

Valorisation de la graine de goyave : huile de l'amande et poudre abrasive des coques

Paul Bourgeois, Guylène S. Aurore,
Jacqueline Abaul, Henri Joseph

Le fruit du goyavier, *Psidium guajava* L. [1] est l'un des plus exploités en région tropicale. Il est souvent consommé frais, pour les variétés les plus charnues et les plus sucrées, ou transformé en jus et nectars qui peuvent par ailleurs entrer dans la composition de glaces et de sorbets. On le trouve sous forme de gelées, de marmelades, de compotes, de confitures et de pâtes de fruits après extraction de la pulpe, raffinage, évaporation et texturation. Enfin, on utilise la goyave ou ses dérivés dans de nombreuses préparations et recettes culinaires. Ses graines ont, pendant longtemps, été traitées en déchets ; or, elles contiennent des matières de réserve, notamment des lipides, tandis que leur enveloppe calleuse est dure et résistante aux agents dénaturants. Ces deux caractéristiques sont susceptibles d'apporter de la valeur ajoutée et, dans cette optique, nous avons étudié les propriétés chimiques et physico-chimiques de ce fruit en vue d'une meilleure valorisation.

Importance économique de la goyave

Le goyavier appartient à la famille des Myrtacées, qui regroupe un grand nombre de plantes tropicales utiles (muscade, girofle, bois d'Inde, eucalyptus). Originaire de l'Amérique tropicale, il a été introduit dans pratiquement toutes les régions chaudes ou tempérées du monde (Afrique, Asie, Australie). C'est un petit arbre qui peut atteindre quelques mètres de haut et se rencontre à l'état spontané, quelquefois en population très dense. La fructification est généralement annuelle pendant les périodes chaudes ; sous certains climats, on peut avoir deux fructifications par an, ou même des fructifications continues dans le cas de cultures avec irrigation, fertilisation et induction florale.

La goyave est une baie ronde ou ovale de 3 à 10 centimètres de diamètre qui peut peser de 50 à 800 grammes ; elle est constituée d'une peau mince et molle, de couleur généralement jaune quand le fruit est mûr, et d'une pulpe interne qui peut présenter divers coloris allant du blanc au carmin en passant par des teintes rose, saumon, jaune, orange ou violette. Disséminées dans la pulpe se trouvent des petites graines, en forme de haricot, possédant une coque. Il existe de nombreuses variétés de goyaviers qui diffèrent surtout par le fruit ; deux d'entre elles sont prépondérantes : celle

à pulpe blanche, généralement sucrée, et celle à pulpe rose ou orange, plutôt acide. Outre ces variétés communes, on a mis au point de nombreux cultivars qui privilégient un ou plusieurs caractères : taille de l'arbre, grosseur du fruit, douceur ou acidité, précocité de fructification, rendement, résistance aux maladies, teneur en acide ascorbique, aptitude à la transformation. En outre, des cultivars peuvent présenter des comportements particuliers selon le lieu de culture et les techniques culturales [2]. Parmi les plus répandus, citons : Red fleshed, Chittidar, Jafera, Smooth-Green, Darwar, Large Yellow, Beaumont, Frank Malherbe. Outre *P. guajava*, une autre espèce du genre est également exploitée et consommée : il s'agit de *P. cattleianum*, « goyave cattley », dont le fruit est plus petit et dégage un parfum rappelant la fraise.

La production de goyave dans le monde atteignait plus de 500 000 tonnes en 1981 [3]. Les principaux producteurs sont : l'Inde (165 000 t), le Mexique (127 000 t), le Pakistan (105 000 t), la Colombie (29 000 t), l'Égypte (28 000 t), le Brésil (27 000 t), le Venezuela (11 000 t), l'Afrique du Sud, la République dominicaine, Puerto Rico, la Jamaïque, le Kenya (de 4 000 à 3 000 t) et Hawaï (2 000 t). La répartition entre consommation en frais (souvent localement) et transformation est difficile à établir. L'Inde est sans doute actuellement le plus gros producteur de pulpe de goyave et l'Afrique du Sud a été un des premiers à lancer sur les marchés les goyaves en conserve.

P. Bourgeois, G.S. Aurore, J. Abaul, H. Joseph : COVAREV (Connaissance et Valorisation des Ressources Végétales) – Chimie des substances naturelles. Université des Antilles et de la Guyane, UFR Sciences exactes et naturelles, BP 250, 97159 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe.

Tirés à part : P. Bourgeois

Tableau 1**Composition chimique de la matière sèche de graines de goyave**

Sucres	10 à 12 % principalement fructose et glucose 4 à 5 % et pectine 1 à 2 %
Fibres	3 à 4 %
Lipides	0,5 à 1 %
Protides	1 à 1,5 %
Cendres	0,7 à 1 % dont Ca : 15 mg/100 g P : 24 mg/100 g Fe : 1,8 mg/100 g K : 291 mg/100 g
Acides organiques	0,5 à 2,1 % principalement acide malique et citrique
Métabolites secondaires	acide ascorbique : 100 mg/100 g niacine : 1,18 mg/100 g thiamine, acide pantothénique et carotènes : 3,1 mg/100 g

Chemical composition of guava-seed dry matter**Composition de la goyave**

Du fait de la multiplicité des variétés, des régions ou des techniques culturales, une composition type de la goyave est difficile à établir. Les valeurs moyennes indiquent une composition globale comprenant de la peau (environ 5 %), de la pulpe (90 %), et des graines (5 %). L'eau est le constituant majeur (83 % en moyenne), la matière sèche correspond à 17 % (tableau 1). La pulpe a un pH de l'ordre de 4,8. La goyave contient des polyphénols, notamment des flavonoïdes (quercétine, guayavérine, leucocyanidine, acide gallique), qui sont responsables de la couleur et des propriétés astringentes du fruit [4], ainsi que des composés volatils responsables de l'arôme [5]. En 1988 [6], plus de 154 molécules avaient été isolées et la plupart identifiées. Les plus représentatives sont des monoterpènes, des alcools terpéniques, des dérivés carbonylés (aldéhydes, cétones, esters) et un dérivé soufré (le benzothiazole). Une molécule très courante dans les Myrtacées, l'acétate de cinnamyle, semble être une des bases de l'arôme goyave. La goyave a une excellente valeur alimentaire en tant que fruit frais (nature des sucres solubles, teneur en vitamines et en minéraux) ; sa nature pulpeuse ainsi que ses teneurs en pectine et en acide citrique la rendent particulièrement

apte à la fabrication de confitures, de gelées et de pâtes de fruits.

Les graines de goyave

Les caractéristiques et la composition de la graine de goyave ont donné lieu à de nombreux travaux. Les graines (de 150 à 700 par goyave) ont un poids situé entre 1,6 % et 5 % du fruit frais ; à l'intérieur de la coque se trouve une amande qui s'écrase aisément pour donner une farine. Les graines utilisées au cours de ce travail sont des sous-produits d'unités de fabrication de confitures et autres dérivés cuits de la goyave ; elles ont subi au moins une cuisson à température supérieure à 100 °C et des lavages à l'eau afin d'éliminer les matières d'enrobage sucrées et fermentescibles. Le choix de cette matière première est avant tout lié à sa disponibilité (une dizaine de kilos) et par l'opportunité de son exploitation éventuelle. Les graines

utilisées étaient relativement homogènes, de couleur ivoire, de petite taille (95 % des graines passent au travers d'un tamis de 3 mm de côté). La plupart étaient entières, mais certaines présentent une petite cavité à une des parties pointues. Nous avons procédé à une analyse de trois lots de graines à six mois d'intervalle ; les différences de composition et de caractéristiques sont faibles et nous donnons des valeurs moyennes (tableaux 2 à 4). À notre connaissance, seules les teneurs en lipides ont déjà été rapportées [7].

L'huile de goyave : obtention, purification, composition

Le broyage est nécessaire pour obtenir une bonne extraction de l'huile (avec les graines entières à peine 30 % de l'huile constitutive est récupérée). Les graines, sans séchage préalable, sont broyées au moyen d'un moulin à céréales (matériel Biobloc 1126 901), libérant ainsi une farine plus ou moins fine. Les conditions de pulvérisation retenues sont les suivantes : débit de 50 g/minute ; granulométrie comprise entre 1 et 1,25 mm. Les conditions optimales d'extraction au « Soxhlet » ont été déterminées. Trois solvants ont été utilisés : cyclohexane, éther de pétrole (Eb. 40-60 °C), dichlorométhane, avec des pouvoirs d'extraction semblables. Le cyclohexane a été retenu pour les extractions de quantités importantes d'huile. La volatilité de l'éther de pétrole occasionne des pertes importantes de ce solvant, tandis qu'avec le dichlorométhane l'huile est colorée et contient des particules en suspension. Le contact solvant-broyat est de type percolation-macération et est réalisé dans la cartouche d'un « Soxhlet » (50 g de broyat de densité 0,6). Le maximum d'extraction a été obtenu après 8 passages de solvant (40 ml à chaque passage), soit environ 0,650 litre de solvant pour 100 grammes de graines. Des quantités plus importantes d'huile ont été extraites par un appareil construit au laboratoire

Tableau 2**Caractéristiques de la graine de goyave**

Densité	Humidité (%)	Éléments majeurs (%)				Cendres (%)
		C	H	N	O	
0,67	7	51,42	7,07	2,60	34,51	1,2

Characteristics of guava seeds

selon le principe de fonctionnement d'un « Soxhlet ». L'extraction solide-liquide a lieu dans une jarre en verre de 10 litres maintenue à température ambiante, ou chauffée au moyen d'un ruban chauffant. Les conditions d'extraction ont été les suivantes : 6 litres de solvant, 3,5 kg de broyat, 2,5 litres de solvant circulant, 8 passages, température du solvant au contact avec le broyat comprise entre 28 et 35 °C.

La séparation de l'huile et du solvant est réalisée en deux opérations, une distillation à pression atmosphérique (enlèvement des trois quarts du solvant) et une distillation à pression réduite au moyen d'un évaporateur rotatif Bucchi (température du bain chauffant 45-50 °C ; pression résiduelle 40 mm de Hg). Les dernières traces de solvant sont éliminées par aspiration prolongée au moyen d'une pompe à vide (pression résiduelle de 5 mm de Hg).

L'huile brute extraite (365 ml) a une couleur jaune et contient des particules blanchâtres en suspension (entraînées physiquement par le solvant, ou dissoutes par le solvant d'extraction et relarguées après l'élimination de celui-ci). Son indice d'acide relativement élevé (entre 25 et 30) est signe de la présence d'acides gras libres en quantité importante (jusqu'à 15 % sur la base de l'acide oléique). La purification a été conduite en vue d'obtenir une huile limpide, la moins colorée possible (avec ou sans niveau de l'acidité). L'élimination des suspensions et la décoloration (de jaune à ivoire) ont été obtenues par traitement au charbon pulvérulent : addition de charbon à l'huile (5 % poids/volume) portée à 45-50 °C et agitation pendant 30 minutes ; récupération de l'huile sur-

Summary

Processing guava seeds: kernel oil and abrasive shell powder

P. Bourgeois, G.S. Aurore, J. Abaul, H. Joseph

Guava (Psidium guajava) is a tropical fruit belonging to the Myrtaceae family. This very pulpy fruit is often eaten fresh; consumers thus benefit from its very high food value based on its vitamin content and soluble-sugar characteristics (Table 1). Guava also has a high pectin and citric acid content and is thus very suitable for processing into jams, jellies and fruit pastes.

The tiny bean-like seeds disseminated throughout guava pulp have so far been considered as waste. The present study investigated physical and chemical aspects of these seeds with the aim of tapping the full potential of this fruit. In terms of weight, guava seeds represent less than 5% of the fresh fruit, and have a hard horny shell containing an oily kernel.

Chemical analysis of the shells, after elimination of fermentable substances and being ground into powder, revealed a high derived lignocellulosic content and low mineral content (Tables 2, 3, 4). Due to the consistency of the ground-seed powder, it could be used as an abrasive material in cosmetics. Oil extracted from guava kernels has a relatively high (about 88%) unsaturated fatty acid content (Table 5), with linoleic acid predominating (80%). Saturated and unsaturated fatty acids in C18 are the most common. Other fatty acids are scarce, except for palmitic acid (Table 5). Guava oil is unsuitable for food uses because of its chemical composition, but it could be of interest in the cosmetics industry. Based on these overall results, a face scrub has been processed and manufactured from guava-seed kernels and shells.

Cahiers Agricultures 1998 ; 7 : 105-9

nageante par aspiration puis filtration sur verre fritté (porosité 4) sous aspiration (pression résiduelle 5 mm de Hg) ; les pertes de cette opération sont de l'ordre de 4 à 5 %. Nous appellerons « huile A », l'huile limpide, décolorée et acide. L'élimination des restes acides est réalisée par lavage avec une solution de soude à 5 % (400 ml par litre d'huile), récupération de l'huile par décantation, lavage de l'huile à l'eau jusqu'à neutralité (en géné-

ral deux fois 100 ml d'eau distillée par lavage) et élimination des traces d'eau par aspiration sous vide (4 mm de Hg) (« huile B »). Les pertes sont de l'ordre de 10 à 15 % incluant celles de l'opération de clarification-décoloration ; elles concernent notamment des acides gras libres transformés en sels et des pertes d'huile émulsionnée avec l'eau lors des lavages de neutralisation.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire de chimie des substances naturelles de l'UAG, par le laboratoire d'analyses des professionnels agricoles (LAPRA) de la Guadeloupe et par le laboratoire de chimie du CIRAD (tableau 5). La neutralisation élimine la quasi-totalité des acides libres ; les huiles A et B ayant des compositions très proches, notamment sur le plan des acides gras, cela implique que l'acidité des huiles A a pour origine les mêmes acides gras libres que l'on retrouve sous forme de triglycérides pour l'huile B. Les acides gras insaturés sont très largement majoritaires et, parmi ceux-ci, l'acide linoléique 18 : 2 est prépondérant (80 % en moyenne). Les acides en C18 saturés et insaturés sont les plus représentatifs de l'huile de graine de goyave. Mis à part

Tableau 3

Constituants organiques (%) des graines de goyave

Sucres solubles	Autres sucres et fibres	Lipides	Protides
1,5	67	10	11

Organic components of guava seeds

Tableau 4

Constituants minéraux (mg/100 mg) des graines de goyave

Na	K	Mg	Ca	P	Al	Fe	Mn	Si
4	200	150	100	300	4	8,5	1,3	Traces

Mineral components of guava seeds

Tableau 5

Analyses de l'huile de graines de goyave

Données analytiques	Nos essais		Essais antérieurs [7]			
	Huile A	Huile B	Opute <i>et al.</i> 1978	Subrahma <i>et al.</i> 1957	Varma <i>et al.</i> 1936	Kakufu <i>et al.</i> 1934
Huile extraite (%)	10	–	9,4	10,1	–	–
Densité	0,934	0,930	–	–	–	–
Indice d'acide	29	< 0,2	–	–	–	–
Indice de saponification	200	201	–	291,3	282	292
Indice d'iode	145	145,5	–	98,7	96	140
Composition en acides gras (%)						
C16 (0) palmitique	8,2	8,0	9,2	8,9	16	–
C18 (0) stéarique	2,8	2,7	3,4	4,8	–	–
C18 (1) oléique	7,9	7,6	7,8	53,9	55,8	–
C18 (2) linoléique	79,8	80,7	79	29,2	27,8	–
C18 (3) linoléinique	0,2	0,3	–	1,1	0,4	–
C20 (0)	0,4	0,3	–	–	–	–
C20 (1)	0,3	0,1	–	–	–	–
C22 (0)	0,2	0,2	–	–	–	–
C24 (0)	0,2	0,2	–	–	–	–
Phospore (mg/100 g)	8	–	–	–	–	–
Insaponifiable (phytostérols) (%)	1	–	–	–	–	–

Analysis of guava-seed oil

l'acide palmitique C16, les autres acides gras sont faiblement représentés. L'acide linoléinique était cité, dans la littérature ancienne, comme très représenté dans l'huile de graine de goyave, alors que nos résultats, confirmant d'autres données [7], indiquent beaucoup plus d'acides oléiques que linoléiques, ce qui est probablement dû aux différences de techniques analytiques. L'huile extraite des graines de goyave, sous-produit de la fabrication de confiture, a une composition proche de celle obtenue à partir de graines n'ayant pas subi de traitement thermique. Elle est très riche en acides gras insaturés et de ce fait a une tendance très nette au rancissement. L'huile brute (huile A), relativement acide, est particulièrement sensible à ce phénomène ; après neutralisation, l'huile B se

conserve mieux (un échantillon est resté plusieurs mois à l'air, à 24 °C, sans développer l'odeur d'acroléine).

La poudre des coques

La partie calleuse de la graine de goyave se retrouve dans le marc du broyat après récupération des huiles. D'autres substances (sucres, protéines, matières celluloseuses) sont également extraites sous forme d'une poudre aux grains durs, ayant des propriétés abrasives ; elle est obtenue des graines par désolvantisation, à la vapeur d'eau, du marc résultant de l'extraction de l'huile, suivie de séchage. La farine obtenue a été mise en suspension dans une solution d'acide chlorhydrique à 20 %, sous agitation, à 50 °C pendant 30 minutes (un volume de fari-

ne pour un volume de solution acide), soumise à un essorage avec élimination des eaux et traitée à nouveau dans les mêmes conditions avec une solution acide à 10 %. Le solide a été récupéré et lavé par un courant d'eau ascendant jusqu'à neutralité. Cette opération est facilitée par la différence de densité des diverses matières solides. Après essorage du solide et séchage à l'étuve, à 60 °C pendant 12 heures, les particules de coques de graines se conservent à l'air libre ; réhumidifiées, elles ne donnent pas lieu à fermentation. Après broyage au moyen du moulin à céréales et tamisage, on obtient une poudre passant à travers un tamis de 0,3 mm de côté avec une teneur élevée en dérivés ligno-celluloseux et faible en minéraux (tableau 6).

Tableau 6

Constituants de la poudre de coques des graines de goyave

Matière organique (%)			Éléments minéraux (mg/100 g)			
Cellulose	Pentosanes	Lignines	Na	K	Ca	Mg
29,31	15,60	41,70	4	10,9	8,60	Traces

Components of guava-seed shell powder

Conclusion

Comparés à d'autres graines oléagineuses, les pépins de goyave ont de faibles teneurs en substances lipidiques. Comme les quantités produites par les unités de transformation (et jusqu'ici éliminées comme déchets) sont impor-

tantes, elles peuvent cependant constituer une matière première pour la production d'huile très riche en acides gras insaturés, ce qui limite son usage en alimentation ; en revanche, elle pourrait être intéressante pour la cosmétologie et les produits de toilette. La poudre de coques de graines, débarrassée des matières fermentescibles, a une consistance qui rappelle une poudre siliceuse, pouvant être utilisée comme abrasif ; elle a fait l'objet d'une préparation cosmétique de type « gommage » ■

Références

1. Fournet J. *Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique*. Paris : INRA Éd., 1978 ; 1 654 p.
2. Nagy S, Shaw PE. *Tropical and subtropical fruits. Composition, properties and uses*. Wesport (Connecticut, USA) : The Avi Publishing Company Edit., 1979 ; 563 p.
3. Jagtiani J, Chan HT, Sakaï WS. *Tropical fruit processing*. New York (USA) : Academic Press, 1988 ; 72 p.

Résumé

La goyave (*Psidium guajava* L.) est un fruit tropical dont l'espèce appartient à la famille des Myrtacées. Très pulpeux, il est consommé frais ou après transformation en jus, nectar, confitures, gelées ou pâte de fruits.

Dans la pulpe sont disséminées de très petites graines en forme de haricot, qui sont, jusqu'à présent, traitées comme déchets. La présente note vise à approfondir la connaissance de ces graines en vue d'une meilleure valorisation du fruit dont elles représentent moins de 5 % du poids. Les graines présentent une coque dure renfermant une amande huileuse. Leurs matières de réserve (notamment des lipides) et leur enveloppe calleuse et résistante aux agents dénaturants, sont susceptibles d'apporter de la valeur ajoutée au produit. L'analyse chimique des coques, après élimination des matières fermentescibles et réduction en poudre, révèle une teneur élevée en dérivés ligno-cellulosiques, et faible en minéraux. La consistance de la poudre obtenue permet de l'utiliser comme abrasif pour la cosmétologie. L'huile extraite des amandes est riche (88 % environ) en acides gras insaturés, principalement l'acide linoléique 18 : 2 (80 % en moyenne). Les acides en C18 saturés et insaturés sont les plus représentés. Mis à part l'acide palmitique C16(0), les autres acides gras sont en faible quantité. Sa composition chimique limite l'utilisation de cette huile en alimentation, mais peut présenter un intérêt certain en cosmétologie. Une crème cosmétique « gommante » a été mise au point à partir des amandes et coques de graines de goyave.

4. Robineau LG. *Hacia una farmacopea caribena*. Santo Domingo : TRAMIL 7, 1995 ; 696 p

5. Maclead AJ, Trooconis NJ. Volatil flavour components of guava. *Phytochem* 1982 ; 17 : 1339-42.

6. Wilson CW, Shaw PE, Campbell CW. Détermina-

tion of organic acids and sugars in guava (*Psidium guajava* L.) cultivars by high-performance liquid chromatography. *J Sci Fd Agric* 1982 ; 33 : 770-80.

7. Opute FI. The component fatty acids of *Psidium guajava* seed fats. *J Sci Fd Agric* 1978 ; 29 : 737-8.