EFFET CLONAL SUR LA PRODUCTION ET LA COMPOSITION CHIMIQUE DELA GRAINE D'HEVEA (*Hevea brasiliensis*)

Louise A. OCHO *, Dago GNAKRI*, Jules Z. KELI **, Daniel BOA**, Soualiho SYLLA **.

** UFR des Sciences et Technologies des Aliments Université Abobo-Adjamé, République de Côte d'Ivoire - 02 B.P 801 Abidjan 02 ; Côte d'Ivoire*
*** Centre National de Recherche Agronomique, Station de Bimbresso 01 BP 1536 Abidjan 01 ; Côte d'Ivoire.*

(Reçu le 25 - 11 - 1999 – Accepté le 07 – 02 – 2001)

Summary : *Hevea brasiliensis* clones planted in Côte d'Ivoire produce in average 530 kg (range 420 - 650 kg) of seeds per hectare for PB 260, GT1, AVROS 2037 and IRCA 18 clones. PB 217 clone produced annually only 2 - 10 kg of seeds per hectare.

This rubber seed contained (dry basis) : 19 - 24 % lipids, 21 % proteins, 25 % carbohydrates and 275 mg / 100 g of hydrocyanic acid. The iodine value is high (141) and is related to the unsaturated fatty acids content (82 %). It was found to be a good source of essential aminoacids except of methionine.

Key-words : *Hevea brasiliensis*, rubber seed, production, chemical composition.

I - INTRODUCTION

Le latex est la matière première essentielle de l'exploitation de l'hévéa. Cependant, l'arbre produit chaque année d'importantes quantités de graines qui sont une source de matières grasses recherchées dans diverses industries de la peinture, du vernis, du savon, des revêtements anticorrosifs et des adhésifs [1].

Le tourteau, issu de l'extraction des lipides, riche en protéines, peut contribuer à l'alimentation animale [2, 3].

Si la graine d'hévéa est donc exploitée aux fins sus-évoquées, il ne fait aucun doute qu'elle puisse générer des revenus supplémentaires aux producteurs. C'est probablement pour cette raison que de nombreux travaux lui ont été consacrés dans divers pays producteurs afin d'en connaître la production et la composition chimique [4, 5].

Les graines d'hévéa produites en Côte d'Ivoire n'ont jamais fait l'objet de telles études. Par ailleurs, et d'une façon générale, les travaux qui se sont intéressés à la graine d'hévéa n'ont guère montré l'influence des clones sur les paramètres étudiés. Or, dans le cas particulier de cette graine, les variations sont tellement grandes d'un milieu de culture à un autre et d'un clone à l'autre qu'il n'est pas possible d'extrapoler les résultats acquis ici et là. Il nous a donc paru utile d'effectuer les études de la production des clones cultivés en Côte d'Ivoire et de déterminer la composition chimique de la graine. Le présent article donne les résultats des investigations.

II - MATERIEL ET METHODES

2.1- Matériel végétal

Les graines d'hévéa étudiées proviennent des plantations expérimentales du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) : elles sont issues de 5 clones :

*GT1 (Gondang Tapen, code 1),

*PB 260 (Prang Besar, code 260),

*PB 217 (Prang Besar, code 217),

*AVROS 2037 (Algemene Vereniging Rubber Planters Oostkust Sumatra, code 2037)

*IRCA 18 (Institut de Recherche sur le Caoutchouc, code 18).

2.2 - Méthodes

2.2.1- Dispositif technique pour la collecte des graines

La collecte des graines a été effectuée dans des parcelles délimitées, mesurant 30 m x 60 m à raison de trois répétitions par clone et par hectare. Pour faciliter la collecte des graines, les interlignes ont été soigneusement fauchées dans les superficies définies.

2.2.2 - Traitements des graines

Les graines collectées sont séchées au soleil sur des claies pendant deux jours, puis à l'étuve à 70 °C pendant 48 heures pour minimiser l'activité enzymatique et selon la procédure utilisée dans le Laboratoire de Technologie du CNRA. Le décorticage se fait manuellement par concassage, graine par graine, à l'aide d'un maillet en bois. Les amandes ainsi obtenues sont broyées et stockées dans des sacs à la température ordinaire.

2.2.3- Analyses chimiques

La teneur en eau de la graine est obtenue après séchage à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures [6]. L'huile est extraite de l'amande par l'hexane à reflux à 65 °C pendant 8 heures en utilisant l'appareil de Soxhlet [7]. Le solvant est éliminé au rotavapor.

Les lipides extraits sont transestérifiés dans du méthanol /trifluorure de bore (14 %) au bain-marie à 100°C pendant 45 minutes dans des tubes fermés hermétiquement [8]. Après refroidissement et addition d'un volume d'eau (0,5ml) pour 2 volumes d'hexane (1ml), la phase hexanique est récupérée et conservée pour la chromatographie. Les esters méthyliques sont analysés à l'aide d'un chromatographe, type DI 700, (Delsi, Instrument) couplé à un intégrateur SHIMADZU CR 3 A, doté d'un détecteur à ionisation de flamme. La colonne capillaire de 30 m de long et 0,32 mm de diamètre intérieur est remplie de polyéthylène-glycol (Cabowax, Alltech, Econo-Cap). Les conditions opératoires sont celles de la pression du gaz vecteur à 0,5 bar, la température de l'injecteur à 250°C et du détecteur à 180°C ; le volume injecté est de 0,2 ml. L'indice de saponification est déterminé par la méthode de AOAC [9], l'indice d'iode est déterminé par le réactif de WIJS [10] et les cendres ont été évaluées après incinération à 550 °C de la matière sèche pendant 24 heures [11]. La cellulose brute est dosée par la méthode de VAN SOEST et Mc QUEEN [12]. L'azote total a été déterminé par la méthode de KJELDAHL [13]. Le taux de l'azote affecté du coefficient de

conversion 6,25 permet d'estimer la teneur en protéines totales brutes.

Les acides aminés ont été hydrolysés à partir d'extrait protéique lyophilisé de 20 mg dans 10 ml d'acide chlorhydrique 6 N selon la méthode de HOUSTON et al [14] pendant 24 heures à 110°C sous azote. Le résidu est séché puis repris dans du tampon citrate 0.2 N à pH 2,2.

Les acides aminés ont été dosés par HPLC avec un intégrateur SHIMADZU CR 3 A, et un détecteur U.V. à 195 nm. Les conditions opératoires sont : température ambiante et volume injecté de 20 µl.

L'acide cyanhydrique a été dosé selon la méthode volumétrique de cyanoargentimètrie de DENIGES [15]. Le principe de la méthode consiste à former un complexe avec les ions CN^- et Ag^+ selon la réaction :

$$2\,CN^- + Ag^+ \quad Ag\,(CN^-)_2$$

L'ion complexe $Ag\,(CN^-)_2^-$ tend à se combiner avec l'ion Ag^+ pour former un précipité de AgCN.

La méthode comprend 3 étapes :

a) L'hydrolyse est réalisée dans un ballon de 500 ml où 27 g de la prise d'essai sont additionnés dans 200 ml d'eau distillée contenant 10 ml de suspension d'amande douce pilée. Le tout est dans un ballon hermétiquement fermé puis incubé pendant 16 heures à 38°C.

b) On procède à une distillation par entraînement à la vapeur ; le distillat est recueilli dans un erlenmeyer contenant déjà 20 ml de NaOH (5 %).

c) Après dilution au 2/5, la solution est titrée à l'aide d'une solution de $AgNO_3$ (0,02N) en présence de 8 ml de KI (5 %). Le dosage s'achève lorsque la solution prend une teinte opalescente.

III - RESULTATS

3.1 - Production des graines d'hévéa

La production des graines de quelques clones les plus cultivés en Côte d'Ivoire est consignée dans le tableau 1. Les récoltes des années 1995, 1996 et 1997 font apparaître que PB 260 et GT1 produisent respectivement en moyenne 650 ± 36 kg et 613 ± 20 kg par hectare ;

AVROS 2037 et IRCA 18 ont des productions par hectare sensiblement égales, soit 446 ± 32 kg pour le premier et 420 ± 20 kg pour le deuxième. Le clone PB 217 est très peu productif.

Il ne fournit que 5 ±1 kg par hectare. Toutes variétés clonales confondues, hormis PB 217 la production annuelle moyenne de graines d'hévéa est de 530 ± 25 par hectare.

Clone	Année de production			Production moyenne kg/ ha
	1995	1996	1997	
PB 260	610 ± 60	660 ± 40	680 ± 40	650 ± 36
GT 1	590 ± 40	630 ± 40	620 ± 24	613 ± 20
AVROS 2037	460 ± 60	470 ± 40	410 ± 80 *	446 ± 32
IRCA 18	420 ± 20*	400 ± 10	440 ± 20	420 ± 20
PB 217	2 ± 1,3 **	10 ± 1,2*	3 ± 1,5 **	5 ± 20
Production moyenne kg/ ha .	**416 ± 24 ***	**536 ± 17**	**431 ± 26***	**530 ± 25**

(* différence sigificative entre la production d'une année à l'autre)

TABLEAU I : ***Production de graines d'hévéa (kg / ha) selon les clones les plus cultivés***

3.2 - Composition chimique de la graine entière et de l'amande

La graine fraîchement collectée a une teneur en eau comprise entre 25 ± 1,2 % et 32 ± 0,9 % (Tableau II). Cette graine entière contient une fraction lipidique dont la teneur varie entre 19 ± 2,3 % et 24 ± 2,5 % selon les clones. Le taux des protéines brutes est compris entre 20,7 ± 2,6 % et 21 ± 1,9 %. Les glucides totaux sont plutôt constants et varient entre 24 ± 1,6 % et 25,8 ± 1,5 %. La teneur en cendres, se situe entre 3,1± 0,6 % et 4,5 ± 0,6 %. La graine contient de l'acide cyanhydrique dont le taux varie de 271 mg à 276 ± 0,1 mg pour 100 g de matière sèche.

Clones Constituants	GT 1	PB 260	AVROS 2037
Teneur en eau *	29 ± 0,9	25 ± 1,2	32 ± 0,9
Lipides *	22 ± 2,5	24 ± 2,5	19 ± 2,3
Protéines *	20,8 ± 2,6	20,7± 2,6	21,2 ± 1,9
Glucides totaux *	24,9 ± 1,6	25,8 ± 1,5	24 ± 1,6
Cendres *	3,1 ± 0,6	4 5 ± 0,6	3,8 ± 0,6
HCN(mg/100g)	275,5 ± 0,1	270,9 ± 0,1	276,2 ± 0,2

(* Teneur des composants exprimée en g p. 100g m.s)

TABLEAU 2 : ***Composition chimique de la graine entière d'hévéa (Nombre d'échantillons par mesure =15)***

Après décorticage, l'amande séchée à 105°C pendant 24 heures ne présente plus que 5,1 ± 0,9 % d'eau (Tableau III). La fraction lipidique est concentrée dans l'amande entre 49 ± 0,3 % et 52 ± 0,1%. La matière azotée totale est également élevée (de 25 ± 0,4 % à 28 ± 0,4 %).

Les glucides totaux sont en revanche moins importants en quantité dans l'amande ; leur teneur varie de 17 ± 0,2 % à 19 ± 0,2 %. Les cendres présentent sensiblement les mêmes teneurs que la graine entière. La teneur en acide cyanhydrique est réduite dans l'amande séchée et elle n'est plus que de 15,5 ± 0,6 mg à 20,9 ± 0,9 mg pour 100 g de matière sèche.

Clones Constantes	GT 1	PB 260	AVROS 2307
Teneur en eau	5,1 ± 0.9	5.1 ± 0,9	5,1 ± 0,9
Lipides	51 ± 0,25	52 ± 0.1	49 ± 0.3
Protéines	28 ± 0,4	25 ± 0,4	25 ± 0.4
Glucides totaux	19 + 0,2	17 ± 0,2	18 ± 0.3
Cendres	3,5 ± 0,1	4.5 ± 1.1	3,5 ± 1,2 a
HCN(mg/100g)	15,5 ± 0,6	20,9 ± 0,9	16.2 ± 0.6*

(* Teneur descomposants exprimée en g p. 100g m s)

TABLEAU 3 : ***Composition chimique de l'amande d'hévéa (Nombre d'échantillons par mesure = 15)***

Caractérisation des constituants majeurs : lipides et protéines

Les lipides extraits de la graine d'hévéa sont caractérisés par une acidité titrable de 1,3 %. Les indices d'iode (141) et de saponification (181-187) sont élevés (Tableau IV).

Clones Constantes	GT1	PB260	AVROS 2037
Acidité (% d'acide oléique)	1,3 ± 0,9	1,3 ± 0,8	1,3 ± 0,2
Indice d'iode	141 ± 1,1	141 ± 0,5	142 ± 1,1
Indice de saponification	187 ± 4,8	186 ± 5,1	186 ± 6,4

TABLEAU 4 : ***Caractéristiques chimiques de l'huile de la graine d'hévéa***

Les acides gras constitutifs de l'huile de la graine d'hévéa sont représentés dans le tableau V. Parmi les vingt-huit acides gras identifiés, onze sont des acides gras saturés dont les acides palmitique (8,8 % des acides gras totaux) et stéarique (8,56 %) sont les plus abondants. Pour les 5 acides gras mono-insaturés, l'acide oléique est le constituant majeur avec 22,07 %. Enfin, les acides linoléique (35,7 %) et linolénique (23,3 %) sont majoritaires des acides polyinsaturés. Ces acides gras majeurs sont marqués d'un astérisque (*) pour la moyenne des 3 clones.

Acide gras	TENEUR	Acide gras	Teneur	Acide gras	Teneur
C8 :0	0,04	C14 : 1	0.02	C18 : 2	35,76 *
C10:0	0,02	C16 : 1	0.16	C18 : 3 (n-6)	23,30 *
C12:0	0,02	C17 : 1	0,02	C18 : 4	0,02
C14:0	00,11	C18 : 1	22,07 *	C20 . 2	0,02
C15:0	0,02	C20 : 1	0,25	C20 : 3	0,02
C16:0	8,8 *	C22 . 1	0,07	C20 4	0,02
C17:0	0,06			C20 : 5	0.02
C18:0	8,56*			C22 : 2	0.02
C20:0	0.33			C22 : 4	0,02
C22:0	0.13			C22 5	0,05
C24:0	0,05			C22 : 6	0,02
Total saturés	18.14	Total monoinsaturés	22.59	Total polyinsaturés	59.27

TABLEAU 5 : ***Composition moyenne des trois clones en acides gras de l'huile de la graine d'hévéa (teneur en g.p.100g des acides aminés)***

Les acides aminés identifiés dans la graine d'hévéa sont au nombre de 16 (Tableau VI). Parmi eux, les 8 acides aminés essentiels notés (*) sont représentés dans des proportions équilibrées pour tous les clones étudiés. La teneur en arginine est importante (12 %) tout comme celle de l'histidine (8 %), la valine (7 %) et la leucine (7 %). La phénylalanine et la tyrosine sont aussi présentes à une forte teneur de 8 à 9 %. Les acides aspartique et glutamique sont à des taux respectifs de 12 % et 18 %. La méthionine est la moins bien représentée avec une teneur de 1 à 1,4 %. Les acides aminés qui n'ont pu être dosés seraient probablement détruits par l'hydrolyse acide utilisée dans cette expérimentation.

Acide gras	TENEUR	Acide gras	Teneur	Acide gras	Teneur
C8 :0	0,04	C14 : 1	0,02	C18 : 2	35,76 *
C10:0	0,02	C16 : 1	0,16	C18 : 3 (n-6)	23,30 *
C12:0	0,02	C17 : 1	0,02	C18 : 4	0,02
C14:0	00,11	C18 : 1	22,07 *	C20 : 2	0,02
C15:0	0,02	C20 : 1	0,25	C20 : 3	0,02
C16:0	8,8 *	C22 : 1	0,07	C20 : 4	0,02
C17:0	0,06			C20 : 5	0,02
C18:0	8,56*			C22 : 2	0,02
C20:0	0,33			C22 : 4	0,02
C22:0	0,13			C22 : 5	0,05
C24:0	0,05			C22 : 6	0,02
Total saturés	18,14	Total monoinsaturés	22,59	Total polyinsaturés	59,27

TABLEAU 6 : ***Teneur en acides aminés des protéines des 3 clones les plus productifs des graines d'hévéa (Teneur en g.p.100g des acides aminés)***

IV - DISCUSSION

La nature du clone influence considérablement la production des graines d'hévéa. En effet, parmi les 5 clones étudiés PB 260 et GTI sont les plus productifs, AVROS 2037 et IRCA 18 ont des productions moyennes. Enfin, le clone PB 217 se révèle être un mauvais producteur de graines d'hévéa. Ce dernier clone est, en revanche, connu comme un bon producteur de latex. Cette relation inverse entre la production de graines et celle du latex pourrait être liée à une expression ou non

de génome ! Cette hypothèse mériterait à être explorée. Hormis le clone PB 217, à faible taux de production des graines d'hévéa, la production ivoirienne est comparable à celle de la Thaïlande avec 490 kg par hectare et du Sri Lanka (550 kg par hectare) [16].

Par contre, les rendements observés en Côte d'Ivoire s'avèrent moins importants que ceux de Malaisie (750 kg par hectare) et de l'Inde (600 kg par hectare). Cette différence proviendrait de ce que dans ces pays asiatiques les conditions écologiques favorisent une double fructification des arbres dans l'année [17]. Dès lors, la probabilité de produire plus de graines est plus élevée qu'une seule récolte en Côte d'Ivoire. Seules les graines des trois clones les plus productifs ont été examinés pour leur composition chimique. Pour ce qui est de la teneur en huile, les trois clones sont à peu près identiques. Il en est de même de la fraction protéique qui se révèle plus importante que les résultats présentés par NARAHARI et KOTHANDERMAN [18]. Les teneurs en glucides sont par contre plus faibles que celles proposées par ces mêmes auteurs. Ces variations pourraient être mises au compte de la composition du sol et des conditions écologiques [19].

La siccativité bien connue de cette huile est liée à la forte insaturation des acides gras dont certains présentent dans leur structure jusqu'à 6 doubles liaisons éthyléniques, ce qui fait utiliser cette huile comme adjuvant de résinification dans les revêtements anticorrosifs et des produits adhésifs [20].

Les acides aminés sont en équilibre dans un même clone et présentent des quantités similaires dans les trois clones. Les acides aminés qui n'ont pu être dosés, telles que la glutamine et l'asparagine ont dû être transformés en leurs formes acides glutamique et aspartique. Le tryptophane qui n'a pu être dosé n'est pas un cas de déficit dans la graine d'hévéa mais résulterait des conditions expérimentales d'oxydation à l'acide chlorhydrique qui le détruisent habituellement.

La présence de l'acide cyanhydrique dans cette graine a longtemps constitué un handicap à son utilisation alimentaire chez les animaux [21].

Toutefois, avec la technique du double séchage de la graine au soleil puis à l'étuve, suivi du décorticage, le broyage des amandes et l'extraction de l'huile, l'acide cyanhydrique est fortement éliminé. Ce traitement apparaît comme un moyen de transformer la graine d'hévéa en aliment propre à la consommation. Son profil en acides aminés essentiels équilibrés et la présence des acides gras polyinsaturés indispensables constituent par ailleurs des gages de qualité nutritionnelle.

V - CONCLUSION

La production de graines d'hévéa de Côte d'Ivoire et, de façon spécifique, les rendements de quelques clones de *Hévéa brasiliensis* viennent d'être étudiés pour la première fois.

Si PB260 et GT1 d'une part, Avros 2037 et IRCA 18 d'autre part sont des clones qui peuvent être conseillés pour leur production en graines, PB 217 en revanche est un producteur médiocre.

La nature des clones n'influence pas la composition chimique de l'amande en dépit de quelques légères variations, au demeurant, non significatives.

L'acide cyanhydrique, composé toxique de cette graine, a suffisamment été éliminé par des techniques simples. Ainsi traitée, cette graine d'hévéa pourrait constituer non seulement une source d'approvisionnement en lipide industriel mais aussi un apport protéique pour l'alimentation animale.

Remerciements

Les auteurs remercient le Centre National de Recherche Agronomique et le Centre Suisse de la Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire pour leur appui financier et technique.

BIBLIOGRAPHIE

[1] - DABHADE .S. B. : *Non edible oils in surface coating paint India*, Tropical Science, 1983, 10, 18-20.

[2] - NWOKOLO E., BRAGG D.,YEONG. S. : *Nutritional assessment of rubber seed meal with broiler chichs*, Tropical science, 1987, 3, 195-204.

[3] - ABATUNDE.G.M., POND.W.G. : *Nutritive value of rubber seed Hevea brasiliensis meal and oil. Rubber seed meal versus soybean meal as source of protein in semipurified diets for rats*, Nutrition Reports International, 1987, (36) 4, 857-865.

[4] - RANJAN M. , CHADHOKAR. N.: *The uses of rubber seed by products, oil quality, oil extraction*, Planter's Chronicle India 1984, 3, 170-200.

[5] - NWOKOLO. E : *Biochemical and nutritional qualities of rubber seed meal*. Tropical Agriculture, 1987, (64) 3, 70-171.

[6] - F.A O./O.M.S.: *Determination of total solids contents*, . AOAC XII, 1976, 32, 004.

[7] - RAUSCHER K. ; ENGSTE. R.: FREIMUTH U. : Untersuchung von Lebensmitteln VEB, Fauchbuchverlag, Leipzig 1986, 939 p.

[8] - MORRISSON.W. C : *Cereal lipids* in «Advances in cereal science and technology», Ed. POMERANZ Y. AACC. 1978, (Vol II). 221 -348.

[9] - UIPAC, : *Standard Method for the analysis of oils, fats and soaps*, 1996, 5 th Edition II D-2.

[10] - UIPAC. : *Standard Method for the analysis of oils, fats and soaps* in the WIJS method 1966, 5 th Edition II. D-7-3.

[11] - DEYMIE B. : MULTON J C : SIMON D. : *Techniques d'analyses et de contrôle des Industries Agro-alimentaires*. Edition Technique et Documentation, Paris 1981. 1 4. 61-81.

[12] - VAN SOET P.J. ; Mc QUEEN R.W. : *The chemistry and estimation of fibres*. Proc. Nutr. Soc 1973, 32, 123 -130.

[13] - GLOWA W. : *Zirconium dioxide, a new catalyst in the Kjeldahl for total nitrogen determination*. Journal of OAAC 1974, (57) 5, 1228-1234.

[14] - HOUSTON D.F.; ALLIS.M.MS. ; KOHLER .G.O : *Amino acid composition of rice and rice by-production*. Cereal chem. 1969, (46) 5, 527- 6537.

[15] - DENIGES. P. D., *Enzymatic essay for determining the cyanide content of cassava and cassava products*. Cassava information Centre, Centro International de Agricultura Tropical. Cali., Colombia, 1979, 05 EC, 6 - 15.

[16] - NARAHARI.D., KOTHANDARAMAN, P: *Chemical composition and nutritional-value of para rubber seed and its products for chickens*. Animal Feed Sciences and Technology. 1984, (10) 4, 257-267.

[17] - ANG. B.B., *Problem of rubber seed storage*. In seed Technology in the Tropics Malaysia 1976, 117 - 122.

[18] - NARAHARI.D., KOTHANDARAMAN, P. *Chemical composition and nutritional-value of para rubber seed and its products for chickens*. Animal Feed Sciences and Technology. 1984, (10) 4, 277-287.

[19] - NWOKOLO. E., AKPAPUNAN.M. *Content and availability of nutrients in rubber seed meal*, Tropical Science, 1986, 26, 83-88.

[20] - VIJAGOPLAN. K. , GOPALAKRISHNAN.K.S. *Epoxidation of rubber seed oil*. Bull Rubb Bd Bull RR India 1971, 11, 52-54

[21] - MALLIKA. G. V., MAGGIS. M. : *Some studies on controlling the action of lipase and linamarase during rubber seed kernel processing*. Journal of National Science Council of Sri Lanka 1991, 19, 2, 99- 106.