die direct bruikbaar is als vervanger voor diesel, of als bijmenging bij diesel. Bovendien zetten zij op een heel voordelige manier de ingestraalde zonneënergie om in 'plantaardige' energie en produceren zij, bij verbranding, de helft minder CO₂ (per eenheid energie) in vergelijking met steenkool, wat milieuvriendelijker is (Calvin, 1987).

Bij een derde groep planten worden de koolhydraten omgevormd tot terpenen, een andere groep koolwaterstoffen. Het best gekende voorbeeld hiervan is Hevea brasiliensis, de rubberboom. Hij wordt vooral gekweekt om zijn polyisopreen-rubber. Het kraken van de isoprenen (Rizk, 1987) resulteert in een brandstof met hoog octaangehalte en bestaande uit verbindingen met een laag moleculair gewicht (Weisz et al., 1979).

De Hevea hoort thuis in de familie van de Euphorbiaceae. Binnen deze familie is het vooral het geslacht Euphorbia dat koolwaterstoffen producerende planten bevat. Deze komen voor in de latex die in de planten zit.

4.2. Benzine uit E. tirucalli

De eerste Euphorbia die uitgebreid bestudeerd en getest werd, was de E. lathyrus (Hinman et al., 1981). Deze soort combineert de biosynthese van koolwaterstoffen met een ariede standplaats, op marginale gronden die niet geschikt zijn voor voedselproductie. Het is deze combinatie van eigenschappen die een aantal jaren terug ook de aandacht vestigde op o.a. E. tirucalli (Calvin, 1978).

E. tirucalli-latex bevat een aantal verschillende triterpenen. Dit zijn organische verbindingen die bestaan uit 30 C-atomen (6 isopreen-eenheden), en veelvuldig voorkomen in de natuur als esters, glycosiden of in vrije toestand. Volgens Rizk (1987) zijn het de stoffen die na de flavonoïden en alkaloiden de meeste gebruiksperspectieven bieden bij de Euphorbiaceae. Afgeleide verbindingen zoals alcoholen met lange keten (n-octacosanol en n-hexacosanol) kunnen dienen als basis voor brandstofbereiding. Zij zijn energierijk, hebben een verhouding C:O van tenminste 10 op 1, en zijn dus gelijk of groter aan energieinhoud dan dieselolie.

Bij E. tirucalli vindt men vooral triterpene alcoholen terug (Nielsen et al., 1977 en 1979; Nishimura et al., 1977, geciteerd door Calvin, 1979).

Reeds in de jaren veertig werden de eerste triterpenen uit E. tirucalli-latex geïsoleerd door Karimullah & Dutta (1944, geciteerd door Karimullah & Gopalachari, 1949). Voor eigenschappen en structuur zij verwezen naar de oorspronkelijke artikels (tabel 3) en Menard et al (1955). Dillen (1986) geeft een uitgebreid overzicht van de structuur en biochemie van euphol en tirucallol.

Een aantal van deze triterpenen zijn specifiek voor de Euphorbiaceae. De triterpenen komen in de latex voor als vaste deeltjes, waarin altijd een beetje rubber teruggevonden wordt.

In 1980, kon de Belgische ontwikkelingssamenwerking er door de Keniaanse regering toe overgehaald worden om een onderzoeksproject over de energiemogelijkheden van deze plant te financieren. De oorspronkelijke

Tabel 3.

Lijst van triterpenen gesoleerd uit E.tirucalli met vermelding van de auteur(s)

naam	auteur
isoeuphorol	Newbold & Spring, 1944
euphoron	Karimullah & Dutta, 1944 (geciteerd door Karimullah & Gopalachari, 1949)
euphorol	Siddiqui & Gopalachari, 1949 (geciteerd door Afza et al., 1979b)
euphol	McDonald et al., 1949
tirucallol (euphorbol)	Haines & Warren, 1949
taraxosterol	Haines & Warren, 1949
taraxerol	Gupta & Mahadevan, 1967
euphorbinol	Afza et al., 1979a
cycloeuphomol	Afza et al., 1979b
24methyleen cycloartenol	Baslas & Gupta, 1983
euphorbol hexacosonoate	Baslas & Gupta, 1983
glut-5-en-3-ol	Khan et al., 1987
cycloart-23-ene-3-?, -25-diol	Khan et al., 1987

Tabel 4

Energieinhoud van een aantal belangrijke conventionele energiebronnen

energiebron	energieinhoud	eenheid
aardgas	30	MJ/m ³
propaangas	45	MJ/m ³
stookolie	35	MJ/l

idee was om het rendement van brandstofwinning uit *E. tirucalli* na een thermochemische behandeling van de latex na te gaan. De resultaten van dit onderzoek waren niet erg positief waardoor men al vlug naar alternatieven is gaan zoeken. Biogaswinning lijkt hierbij de meeste perspectieven te openen.

4.3. Biogas uit *E. tirucalli*

Biogaswinning of de microbiële omzetting van organisch materiaal tot biogas (een mengsel van gassen met als voornaamste energieleverende component, methaan) vertrekkende uit *E. tirucalli* lijkt een mooi alternatief voor de duurdere synthetische brandstofwinning uitgaande van de koolwaterstoffen uit de latex.

Algemeen genomen is deze alternatieve energiebron (1) hernieuwbaar en (2) onuitputtelijk, (3) gemakkelijk te stockeren, (4) milieuvriendelijk, (5) technisch relatief eenvoudig te bekomen en (6) gemakkelijk te winnen in de derde wereld.

Zoals uit figuur 3 blijkt, is het principe van de biogaswinning vrij eenvoudig. Vast materiaal wordt in een waterig milieu gebracht. Hierin zitten een aantal bacteriën die het materiaal vergisten. Dit resulteert o.a. in de vorming van methaan. Wat overblijft na het fermentatieproces heeft bovendien waarde als meststof en/of bodemverbeteringsmiddel en kan dus terug aangewend worden in de landbouw (zie bijvoorbeeld Slessers et al., 1981).

E. tirucalli voldoet vrij goed aan de definitie van een energiegewas zoals gegeven door Verstraete et al. (1981). Het is inderdaad "een plantaardig produkt met hoge produktiviteit dat op grote schaal (kan) verbouwd worden met als specifiek doel de totale oogstbare massa rechtstreeks of via transformatieprocessen om te zetten in bruikbare energie".

Door het goede stikstofgehalte en de gemakkelijk afbreekbare organische componenten is de energieinhoud van *E. tirucalli* (15,9 MJ/kg droge stof) gemakkelijk te valoriseren tot biogas (De Wilde, 1983). Ollivier (persoonlijke mededeling) komt tot dezelfde bevinding.

Figuur 3 :

Principetekening van een fermentor voor vast materiaal met klok (a) en continue toevoer van materiaal (b) [beide naar Verstraete et al., 1979] en model van een Transpaille-fermentor (c) met idee over het gehele systeem (d) [beide naar Farinet et al., 1988]

Aangezien *E. tirucalli* typisch een plant is die op marginale gronden goed gedijt, hoeft hij geen concurrent te zijn van voedselgewassen en kan hij naast deze specifiek als biogasleverancier geteeld worden. In die landen waar de plant al van oudsher als haagplant voorkomt, kan men zijn gebruik wellicht nog intensifiëren.

De Wilde (1983) vindt dat men uitgaande van een jaarlijkse produktie van 500 ton vers plantenmateriaal/ha (wat overeenkomt met 137 kg droge stof per dag), een dagelijkse produktie van 31 m³ methaan kan bekomen. Het rendement van die fermentatie (53,8 %) kan nog verhoogd worden door een alkalische voorbehandeling van *E. tirucalli*-plantenmateriaal.

Ollivier (persoonlijke mededeling) haalt de beste resultaten met verhakseld materiaal: 1 kg droge stof geeft 323 l biogas (bij 48° C omgevingstemperatuur). In het slechtste geval haalt hij nog iets meer dan de helft: 175 l biogas. De Wilde (1983) haalde 226 l methaan.

Het calorisch rendement van het biogas is afhankelijk van het percentage methaan en varieert van 20 tot 30 MJ/m³. Zuivere methaan heeft een verbrandingswaarde van 35 MJ/m³. Deze cijfers kunnen best vergeleken worden met de waarden voor een aantal alternatieve conventionele energiedragers. Zoals uit tabel 4 blijkt, vormt methaan een leuk alternatief voor deze gekende maar niet vervangbare energiebronnen.

Op dit moment wordt in Senegal in pilootinstallaties van een Transpaille-fermentor (Farinet et al., 1988; Farinet & Forest, 1988), *E. tirucalli* gebruikt als biomassabron om methaan op te wekken (Ollivier, persoonlijke mededeling).

5. BESLUIT

Op gezette tijden in de geschiedenis heeft men uit *E. tirucalli* latex gewonnen voor rubberproduktie (Leach, 1973). Deze stof bevat naast rubber echter ook vrij veel onzuiverheden, wat de rubberwinning niet vergemakkelijkt. De rubber zelf is echter weinig elastisch en van een te lage kwaliteit. De exploitatie werd dan ook al vrij vlug stopgezet. Bovendien maakte men

enkel gebruik van natuurlijk voorkomende bestanden die gekenmerkt zijn door ongelijke standdichtheid en uiteenlopende kwaliteit van het plantenmateriaal. In deze omstandigheden was (en is) het onmogelijk om economisch rendabele verwerkingseenheden op te zetten.

Gelukkig heeft E. tirucall nog een aantal andere eigenschappen die hem zeer aantrekkelijk maken voor een gebruik op grotere schaal. Naast de puur landbouwtechnische, die hier niet aan bod hoeven te komen (droogte- en zoutresistentie), lijkt de energieinhoud van de latex (triterpenen) en van het plantenmateriaal als geheel (voor biogas productie) hoog genoeg om de plant naar voor te schuiven als een erg interessante bron van hernieuwbare energie.

Het feit dat E. tirucalli bovendien ook heel goed gedijt op marginale gronden, maakt dat hij op geen enkel moment een concurrent hoeft te zijn voor de meer courante voedsel- of industriële gewassen. Dit maakt hem meteen aanvaardbaar voor de lokale gemeenschappen die geen vruchtbare landbouwgrond moeten afstaan voor een plant waarvan ze wellicht niet meteen het voordeel zien.

Hij kan heel gemakkelijk geïntegreerd worden in systemen voor bodembehoud en hagen. Dit is vooral interessant wanneer de technologie om bijvoorbeeld biogas aan te maken te duur zou bevonden worden.

Bibliografie

- Afza, N., Malik, A. & Siddiqui, S. (1979a). A new triterpenoid from Euphorbia tirucalli. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, 22 (3), 124 -127.
- Afza, N., Malik, A. & Siddiqui, S. (1979b). Isolation and structure of cycloeuphornol, a new triterpene from Euphorbia tirucalli. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, 22 (4), 173 - 176.
- Badhwar, R.L., Nayar, S.L. & Chopra, I.C. (1946). Indian plants liable to produce dermatitis. The Indian Journal of Agricultural Science, 15, 155 -171.
- Baslas, R.K. & Gupta, N.C. (1983). Chemical investigation of Indian medicinal plants possessing anticancer activity: roots of Euphorbia tirucalli Linn. Indian Journal of the Chemical Society, 60 (5), 506 - 507.
- Berhaut, J. (1975). Flore illustrée du Sénégal. In: Ministère du Développement Rural. Dicotylédones. Tome III. Connaracées - Euphorbiacées. Direction des Eaux et Forêts, Dakar, 634 p.
- Brown, N.E. (1914). Euphorbia tirucalli. Kew Bulletin, 2, 94.
- Bulletin (1944). Euphorbia tirucalli resin from South Africa. Bulletin of the Imperial Institute, 42, 1 - 13.
- Burt-Davy, J. & Stent, S.M. (1913). Fodder plants for the dry bushveld. Agricultural Journal of the Union of South Africa, 6, 66 - 79.
- Calvin, M. (1978). Green factories. Chemical Engineering News, 56 (12), 30 - 36.
- Calvin, M. (1985). Fuel oils from higher plants. Annual Proceedings of the Phytochemistry Society of Europe, 26, 147 - 160.
- Calvin, M. (1987). Fuel oils from euphorbs and other plants. Botanical Journal of the Linnean Society, 94, 97 - 110.
- Chopra, R.N. (1933). Indigenous drugs of India. Their medical and economic aspects. Art Press, Calcutta, 988 p.
- Chopra, R.N., Badhwar, R.L. & Nayar, S.L. (1941). Insecticidal and piscicidal plants of India. Journal of the Bombay Natural History Society, 42, 854 - 902.
- Crowder, J.I. & Sexton, R.R. (1964). Keratoconjunctivitis resulting from the sap of candelabra cactus and the pencil tree. Archives of Ophtalmology, 72 (4), 476 - 484.
- De Wilde, B. (1983). Tweefasige methaanfermentatie van plantenmateriaal, toegepast op

Eichornia crassipes (Mart.) Solms en Euphorbia tirucalli L. Afstudeerwerk, Faculteit van de Landbouwwetenschappen, R.U. Gent, 99 p.

Dhar, M.L., Dhar, M.M., Dhawan, B.N., Mehrotra, B.N. & Ray, C. (1968). Screening of Indian plants for biological activity: part I. Indian Journal of Experimental Biology, 6, 232 - 247.

Dillen, W. (1986). Produktie van eufol en tirucallol in kallas- en suspensiekulturen van Euphorbia tirucalli L. Afstudeerwerk, Faculteit van de Landbouwwetenschappen, R.U. Gent, 103 p.

Dutta, N.L. & Karimullah, A. (1944). Chemical examination of the dried latex from Euphorbia tirucalli. Journal of Scientific and Industrial Research, 3, 212.

Evans, F.J. & Kinghorn, A.D. (1975). The succulent Euphorbias of Nigeria. Lloydia, 38 (4), 363 - 365.

Farinet, J.L. & Forest, F. (1988). Compost and biogas production for small dual engines and agricultural development. Rapport. International Center for Agronomic Research and Development (CIRAD), Montpellier (France), 7 p.

Farinet, J.L., Forest, F. & Boquien, C.Y. (1988). Valorisation énergétiques des résidus lignocellulosiques hétérogènes par le procédé en continue transpaille. CIRAD/IRAT, Montpellier (France), 16 p.

F.A.O. (1986). F.A.O. production yearbook vol. 40. F.A.O., Rome, 290 p.

Fernandez, E.C. (1981). Oil and hydrocarbon from plants: reliance on the renewable. Scientia Filipinas, 1 (1), 3 - 9.

Gupta, R.K. & Mahadevan, V. (1967). Chemical examination of the stems of Euphorbia tirucalli. Indian Journal of Pharmacy, 29 (5), 152 - 154.

Henke, G. (1886). Ueber den Milchsafte einiger Euphorbiaceen. Archiv der Pharmacie, 24 (17), 729 - 759.

Heyne, K. (1927). De nuttige planten van Nederlandsch Indië. Buitenzorg, Indonesië, 2, 964 - 965.

Hinman, C.W., Hoffmann, J.P., McLaughlin, S.P. & Peoples, T.R. (1981). Hydrocarbon production from arid land plant species. In: Proceedings of the 1980 annual meeting. American Section of the International Solar Energy Society, Newark, 110 - 114.

Huppard, F.N. (1927). Tree Euphorbias in South Africa as a source of rubber and resin. Kew Bulletin, 7, 318 - 319.

IRCA (1982). Rapport annuel 1982, 128 - 131.

IRCA (1983). Rapport annuel 1983, 1 - 155.

Karimullah, A. & Gopalachari, R. (1949). Chemical examination of the dried latex from Euphorbia tirucalli. Journal of Scientific and Industrial Research, 8b, (5), 89 - 91.

Kerharo, J. & Adam, J.G. (1974). La pharmacopée Sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques. Vigot, Parijs, 869 p.

Khan, A.Q., Ahmed, Z., Kazmi, N. & Malik, A. (1987). Further triterpenes from the stem bark of Euphorbia tirucalli. 577 (Bron niet verder te specificëren).

Kinghorn, A.D. (1979). Characterization of an irritant 4- deoxyphorbol diester from Euphorbia tirucalli. Journal of Natural Products, 42 (1), 112 - 115.

Kinghorn, A.D. & Evans, F. (1975). A biological screen of selected species of the genus Euphorbia for skin irritant effects. Planta, 28, 325 - 335.

Kopaczewski, W. (1947). Etude physico-chimique du latex. V. Le latex d'Euphorbia tirucalli. Bulletin de la Société de Chimie Biologique, 10 - 12, 924 - 926.

Leach, L.C. (1973). Euphorbia tirucalli L.: its typification, synonymy and relationships, with notes on "Almeidina" and "Cassoneira". Kirkia, 9, 69 - 87.

McDonald, A.D., Warren, F.L. & Williams, J.M. (1949). The Euphorbia resins. I. Euphol. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, 155 - 157.

Menard, E., Wyler, H., Hiestand, A., Arigoni, D., Jeger, O. & Ruzicka, L. (1955). Zur Kenntnis der Triterpene. Beweis für die Konstitution und Konfiguration von Tirucallol, Euphol, Euphorbol, Elemadienol - und Elemadienonsäure. Fasciculus, 38, 1517 - 1529.

Metcalf, C. (1967). Distribution of latex in the plant kingdom. Economic Botany, 21, 115 - 127.

Mitchell, J. & Rook, A. (1979). Botanical dermatology. Plants injurious to the skin. Greengrass, Vancouver, 787 p.

Mitchell, J.H., Rice, M.A. & Roderick, D.B. (1942). Rubber analysis of plants in South Carolina. Science, 95, 624 - 625.

Moll, E.J. (1978). A new method of collecting Euphorbia latex. Veld en Flora, 64 (1), 2 - 4.

Moll, E.J. (1980). Wissenswerter über Euphorbia tirucalli. Gärtnerisch-Botanischer Brief, 63, 35 - 36.

Nielsen, P., Nishimura, H., Otvos, J. & Calvin, M. (1977). Plant crops as a source of fuel and

hydrocarbonlike materials. *Science*, 188, 942 - 944.

Nielsen, P., Nishimura, H., Liang, Y. & Calvin, M. (1979). Steroids from *Euphorbia* and other latex-bearing plants. *Phytochemistry*, 18, 103 - 104.

Neufeld, E. (1926). Facts and investigations on rubber trees from the Union of South Africa. *Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa*, 27, 110 - 118.

Newbold, G.T. & Spring, F.S. (1944). The isolation of euphol and alpha-euphorbol from *Euphorbium*. *The Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 249 - 252.

Polhamus, L.G. (1957). Rubber content of miscellaneous plants. Research report no. 10. U.S. Department of Agriculture, Washington, 25 p.

Raymond, W.D. (1936). The poisonous effects of some local species of *Euphorbia*. *East African Medical Journal*, 12, 369 - 374.

Raymond, W.D. (1939). Native poisonous and native medicines of Tanganyika. *The Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 42, 295 - 303.

Rizk, M. (1987). The chemical constituents and economic plants of the Euphorbiaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 94, 293 - 326.

Roe, F.J.C. & Field, W.E.H. (1965). Chronic toxicity of essential oils and certain other products of natural origin. *Food Cosmetology and Toxicology*, 3, 311 - 324.

Slessor, M., Lewis, C.W. & Hounam, I. (1981). Biomass utilization for third world rural development. In: Emejuiwe, S.O., Ogunbi, O. & Sanni, S.O. *Global impacts of applied microbiology*. Academic Press, London, 192 - 250.

Spilatro, S.R. & Mahlberg, P.G. (1986). Latex and laticifer starch content of developing leaves of *Euphorbia pulcherrima*. *American Journal of Botany*, 73 (9), 1312 - 1318.

Spoon, W. (1927). Eenige opmerkingen over exploitatie van *Euphorbia*'s in Zuid-Afrika; winning van hars en caoutchouc. *Berichten van de Afdeling Handelsmuseum van de Koninklijke Vereeniging Koloniaal Instituut*, 32, 3 - 28.

Spoon, W. (1928). *Berichten van het Handelsmuseum van het Koloniaal instituut, Amsterdam*, 34, 3 - 14.

Van Damme, P. (1989a). Studie van *Euphorbia tirucalli* L., morfologie, fysiologie, teeltvoorwaarden. Doctoraal proefschrift, Rijksuniversiteit Gent, Coupure Links, 653, B-9000 Gent, 375 p (+ bijlagen).

Van Damme, P. (1989b). Het traditioneel gebruik van *Euphorbia tirucalli*. *Afrika Focus* 4 (3/4), Vol. 5, 1989, p. 176 e.v.

Van Giffen, H.J. (1924). Vergiftiging met het melksap van Euphorbia tirucalli L. Pharmacologisch Tijdschrift van Nederlandsch-Indië, 1 (12), 376 - 387.

Vassiliades, G. (1984). Note sur les propriétés molluscicides de deux Euphorbiacées: Euphorbia tirucalli et Jatropha curcas. Essais en laboratoire. Revue de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 37 (1), 32 - 34.

Verstraete, W., Poels, J., Tavernier, P., Valcke, D., Van den Bergh, A. & Vermeiren, A. (1981). Biogas. Stichting Leefmilieu, Antwerpen, 207 p.

Viaud, P. & Teisseire, D. (1979). Latex d'Euphorbes, une source possible d'hydrocarbures et de caoutchouc. Caoutchouc et Plastiques, 593, 181 - 185.

Watt, J.M. & Breyer-Brandwijk, M.G. (1962). The medicinal and poisonous plants of southern and eastern Africa. Livingstone, Edinburgh, 415 - 417.

Wauters, M.M. (1981). Euphorbia projekt. Rapport no. 3. Belgische ontwikkelingssamenwerking (A.B.O.S.) - M.E.N.R. Kenya, 28 p.

Weisz, P.B., Haag, W.O. & Rodewald, P.G. (1979). Catalytic production of high-grade fuel (gasoline) from biomass compounds by shape-selective catalysis. Science, 206, 57 - 58.

White, A., Dyer, R.A. & Sloane, B.L. (1941). Euphorbia tirucalli. The succulent Euphorbiae of Southern Africa, 101 - 106.

SEXUALLY TRANSMITTED DISEASES IN AFRICA

Antoon DE SCHRYVER,
André MEHEUS,

Programme for sexually transmitted diseases of the World Health Organization
CH 1211 Geneva 27 SWITZERLAND

CURRENT RESEARCH INTEREST: epidemiology, public health

SUMMARY

Sexually transmitted diseases (STD) are defined as a group of communicable diseases which have in common that they are transmitted predominantly by sexual contact. The number of agents now known to be sexually transmitted include some 20 pathogens. Some of these agents (such as Chlamydia trachomatis, herpes simplex virus, human papilloma virus, hepatitis B virus, human immunodeficiency virus) tend to replace the classical "venereal diseases" both in importance and frequency as these agents are often more difficult to detect, treat, and control.

Sexually transmitted diseases are a major public health problem in most African countries on account of their frequency, their associated morbidity and mortality, their impact on maternal and infant health, as well as their economic costs in terms of health expenditure and lost productivity, and, last but not least, because of their social consequences. Recent epidemiological studies using sophisticated diagnostic technologies greatly extend our knowledge on the true spectrum of complications and sequelae associated with these infections.

Nongonococcal urethritis - caused to 40% by Chlamydia trachomatis - and gonococcal infections are together the most frequent sexually transmitted diseases. The increasing importance of chlamydial infections, in contrast to a gradual decrease of gonococcal infections, is related to the fact that these

infections frequently cause asymptomatic or mild disease and do not motivate patients to seek medical care, resulting in an extended period of infectivity and high risk of developing complications. Untreated gonorrhoea and chlamydial infections are the most common causes of epididymitis in males under the age of 35 years and may lead to decreased fertility. In some parts of sub-saharan Africa where urethritis often goes untreated, epididymitis is the leading cause of male infertility. Also urethral strictures still from a large part of urogenital practice in some African countries.

An estimated 8-16% of women with untreated endocervical gonococcal or chlamydial infections will develop acute salpingitis following an ascending spread of these pathogens. After one episode of acute salpingitis approximately 10% of women may become infertile due to complete tubal occlusion. Similarly, the risk for women to develop an ectopic pregnancy after salpingitis is 6-10 times greater than in controls. Ectopic pregnancies in areas with insufficient health services carry a high mortality risk.

Maternal infections with STD may not only have adverse effects on pregnancy outcome but may cause serious morbidity and mortality in the newborn (e.g. congenital syphilis, ophthalmia neonatorum, herpes simplex virus infection of the neonate, chlamydial pneumonia, congenital HIV infection).

AIDS is an example "par excellence" of a sexually transmitted disease of public health importance requiring extensive clinical services and posing enormous financial and social problems for the individual and the society at large.

AIDS and the other viral STD have greatly increased the interest in primary prevention strategies such as health education and behavioral modification, for the control of sexually transmitted diseases.

KEY WORDS: chancroid, chlamydia, gonorrhoea, HIV, infertility, sexually transmitted diseases, surveillance

INTRODUCTION

Awareness is increasing that sexually transmitted diseases (STD) are very common in most of the developing world, particularly in Africa. Evidence for this awareness can be found in the rapidly rising number of publications on STD in scientific journals, and in the many reports on these diseases in

the lay press of many countries. The actual incidence of the STD, however, is not known in most countries.

Two major new developments in the STD field have led to this changed attitude to the STD problem.

The first development was the advent and the spread of penicillinase-producing *N. gonorrhoeae* (PPNG) which added a new dimension to gonorrhoea treatment. The cheap and widely available penicillin had to be replaced by more expensive antibiotics and this has not been implemented in many areas resulting in increases gonorrhoea morbidity. The second was the appearance of the acquired immunodeficiency syndrome (AIDS), which in a large part of the developing world is mainly a sexually transmitted disease, and now poses the most difficult challenge of all.

The epidemiology of STD in African countries differs greatly from the situation in industrialized nations in at least 4 aspects (Arya & Lawson 1977, Osoba 1981, Piot & Meheus 1983, Antal & Meheus 1988):

(a) It is now clearly established that the frequency rates of STD overall are much higher in both rural and urban areas. For example, STD are among the top five causes of consultation at health services in many African countries. The rate would be even higher if age-specific consultation rates were available for the 15-44 year-old age group. STD have a very high incidence and prevalence in specific population groups like female prostitutes and their clients (D'Costa et al 1985), while male homosexuals are not a significant group. Prostitution is still an important factor in the transmission of STD in Africa, where prostitutes are named by up to 90% of men as the source of infection. They are named more frequently where they operate in a more easily identifiable pattern, such as in Asia (Thirumorthy et al 1986) than in Africa where the dividing line between the typical prostitute and the casual sexual contact may be difficult to draw since the two groups overlap (Rotowa et al 1986).

(b) Among the STD, genital ulcer disease is relatively much more frequent. The so-called tropical STD, in particular chancroid, and to a lesser degree lymphogranuloma venereum and granuloma inguinale are major causes of genital ulcers.

The proportion of genital ulcers caused by syphilis is also higher than in industrialized countries, while genital herpes accounts for only a small proportion of ulcerative disease.

(c) The incidence of STD complications and sequelae is much higher, due to lack of resources for adequate diagnosis and treatment. The list of complications and late sequelae associated with STD has grown considerably during the last decade due to a better understanding of the natural history of STD.

Major STD complications and sequelae are adverse pregnancy outcome for mother and newborn, neonatal and infant infections, infertility in both sexes, ectopic pregnancy, urethral stricture in males, blindness in infants due to gonococcal ophthalmia neonatorum and in adults due to gonococcal kerato- conjunctivitis, and genital cancers, particularly cancer of the cervix uteri and penile cancer (Laga et al 1986, Cates et al 1985, Brown et al 1985, Kestelyn et al 1987, Schulz et al 1987).

(d) The epidemiology of the acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) is very different from that in Western countries: level of sexual activity, not sexual orientation is apparently the risk factor and heterosexual transmission of human immunodeficiency virus (HIV) is the predominant mode (Quinn et al 1986, Piot et al 1988). There is evidence, however, that genital ulceration, and perhaps also other STD as well facilitate the sexual transmission of HIV infection (Kreiss et al 1988, WHO 1989, Pepin et al 1989).

Although the health, social and economical consequences of STD are huge, until recently, many governments and international donor agencies tended to ignore the real magnitude of the problem. It needed a fatal sexually transmitted infection to alert decision makers worldwide and the community to the STD problem and to generate resources for prevention and control. STD control programmes should be strengthened (or initiated where they do not exist). This will not only reduce the incidence of STD and their severe complications and sequelae, but will also decrease the spread of HIV. What clearly should be avoided is to drain resources for AIDS prevention from the STD control budget, and to keep AIDS prevention isolated from STD control programmes (Cates W 1988, Piot & Laga 1989).

1. SURVEILLANCE OF STD - NEED FOR HEALTH INFORMATION SYSTEMS

STD are hyperendemic in many African countries, often including rural

areas where fewer facilities for appropriate diagnosis and treatment are available. This often results in a serious underestimation of the problem. Health-policy planners require convincing evidence of the magnitude and seriousness of the problem to justify the allocation of an appropriate share of scarce resources for their control (Willcox RR, 1976), and therefore a STD monitoring and surveillance system should be set up.

1.2. TYPES OF SYSTEMS

The first objective of a surveillance system is to define the size of the problem and its distribution in time, place and person. Three types of data systems can interact for this purpose: (1) clinician notification; (2) laboratory notification and (3) sentinel and ad hoc surveillance.

The second important objective is a management-oriented information system that focuses on the process of control strategies rather than on their impact on disease epidemiology.

The following sections discuss briefly the nature and purpose of information systems for STD.

1.2.1. "CLINICAL" NOTIFICATION

A variety of clinicians see patients suffering from sexually transmitted diseases (specialists in venereology, other specialists, general practitioners, medical assistants, nurses, etc.) and are potential reporters of cases. The precision and detail of the notification is a function of the interest and the sophistication of the clinician. On all levels, however, regular notification will occur only if the system is simple and provides periodic feedback to the clinicians.

Simplified notification systems have been proposed and are used by health care providers in areas without access to complex diagnostic tests (WHO 1985, Meheus et al 1989). Cases notified should be subdivided by sex, by broad age-categories (under 15, 15-19, 20-29, 30 years and over) and by STD syndrome (urethral discharge, vaginal discharge, genital ulcer, etc.). This type of data allows for some estimate of the occurrence of STD in a population, and projection of the medication supplies required for the health services. Such a simplified system can be useful for both assessing STD

trends and for providing information on effectiveness of STD case management, by collecting data on cases referred to a next level of care. The quality of a system in general does not depend on the used technology but is related to the thoroughness with which the required data are obtained, the accessibility of the data, and the usefulness of the information to programme managers.

1.2.2. LABORATORY NOTIFICATION

The laboratory may provide important adjuncts to the reporting system based on the clinicians. The number of positive isolates, positive serological tests and specimens processed is a useful indicator of overall activity and gives some cross-check on official notification.

1.2.3. SENTINEL AND AD HOC SURVEILLANCE

No routine notification system identifies all cases of infection. A method for identifying the notification biases is required in order to extrapolate the results obtained to the entire population. Sentinel surveillance systems and/or ad hoc surveys can be used to identify these biases, supplementing the notifications received.

1.2.3.1. SENTINEL SURVEILLANCE

Sentinel surveillance is the identification of representative health care facilities that perform pre-defined disease tests on their patients and report the results to the control programme. Selection of the sentinel facilities will depend upon the setting but could include:

- random chosen health facilities
- private practitioners
- outpatient departments
- special group clinics (eg students, military, STD clinics if existing).

1.2.3.2. AD HOC SURVEYS

Periodic studies can identify etiological diagnosis among patients with urethral discharge, vaginal discharge or genital ulcer and this information is very useful for standardization of case management.

Epidemiological surveys may be used to identify prevalence and distribution of STD in the population. Such surveys are expensive and are of rather limited use for STD. However, when such surveys are being conducted for other health problems, it is worthwhile to add STD data to the survey. Epidemiological surveys in selected population groups yield useful data on STD prevalence. Groups at different risk for STD that can be considered are:

1. Low risk: blood donors
2. Normal risk: antenatal patients
3. High risk: prostitutes, STD patients.

2. EPIDEMIOLOGY OF STD

2.1. GONORRHOEA AND SYPHILIS

As incidence rates are dependent on the accuracy of reporting, most comprehensive data on incidence are from a few industrialized countries. The incidence figures for developing countries are in general very unreliable, but estimates for large cities in Africa suggest an annual incidence rate for gonorrhoea of 3000 - 10.000 cases per 100.000 inhabitants (Arya Lawson 1977). While in industrialized countries, gonorrhoea morbidity is gradually decreasing, gonorrhoea prevalence in Africa countries remains at a high level. **Table 1** summarizes the prevalence of gonorrhoea in women attending prenatal clinics; gonorrhoea prevalence varied from 0,5 to 15% in those studies and is generally between 5 and 10%, indicating an important risk of postpartum salpingitis and of transmission of the infection to the eyes of the newborn (gonococcal ophthalmia neonatorum).

Reasons for the continued high infection rates are socio-behavioural patterns associated with urban migratory movements, increasing treatment failure rates which often go undetected and the virtual absence of contact tracing. The interpretation of the data on the prevalence of positive serological tests for syphilis given in **table 2** is more difficult, as this may be due to venereal syphilis (infectious or non-infectious), to biological false-positive reactions, or in some areas, to past infection with a non-venereal treponematoses. However, from a study on syphilis in pregnancy in Libreville, Gabon, it was concluded that most of the positive serological tests were due to venereal

Table 1

Prevalence of gonorrhoea in women attending antenatal clinics

Country	Gonorrhoea (%)	Reference
Cameroon	15	Nasah et al 1980
Central African Republic	9,5	Widy Wirsky & D'Costa 1980
Gabon	5,5	Yvert et al 1984
Gambia	6,7	Mabey et al 1984
Ghana	4,4	Bentsi et al 1985
Kenya	6,6	Laga et al 1986
Nigeria	5,2	Okpere et al 1987
South Africa	11,7	Welgemoed et al 1986
Swaziland	3,9	Meheus et al 1980
Tanzania	6	Urassa 1985
Zambia	11,3	Hira 1986

syphilis and that the country was facing a recrudescence of this disease. Of 47 seropositive pregnancies followed up to delivery, one resulted in a syphilitic stillbirth and 11 newborns developed early congenital syphilis. This convincingly demonstrates the presence of early syphilis in pregnant women in Libreville and also the inadequacy of appropriate treatment of infected patients (Mefane & Toung-Mve 1987).

In Zambia, STD are the third most frequent cause for attending health care facilities. In both urban and rural pregnant women, 12,5% were found to have a positive treponemal test for syphilis but less than one-tenth of these women were routinely detected and treated (Hira 1986). Zambia has since implemented a control programme for maternal syphilis which decreased significantly adverse pregnancy outcome due to syphilis.

2.2. CHLAMYDIA TRACHOMATIS INFECTIONS

Until recently the spectrum of STD commonly identified in Africa was limited to the classical "venereal" diseases, including the "tropical STD" typically found under conditions of poverty and poor hygiene, i.e. chancroid, lymphogranuloma venereum, granuloma inguinale (donovanosis). Sexually transmitted pathogens of the second generation have started to be identified in the African region. With the introduction of chlamydial antigen detection tests, which are easier to perform and are less costly than the culture procedure, many studies have been undertaken to investigate the prevalence of genital chlamydia infections and they are summarized in tables 3 and 4.

In general, in African countries, the prevalence of *C. trachomatis* infections in women is similar to the rates in industrialized countries, while infection rates for men with urethritis rates seem to be lower (WHO Working Group 1986). As these agents cause a more indolent infection patients are not motivated to seek treatment, which is an important factor in the rapid spread of chlamydial infection and the development of complications.

The growing recognition of the major role that STD play in reproductive health, pregnancy outcome and perinatal infections has added a new dimension to the STD problem. There is increasing evidence that in Africa *C. trachomatis* and *N. gonorrhoeae* are responsible for a large proportion of salpingitis, puerperal sepsis and infertility in both sexes (Frost et al 1987, Mabey 1985).

Table 2

Prevalence of a positive serological tests for syphilis in women attending antenatal clinics

Country	Positive syphilis serology		Reference
	VDRL/RPR	TPHA/FTA-Abs	
Central African Republic	9,5%	-	Widy Wirski & D'Costa 1980
Ethiopia	17,6%	16,9%*	Perine 1983
Gabon	-	14%	Mefane & Toung-Mve 1987
Gambia	15%	11%	Mabey 1986
Malawi	17,6%	13,7%*	Watson 1985
Mozambique	8,2%	6,3%*	Mabey 1986
Nigeria	0,7%	2,1%	Fakeya et al 1986
Rwanda	4,4%	-	De Clercq 1982
Somalia	3%	3%	Jama et al 1987
South Africa	-	20,8%	Welgemoed et al 1986
Swaziland	10%	33,3%	Meheus et al 1980
Tanzania	19,2%	16,4%*	Cooper-Poole 1986
Zambia	14,4%	12,5%	Ratnam et al 1982
Zimbabwe	0,5%	-	Latif 1981

***TPHA/FTA-Abs performed only if VDRL was positive.**

2.3 CHANCROID

The global incidence of chancroid greatly exceeds that of syphilis (Lancet 1982). The disease is highly endemic in many tropical countries, in particular in South-East Asia and in East and Southern Africa. At the Nairobi Special Treatment Clinic, more than 5000 patients a year are seen with chancroid (D'Costa, 1988).

A resurgence of interest in chancroid has occurred since a selective medium for the isolation of *Haemophilus ducreyi* was developed. This allowed a better identification of patients with the disease and further study of the epidemiology, clinical management and microbiology of the pathogen.

For this purpose an international research team established itself in Nairobi.

Hammond's gonococcal agar further enriched by the addition of 5% fetal calf serum was shown to grow *H. ducreyi* from 61% of males with presumed chancroidal ulcers (Dylewski et al 1986, Lubwama et al 1986).

An enriched Müller-Hinton agar which had shown similar sensitivity in Johannesburg was less efficient when used in Nairobi. However, 11% of Nairobi strains grew only on the enriched Müller-Hinton and these strains continued to grow poorly, if at all, when subcultured on the gonococcal agar medium. These findings were explained by strain-specific variations of nutritional requirements.

The search for the classical "school of fish" grouping of gram-negative rods in the stained smear of exsudate remains a controversial procedure because of its lack of sensitivity and specificity (Lubwama et al 1986, D'Costa et al 1986). Recently, an enzyme immunoassay for detecting serum IgG antibody to *H. ducreyi* was developed using an ultrasonicated whole-cell antigen. The value of this test for diagnostic purposes has still to be assessed, but it could be a valuable tool for epidemiological studies on *H. ducreyi* infection (Museyi et al 1988).

Prostitutes play a very important role in the spread of chancroid (Blackmore et al 1985). In Nairobi, Kenya, prostitutes and casual sex partners accounted for 57% and 36% of sources of chancroid infection respectively (Plummer et al 1983). This study also indicated that women who transmit *H. ducreyi* have clinical chancroid lesions, as all female source contacts of men with chancroid had genital ulcers. Chancroid lesions are also highly infectious

Table 3

Prevalence of *C. trachomatis* infection in women attending antenatal clinics

Country	Culture %	Serology %	Reference
Gabon	8,3	ND	Leclerc et al 1988
Gambia	6,9	ND	Mabey & Whittle 1982
Ghana	7,7	25,3	Bentsi et al 1985
Kenya	29	ND	Laga et al 1986
Nigeria	ND	8,4	Darougar et al 1982
Somalia	18,8	ND	Jama et al 1987 b
South Africa (urban)	12,5	ND	Ballard et al 1986
South Africa (rural)	1,3	ND	Ballard et al 1986

Table 4

Prevalence of *C. trachomatis* infection in different population groups

Population group	Country	Culture %	Sero-logy %	Reference
Men with urethritis	South Africa	19,2	ND	Ballard et al 1986
	Swaziland	3,7	ND	Ballard et al 1986
	Gambia	15,4	ND	Mabey & Whittle 1982
	Gabon	15,7	ND	Leclerc et al 1988
Men treated for gonorrhoea	Central African Republic	5,0	ND	Meheus et al 1984
	Kenya	8,9	78,6	Nsanze et al 1982
Women with vaginal discharge	Gabon	13,6	ND	Leclerc et al 1988
Gynecologic outpatients	Ghana	4,9	ND	Bentsi et al 1985
	Gambia	13,6	ND	Mabey & Whittle 1982
Women at STD Clinics	South Africa	13,3	ND	Ballard et al 1986
Patients with PID	Gabon	10,8	ND	Leclerc et al 1988
Patients at family planning clinics	South Africa	16,1	ND	Ballard et al 1986
Infertile women	Gabon	7,0	ND	Leclerc et al 1986
Prostitutes	Kenya	4,9	ND	Nsanze et al 1982
	Somalia	32,8	ND	Jama et al 1987 b

with 63% of secondary contacts of male chancroid cases being infected with H. ducreyi or showing genital ulcers.

These results, however, should be interpreted with caution because the number of source and secondary contacts was very small (10 female source contacts and 29 female secondary contacts for 300 index cases).

Genital ulcers are prevalent in lower and middle class prostitutes, the figure being 10% in Nairobi, of which 4% were culture-proven chancroid. A further 4% of prostitutes are symptomless genital carriers of H. ducreyi, but their role in transmission is not clear.

The ability to isolate H. ducreyi now permits laboratories to determine the antimicrobial susceptibility pattern of circulating strains. This is an important method of surveillance of the rapidly spreading resistance of H. ducreyi to a wide range of antimicrobials. Pattern of antimicrobial resistance and treatment effectiveness were reviewed (D'Costa et al 1986, Schmid 1986).

Recent studies confirmed a decreasing efficacy of sulphamethoxazole-trimethoprim at a single dose and the high efficacy of a single-dose 500 mg regimen of ciprofloxacin, which could become the first-line treatment (Naamara et al 1987).

Genital ulceration due to any of the three classical aetiological pathogens - H. ducreyi, Treponema Pallidum or Herpes Simplex virus - can be extremely variable in appearance and in the absence of diagnostic tests the clinical diagnosis is unreliable. In Africa, even in areas where syphilis is highly prevalent, most genital ulcers are due to chancroid. In the Gambia, a very similar frequency of aetiologies of genital ulcerations was found as had previously been reported from Swaziland, Nairobi and Johannesburg (Mabey et al 1987). It was also found that 10% of patients with genital ulcers had both chancroid and syphilis; in Nairobi both infections occurred concurrently in 5% of patients with genital ulcers (D'Costa et al 1986). Due to unreliability of clinical diagnosis and the frequent presence of the two agents in the same genital ulcer, it was recommended to combine an appropriate chancroid treatment with benzathine penicillin therapy.

3. COMPLICATIONS OF STD

3.1. COMPLICATIONS IN ADULTS

3.1.1. PELVIC INFLAMMATORY DISEASE (PID)

The frequency of PID in the third world is not very well documented but the yearly incidence in some parts of Africa has been estimated at 360 cases per 100.000 (Muir & Belsey 1980).

In Africa, C. trachomatis and N. gonorrhoeae are the two most isolated pathogens in PID (Adelusi et al 1987, Burchell & Welgemoed 1988).

The relative importance of C. trachomatis as an aetiologic agent was recently confirmed in a study in Gabon where 49% of women with laparoscopically confirmed acute salpingitis had evidence of chlamydial aetiology (Frost et al 1987).

3.1.2. MATERNAL INFECTION

In developing countries post partum endometritis is an important source of maternal morbidity and death.

In Kenya, it was recently shown in a prospective study that the incidence of postpartum upper genital tract infections was 20,3%, the development of which was significantly correlated with gonococcal infection, chlamydial infection, presence of ophthalmia neonatorum, labour lasting for more than 12 hours and area of residence.

Approximately 35% of these upper genital tract infection observed was due to N. gonorrhoeae, C. trachomatis or both agents (Plummer et al 1987).

3.1.3. ECTOPIC PREGNANCY

The risk of ectopic pregnancy increases approximately 7-10 fold after 1 or more episodes of PID (Westrom & Mårdh 1989). Incidence of ectopic pregnancy is higher in African countries than in industrialized countries (Piot & Meheus 1983).

3.1.4. INFERTILITY

3.1.4.1. INFERTILITY IN WOMEN

Incidence of infertility after first, second and third episodes of PID in women has been calculated to be 13, 35 and 75% respectively (Weström & Mårdh, 1989). There is increasing evidence that chlamydial infections play an important role because chlamydial PID is in general less symptomatic than gonococcal but tubal damages caused by chlamydial PID are equal or even larger than those caused by gonococcal PID (Cates W 1984).

In Africa, the prevalence of infertility is remarkable widespread. It occurs in a broad zone of Central Africa including the Central African Republic, South-Western Sudan, North Zaire, Congo, Gabon and Cameroon, called the infertility belt (Frank 1983).

Also the pattern of infertility is different in Africa from the rest of the world. A WHO multicentre study has shown that the rate of bilateral tubal occlusions is 3 times higher in Africa than in Asia or industrialized countries; more than 85% could be attributed to PID. The aetiologic organisms are N. gonorrhoeae and, more and more C. trachomatis (Meheus et al 1986, Cates et al 1985, Mabey et al 1985, Collet et al 1988).

3.1.4.2. INFERTILITY IN MEN

Urethritis in the male can lead to epididymitis, which is commonly bilateral and total azoöpermia by complete obstruction may occur (Bernitsky & Roy 1986). This condition is extremely common in Africa.

In Uganda, 28% of a community sample of men had evidence of chronic epididymitis of which 6% was bilateral, while in Lagos, Nigeria, 40% of the husbands of women attending an infertility clinic were infertile themselves, and most of them gave a history of 2 or more attacks of urethritis which was either untreated or undertreated (Osoba 1984).

3.2 COMPLICATIONS IN CHILDREN.

3.2.1 CONGENITAL SYPHILIS.

With the high rates of seropositivity to a serological test for syphilis in pregnant women, it should come as no surprise that congenital syphilis, which causes fetal and perinatal death of 40% of the infants affected (CDC 1988), is rampant in African countries. Rates are 850/100 000 in Lusaka and 3200/100 000 in Addis Ababa (Hira et al 1982, Perine 1983). In Zambia, 8,6% of the infants less than 3 months admitted to hospital had congenital syphilis, as had 7,5% of neonates admitted to intensive care units (Mabey, 1986).

3.2.1.1 SPONTANEOUS ABORTION AND STILLBIRTH.

The most common outcome of syphilis during pregnancy is probably spontaneous abortions during the second and early third trimester. In Zambia, 19% of miscarriages are attributed to syphilis, while in Ethiopia, pregnant women who were found to be seroreactive to syphilis were five times more likely to have an abortion or stillbirth than women who were seronegative (Ratnam et al 1982, Schulz et al 1986).

A case-control study from Zambia demonstrated a 28-fold increased risk for stillbirths among women with a high-titer RPR card test seroreactivity (Watts et al 1984).

3.2.1.2 PERINATAL, NEONATAL AND INFANT DEATHS.

In Zambia, congenital syphilitic infection is implicated in 20 to 30 percent of the total perinatal mortality which is 50 per 1000 (Hira 1986).

This probably underestimates the problem because postneonatal infant deaths are not included and because many stillborn infants do not have clinical evidence of congenital syphilis.

In Ethiopia, syphilis was the fourth most common cause of perinatal death, accounting for 10% of the approximately 70 perinatal deaths per 1000 births and nearly 5% of all postneonatal deaths (Naeye et al 1977).

3.2.2. CONGENITAL CONJUNCTIVITIS.

This complication which can lead to blindness has virtually disappeared from industrialized countries, mainly due to the introduction of Credé's silver nitrate eye prophylaxis.

Chlamydia trachomatis has replaced N. gonorrhoeae as the most important single aetiology even in developing countries, causing up to 32% of all cases (Laga et al 1986). The transmission rate from an infected mother to the newborn is 30-45% for N. gonorrhoeae and 30% for C. trachomatis (Galega et al 1984, Laga et al 1986).

In some developing countries, Credé's prophylaxis has been abandoned : the consequence has been a considerable increase in the incidence of gonococcal ophthalmia neonatorum up to 5% of births in some settings. Reintroduction of the prophylaxis drastically reduced the incidence by 83% when using silver nitrate and by 93% when using tetracycline ointment (Laga et al 1988) so it is clearly necessary to reintroduce the prophylaxis where it has been revoked and to enforce the practice where it exists.

3.2.3 PREMATURITY, LOW BIRTH WEIGHT, NEONATAL AND INFANT INFECTIONS.

Prematurity is still an important cause of neonatal death, mostly as a consequence of infection. The aetiological link with N. gonorrhoeae and C. trachomatis is suspected but has not been clearly established (Gravett et al 1986, Sweet et al 1987, Berman et al 1987, Harrison et al 1983).

Apart from T. pallidum, other STD pathogens can also cause neonatal and infant infection.

In a study in Kenya, 12% of the infants born to C. trachomatis culture-positive mothers developed pneumonia, while none in a control group of non-exposed did so (Datta et al 1988).

4. ANTIBIOTIC SENSITIVITY OF N. GONORRHOEAE.

Resistance to antimicrobial agents by the gonococcus has been evolving since the availability of sulphonamides (Dunlop EM 1949); and the same pattern has been seen for penicillin. While initially 150.000 units of peni-

cillin cured gonorrhoeae, this dose increased to 4.800.000 units of Procaine Penicillin G plus 1g of Probenicid in the seventies (Meheus 1987).

A similar and genetically linked increase in tetracycline resistance has been observed. In many areas of Africa and Southeast Asia, tetracycline resistance has reached levels associated with unacceptable high treatment failure rates (Meheus et al 1984, Brown et al 1982). Beginning in 1975, the first beta-lactamase producing strains of *N. gonorrhoeae* (PPNG) emerged in the Far East and in West Africa (Meheus 1987); the West African strain spread to West and Central Africa and to Europe while the Asian strain spread to all areas of the world, including West, Central and East Africa (Perine et al 1977). PPNG strains are now distributed worldwide and can be found in any country if laboratory capabilities allow for their identification. The prevalence of PPNG is highest in South East Asia and Sub-Saharan Africa, now ranging from 20 to 80%.

The subject has been reviewed recently (Osoba 1986) and the presence of PPNG strains was confirmed in at least 30 of 45 African countries. Once PPNG strains were introduced in an African country they increased quickly and nearly exponentially and reached levels of 10-30% prevalence in two or three years. In Ibadan, Nigeria, PPNG strains were first detected in 1979 and by 1984, 81% of gonococci were PPNG (Osoba 1986).

Similarly in Nairobi, Kenya, PPNG strains increased from 4% in 1981 to 50% in 1984 (Laga et al 1986).

Whereas outbreaks of PPNG could be contained in most European countries, these strains established themselves quickly and very firmly in African countries, where they are now highly endemic. An explanation for this is the poor effectiveness of gonorrhoea control programmes in sub-Saharan Africa. In particular the abandonment of treatment of gonorrhoeae with penicillin in favour of the more effective antimicrobials such as spectinomycin or the newer cephalosporins has not been implemented. Another factor has probably been that the "Africa" PPNG strains acquired the large 24.5 MDa conjugative plasmid in addition to the small 3.2 MDa plasmid promoting greater stability.

Conclusion

Although the health and economic consequences of STD remain enormous,

particularly in developing countries, many governments and international donor agencies still tended to ignore the real magnitude of the STD problem, until recently.

Unfortunately, a fatal sexually transmitted infection, AIDS, was needed to alert worldwide decision makers and the community alike to the STD problem and to generate resources for the control of these infections. This is particularly true in developing countries because the AIDS epidemic has been increasing more rapidly there than anywhere else and evidence is accumulating that other sexually transmitted diseases, in particular genital ulcers, enhance HIV transmission. For optimal efficiency, AIDS prevention should be closely linked or integrated with comprehensive STD control. Separating AIDS and the other STD in national control programmes creates a false dichotomy which detracts from the commonality of intervention strategies.

REFERENCES

- Adelusi B., Adetoro O., Adewole F., Osoba A.O. 1987 Epidemiology of acute pelvic inflammatory disease in a female population attending an STD clinic in Ibadan. *African Journal of Sexually Transmitted Diseases* 3: 9-11
- Antal G.M., Meheus A., 1988 Sexually transmitted diseases in developing countries. *Current Opinion in Infectious Diseases* 1: 26-32
- Arya O.P., Lawson J.B., 1977 Sexually transmitted diseases in the tropics. Epidemiological, diagnostic, therapeutic and control aspects. *Tropical Doctor* 7: 51-56
- Ballard R.C., Fehler H.G., Piot P., 1986 Chlamydial infection in the eye and genital tract in developing societies. In: Oriol J.D., Ridgway G., Schachter J., Taylor-Robinson D., Ward M. (eds) *Chlamydial infections*. Cambridge University Press, pp 479-486
- Berman S.M., Harrison H.R., Boyce W.T., Haffner W.J., Lewis M., Arthur J.B. 1987 Low birth weight, prematurity and postpartum endometritis. *Journal of the American Medical Association* 257: 1189-1194
- Bentsi C., Klufio C.A., Perine P.L. et al 1985 Genital infections with Chlamydia trachomatis and Neisseria gonorrhoeae in Ghanaian women. *Genitourinary Medicine* 61: 48-50
- Bernitsky L.G., Roy J.B., 1986 Male infertility and genitourinary infections. *Infertility* 9: 129-144
- Blackmore C.A., Limpakamjanarat K., Rigau-Perez J.G., Albritton W.L., Greenwood J.R., 1985 An outbreak of chancroid in Orange County, California: descriptive epidemiology and disease-control measures. *Journal of Infectious Diseases* 151: 840-844
- Brown S., Warnnissorn T., Biddle J., Panikabutra K., Traisupa A., 1982 Antimicrobial resistance of Neisseria gonorrhoeae in Bangkok: is single-drug treatment passé. *Lancet* 2: 1366-1368
- Brown S.T., Zacarias F., Aral S.O., 1985 STD control in less developed countries: the time is now. *International Journal of Epidemiology* 14: 505-509
- Burchell H.J., Welgemoed N.C., 1988 Die mikrobiologiese etiologie van akute bekken - infektiese siekte in Pelonomi-hospitaal, Bloemfontein. *South African Medical Journal* 73: 81-82
- Cates W.Jr., 1984 Sexually transmitted organisms and infertility: the proof of the pudding. *Sexually Transmitted Diseases* 11: 113-116
- Cates W.Jr., Farley T.M., Rowe P.J., 1985 Worldwide patterns of infertility: is Africa different?

Lancet 2: 596-598

Cates W., 1988 The "other STD's: do they really matter? Journal of the American Medical Association 259: 3606-3608

Centers for Disease Control 1988 Guidelines for the prevention and control of congenital syphilis. Morbidity and Mortality Weekly Report 37: S1: 1-13

Collet M., Reniers J., Frost E., et al 1988 Infertility in Central Africa: infection is the cause. International Journal of Gynecology & Obstetrics 26: 423-428

Cooper-Poole B., 1986 Prevalence of syphilis in Mbeya, Tanzania - the validity of the VDRL as a screening test. East African Medical Journal 63: 646-650

Daroug S., Forsey T., Osoba A.O., Dines R.J., Adelusi B., Coker G.O., 1982, Chlamydial genital infection in Ibadan, Nigeria. British Journal of Venereal Diseases 58: 366-369

Datta P., Laga M., Plummer F.A., et al 1988 Infection and disease after perinatal exposure to Chlamydia trachomatis in Nairobi, Kenya. Journal of Infectious Diseases 158: 524-528

D'Costa L., Plummer F.A., Bowmer I., et al 1985 Prostitutes are a major reservoir of sexually transmitted diseases in Nairobi, Kenya. Sexually Transmitted Diseases 12: 64-67

D'Costa L. J., Bowmer I., Nsanze H. et al 1986 Advances in the diagnosis and management of chancroid. Sexually transmitted diseases 13 (Supl.) 189-191

D'Costa L.J., 1988 Personal communication

De Clercq A., 1982 Problèmes en obstétrique et gynécologie In: Meheus A., Butera A., Eysenbosch W., Gatera G., Kivits M., Musafili I., (eds) Santé et maladies en Rwanda AGCD, Bruxelles, pp. 627-656

Dunlop E.M., 1949 Gonorrhoea and the sulphonamides. British Journal of Venereal Diseases 25: 81-83

Dylewski J., Nsanze H., Maitha G., Ronald A., 1986 Laboratory diagnosis of Haemophilus ducreyi: sensitivity of culture media. Diagnostic Microbiology in Infectious Diseases 4: 241-245

Fakeya R., Onile B., Odugbemi T., 1986 Antitreponemal antibodies among antenatal patients at the University of Ilorin Teaching Hospital. African Journal of Sexually Transmitted Diseases 1: 9- 10

Frank O., 1983 Infertility in sub-Saharan Africa: estimates and implications. Population and Development Review 9: 137-144

Frost E., Collet M., Reniers J., Leclerc A., Ivanoff B., Meheus A., 1987 Importance of chlamydial antibodies in acute salpingitis in Central Africa. *Genitourinary Medicine* 63: 176-178

Galega F.P., Heymann D.L., Nasah B.T., 1984 Gonococcal ophthalmia neonatorum: the case for prophylaxis in tropical Africa. *Bulletin of the World Health Organization* 62: 95-98

Gravett M.G., Nelson H.P., De Rouen T., Critchlow C., Eschenbach D.A., Holmes K.K., 1986 Independent association of bacterial vaginosis and *Chlamydia trachomatis* infection with adverse pregnancy outcome. *Journal of the American Medical Association* 256: 1899-1903

Harrison H.R., Alexander E.R., Weinstein L., Lewis M., Nash M., Sim D.A., 1983 Cervical *chlamydia trachomatis* and mycoplasmal infections in pregnancy. *Journal of the American Medical Association* 250: 1721-1727

Hira S.K., Bhat C.J., Ratnam A.V., Chintu C., Mulenga R.C., 1982 Congenital syphilis in Lusaka - II. Incidence at birth and potential risk among hospital deliveries. *East African Medical Journal* 59: 306-310

Hira S.K., 1986 Sexually transmitted diseases - a menace to mothers and children. *World Health Forum* 7: 243-247

Hira S.K., Bhat G.J., Ratnam A.V., Chintu C., 1987 Maternal and congenital syphilis in Zambia - some epidemiological aspects. *African Journal of Sexually Transmitted Diseases* 3: 3-6

Jama H., Hederstedt B., Osman S., Omar K., Isse A., Bygdeman S., 1987 a Syphilis in women of reproductive age in Mogadishu, Somalia: serological survey. *Genitourinary Medicine* 63: 326-328

Jama H., Ismail S.O., Isse K., Omar K., Lidbrink P., Bygdeman S., 1987 b Genital *Chlamydia trachomatis* infection in pregnant women and female prostitutes in Mogadishu, Somalia. *African Journal of Sexually Transmitted Diseases* 2: 17-25

Kesteleyn P., Bogaerts J., Meheus A., 1987 Gonorrheal keratoconjunctivitis in African adults. *Sexually Transmitted Diseases* 14: 191-194

Kreiss J., Caraël M., Meheus A., 1988 Role of Sexually transmitted diseases in transmitting human immunodeficiency virus (Editorial). *Genitourinary Medicine* 64: 1-2

Laga M., Plummer F.A., Nzanse H. et al 1986 Epidemiology of ophthalmia neonatorum in Kenya. *Lancet* 2: 1145-1148

Laga M., Plummer F.A., Piot P., et al 1988 Prophylaxis of gonococcal and chlamydial ophthalmia neonatorum. *New England Journal of Medicine*, 318: 653-657

Lancet Editorial 1982 Chancroid 2: 747-748

Latif A.S., 1981 Sexually transmitted diseases in clinic patients in Salisbury, Zimbabwe. British Journal of Venereal Diseases, 57: 181-183

Leclerc A., Frost A., Collet M., Goeman J., Bedjabaga L., 1988 Urogenital chlamydia trachomatis in Gabon: an unrecognised epidemic. Genitourinary Medicine 64: 308-311

Lubwama S.W., Plummer F.A., Ndinya-Achola J., Nsanze H., Naamara W., 1986 Isolation and identification of Haemophilus ducreyi in a clinical laboratory. Journal of Medical Microbiology 22: 175-178

Mabey D.C.W., Whittle H.C., 1982 Genital and neonatal chlamydial infection in a trachoma endemic area. Lancet 2: 300-301

Mabey D.C.W., Lloyd-Evans N.E., Conteh S., Forsey T., 1984 Sexually transmitted diseases among randomly selected attenders at antenatal clinic in the Gambia. British Journal of Venereal Diseases 60: 331-336

Mabey D.C.W., Ogbaselassie G., Robertson J.N., Heckels J.E., Ward M.E., 1985 Chlamydial and gonococcal serology in women with tubal occlusion compared with pregnant controls. Bulletin of the World Health Organization 63: 1107-1113

Mabey D.C.W., 1986 Syphilis in Subsaharan Africa. African Journal of Sexually Transmitted Diseases 2: 61-64

Mabey D.C.W., Wall R.A., Bello C.S., 1987 Aetiology of genital ulceration in the Gambia. Genitourinary Medicine 63: 312-315

Mefane C., Toung-Mve M., 1987 Syphilis chez la femme enceinte à Libreville (Gabon). Bulletin de la Société de Pathologie Exotique 80: 162-170

Meheus A., Friedman F., Van Dyck E., Guyver T., 1980 Genital infections in prenatal and family planning attendants in Swaziland. East African Medical Journal 57: 212-217

Meheus A., Widy-Wirski R., D'Costa J., Van Dyck E., Delgadillo R., Piot P., 1984 Treatment of gonorrhoea in males in the Central African Republic with spectinomycin and procaine penicillin. Bulletin of the World Health Organization 62: 89-94

Meheus A., Reniers J., Collet M., 1986 Determinants of infertility in Africa. African Journal of Sexually Transmitted Diseases 2: 31-35

Meheus A., 1987 Gonorrhoea in Osoba A.O. (ed) Ballière's Clinical Tropical Medicine and Communicable Diseases 2: 17-31

Meheus A., Schulz K.F., Cates W.Jr., 1989 Development of prevention and control programs for sexually transmitted diseases in developing countries. In: Holmes K.K. et al (eds) Sexually transmitted diseases, Second Edition. New-York, McGraw-Hill

Muir D.G., Belsey M.A., 1980 Pelvic inflammatory disease and its consequences in the developing world. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 138: 913-928

Museyi K., Van Dyck E., Vervoort T., Taylor D., Hoge C., Piot P., 1988 Use of an enzyme immunoassay to detect serum IgG antibodies to Haemophilus ducreyi. *Journal of Infectious Diseases* 157: 1039- 1043

Naamara W., Plummer F.A., Greenblatt R.M., D'Costa L.J., Ndinya- Achola J.O., Ronald A.R., 1987 Treatment of chancroid with ciprofloxacin: a prospective, randomized clinical trial. *American Journal of Medicine* 82 (Suppl. 4A): 317-320

Naeye M., Tafari N., Marboe C., Judge D.M. 1977 Causes of perinatal mortality in an African city. *Bulletin of the World Health Organization* 55: 63-65

Nasah B.T., Nguematcha R., Eyong M., Godwin S., 1980 Gonorrhea, trichomonas and candida among gravid and nongravid women in Cameroon. *International Journal of Gynecology & Obstetrics* 14: 48-52

Nsanze H., Waigwa S.R., Mirza N., Plummer F., Roelants P., Piot P., 1982 Chlamydial infections in selected populations in Kenya. In: Mardh P.A., Holmes K.K., Oriel J.D., Piot P., Schachter J. (eds) Chlamydial infections. Elsevier, Amsterdam, pp 421-424.

Okpere E.E., Obaseiki-Ebor E.E., Oyaide S.M. 1987 Type of intrauterine contraceptive device (IUCD) used and the incidence of asymptomatic Neisseria gonorrhoeae. *African Journal of Sexually Transmitted Diseases* 3: 7-8

Osoba A.O., 1981 Sexually transmitted diseases in tropical Africa. *British Journal of Venereal Diseases* 57: 89-94

Osoba A.O., 1984 A review of sexually transmitted diseases and male infertility in Sub-Saharan Africa. *African Journal of Sexually Transmitted Diseases* 1: 67-70

Osoba A.O., 1986 Overview of Penicillinase producing Neisseria gonorrhoeae in Africa. *African Journal of Sexually Transmitted Diseases* 2: 51-64

Pepin J., Plummer F.A., Brunham R.C., Piot P., Cameron D.W., Ronald A.R., 1989 Editorial review. The interaction of HIV infection and other sexually transmitted diseases: an opportunity for intervention. *AIDS* 3: 3-9

Perine P.L., Thomsberry C., Schalla W., et al 1977 Evidence of two distinct types of penicillinase-producing Neisseria gonorrhoeae. *Lancet* 2: 993-995

Perine P.L., Morton R.S., Piot P., Siegel M.S., Antal G.M. 1979 Epidemiology and treatment of penicillinase-producing Neisseria gonorrhoeae. Sexually Transmitted Diseases 6 (supplement): 152- 158

Perine P.L. 1983 Congenital syphilis in Ethiopia. Medical Journal of Zambia 17: 12-14

Piot P., Meheus A., 1983 Epidémiologie des maladies sexuellement transmissibles dans les pays en développement. Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale 63: 87-110

Piot P., Plummer F.A., Mhalu F.S., Lambouray J.L., Chin J., Mann J., 1988 AIDS: an international perspective. Science 239: 573-579

Piot P., Laga M., 1989 Genital ulcers, other sexually transmitted diseases and the sexual transmission of HIV. British Medical Journal 298: 623-624

Plummer F.A., D'Costa L.J., Nsanze H., Dylewski J., Karasira P., Ronald A.R., 1983 Epidemiology of chancroid and Haemophilus ducreyi in Nairobi, Kenya. Lancet 2: 1293-1295

Plummer F.A., Laga M., Brunham R.C., et al 1987 Postpartum upper genital tract infections in Nairobi, Kenya: epidemiology, etiology and risk factors. Journal of Infectious Diseases 156: 92-98

Quinn T.C., Mann J.M., Curran J.W., Piot P., 1986 AIDS in Africa: an epidemiologic paradigm. Science 234: 955-963

Ratnam A.V., Din S.N., Hira S.K., et al 1982 Syphilis in pregnant women in Zambia. British Journal of Venereal Diseases 58: 355-358

Rotowa N.A., Ajayi I.O., Osoba A.O., 1986 Casual contacts of the infective type - an infective pool of gonorrhoea in a developing country. African Journal of Sexually Transmitted Diseases 2: 16- 18

Schmid G.P., 1986 The treatment of chancroid. Journal of the American Medical Association 255: 1757-1762

Schmid G.P., Sanders L.L., Blount J.H. et al 1987 Chancroid in the United States. Journal of the American Medical Association 258: 3265-3268

Schulz K.F., Cates W., O'Mara P., 1986 A synopsis of the problems in Africa of syphilis and gonorrhoeae during pregnancy. African Journal of Sexually Transmitted Diseases 2: 56-60

Schulz K.F., Cates W.Jr., O'Mara P., 1987 Pregnancy loss, infant death and suffering: the legacy of syphilis and gonorrhoea in Africa. Genitourinary Medicine 63: 320-325

Sweet R.L., Landers D.V., Walker C., Schachter J., 1987 Chlamydial trachomatis infection

and pregnancy outcome. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 156: 824-833

Urassa E.J.N., 1985 Some aspects of sexually transmitted diseases in obstetrics and gynaecology. Proceedings of the symposium on sexually transmitted diseases. Dar Es Salaam pp 23-28

Watson P.A., 1985 The use of screening tests for sexually transmitted diseases in a third world country. *European Journal of Sexually Transmitted Diseases* 2: 63-65

Watts T.E., Larsen S.A., Brown S.T., 1984 A case-control study of stillbirths at a teaching hospital in Zambia 1979-1980. Serological investigations for selected infectious agents. *Bulletins of the World Health Organization* 62: 803-808

Welgemoed N.C., Mahaffey A., Van den Ende J., 1986 Prevalence of *Neisseria gonorrhoeae* infection in patients attending an antenatal clinic. *South African Medical Journal* 69: 32-34

Weström L., Mårdh P.A., 1989. Acute pelvic inflammatory disease. In Holmes K.K., et al (eds) *Sexually Transmitted Diseases*, Second Edition, New York, McGraw-Hill 593-613

Widy-Wirski R., D'Costa L.J., 1980 Prévalence des maladies transmises par voie sexuelle dans la population des femmes enceintes en milieu urbain en Centrafrique: In *Rapport final, 13ème Conférence technique OCEAC*, Yaoundé, pp 655-660

Willcox R.R., 1976 VD education in developing countries. *British Journal of Venereal Diseases* 52: 88-93

World Health Organization 1985 Simplified approaches for STD control at the primary health care level. WHO/VDT/85.437, Geneva

World Health Organization Working Group 1986 Extra-ocular chlamydial infection. *Bulletin of the World Health Organization* 64: 481-492

World Health Organization 1989 Consensus statement from consultation on sexually transmitted diseases as a risk factor for HIV transmission. WHO/GPA/INF/89.1, Geneva

Yvert F., Riou F.Y., Frost E., Yvanoff B., 1984 Les infections gonococciques au Gabon, Haut Oguoué. *Pathologie Biologie* 32: 80-84