

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).

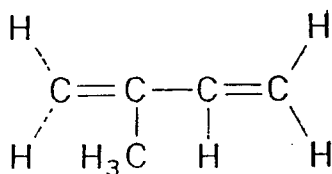
2.2. Samenstelling van E. tirucalli-latex

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,

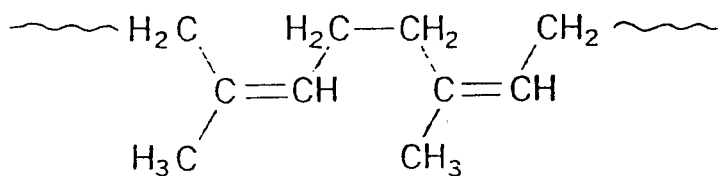
Tabel 1

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 rekkracht 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 (hoomvlies) 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 kerosen 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.

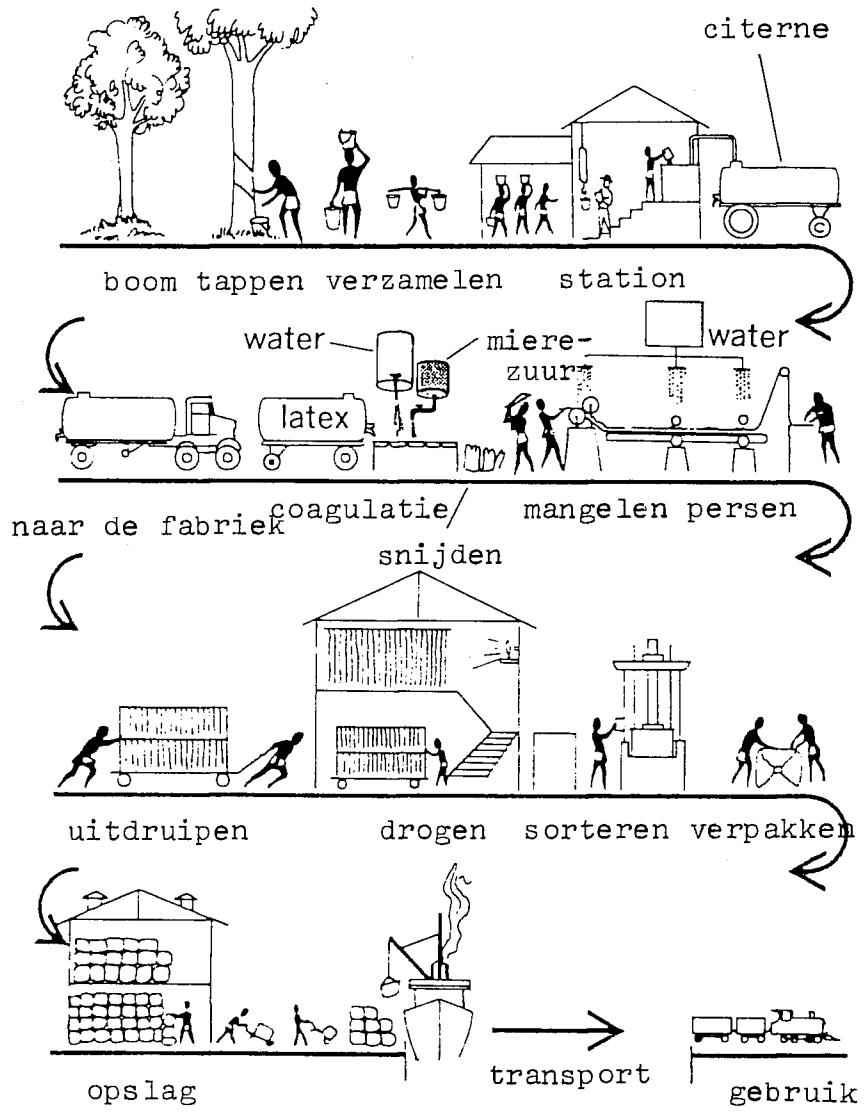
In de jaren 1900-1930 heeft men ook pogingen ondernomen om rubber te winnen uit E. dregeana, E. grandidens en E. tetragona. De eerste is een struik, de twee andere zijn bomen. In Johannesburg heeft er een tijd lang een "South African Rubber Concessions Ltd." bestaan die de exploitatie van E. dregeana 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 (Burtt- 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 eindprodukt

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 rubberproductie. 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 rubberproductie 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 rubberproductie. In die streek was de gedroogde latex bekend als Cassoneira en Almeidina. 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 productie 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 -productie 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 gevormd 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 aler 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 & BreyerBrandwijk,, 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. lathyris* (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 alkaloïden 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
cycloeuphornol	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

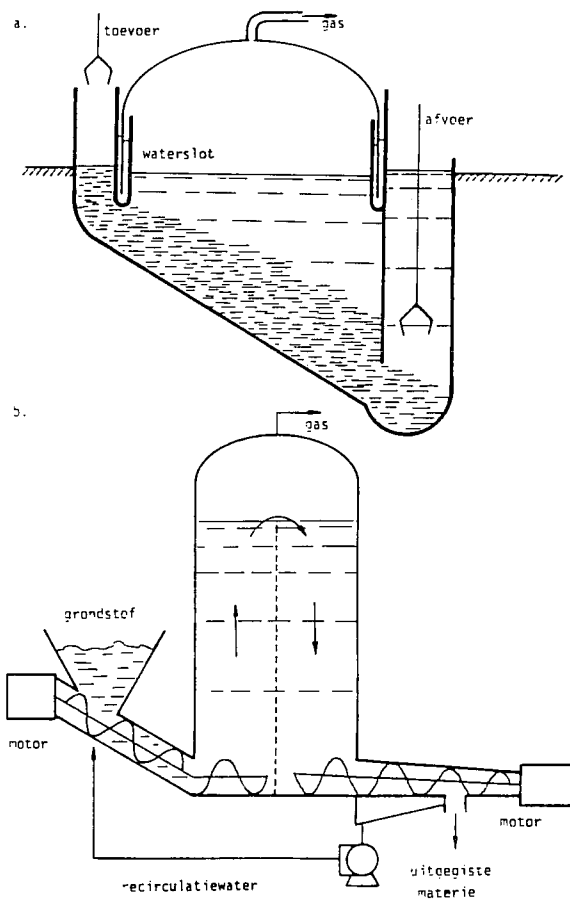
Biogaswinning of de microbiële omzetting van organisch materiaal tot biogas (een mengsel van gassen met als voornaamste energieleverende component, methaan) vertrekkende uit E. tirucalli lijkt een mooi alternatief voor de duurdere synthetische brandstofwinning uitgaande van de koolwaterstoffen uit de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

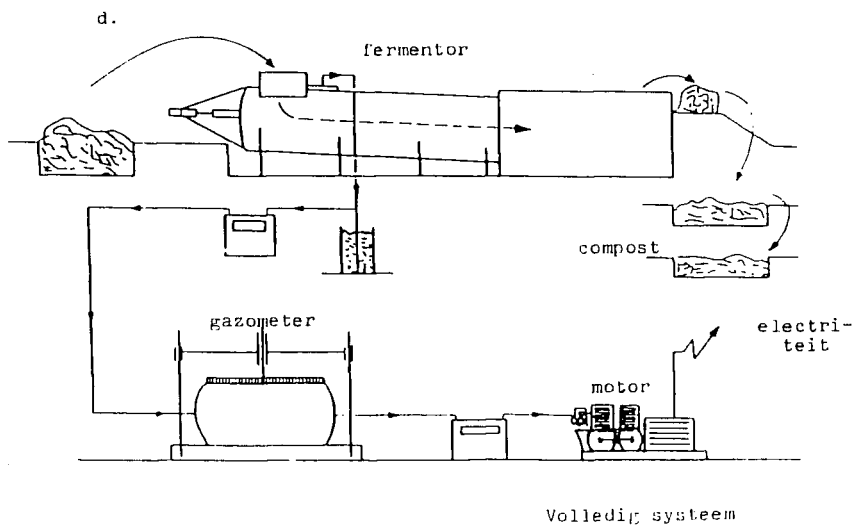
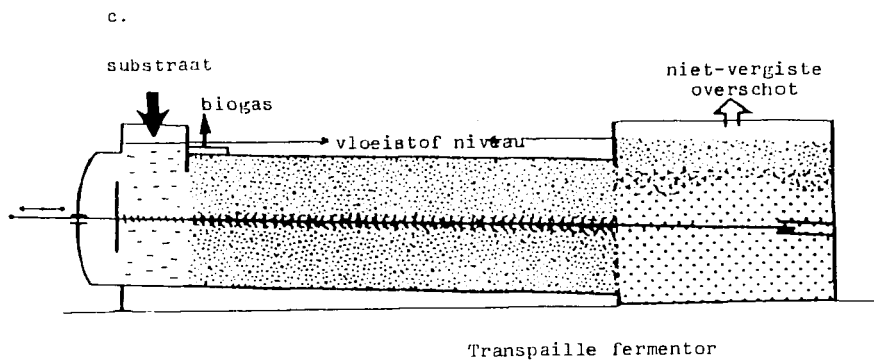
E. tirucalli voldoet vrij goed aan de definitie van een energiegewas zoals gegeven door Verstraete et al. (1981). Het is inderdaad "een plantaardig produkt met hoge produktiviteit dat op grote schaal (kan) verbouwd worden met als specifiek doel de totale oogstbare massa rechtstreeks of via transformatieprocessen 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 productie van 500 ton vers plantenmateriaal/ha (wat overeenkomt met 137 kg droge stof per dag), een dagelijkse productie 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 rubberproductie (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. tirucalli 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 Ophthalmology, 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 Milchsaft 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 specificeren).

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). Wissenswertes 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.
- Slesser, M., Lewis, C.W. & Hounam, I. (1981). Biomass utilization for third world rural development. In: Emejuaiwe, 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 ontwikkelings samenwerking (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 Euphorbieae of Southern Africa, 101 - 106.