

โครงการไบโอดีเซลจากสบู่ดำ

นาวาเอก ดร.วิทวัส ณ นคร

รองผู้บัญชาการ โรงเรียนชั้นต้นพรหมภักดิน กองทัพเรือ

บทคัดย่อ

วิกฤติจากสภาวะโลกร้อน เป็นเรื่องที่ถูกฝ่ายให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก กองทัพเรือเป็นหน่วยงานที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกับยานพาหนะชนิดต่าง ๆ เช่น เรือ เครื่องบิน และรถยนต์ เป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก ทั้งยังสูญเสียงบประมาณเป็นค่าเชื้อเพลิงอีกเป็นจำนวนมาก จึงได้ทำการศึกษาวิจัยไบโอดีเซลจากสบู่ดำ ร่วมกับคณะวิจัยของวัดพัคฆาราม จ.สุพรรณบุรี โดยได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ ปลูกดันสบู่ดำ ผลิตน้ำมัน ไบโอดีเซลจากสบู่ดำ ทดลองกับเครื่องดีเซล ปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจสามารถนำไปใช้กับยานพาหนะต่าง ๆ ของกองทัพเรือ เป็นโอกาสลดสภาวะโลกร้อน และประหยัดค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นอย่างดี



บทนำ

ปัจจุบันวิกฤติจากสภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาที่ทุกฝ่ายให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก (1) นักวิทยาศาสตร์จากหลายสถาบันได้คิดหาทางแก้ไขและป้องกันวิกฤติการณ์นี้ (2) – (6)

กองทัพเรือเป็นหน่วยงานที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ กับยานพาหนะทุกประเภท เช่น เรือ เครื่องบิน รถยนต์ เป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก เช่น CO2 ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน ทั้งยังสูญเสียงบประมาณเป็นค่าเชื้อเพลิงเหล่านี้ก็เป็นจำนวนมาก

สบู่ดำเป็นพืชพลังงานชนิดหนึ่ง ซึ่งปลูกได้ดีตามพื้นที่ต่าง ๆ ในทุกภาคของประเทศไทย เมล็ดสบู่ดำสามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล เพื่อใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้เป็นอย่างดี อีกทั้งส่วนต่าง ๆ ของพืชสบู่ดำ เช่น ใบ ลำต้น ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยารักษาโรค เครื่องสำอาง เป็นต้น

กองทัพเรือจึงได้แต่งตั้งคณะวิจัยทำการศึกษาวิจัยไบโอดีเซลจากสบู่ดำ ร่วมกับคณะวิจัยของ วัดพยุหคณาราม ต.ศรีประจันต์ อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ ปลูกต้นสบู่ดำพันธ์ต่าง ๆ ผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากสบู่ดำ ทดลองใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลชนิดต่าง ๆ ของกองทัพเรือ



ผลการดำเนินการที่ผ่านมา

1. คัดเลือกตัดต่อพันธุกรรม สายพันธุ์ที่มีความต้านทาน โรคพืชสูง ผสมกับพันธุ์พื้นเมืองของ จ. สุพรรณบุรี



2. ปลูกลงต้นสบู่ดำได้ผลผลิตเร็วและมีเมล็ดใหญ่ ปริมาณมาก ถ้าใช้เมล็ดปลูกจะได้ผลผลิตภายในระยะเวลา 8 เดือน ถ้าใช้กิ่งหรือติดตา จะให้ผลผลิตภายในระยะเวลา 3 เดือนครึ่ง



3. เก็บผลผลิต (เมล็ด) ได้อย่างต่อเนื่อง เดือนละประมาณ 2 ครั้ง จะได้ผลผลิต (เมล็ด) ไม่ต่ำกว่า 4,000 กก. เมล็ด/ไร่



4. ผลิตน้ำมันสบู่ดำได้ในอัตราส่วน 3 กก.เมล็ด/ลิตร



5. ทดสอบคุณสมบัติทางการกลและทางเคมี ที่กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน



6. ทดลองใช้เครื่องยนต์ดีเซล ได้ผลดี ใช้งานได้ ผลเป็นที่น่าพอใจ



ประยุกต์ใช้น้ำมันไบโอดีเซล B100 จากสบู่ดำ

1. ระบบพลังงานทดแทนกับหน่วยของกองทัพเรือที่อยู่ห่างไกล เช่น สถานีเรดาร์ที่เกาะลิบเป๊ะ โดยใช้ระบบพลังงานร่วมระหว่างกังหันลม เซลพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซล B100 จากสบู่ดำ
2. ออกแบบเรือขับเครื่องด้วยพลังงานไฟฟ้าจากน้ำมันไบโอดีเซล สบู่ดำ B100 ตามพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 5 ธ.ค.50 ที่มีพระราชประสงค์จะเสด็จลงเรือที่ใช้น้ำมัน ไบโอดีเซล B100

สารานุกรม

- (1) Bradley, Ray, “ An Update on Global Warming,” Climate System Research Center, University of Massochusetts, U.S.A.
- (2) Sawa, Takamitsu, “ Strategies to Prevent Global Warming after the Effectuation of the Kyoto Protocol, “Zustitute of Economic Research, Kyoto University, Japan.
- (3) Buchdhl, Joe “Global Warming,” Atmosphere, Climate and Enirronment Information Program, Manchester Metropolitam Universiter, U.K.
- (4) Hansen, Jim, “Global Warming,” National Academy of Science, U.S.A.
- (5) Shellenberger, Michael, “The Death of Enerronmentalism,” Global Warming Politics in a Post – Enerronmental Work.
- (6) Grssn, Kesten C., “Global Warming,” Energy and Environment Vol. 18 No. 7 + 8, 2007.
- (7) “หนังสือการผลิตสบู่ดำ”, กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์
- (8) “การประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติ ครั้งที่ ๑” สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน 29 – 30 พ.ค.2550

Bibliography

- Abdu-Aguye, I., A. Sannusi, R.A. Alafiya-Tayo and S.R. Bhusnurmath. 1986. Acute toxicity studies with *Jatropha curcas*. *Human Toxicol.* 5(4):269-274.
- Adam, S.E.I. and M. Magzoub. 1975. Toxicity of *Jatropha curcas* for goats. *Toxicology* 4:347-354.
- Adolf, W., H.J. Opferkuch and E. Hecker. 1984. Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species. *Phytochemistry* 23(1):129-132.
- Agaceta, L.M., P.U. Dumag, J.A. Atolos and F.C. Bandiola. 1981. Studies on the control of snail vectors of fascioliasis. Molluscicidal activity of some indigenous plants. National Science Development Board (NSDB). *Technol. J. (Philippines)* 6(2):30-34.
- Ahmed, O.M.M. and S.E.I. Adam. 1979. Effects of *Jatropha curcas* on calves. *Vet. Pathol.* 16:476-482.
- Andrade, F.J.L. 1978. Estudo prévio de industrialização da purgueira (*Jatropha curcas* L.) em Cabo Verde. Diploma thesis. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- Anon. 1993. Diesel fuel substitute for all diesel engines made from vegetable oil. Schur-Process, Bad Urach, Germany (unpublished).
- Aponte, C. Hernández. 1978. Estudio de *Jatropha curcas* L. como recurso biotico. Diploma thesis. University Veracruz, Xalapa-Enríquez, Veracruz, Mexico.
- Avila, J. Goulart de. 1949. Breves instruções para a cultura da purgueira. Colonia de Cabo Verde. Repartição Técnica dos Serviços Agrícolas, Florestais e Pecuários. Imprensa Nacional de Cabo Verde, Praia.
- Banerji, R., A.R. Chowshury, G. Misra, G. Sudarsanam, S.C. Verma and G.S. Srivastava. 1985. *Jatropha* seed oils for energy. *Biomass* 8:277-282.
- Banzhaf, J. 1988. Auswirkungen von Windschutzstreifen aus Brachlandvegetation auf Wachstum und Ertragsbildung von Perlhirse (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) und Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) im südlichen Sahel Westafrikas. Ph.D. Dissertation. University Hohenheim, Stuttgart.
- Ben Salem, B. and C. Palmberg. 1985. Place and role of trees and shrubs in dry areas. Pp. 93-102 in *Plants for Arid Lands: Proceedings of the Kew International Conference on Economic Plants for Arid Lands*, Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, England, 23-27 July 1984 (G.E. Wickens, J.R. Goodin and D.V. Field, eds.). George Allen & Unwin, London.
- Buchanan, R.A., I.M. Cull, F.H. Otey and C.R. Russell. 1978. Hydrocarbon- and rubberproducing crops. Evaluation of U.S. plant species. *Econ. Bot.* 32:131-145, 146-153.
- Budowski, G. 1987. Living fences in tropical America, a widespread agroforestry practice. Pp. 169-178 in *Agroforestry Realities, Possibilities and Potentials* (H.L. Gholz, ed.). Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- Burkill, I.H. 1966. A dictionary of the economic products of the Malay peninsula. Vol. II. Ministry of Agriculture, Kuala Lumpur.
- Burley, J. and P.J. Wood. 1976. A manual on species and provenance research with particular reference to the Tropics. *Tropical Forestry Papers* No. 10. Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford.
- Cabral, A. Lemos de. 1964. Utilização do óleo de Purgueira como combustível (Nota preliminar). Missao de Estudos Agronómicos do Ultramar (Junta de Investigação do Ultramar). Comunicação n.º 46.
- Carr M.E., B.S. Philipps and M.O. Bagby. 1985. Xerophytic species evaluated for renewable energy resources. *Econ. Bot.* 39(4):505-513.
- Chelmicki, J.C.C. de and F.A. de Varnhagen. 1841. *Corografia Cabo-Verdiana ou Descrição Geographico-Historica da Provincia das Ilhas de Cabo-Verde e Guiné*. Tomo II. Typ. de L.C. da Cunha, Lisbon.
- Chen, M. J., L. L. Hou, and G. W. Zhang. 1988. The diterpenoids from *Jatropha curcas* L. *Acta Bot. Sin.* 30(3):308-311.
- Co, L.L. and Y.B. Taguba. 1984. Common medicinal plants of the Cordillera Region (Northern Luzon, Philippines). *Community Health Education, Services and Training in the Cordillera Region (CHESTCORE)*, Baguio City, Philippines.
- Correll, D.S. and H.B. Correll. 1982. *Flora of the Bahama Archipelago*. J. Cramer, Vaduz.
- Cossel, J.D. von, H.J. Lehmann and H.R. Schütz. 1982. Seifenherstellung auf der Basis von Purgueira-Öl. Integrierte Entwicklungsmaßnahmen für die Inseln Fogo und Brava/Kap Verde. Consultant's report prepared for GTZ, Germany.

- Crothers, M. 1994. Physic nut (*Jatropha curcas* L.). Agnote no. 583. Northern Territory Department of Primary Industry and Fisheries (Australia).
- Davis, J.B., D.E. Kay and V. Clark. 1983. Plants tolerant of arid, or semi-arid, conditions with non-food constituents of potential use. Report of the Tropical Products Institute, London, G 150.
- Dehgan, B. 1984. Phylogenetic significance of interspecific hybridization in *Jatropha* (Euphorbiaceae). *Syst. Bot.* 9(4):467-478.
- Dehgan, B. and B. Schutzman. 1994. Contributions toward a monograph of neotropical *Jatropha*: phenetic and phylogenetic analyses. *Ann. Miss. Botanic Garden* 81:349-367.
- Dehgan, B. and G.L. Webster. 1979. Morphology and infrageneric relationships of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae). University of California Publications in Botany, Vol. 74.
- Delgado Montoya, J.L. and E. Parado Tejada. 1989. Potential multipurpose agroforestry crops identified for the Mexican Tropics. Pp. 166-173 in *New Crops for Food and Industry* (G.E. Wickens, N. Haq and P. Day, eds.). Chapman and Hall, London.
- Demant, A. and M. Gajo. 1992. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Förderung des Erosionsschutzes durch Produktion und Nutzung von Purgieröl als Kraftstoff im Sahel am Beispiel von Mali. Study prepared by Environmental Concept, Berlin for Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn.
- Diallo, N. 1994. Trees and hedges in the agricultural systems in Faranah prefecture. *Flamboyant* 31:24-29.
- Droit, S. 1932. Recherches sur la graine et l'huile de Purgère ou Pignon d'Inde (*Jatropha curcas* L.). Dissertation. Université de Paris, Faculté de Pharmacie, Paris.
- Duke, J.A. 1985. *CRC Handbook of Medicinal Herbs*. CRC Press Inc., Boca Raton, FL.
- Elisabetsky, E. and A. Gely. 1987. Plantas medicinales utilizadas en Amazonia como fondo potencial de nuevos agentes terapéuticos en los casos de alergia, trombosis e inflamación. *J. Agric. Tradit. Bot. Appl.* 34:143-151.
- El-Badwi, S.M.A., S.E.I. Adam and H.J. Hapke. 1995. Comparative toxicity of *Ricinus communis* and *Jatropha curcas* in Brown Hiss chicks. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* 102(2):75-77.
- Ellis, R.H., T.D. Hong and E.H. Roberts. 1985. *Handbooks for Genebanks No. 3. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Vol. II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Empereire, L. and F. Pinton. 1986. Dona Flora et les cajous. Deux systèmes agricoles au sudest du Piauí (Brésil). *J. Agric. Tradit. Bot. Appl.* 33:193-212.
- Esteves, A. Baiao. 1960. Anteprojecto de uma instalação de extração de óleo de purgueira em Cabo Verde. *Missao de Estudos Agronómicos do Ultramar*, no. 6.
- FAKT. 1992. Testing the aptitude of an oil expeller for processing of physic nut. Short study for GTZ. Fördergesellschaft für angepaßte Technologien in der Dritten Welt mbH (Association for Appropriate Technologies in the Third World), Furtwangen.
- FAKT. no date. Upgrading of the screw expeller for village scale oil processing. Project description. Fördergesellschaft für angepaßte Technologien in der Dritten Welt mbH (Association for Appropriate Technologies in the Third World), Furtwangen.
- Felke, J. 1913. Über die Giftstoffe der Samen von *Jatropha curcas*. *Landw. Vers. Stat.* 82:427-467.
- Felske, W. 1991. Untersuchungen zur Nutzung der Purgiernuß im "alley cropping" System. Diploma thesis. University Hohenheim, Stuttgart.
- Ferrao, J.E.M. and A.M.B.C. Ferrao. 1981. Purgueira de Cabo Verde composição da semente. Algumas características da gordura. *Rev. Port. Bioquim.* 4:17-24.
- Ferrao, J.E.M. and A.M.B.C. Ferrao. 1984. Contribuição para o estudo da semente de Purgueira (*Jatropha curcas* L.) de S. Tomé e Príncipe. 1AS. *Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa (Lisboa)*, Tema 1, Comunicação 36.
- Ferrao, J.E.M., A.M.B.C. Ferrao and M.T.S. Patricio. 1982. Purgueira da Ilha do Fogo. Composição da semente, algumas características da gordura. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Secção de Agronomia Tropical. *Estudos No. 14*.
- Fleuret, A. 1980. Nonfood uses of plants in Usambara. *Econ. Bot.* 34(4):320-333.
- Fojas, F.R., L.L. Garcia, E.L. Venzon, F.M. Sison, B.A. Villanueva, A.J. Fojas and I. Llave. 1986. Pharmacological studies on *Jatropha curcas* as a possible source of anti-arrhythmic (beta-blocker) agent. *Philipp. J. Sci.* 115(4):317-328.
- Freitas, A.S. Barjona de. 1906. A Purgueira e o seu óleo. Dissertation. Instituto de Agronomia e Veterinaria, Lisboa.
- Garcia, R.P. and P. Lawas. 1990. Note: Potential plant extracts for the control of *Azolla* fungal pathogens. *Philipp. Agric.* 73(3/4):343-348.

- Goonasekera, M.M., V.K. Gunawardana, K. Jayasena, S.G. Mohammed and S. Balasubramanian. 1995. Pregnancy terminating effects of *Jatropha curcas* in rats. *J. Ethnopharmacol.* 47(3):117-123.
- Goor, A.Y. and C.W. Barney. 1968. *Forest Tree Planting in Arid Zones*. Second edition. The Ronald Press Company, New York.
- Grainge, M. and S. Ahmed. 1988. *Handbook of Plants with Pest-control Properties*. John Wiley & Sons, New York.
- Griffiths, G., A. Leith and M. Green, M. 1987. Proteins that play Jekyll and Hyde. *New Scientist* 16 July 1987:59-61.
- Grillo, F. Monteiro. 1951. Notas sobre a economia de Cabo Verde. *Culturas industriais*. Cabo Verde - Bol. de Propaganda e Informação 3(27):2-4.
- Gupta, R.C. 1985. Pharmacognostic studies on 'Dravanti'. Part I *Jatropha curcas* Linn. *Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.)* 94(1):65-82.
- Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1983. *Plant Propagation. Principles and Practices*. 4th edition. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs.
- Heller, J. 1991. Investigation of the genetic potential and improvement of cultivation and propagation practices of physic nut (*Jatropha curcas* L.). Final report submitted to Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (German Agency for Technical Cooperation), Eschborn.
- Heller, J. 1992. Untersuchungen über genotypische Eigenschaften und Vermehrungs- und Anbauverfahren bei der Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.) [Studies on genotypic characteristics and propagation and cultivation methods for physic nuts (*Jatropha curcas* L.)]. Dr. Kovac, Hamburg.
- Hemming, C.F. and A. Radcliffe-Smith. 1987. A revision of the Somali species of *Jatropha* (Euphorbiaceae). *Kew Bull.* 42:103-122.
- Henning, R. 1994. 1. fachlicher Zwischenbericht zum Projekt: Produktion und Nutzung von Pflanzenöl als Kraftstoff. PN 93.2202.5-01.100. Projet Pourghère DNHE - GTZ, Bamako, Mali.
- Henning, R. and K. von Mitzlaff. 1995. Produktion und Nutzung von Purgieröl als Kraftstoff und Rohstoff für die lokale Seifenherstellung im Sahel. Pp. 137-151. In *Nachwachsende Rohstoffe aus den Tropen und Subtropen für die Tropen und Subtropen*, 22. Witzenhäuser Hochschulwoche (R. Krause and C. Schellert, eds.) *Der Tropenlandwirt*, Beiheft No. 53.
- Henning, R., F. Samaké and I. Thiéro. 1995. La valeur fertilisante du tourteau du pourghère. Projet Pourghère DNHE - GTZ, Bamako, Mali.
- Henning, R. 1996. Combating desertification - Fuel from *Jatropha* plants. In UNIDO Symposium on development and utilization of biomass energy resources in developing countries, Vienna, Dec. 1995. UNIDO, Environment and Energy Branch, Industrial Sectors and Environment Division, Vienna, Austria. (in press)
- Henning, R. and S. Kone. no date. Le pourghère au Mali. Enquêtes sur les activités précédentes d'utilisation énergétiques de l'huile de pourghère. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Programme Spécial Energie, Mali.
- Holla, K.S., R.H. Millwalla, A.D. Shitole, N.S.S. Rajan and N.S. Sunder-Rajan. 1993. Tallow substitute from ratanjyot oil (*Jatropha curcas*). *J. Oil Technol. Assoc. India* 4:75-77.
- Hong, T.D., S. Linington and R.H. Ellis. 1996. *Seed Storage Behaviour: a Compendium*. IPGRI, Rome. (in press).
- Horiuchi, T., H. Fujiki, H., M. Hirota, M. Suttajit, M. Suganuma, A. Yoshioka, V. Wongchai, E. Hecker and T. Sugimura. 1987. Presence of tumor promoters in the seed oil of *Jatropha curcas* L. from Thailand. *Jpn. J. Cancer Res. (Gann)* 78:223-226.
- Irvine F.R. 1961. *Woody Plants of Ghana with Special Reference to their Uses*. Oxford University Press, London.
- Isawumi, M.A. 1978. Nigerian chewing sticks. *The Nigerian Field* 43(3):111-121.
- Ishii, Y. and R. Takeuchi. 1987. Transesterified curcas oil blends for farm diesel engines. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 30(3):605-609.
- Jadhav, K.B. and L.D. Jadhav. 1984. Use of some vegetable oils, plant extracts and synthetic products as protectants from pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabr. in stored gram. *J. Food Sci. Technol.* 21:110-113.
- Joubert, P. H., J. M. M. Brown, I. T. Hay, and P. D. B. Sebata. 1984. Acute poisoning with *Jatropha curcas* purging nut tree in children. *S. Afr. Med. J.* 65(18):729-730.
- Jullet, A., J. Susplugas and J. Courp. 1955. *Les oléagineux et leurs tourteaux*. Botanique - caractères - préparation - emplois. Editions Paul Lechevalier, Paris.
- Kar, A.K. and Ashok Das. 1988. New records of fungi from India. *Indian Phytopathol.* 41(3):505.

- Kerharo, J. and J.G. Adam. 1974. La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes Médicales et Toxiques. Editions Vigot Frères, Paris.
- Kiefer, J. 1986. Die Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.) - Ernteprodukt, Verwendungsalternativen, wirtschaftliche Überlegungen. Diploma thesis University Hohenheim, Stuttgart.
- Kobilke, H. 1989. Untersuchungen zur Bestandesbegründung von Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.). Diploma thesis. University Hohenheim, Stuttgart.
- Kone-Bamba, D., Y. Pelissier, Z.F. Ozoukou and D. Ouao. 1987. Etude de l'activité hémostatique de quinze plantes médicinales de la "Pharmacopée Traditionnelle Ivoirienne". *Plant. Méd. Phytothér.* 21(2):122-130.
- Lamprecht, H. 1986. Waldbau in den Tropen. Die tropischen Waldökosysteme und ihre Baumarten - Möglichkeiten und Methoden zu ihrer nachhaltigen Nutzung. Verlag Paul Parey, Hamburg.
- Larochas, L. 1948. Les huiles siccatives de l'industrie française. Le Pourghère. *Oléagineux* 3(6/7):321-328.
- Le Houérou, H.N. 1989. The shrublands of Africa. Pp. 119-143 in *The Biology and Utilization of Shrubs* (C.M. McKell, ed.). Academic Press, San Diego.
- Lentz, D. L. 1993. Medicinal and other economic plants of the Paya of Honduras. *Econ. Bot.* 47(4):358-370.
- Leon, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.
- Levingston, R. and R. Zamora. 1983. Medicine trees of the Tropics. *Unasylya* 35(140):7- 10.
- Liberalino, A.A.A., E.A. Bambirra, T. Moraes-Santos and E.C. Vieira. 1988. *Jatropha curcas* L. seeds: chemical analysis and toxicity. *Arq. Biol. Tecnol.* 31(4):539-550.
- Linnaeus, C. 1753. *Species plantarum*. *Jatropha* pp. 1006-1007. *Impensis Laurentii Salvii*, Stockholm.
- Lippmann, A. 1913. Zwei Fälle von schwerer Vergiftung durch Curcasnüsse. *Medizinische Klinik* No. 13:500-501.
- Liu, S.Y., F. Sporer, M. Wink, J. Jourdane, R. Henning, Y.L. Li and A. Ruppel. (in press). Anthraquinones in *Rheum palmatum* and *Rumex dentatus* and phorbolsters in *Jatropha curcas* with molluscicidal activity against the schistosome vector snails *Oncomelania*, *Biomphalaria* and *Bulinus*. *Trop. Med. and Paras.*
- Lutz, A. 1992. Vegetable oil as fuel. An environmentally and socially compatible concept for Mali. *gate* 4/92:38-46.
- Mabberley, D.J. 1987. *The Plant Book*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Manandhar, N.P. 1995. An inventory of some herbal drugs of Myadi district, Nepal. *Econ. Bot.* 49(4):371-379.
- Martin, G. and A. Mayeux. 1984. Réflexions sur les cultures oléagineuses énergétiques. II. - Le Pourghère (*Jatropha curcas* L.): un carburant possible. *Oléagineux* 39(5):283-287.
- Matsuno, T., U. Ohsawa, H. Toyohara and K. Nishiyama. 1985. Investigation of oil plants and characteristics of some oil plant seeds. *J. Agric. Sci., Japan* 29(3):160-174.
- McLaughlin, S.P. and J.J. Hoffmann. 1982. Survey of biocrude-producing plants from the Southwest. *Econ. Bot.* 36(3):323-339.
- McVaugh, R. 1945. The genus *Jatropha* in America: principal intrageneric groups. *Bull. Torrey Bot. Club* 72:271-294.
- Mensier, P.H. and M. Loury. 1950. Les utilisations de l'huile de Purghère. *Oléagineux* 5(3):167-170.
- Meshram, P.B. and K.C. Joshi. 1994. A new report of *Spodoptera litura* (Fab.) Boursin (Lepidoptera: Noctuidae) as a pest of *Jatropha curcas* Linn. *Indian Forester* 120(3):273-274.
- Moreira, I. 1970. Bagaços de purgueira e de ricino. Ensaio sobre a sua fitotoxicidade e valor fertilizante. *An. Inst. Super. Agron. (Portugal)* 31:191-222.
- Muanza, D.N, K.L. Euler, L. Williams and D.J. Newman. 1995. Screening for antitumor and anti-HIV activities of nine medicinal plants from Zaire. *Int. J. Pharmacognosy* 33(2):98-106.
- Münch, E. 1986. Die Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.) - Botanik, Ökologie, Anbau. Diploma thesis. University Hohenheim, Stuttgart.
- Naengchomnong, W., Y. Thebtaranonth, P. Wiriyachitra, K.T. Okamoto and J. Clardy. 1986. Isolation and structure determination of four novel diterpenes. *Tetrahedron Letters* 27(22):2439-2442; 27(47):5675-5678.
- Naigeon, C. 1987. Pourghère, graine de relance. *Inter Tropiques* 7(22):25-27.
- Namkoong, G., H.C. Kang and J.S. Brouard. 1988. *Tree breeding: Principles and Strategies*. Monographs on Theoretical and Applied Genetics. Vol. 11. Springer Verlag, New York.
- Narin-Sombunsan and Watna Stienswat. 1983. Effect of IBA on root formation of stemcutting of purging nut (*Jatropha curcas* L.) [in Thai]. Faculty of Agriculture, Dept. of Horticulture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

- Nasir, M. K. A., Memon, G. M., Valhari, M. V., Khatri, L. M. 1988. Studies on fixed oil of *Jatropha curcas* seeds. Pak. J. Sci. Ind. Res. 31(8):566-568.
- Nath, L. K. and S. K. Dutta. 1992. Wound healing response of the proteolytic enzyme curcain. Indian J. Pharmacol. 24(2):114-115.
- Nielsen, P.E., H. Nishimura, J.W. Otvos and M. Calvin. 1977. Plant crops as a source of fuel and hydrocarbon-like materials. Science 198:942-944.
- Ochse, J.J. 1931. Vegetables of the Dutch East Indies. A. Asher and Co., Hacquebard, Amsterdam (reprinted 1980).
- Okoth, V.A.G. 1991. Whitefly as a vector of African cassava mosaic virus (ACMV). Namulonge research Station, Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries, Kampala.
- Oliver-Bever, B.E.P. 1986. Medicinal Plants in Tropical West Africa. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ouedraogo, M., P.D. Ayers and J.C. Linden. 1991. Diesel engine performance tests using oil from *Jatropha curcas* L. Agric. Mechanization in Asia, Africa and Latin America 22(4):25-32.
- Pak, M. and A. Alexi. 1994. Testing engines fuelled with physic oil. Landtechnik (Germany) 49(1):29-30.
- Panigrahi, S., B.J. Francis, L.A. Cano and M.B. Burbage. 1984. Toxicity of *Jatropha curcas* seeds from Mexico to rats and mice. Nutr. Rep. Int. 29(5):1089-1099.
- Patil, V. and K. Singh. 1991. Oil gloom to oil boom. *Jatropha curcas* a promising agroforestry crop. Shree Offset Press, Nashik.
- Pax, F. 1910. Euphorbiaceae-Jatropheae. Pp. 1-148 in Das Pflanzenreich IV. 147(42) (A. Engler, ed.). Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Persinos, G.J., M.W. Quimby and J.W. Schermerhorn. 1964. A preliminary pharmacognostical study of ten Nigerian plants. Econ. Bot. 18(4):329-341.
- Phillips, S. 1975. A new record of *Pestalotiopsis versicolor* on the leaves of *Jatropha curcas*. Indian Phytopathol 28 (4):546.
- Quisumbing, E. 1978. Medicinal Plants of the Philippines. Katha Publishing Co. Inc., JMC Press Inc., Quezon City, Philippines.
- Rehm, S. and G. Espig, 1991. The cultivated plants of the Tropics and Subtropics. Verlag Josef Margraf, Weikersheim.
- Rug, M., F. Sporer, M. Wink, S.Y. Liu, R. Henning and A. Ruppel. 1996. Molluskizide Wirkung von *Jatropha curcas* - Samen gegen Überträgerschnecken von *Schistosoma mansoni* und *S. japonicum*. Poster, 17. Conference of Deutsche Gesellschaft für Parasitologie e. V., 27-29 March 1996, München.
- Sauerwein, M., F. Sporer and M. Wink. 1993. Insect-toxicity of phorbol esters from *Jatropha curcas* seed oil. Planta Medica 59(7):686.
- Schultze-Motel, J. 1986. Rudolf Mansfelds Verzeichnis landwirtschaftlicher and gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen). Akademie-Verlag, Berlin.
- Serra, M.C.P. 1950. O valor da purgueira na economia de Cabo Verde. Rev. Ultramar 3(17):9, 16.
- Shelke, S.S., L.D. Jadhav and G.N. Salunkhe. 1985. Ovipositional and adult repellent action of some vegetable oils/extracts against potato tuber moth. J. Maharashtra Agric. Univ. 10(3):284-286.
- Sherchan, D.P., Y.B. Thapa, R.J. Khadka and T.P. Tiwari. 1989. Effect of green manure on rice production. PAC Occasional Paper. No. 2, 12 p. Pakhribas Agricultural Centre. Dhankuta, Koshi Zone, Nepal.
- Siegel, A. 1893. Ueber die Giftstoffe zweier Euphorbiaceen. Ph.D. Dissertation. Medicinal Faculty. Imperial University Dorpat.
- Silveira, J.C. da. 1934. Contribution à l'étude du Pulghère aux îles du Cap Vert. An. Inst. Super. Agron. (Lisboa) 6(1):116-126.
- Singh, R.P. 1970. Structure and development of seeds in Euphorbiaceae, *Jatropha* species. Beitr. Biol. Pflanz. 47:79-90.
- Singh, I.D. 1983. New leaf spot diseases of two medicinal plants. Madras Agric. J. 70(7):490.
- Solsoloy, A.D. 1993. Insecticidal activity of the formulated product and aqueous extract from physic nut, *Jatropha curcas* L. seed kernel oil on cotton insect pests. Cotton Res. J. 6(1/2):28-34.
- Solsoloy, A.D. 1995. Pesticidal efficacy of the formulated physic nut, *Jatropha curcas* L. oil on pests of selected field crops. Philipp. J. Sci. 124(1):59-74.
- Solsoloy, A.D., N.A. Dumlaio and T.S. Solsoloy. 1987. Insecticidal activity of indigenous plant extracts against bollworms (*Helicoverpa armigera* Hubn.). Technical report CY (calendar year) 1985-86:175-184. Cotton Research and Development Inst., Batac, Ilocos Norte, Philippines.
- Spaak, J. D. 1990. Boiser les Iles du Cap-Vert - pourquoi, comment, pour qui? Bois For. Trop. 225:47-54.

- Standley, P.C. and J.A. Steyermark. 1949. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany 24, VI (Chicago Natural History Museum).
- Stienswat, W., S. Rattanaserikiat and S. Nimunchat. 1986. The studies on growing of physic nut (*Jatropha curcas*) in the large test plot. Research reports on growing of physic nut (*Jatropha curcas*) for diesel fuel substitute [in Thai]. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Stirpe, F., A. Pession-Brizzi, E. Lorenzoni, P. Strocchi, L. Montanaro and S. Sperti. 1976. Studies on the proteins from the seeds of *Croton tiglium* and of *Jatropha curcas*. Toxic properties and inhibition of protein synthesis in vitro. *Biochem. J.* 156:1-6.
- Sukarin, W., Y. Yamada and S. Sakaguchi. 1987. Characteristics of physic nut, *Jatropha curcas* L. as a new biomass crop in the Tropics. *Jpn. Agric. Res. Quart. (Japan)* 20(4):302-303.
- Takeda, Y. 1982. Development study on *Jatropha curcas* (sabu dum) oil as a substitute for diesel engine oil in Thailand. *J. Agric. Assoc. China* 120:1-8.
- Teixeira, J.P.F. 1987. Teor e composiçao do oleo de sementes de *Jatropha* spp. *Bragantia (Campinas)* 46(1):151-157.
- Thitithanavanich, B. 1985. The effect of diameter and length of stem-cuttings on root production of physic nut (*Jatropha curcas* L.) [in Thai]. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Thomas, O.O. 1989. Re-examination of the antimicrobial activities of *Xylopiya aethiopica*, *Carica papaya*, *Ocimum gratissimum* and *Jatropha curcas*. *Fitoterapia* 60(2):147-155.
- Van den Bergh, J. 1985. Deux arbustes d'avenir pour vaincre l'avance du desert. *Afr. Agric.* 113:40-45.
- Vassiliades, G. 1984. Notes sur les propriétés molluscicides de deux Euphorbiacées: *Euphorbia tirucalli* et *Jatropha curcas*. *Essais en laboratoire. Rév. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 37(1):32-34.
- Vöhringer. 1987. Untersuchungszeugnis für Futtermittel. Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Bonn.
- Wang, S.-C. and J.B. Huffman. 1981. Botanochemicals: Supplements to petro-chemicals. *Econ. Bot.* 35(4), 369-382.
- Weiss, E. 1989. Guide to Plants Tolerant of Arid and Semi-arid Conditions: Nomenclature and Potential Uses. Margraf, Weikersheim.
- Wiehr, E. 1930. Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der wichtigsten Euphorbiaceensamen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Erkennungsmerkmale in Futtermitteln. Ph.D. Dissertation. Mathematical-Natural Scientific Faculty, University Hamburg.
- Wilbur, R.L. 1954. A synopsis of *Jatropha*, subsection *Eucurcas*, with the description of two new species from Mexico. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 70:92-101.
- Wink, M. 1993. Forschungsbericht zum Projekt "Nutzung pflanzlicher Öle als Kraftstoffe. Consultant's report prepared for GTZ, Germany.
- Zan, T. 1985. Le *Jatropha curcas* et le *Jatropha gossypifolia* sous différentes conditions climatiques du Burkina Faso: Cultures et exploitations. Diploma thesis. Institut Supérieur Polytechnique, Université de Ouagadougou.
- Zobel, B.J., G. van Wyk. and P. Stahl. 1988. Growing Exotic Forests. John Wiley & Sons. New York.

A. Further reading (not cited in the text)

- Anon. 1988. Do miracle plants exist? *Spore* 16:1-3.
- Jones, N. and J. H. Miller. 1992. *Jatropha curcas*: a multipurpose species for problematic sites. Land Resources Series No.1. Asia Technical Department, World Bank, Washington.
- Münch, E. and J. Kiefer. 1989. Die Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.). Mehrzweckpflanze als Kraftstoffquelle der Zukunft. Schriftenreihe der GTZ (Germany) v. 209.
- Paroda, R.S. and Bhag Mal. 1989. New plant sources for food and industry in India. Pp. 135-149 in *New Crops for Food and Industry* (G.E. Wickens, N. Haq and P. Day, eds.). Chapman and Hall, London.
- Roorda, F.A. 1991. *Jatropha curcas* - Pourghère. A review article. Royal Tropical Institute, Amsterdam.
- Vidal, V.A. Canhoto, J.E.M. Ferrao, J.J.L. Xabregas and E.L.P. Coutinho. 1962. Oleaginosas do Ultramar Portugues. Vol. 2. Mem. Junta Invest. Ultramar (Lisboa) n° 31:129-145.

B. Sources for distribution of physic nut

- Adams, C.D. 1972. Flowering Plants of Jamaica. University of the West Indies, Mona, Jamaica.
- Anon. 1979. Flora of Taiwan. Vol. 6. Epoch Publishing Co., Ltd., Taipei, Taiwan.
- Aubréville, A. 1936. La flore forestière de la Côte d'Ivoire. Larose Editeurs, Paris.
- Berhaut, J. 1975. Flore illustrée du Sénégal. Dicotylédones. Tome III Connaracées à Euphorbiacées. Gouvernement du Sénégal, Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique, Direction des Eaux et Forêts, Dakar.

- Brako, L. and J.L. Zarucchi. 1993. Catalogue of the flowering plants and Gymnosperms of Peru. Mon. in Syst. Bot. from the Missouri Bot. Garden Vol. 45.
- Burkill, I.H. 1966. A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. Ministry of Agriculture and Co-operatives, Kuala Lumpur.
- Correll, D.S. and H.B. Correll. 1982. Flora of the Bahama Archipelago. J. Cramer, Vaduz.
- Drake de Castillo, E. 1886. Illustrationes Florae Insularum Maris Pacifici. Venit Apud G.Masson, Paris. (reprint 1977, J. Cramer, Vaduz).
- Fouqué, A. 1982. Les plantes médicinales présentes en forêt Guayanaise. Fruits 37(1).
- Grierson, A.J.C. and D.G. Long. 1987. Flora of Bhutan including a Record of Plants from Sikkim. Vol. 1, part 3. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- Heyne, K. 1950. De nuttige planten van Indonesië. Deel 1, 3e Druk. N.V. Uitgeverij W.van Hoeve, The Hague/Bandung.
- Hooker, J.D. 1886-1890. The Flora of British India. Vol. V. Chenopodiaceae to Orchideae. L. Reeve & Co., London.
- Howard, R.A. 1989. Flora of the Lesser Antilles. Leeward and Windward Islands. Vol. 5 Dicotyledonae - part 2. Arnold Arboretum, Harvard University; Jamaica Plain, Massachusetts.
- Hsuan Keng. 1990. The Concise Flora of Singapore. Gymnosperms and Dicotyledons. Singapore University Press, National University of Singapore.
- Hutchinson J. and J.M. Dalziel. 1954. Flora of West Tropical Africa. Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, Millbank, London.
- Irvine, F.R. 1930. Plants of the Gold Coast. Oxford University Press, Humphrey Milford, London.
- Kabele Ngiefu, C., C. Paquot and A. Vieux. 1977. Les plantes à huile du Zaïre III. - Familles botaniques fournissant des huiles d'insaturation relativement élevée. Oléagineux 32(12):535-537.
- Koorders, S.H. 1912. Exkursionsflora von Java umfassend die Blütenpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der im Hochgebirge wildwachsenden Arten. Zweiter Band: Dicotyledonen (Archichlamydeae). Verlag von Gustav Fischer, Jena.
- Lanessan, J.-L. de. 1836. Les plantes utiles des colonies Françaises. Imprimerie Nationale, Paris.
- Lemée, A. 1952. Flore de la Guyane Française. Tome II. Imprimerie Commerciale & Administrative, Brest.
- Little, E.L., R.O. Woodbury and F.H. Wadsworth. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands (2nd vol.). Agric. Handbook No. 449, US Dep. of Agric., Washington, DC.
- MacKee, H.S. 1994. Catalogue des plantes introduites et cultivées en Nouvelle-Calédonie. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Miquel, F.A.W. 1856. Flora van Nederlandisch Indië. C.G. van der Post, Amsterdam; C. van der Post Jr., Utrecht; Fried. Fleischer, Leipzig.
- Mors, W.B. and C.T. Rizzini. 1966. Useful Plants of Brazil. Holden Day Inc., San Francisco, London, Amsterdam.
- Münch, E. 1986. Die Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.) - Botanik, Ökologie und Anbau. Diploma thesis. University of Hohenheim, Stuttgart.
- Palgrave, K.C. 1992. Trees of Southern Africa (2nd. edn.). Struik Publishers, Cape Town.
- Pax, F. 1910. Euphorbiaceae - Jatrophaeae. In Das Pflanzenreich IV. 147 (A. Engler, ed.). Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Petelot, A. 1954. Les plantes médicinales du Cambodge, du Laos et du Vietnam. Tome III-IV. Amarantacées à Selaginellacées et Supplément. Archives des recherches agronomiques et pastorales au Viêt-Nam No. 22. Etat du Vietnam. Centre National de recherches scientifiques et techniques.
- Raponda-Walker, A. and R. Sillans. 1961. Les plantes utiles de Gabon. Editions Paul Lechevalier, Paris.
- Roose, J.N. 1899. Notes on Useful Plants of Mexico. Contributions from the US National Herbarium V(4).
- Roxburgh, W. 1832. Flora Indica or Description of Indian Plants. Reprint from Carey's edition. Today & Tomorrow's Printers & Publishers, New Delhi.
- Safford, W.E. 1905. The Useful Plants of the Island of Guam. Contributions from the United States National Herbarium Vol. IX.
- Standley, P.C. 1928. Flora of the Panama Canal Zone. Contributions from the United States National Herbarium Vol. 27.
- Standley P.C. and J.A. Steyermark. 1949. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany Vol. 24, part VI.
- Thiselton-Dyer, W.T. (ed.). 1913. Flora of Tropical Africa. Vol. VI. - Section 1. Nyctaginaceae to Euphorbiaceae. Lovell Reeve & Co., Limited, London.

- Thulin, M. (ed.). 1993. Flora of Somalia. Vol. 1 Pteridophyta; Gymnospermae; Angiospermae (Annonaceae-Fabaceae). Royal Botanic Gardens, Kew.
- Walker, A. 1930. Plantes oléifères du Gabon. *Rev. de Bot. Appl. et d'Agric. Trop.* 10:209-215.
- Wiggins, I.L. and D.M. Porter. 1971. Flora of the Galápagos Islands. Stanford University Press, Stanford, California.
- Williams, R.O. and R.O. Williams. 1951. The Useful and Ornamental Plants in Trinidad and Tobago (4th edn.). Guardian Commercial Printery, Port of Spain, Trinidad.
- Williamson, J. 1975. Useful Plants of Malawi. University of Malawi.