

Utilisation alimentaire des dérivés des cotonniers sans gossypol

C. Marquié

Laboratoire de Chimie des Plantes Textiles de l'IRCT-CIRAD, BP 5035 Montpellier Cedex, France.

Communication présentée au colloque : « Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire » qui s'est tenu les 26 et 27 octobre 1985 à Abidjan, Côte-d'Ivoire.

RÉSUMÉ

L'auteur rappelle brièvement le procédé industriel utilisé pour la production d'huile de table et de tourteaux pour l'alimentation bovine, à partir des graines de cotonniers classiques.

Ce procédé ne peut pas être employé pour fabriquer des farines possédant les normes requises pour l'alimentation humaine.

Une technologie améliorée doit être mise en œuvre pour le traitement industriel des graines de cotonniers sans gossypol.

Il faut extraire directement l'huile au solvant ce qui a pour avantage d'éviter l'addition de coques qui est habituellement pratiquée dans le procédé traditionnel et de ne pas utiliser un traitement thermique trop fort.

Les principales caractéristiques des farines ainsi obtenues sont indiquées.

Quelle que soit le procédé d'extraction, on obtient une huile de table, riche en acides gras insaturés et d'excellente qualité nutritionnelle.

L'auteur présente ensuite une synthèse des principales utilisations alimentaires des protéines de coton, aux USA et en Afrique.

L'avenir des cotonniers sans gossypol dépend des progrès de la recherche génétique, de l'amélioration de la technologie alimentaire pour fabriquer des farines pour la consommation humaine et d'une stratégie commerciale habile pour vendre les nouveaux produits.

MOTS CLÉS : cotonnier, graine, protéines, huile.

INTRODUCTION

Le cotonnier n'est pas seulement la première plante textile mondiale, il est également la deuxième ressource en protéines végétales et la quatrième plante oléagineuse, ce qui le classe parmi les plantes vivrières (10, 13).

Les graines renferment en effet une amande qui contient 35 à 38 % de protéines et 35 à 38 % de lipides.

Généralement, les graines qui ne sont pas utilisées comme semences sont triturées pour produire une huile alimentaire. Les tourteaux, considérés comme sous-produits, sont réservés essentiellement à l'alimentation des bovins à cause de la présence d'un pigment polyphénolique toxique, le gossypol.

En 1954, un chercheur américain, MC MICHAEL (30), met au point la première variété sans gossypol. Depuis, les

recherches génétiques n'ont cessé de se multiplier pour aboutir à des variétés sans gossypol de plus en plus performantes aux caractéristiques agronomiques et technologiques équivalentes à celles des variétés classiques.

Grâce aux cotonniers sans gossypol, on peut envisager, pour les dérivés des graines (tourteaux et farines), des débouchés nouveaux orientés vers l'alimentation des animaux monogastriques et en particulier de l'homme (14). Cependant, malgré les nombreux essais qui ont été réalisés dans le monde et qui démontrent la haute valeur nutritionnelle des farines de coton, très peu de débouchés se sont créés dans l'industrie alimentaire. Alors que le problème de la faim dans le monde se fait de plus en plus ressentir, on constate que cet énorme potentiel en protéines végétales reste encore très mal utilisé.

INFLUENCE DE LA TECHNOLOGIE SUR LA QUALITÉ DES PRODUITS ALIMENTAIRES

Dans le cadre d'un programme de recherches financé par la CEE, « La graine du cotonnier : une source de protéines de haute valeur pour l'alimentation humaine », l'IRCT a étudié les technologies à mettre en œuvre pour obtenir, à partir des graines de cotonniers sans gossypol, des produits directement utilisables pour l'alimentation humaine. La matière première de cette étude provient de Côte-d'Ivoire.

Une large expérimentation portant sur la culture de 23 000 hectares de cotonniers sans gossypol a eu lieu dans ce pays en 1984 sous l'égide de la CIDT avec le concours scientifique de l'IDESSA et de l'IRCT (23, 24, 25).

Technologie

Les procédés industriels de trituration des graines de cotonniers sans gossypol doivent être adaptés à la fois à l'extraction de l'huile et à l'obtention de tourteaux ou de farines possédant les normes requises pour l'alimentation humaine.

Actuellement, la plupart des huileries en service en Afrique utilisent le procédé « prépression-solvant ». Après décorticage des graines, les amandes sont aplaties et toastées durant 60 mn à une température voisine de 110 °C.

Au moment du pressage, 8 à 10 % de coques sont ajoutées pour faciliter l'écoulement de l'huile. Une délipidation partielle est obtenue par pression à la température de 120 °C dans une presse à vis. Les tourteaux qui contiennent encore 10 à 14 % de lipides subissent ensuite plusieurs lavages à l'hexane préchauffé de 60 à 80 °C. Les tourteaux complètement déshuilés sont désolvantés et pelletisés (9, 21).

Ce procédé ne convient pas pour obtenir des dérivés protéiques de grande valeur pour l'alimentation humaine (11).

L'extraction de l'huile des graines de cotonniers sans gossypol doit être effectuée directement au solvant de la manière suivante : après purification et conditionnement des amandes, la totalité de l'huile est extraite par plusieurs percolations à l'hexane préchauffé à 60 °C. La farine est ensuite égouttée, désolvantée et séchée (9, 11).

Composition et caractéristiques des dérivés des graines de cotonniers sans gossypol

L'huile de coton

Quel que soit le procédé d'extraction utilisé, on obtient, après raffinage, une huile alimentaire ne possédant aucun goût particulier, d'excellente qualité nutritionnelle en raison de sa concentration importante en acides gras insaturés (acides linoléique et oléique) (18, 34, 37). Ces acides gras jouent un rôle important dans la régulation du cholestérol sanguin (26). L'huile brute contient en faible proportion des acides cyclopropéniques (2) qui sont détruits au cours du raffinage (tabl. 1).

Tourteaux et farines de coton

Les qualités nutritionnelles des farines délipidées dépendent du traitement des amandes pendant la trituration (11).

La forte élévation de température appliquée dans le procédé « prépression-solvant » déprécie la valeur des tourteaux car elle provoque la dénaturation des protéines et le blocage d'une partie de la lysine disponible. L'addition de coques au moment du pressage augmente le taux de cellulose et diminue d'autant la richesse protéique des tourteaux. L'utilisation des pellets est donc réservée essentiellement pour l'alimentation animale (tabl. 2).

D'après les essais réalisés par l'IRCT en atelier pilote au GERDOC à Pessac, il est très difficile d'obtenir par pression la délipidation des flocons d'amandes broyées sans ajout préalable de coques et sans surchauffer la matière.

L'extraction directe au solvant permet d'obtenir une farine alimentaire hautement protéinée, de texture fine et homogène, très bien déshuilée et à faible taux de cellulose. Le pourcentage de protéines solubles est extrêmement élevé. La quantité de lysine disponible est acceptable, si l'on se réfère aux normes PAG¹ (tabl. 2).

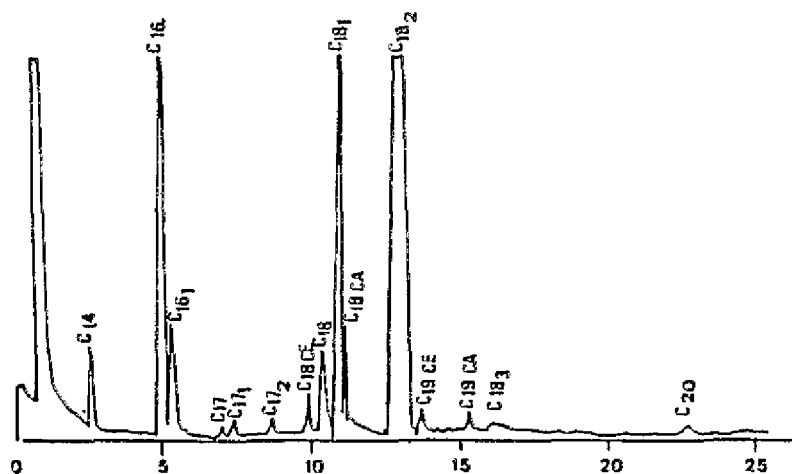
Concentrats et isolats

La farine de coton peut servir de base à la fabrication de concentrats et d'isolats (4, 32). Les concentrats sont obtenus en traitant la farine par un solvant pour dissoudre et éliminer certaines substances indésirables comme les polyphénols et les sucres, ce qui a pour effet d'élever le taux de lysine disponible et de protéines (tabl. 3).

Les isolats sont obtenus par solubilisation des protéines à pH 11 et précipitation à pH acide. Ils sont composés essentiellement de protéines (tabl. 3).

TABLEAU 1

Composition en acides gras de l'huile de coton.
Fatty acid composition of cotton oil.



C ₁₄	Ac myristique	0,5 à 10 %
C ₁₆	Ac palmitique	22 à 30 %
C _{16:1}	Ac palmitoléique	0,2 à 0,6 %
C ₁₈	Ac stéarique	1,0 à 3,0 %
C _{18:1}	Ac oléique	13 à 20 %
C _{18:2}	Ac linoléique	49 à 60 %
C _{18:3}	Ac linoléinique	traces
C ₂₀	Ac arachidique	traces
	Ac cyclopropéniques :	
	Ac malvalique	0,7 à 1,5 %
	Ac sterculique	0,3 à 0,5 %

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE SUR COLONNE CAPILLAIRE
(30 m, 0,14 % Carbowax 20 M) ; TEMPERATURE DU FOUR, 150° C ;
TEMPERATURE DE L'INJECTEUR ET DU DETECTEUR, 275° C ; DEBIT
D'HELIUM EN SORTIE DE COLONNE, 5 ml/mn.

1. Protein Advisory Group (Organisation Mondiale de la Santé).

TABLEAU 2

Influence du traitement technologique sur la valeur nutritionnelle des farines.
(Résultats en grammes pour 100 grammes de matière sèche)
Effect of the technological process on the nutritional value of the flours.
(Results in grams for 100 grams of dry matter)

Composition	Procédé traditionnel	Extraction directe	Normes PAG* 1975
	« Prépression-solvant » Pellets	de l'huile à l'hexane Farines alimentaires	
Humidité	7 à 9	7 à 9	max. 10
Matières grasses	1 à 3	0,5 à 1,5	max. 6
Protéines totales (N × 6,25)	41 à 45	60 à 68	min. 50
Protéines solubles % protéines totales	78	97	
Cendres	7 à 8	7 à 8	
Cellulose brute	10 à 13	3 à 5	max. 5
Gossypol libre	traces	traces	max. 0,06
Gossypol total	0,02 %	0,01	max. 1,2
Sucres solubles totaux dont :	6 à 8	6 à 10	
Saccharose	1 à 2	1 à 2	
Raffinose	5 à 6	5 à 8	
Stachyose	traces	traces	
Lysine disponible g/16 g d'azote	3,6	4,16	min. 3,6
Aflatoxine	néant	néant	min. 30 mcq/kg

* Ces normes sont données à titre indicatif car elles ne sont plus en vigueur actuellement.

TABLEAU 3

Composition chimique de concentrat et d'isolat obtenus à partir d'une farine de coton.

Chemical composition of the concentrate and isolate obtained from cotton flour.

	Concentrat	Isolat
Humidité	6	1
* Protéines totales (N × 6,25)	80	97
Protéines solubles, % protéines totales	98	99
* Cendres	2,47	2,12
Lysine disponible pour 16 g d'azote	4,63	3,53
Lysine disponible, % lysine totale	96	83

* Résultats exprimés en grammes pour cent grammes de matière à 0 % d'humidité.

TABLEAU 4

Tamunuts*.

Amandes de coton sans gossypol grillées.
Toasted glandless cotton kernels.

Protéines	39 %
Huile	32 %
Carbohydrates	17 %
Cendres	5 %
Cellulose brute	4 %
Humidité	2 %
Calories pour 100 g	510

* Food Protein Research and Development Center
Texas A and M University
College Station, Tx 77843

UTILISATION ALIMENTAIRE DES PROTÉINES

(fig. 1)

Les amandes, relativement riches en protéines, sont consommables telles quelles à condition d'être grillées pour détruire les acides cyclopropéniques (33). En 1968, la Texas Agricultural and Mechanical University commercialise sous le nom de Cot'n'Nuts ou Tamunuts un produit composé uniquement d'amandes de cotonniers sans gossypol (tabl. 4).

Les farines de coton peuvent être mélangées à des céréales pour préparer des pains de régime ou des biscuits (6). A titre d'exemple, nous avons fabriqué des gâteaux en remplaçant 50 % de la farine de blé par de la farine de coton sans gossypol (tabl. 5).

Le comportement à la cuisson des gâteaux qui renferment de la farine de coton est identique à ceux qui n'en contiennent pas. A la dégustation, bien que leurs saveurs soient différentes, les deux préparations sont également appréciées.

Des essais d'extrusion, effectués au Laboratoire de Biochimie et Technologie Alimentaires de l'USTL à Montpellier, nous ont permis d'obtenir des biscuits relativement bien expansés et croustillants contenant 18,34 % de farine de coton (tabl. 6).

Un appareil du type cuiseur-extrudeur placé en bout de chaîne de trituration, approvisionné avec divers produits bruts (farine, sucre, lait, produits aromatiques, épices, etc.), peut fabriquer en continu des aliments directement consommables et commercialisables sur les lieux même de

production (biscuits sucrés ou salés, farines pour enfants, petits déjeuners, etc.).

Une telle utilisation présenterait un très grand intérêt dans les pays producteurs de coton.

Compte tenu de leur richesse en protéines et de l'absence de facteurs antinutritionnels, les farines, concentrats et isolats, peuvent compléter tous les régimes alimentaires nécessitant de hautes teneurs en protéines, en particulier les aliments de sevrage. Ces produits interviennent efficacement dans le traitement du kwashiorkor.

TABLEAU 5

Composition de biscuits.
(Essais IRCT)

Composition of biscuits.
(IRCT tests)

Biscuit témoin	Biscuit coton
Farine de blé : 250 g	Farine de coton : 125 g
Sucre : 125 g	Farine de blé : 125 g
Beurre : 125 g	Sucre : 125 g
Oeufs : 3	Beurre : 125 g
Levure et sel	Oeufs : 4
	Levure et sel

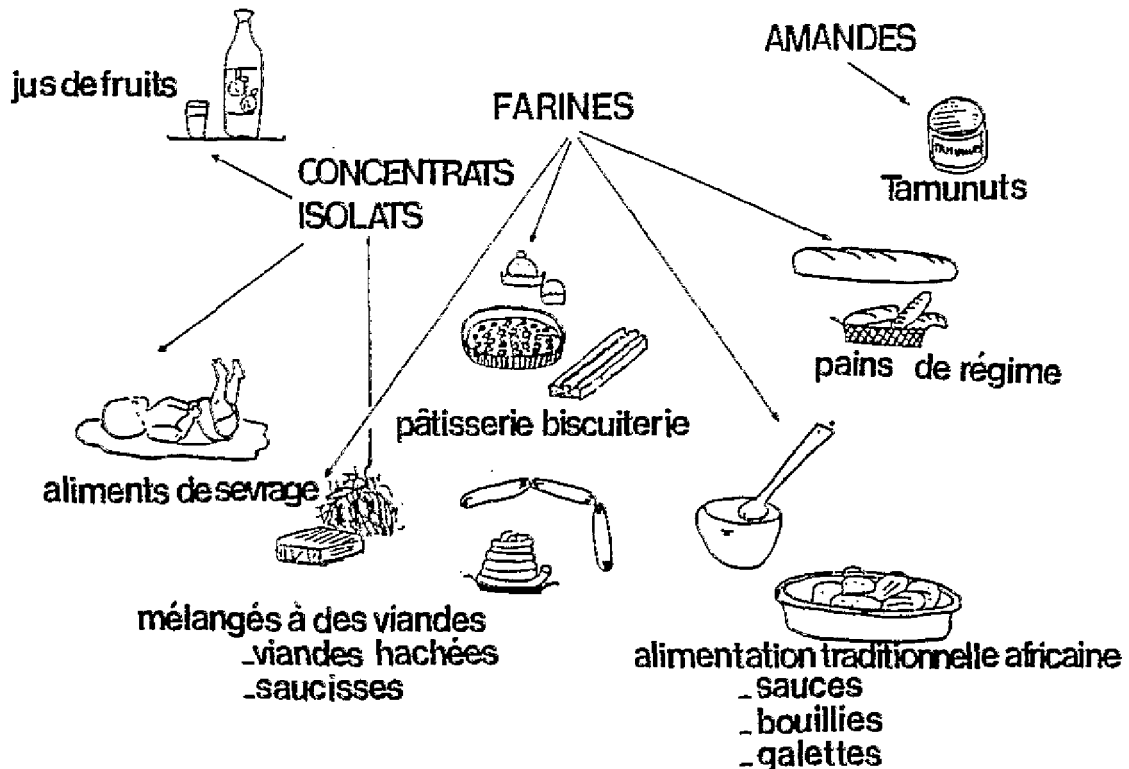


Figure 1

Utilisation alimentaire des protéines de coton.

Food uses of cotton proteins.

TABLEAU 6

Fabrication de biscuits par cuisson extrusion.

Making of biscuits by extrusion cooking.

Composition		Fiche technique	
Farine de coton	18,34 %	Température du 3 ^e fourneau	180 °C
Farine de blé	35,03 %	Température aliment (sortie)	166 °C
Amidon de maïs	15,59 %	Eau rajoutée	1,9 %
Noix de coco râpée	3,67 %	Débit au niveau de l'alimentation	39 kg/h
Sucre	18,34 %	Vitesse de rotation	150 tr/mn
Sel	0,73 %		
Humidité	8,3 %		

Laboratoire de Biochimie et de Technologie Alimentaires (Prof. CHEFTEL), USTL, Montpellier.

En 1967, des études nutritionnelles, réalisées conjointement par l'ORANA et l'hôpital Le Dantec à Dakar (Sénégal) (15), montrent qu'en associant la farine de coton à du mil et à une petite quantité de lait, on obtient un produit diététique hyperprotéiné et bien toléré. Le tableau 7 donne la composition d'un aliment de sevrage qui a été mis au point au service de pédiatrie de l'hôpital Le Dantec.

TABLEAU 7

Aliment de sevrage utilisé à l'hôpital Le Dantec, Dakar, 1967.

Weaning foodstuff used in the Le Dantec hospital, Dakar, 1967.

Farine de mil	450 g
Farine de coton	250 g
Lait demi-écrémé en poudre	100 g
Sucre	200 g

Les farines de coton peuvent être facilement incorporées dans la cuisine africaine. Dans une étude d'acceptabilité réalisée au Mali en 1973 en milieu rural, LAURE (28) cite quelques utilisations de farines de coton pour la préparation de plats traditionnels :

Sauce pour accompagner le sorgho blanc cuit à l'eau. — Les graines sont grillées, décortiquées et broyées. On y ajoute une décoction de coques, du sel, un piment, des oignons séchés, des graines de néré pilées et fermentées et du poisson sec.

Beignets et galettes. — Les graines sont grillées, décortiquées et broyées. On y ajoute de la farine de sorgho, du mil et du maïs à raison d'un volume de farine de coton pour deux volumes de céréales et des haricots (niébé). Les beignets et galettes sont frits dans du beurre de karité.

Laro. — Bouillie de céréales épaisse composée à partir de deux volumes de farine de sorgho et d'un volume de farine de coton.

Fari. — Il est composé de haricots (niébé) et d'un tiers en volume de farine de coton. Les haricots sont pilés avec de l'eau pour séparer l'enveloppe des graines par vannage. La pâte obtenue est enroulée dans des feuilles, cuite à la vapeur puis arrosée d'huile chaude contenant des oignons.

Ndégué. — Cuisson à la vapeur d'un mélange de deux volumes de sorgho blanc et d'un volume de farine de coton. On ajoute ensuite du lait frais non caillé et des condiments. Ce plat est consommé de préférence par les personnes devant effectuer des travaux physiques importants.

LAURE note également la présence de farines de coton dans des plats à base d'arachide servis comme remontants à des femmes venant d'accoucher ou à des blessés et dans des préparations médicamenteuses pour lutter contre l'ictère ou pour calmer les spasmes des enfants atteints de coliques.

Des expériences comparables sont menées au Tchad par l'ORSTOM en 1974 (tabl. 8).

CORNU et col. (19) déterminent les quantités maximales de farine de coton à introduire dans la préparation de quelques aliments traditionnels : boules de sorgho ou de mil, bouillies, beignets, lotorios et sauces. Dans l'ensemble, les résultats montrent une bonne acceptabilité des nouveaux produits surtout en ce qui concerne les sauces dans lesquelles la farine de coton est utilisée non comme supplé-

TABLEAU 8

Expériences menées par A. CORNU, F. DELPEUCH et J.C. FAVIER (ORSTOM) au Tchad en 1974.

Tests conducted by A. CORNU, F. DELPEUCH and J.C. FAVIER (ORSTOM) in Chad in 1974.

Boules de sorgho ou mil	1 volume de farine de coton + 2 volumes de mil ou sorgho
Bouillie de mil	3 volumes de farine de coton + 1 volume de mil
Beignets de blé ou mil	1 volume de farine de coton + 1 volume de blé ou mil
Lotorios de blé	1 volume de farine de coton + 2 volumes de blé
Sauces	sans limitation

ment mais comme complément protéique à la place du poisson.

La farine de coton, mélangée à des viandes hachées de bœuf, leur confère une meilleure structure. La présence de tocophérols retarde l'oxydation et la décoloration. Des saucisses d'excellente qualité ont été préparées, renfermant 14 % de farine de coton (21).

Les protéines de coton possèdent, entre autres, la propriété fonctionnelle de se solubiliser en proportions variables suivant le pH auquel elles se trouvent (fig. 2). Ces propriétés permettent de les introduire facilement dans des boissons acides comme les jus de fruits dont elles augmentent la valeur nutritive.

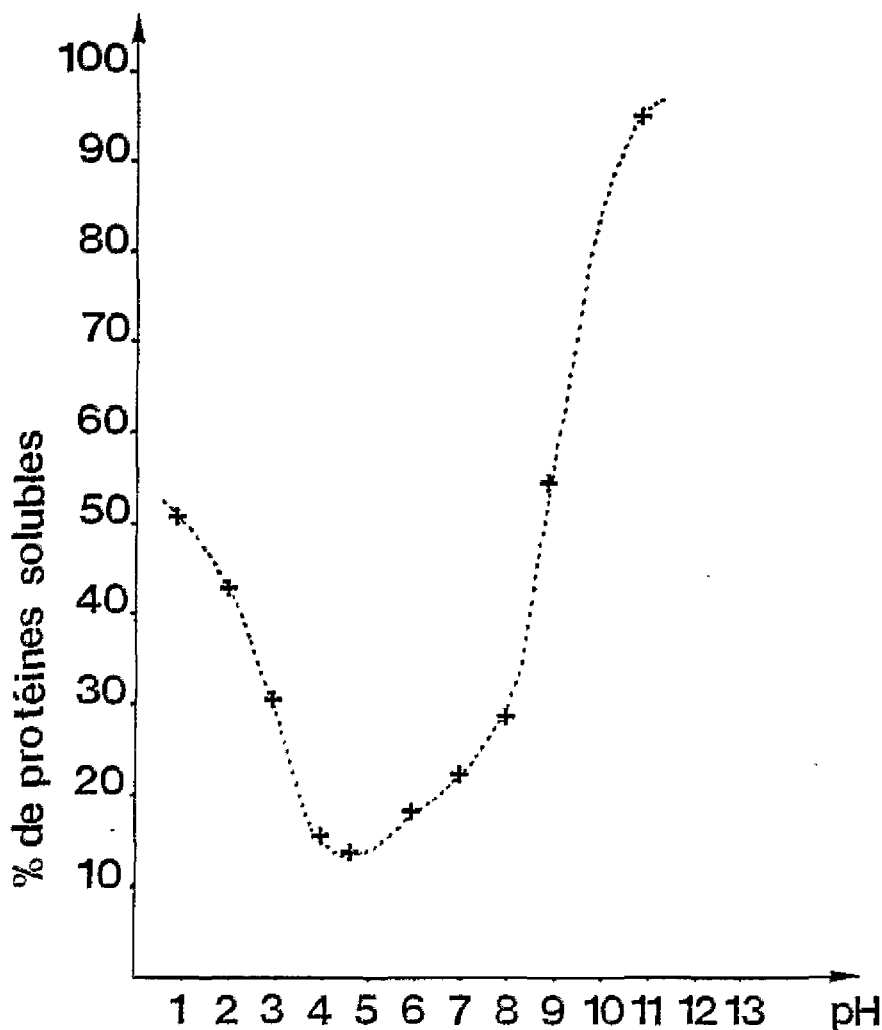


Figure 2
Farine de coton. Solubilité des protéines à différents pH.
Cotton flour. Solubility of proteins at various pH.

CONCLUSION

Sous réserve d'une technologie adaptée, les graines de cotonniers sans gossypol fournissent des produits hautement valorisables pour l'alimentation humaine. L'huile de coton est déjà consommée dans tous les pays producteurs de coton du monde.

Pourtant, la fabrication de farines alimentaires n'a pas dépassé le stade expérimental. On peut se demander quelles sont les raisons de ce manque d'intérêt de la part des industriels.

Le cotonnier reste avant tout la plante textile par excellence et seules les variétés classiques à fort rendement en fibres sont cultivées sur de grandes surfaces, ce qui exclut actuellement les variétés sans gossypol. D'autre part, la fabrication de farines de coton sans gossypol sous-entend l'implantation d'une industrie alimentaire différente de celle qui est actuellement en place.

Mais, le handicap le plus difficile à surmonter pour promouvoir l'utilisation alimentaire des farines de coton est certainement d'ordre psychologique. Car, pour que les

produits fabriqués à partir de farine de coton soient vendables, il faut qu'ils correspondent aux goûts des futurs consommateurs. La conquête de nouveaux marchés ne pourra se faire qu'au prix d'une politique de marketing habile capable de contourner les tabous liés aux habitudes alimentaires.

En octobre 1985, un colloque s'est tenu à Abidjan sur le thème, « Le cotonnier sans gossypol une nouvelle ressource alimentaire ». Les communications qui ont été présentées ont largement démontré la grande valeur nutritionnelle des dérivés des graines de cotonniers.

Devant la demande croissante en protéines alimentaires, surtout des pays en voie de développement, on doit espérer que, grâce à l'amélioration constante de la sélection, des variétés très performantes de cotonniers sans gossypol seront bientôt mises au point et que, grâce aussi à l'application de technologies spécialement adaptées, le cotonnier sans gossypol sera bientôt exploité pour apporter une solution au problème de la faim dans le monde.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BAILEY, A.E., 1948. — Cottonseed and cottonseed products. *Interscience publishers, Inc.*, New York, USA.
2. BAILEY, A.V. ; HARRIS, J.A. ; SKAU, E.L., 1966. — Cyclopropenoid fatty acid content and fatty acid composition of crude oils from twenty-five varieties of cottonseed. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 43, 107-110.
3. BERARDI, L.C. ; CHERRY, J.P., 1979. — Cotton seed protein derivatives and their potential food uses. *Cot. Gin Oil Mill Press*, 30, 9, 14-16.
4. BEROT, S. ; GUEGUEN, J., 1985. — Préparation de concentrats et isolats protéiques de coton. *Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire*, C. R. Col., Abidjan, CIDT, 186-212.
5. BESANÇON, P. ; HENRI, O. ; ROUANET, J.M., 1984. — Valeur nutritionnelle comparés de farines délipidées de coton glandless et de soja. *Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire*, C. R. Col. Abidjan CIDT, 63-79.
6. BLANKENSHIP, D.C. ; ALFORD, B.B., 1983. — Cottonseed, the new staff of life ; a monograph of cottonseed protein research conducted by scientists at the Texas Woman's University, Biblio., 109-113.
7. BOURÉLY, J., 1983. — Utilisation alimentaire des dérivés de la graine du cotonnier. *Rev. Fr. Corps Gras*, 10, 399-403.
8. BOURÉLY, J., 1984. — La graine du cotonnier, aliment du futur. *Le Courrier*, 86, 65-70.
9. BOURÉLY, J., 1985. — Recherches technologiques françaises sur les cotonniers glandless. Conférence mondiale sur les technologies émergentes dans l'industrie des corps gras et des huiles. *Congrès de l'Amer. Oil Chem. Soc.*, Cannes (sous presse).
10. BOURÉLY, J. ; RAYMOND G., 1985. — Le cotonnier : une culture vivrière. *Colloque International CENECA, Commission n° 4* — 28 février, Paris, p. 5.
11. BOURÉLY, J., 1985. — Technologie des graines de cotonniers sans gossypol. *Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire*. C. R. Col., Abidjan, CIDT, 113-115.
12. BOURÉLY, J. ; BESANÇON, P., 1985. — La graine du cotonnier : une source de protéines de haute valeur pour l'alimentation humaine. *2^{es} Journées Scientifiques du Groupement d'Etudes et de Recherches sur la Malnutrition (GERM)*, Brighton (sous presse).
13. BOURÉLY, J. ; RAYMOND G., 1986. — Priorité de la recherche pour les cultures vivrières. Le cotonnier sans gossypol, une plante vivrière. *Doc. interne IRCT*, p. 48.
14. BUFFET, M., 1979. — La graine de cotonnier, source importante de matières grasses et de protéines utilisables dans l'alimentation de l'homme et des animaux. *Cot. Fib. trop.*, 34, 2, 191-204.
15. BUI XUÂN NHUÂN, 1971. — L'utilisation de la farine de coton en alimentation humaine. *Oléagineux*, 26, 11.
16. CATER, C.M. ; MATTIL, K.F. ; MEINKE, W.W. ; TARANTO, M.V. ; LAWHON, J.T., 1977. — Cottonseed protein food products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54, 90A-93A.
17. CHERRY, J.P. ; BERARDI, L.C. ; ZARINS, Z.H. ; WADSWORTH, J.I. ; VINNETT, C.H., 1978. — Cottonseed protein derivatives as nutritional and functional supplements in food formulations. *In : Improvement of protein nutritive quality of foods and feeds*, Friedman M., 767-795. Plenum Press, New York.
18. CLARCK, S.P., 1980. — Quality of the oil from acid delinted cottonseed. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 57, 11, 376-379.
19. CORNU, A. ; DELPEUCH, F. ; FAVIER, J.C., 1975. — Utilisation en alimentation humaine de la graine de coton sans gossypol. *Institut de Recherches du Coton et des Textiles Exotiques*, Paris, France.
20. EL SAYED, K.M. ; SALEM, A.E. ; BARY, A.A., 1978. — Utilization of cotton flour in human food. *Alexandria. J. Agric. Res.*, 26, 3, 609-652.
21. FAO Rome, 1975. — Technologie de la production de farines de graines de coton utilisable dans des aliments protéiques. *Bull. serv. agric. N° 7*, AGS : ASB/71.
22. HARDEN, M.L. ; YANG, S.P., 1975. — Protein quality and supplementary value of cottonseed flour. *J. Food Sci.*, 40, 75-77.
23. HAU, E. ; KOTO, E. ; ANGELINI, A., 1983. — Le cotonnier glandless en Côte-d'Ivoire. *Cot. Fib. trop.*, Documents Etudes et Synthèses, N° 3.

24. HAU, B., 1984. — Mise en place d'une culture de cotonniers glandless sur une zone de 20 000 hectares en Côte-d'Ivoire. *Cot. Fib. trop.*, 39, 3.
25. HAU, B., 1985. — Le cotonnier sans gossypol : l'expérience de la Côte-d'Ivoire. *Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire*. C. R. Coll., Abidjan, CIDT, 35-37.
26. KETEKOU, S.F., 1985. — Intérêt biologique de l'huile de coton. *Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire*, C. R. Coll., Abidjan, CIDT, 57-63.
27. LAGUERRE, J.C. ; TCHONE, M. ; TIAKO, R., 1985. — La graine du cotonnier : transformation et utilisations pour l'alimentation humaine et animale. Mémoire d'études à la SIARC, Montpellier.
28. LAURE, J., 1973. — Acceptabilité du tourteau de coton sans gossypol au Sénégal et au Mali, *Doc. interne IRCT*, p. 70.
29. LAWHON, J.T. ; CARTER, C.M. ; MATTIL, K.F., 1977. — Evaluation of the food use potential of sixteen varieties of cottonseed. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 54, 75-80.
30. MAC MICHAEL, S.C., 1959. — Selection for glandless seeded cotton plants. *Crop Sci.*, 9, 518-520.
31. MARTINEZ, W.H. ; BERARDI, L.C. ; GOLDBLATT, L.A., 1970. — Cottonseed protein products. Composition and functionality. *J. Food Sci.*, 18, 961-968.
32. MILNER, M., 1965. — Cottonseed protein concentrates, WHO/FAO/UNICEF, Protein Advisory Group. *News Bull.*, 5, 68-70.
33. MURTI, K.S. ; ACHAYA, K.T., 1975. — Cottonseed chemistry and technology. Publication and information direction. CSIR, Hellside Road Delhi, India.
34. RAINGEARD, J. ; BOURÉLY, J., 1980. — Contrôle analytique de la qualité des matières premières et produits dérivés de graines de cotonniers glandless en vue de leur utilisation dans l'alimentation humaine. *Compte rendu de fin d'étude d'une recherche financée par la DGRST*, p. 70.
35. RAINGEARD, J., 1982. — Du coton sur votre table. *La Recherche*, 1206-1208.
36. RAINGEARD, J., 1985. — Utilisation des farines de coton en alimentation humaine, essais et réalisation. Les atouts des pays africains. *Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire*, C. R. Coll., Abidjan, CIDT, 223-231.
37. TAHA, M.G., 1986. — Etude physicochimique des graines et des fibres de cotonniers *Gossypium barbadense*. Thèse Doc. d'état, USTL, Montpellier (en préparation).

Food uses of glandless cotton derivatives

C. Marquié

Paper read at the Colloquium « Glandless cotton, a new food resource » held in Abidjan, Ivory Coast on October 26th and 27th, 1985.

SUMMARY

The industrial process used to produce table oil and cakes for cattle feeding from conventional cotton seeds is briefly described.

This process cannot be used to manufacture flours possessing the standards required by human food.

An improved technology must be implemented for the industrial processing of glandless cotton seeds.

The oil has to be directly extracted with solvent ; this method has the advantages of avoiding hull addition, which is usually done in the industrial process, and the use of a too strong thermal treatment.

The main characteristics of the flours obtained thus are indicated.

Whatever extraction process is used, a table oil with a high insaturated fatty acid content and of excellent nutritional quality is obtained.

The main food uses of cotton proteins in USA and in Africa are reviewed.

The future of glandless cottons depends on the progress in genetic research, on the improvement in food technology to manufacture flours consumable by man and on a commercial strategy adapted to sell the new products.

KEY WORDS : cotton, seed, proteins, oil.

INTRODUCTION

Cotton is not only the world first textile crop, it is also the second resource of plant proteins and the fourth oil-producing plant, so that it ranks among the food crops (10, 13).

As a matter of fact, cotton seeds hold a kernel containing 35 to 38 % proteins and 35 to 38 % lipids.

In general, the seeds that are not planted are ground to produce food oil. The cakes, regarded as by-products, are only used to feed cattle owing to the presence of a noxious polyphenolic pigment called gossypol.

In 1954, an American researcher, MC MICHAEL (30) developed the first glandless variety. Genetic researches

were multiplied since then to lead to the creation of increasingly performant glandless varieties with the same agronomical and technological properties as conventional varieties.

Thanks to glandless cotton, new outlets are possible for seed by-products (cakes and flours) in feedingstuffs for monogastric animals and particularly in human food (14). However, despite the many tests which were carried out in the world demonstrating the high nutritional value of cotton flours, very few outlets were created in the food industry. Whereas the problem of hunger in the world becomes more acute, this huge potential of plant proteins is still misused.

EFFECT OF TECHNOLOGY ON THE QUALITY OF FOODSTUFFS

Within the framework of a research programme financed by the EEC entitled « The cotton seed, a high value protein source for human food », IRCT studied the technologies to implement to obtain from glandless cotton seeds products directly usable in human food. The raw material of this study comes from the Ivory Coast.

A broad experimentation on 23,000 hectares planted with glandless cottons took place in this country in 1984 supported by CIDI with the scientific assistance of IDESSA and IRCT (23, 24, 25).

Technology

The industrial processes for glandless cotton seed grinding have to be adapted to oil extracting and to the obtaining of cakes or flours possessing the standards required by human food.

Today, most oil mills operating in Africa use the « prepress-solvent » process. After seed hulling, the kernels are flattened and toasted during 60 mn at a temperature of around 110 °C. At pressing, 8 to 10 % of hulls are added to make oil flowing out easier. A partial delipidation is obtained by pressing at 120 °C in a rotating press. The cakes which still contain 10 to 14 % of lipids are washed several times with hexane preheated at 60 to 80 °C. The completely deoiled cakes are desolventated and pelletized (9, 21).

This process is not adapted to obtain high-value protein by-products (11).

Glandless cotton seed oil should be directly extracted with solvent by the following method : after kernel purification and conditioning, all the oil is extracted by several percolations with hexane preheated at 60 °C. Afterwards, the flour is drained, desolventated and dried (9, 11).

Composition and characteristics of glandless cotton seed derivatives**Cotton oil**

Whatever extraction process is used, the food oil obtained after refining possesses no particular taste and is of

excellent nutritional quality because of its high insaturated fatty acid content (linoleic and oleic acids) (18, 34, 37). These fatty acids play a major role in the regulation of blood cholesterol (26). The crude oil contains a small proportion of cyclopropanoid acids (2) which are destroyed during refining (Table 1).

Cotton cakes and flours

The nutritional qualities of the delipidated flours depend on kernel processing during grinding (11).

The strong increase in temperature applied to the prepress-solvent process depreciates the value of the cakes since it causes the denaturation of proteins and the blocking of part of the available lysine. The addition of hulls at pressing increases the cellulose content and decreases accordingly the protein content of the cakes. Pellets are therefore only used for animal feeds (Table 2).

In the tests carried out by IRCT in a GERDOC pilot workshop in Pessac, it was very difficult to obtain by pressing the delipidation of flakes from ground kernels without the previous addition of hulls and without overheating the matter.

Direct solvent extraction makes it possible to obtain a highly proteinated food flour with a fine and homogeneous texture, very well deoiled and with a low cellulose content. The percentage of soluble proteins is extremely high. The amount of lysine available is acceptable, according to PAG¹ standards.

Concentrates and isolates

Cotton flour can be used to make concentrates and isolates (4, 32). Concentrates are obtained by processing the flour with a solvent as to dissolve and eliminate undesirable substances such as polyphenols and sugars, making the protein and available lysine contents rise (Table 3).

Isolates are obtained by protein solubilization at pH 11 and precipitation at acid pH. They are mainly made up of proteins (Table 3).

FOOD USES OF PROTEINS

(Figure 1)

The kernels which have a relatively high protein content can be consumed as such provided that they are toasted to destroy cyclopropanoid acids (33). In 1968, the Texas Agricultural and Mechanical University marketed a product only made up of glandless cotton kernels under the name of Cot'n'Nuts or Tamunuts (Table 4).

Cotton flours can be mixed with cereals to prepare diet breads or biscuits (6). For example, we have made cakes by replacing 50 % of wheat flour by glandless cotton flour (Table 5).

The behaviour at baking of the cakes containing cotton flour is the same as that of the cakes containing no cotton flour. Although these cakes tasted differently, they were equally appreciated.

Extrusion tests carried out in the USTL Food Biochemistry and Technology Laboratory in Montpellier allowed us to obtain relatively well-expanded and crusty biscuits containing 18.34 % cotton flour (Table 6).

A machine of the cooker-expander type placed at the end of the grinding line and supplied with various crude products (flour, sugar, milk, aromatic products, spices, etc.) can continuously make foodstuffs directly consumable

and marketable on the production spot (sweet or salted biscuits, children flours, breakfast, etc.). Such a utilization would be very interesting in cotton-producing countries.

Owing to their high protein content and the absence of antinutritional factors, the flours, concentrates and isolates can supplement all the food formulations requiring high protein contents, especially weaning foodstuffs. These products are efficient to treat kwashiorkor.

In 1967, nutritional studies carried out by ORANA and the Le Dantec Hospital in Dakar (15) showed that associating cotton flour with millet and with a small quantity of milk gave a well-tolerated and hyperprotein dietetic product. Table 7 gives the composition of a weaning foodstuff developed by the pediatrics service of the Le Dantec hospital.

Cotton flour can easily be mixed into African dishes. In an acceptability study made in Mali in 1973 under farm conditions, LAURE gives some examples of the utilization of cotton flour in traditional meals :

Sauce for boiled white sorghum — the seeds are toasted, hulled and ground. A decoction of hulls is added as well as

(1) Protein Advisory Group (World Health Organization).

salt, hot pepper, dried onions, crushed and fermented nere seeds and dry fish.

Doughnuts and biscuits — the seeds are toasted, hulled and ground. Sorghum flour, millet and maize are added at the rate of one volume of cotton flour for two volumes of cereals and beans (cowpeas). The doughnuts and biscuits are fried in karite butter.

Laro — thick cereal mixture made with two volumes of sorghum flour and one volume of cotton flour.

Fari — it is made up of beans (cowpeas) and of one third of cotton flour. The beans are crushed to separate seed husk by winnowing. The paste obtained is rolled up in leaves, steamed and basted with hot oil containing onions.

Ndegue — a mixture of two volumes of white sorghum and one volume of cotton flour is steamed. Non-curdled fresh milk and condiment are added. This meal is preferably consumed by persons having to carry out strenuous work.

LAURE also mentions the presence of cotton flour in groundnut-based dishes served to fortify new mothers or

injured and in medicinal preparations to control icterus or ease the spasms of diarrhoea-affected children.

Similar experiments were carried out in Chad by ORS-TOM in 1974 (Table 8).

CORNU *et al.* (19) determine the maximal amount of cotton flour to introduce in some traditional foodstuffs: millet or sorghum balls, cereal, doughnuts, lotorios and sauces. In general, the results show a good acceptability of the new products especially as regards the sauces in which cotton flour is not used as a supplement but as a complement instead of fish.

Cotton flour mixed with beef minced meat gives it a better structure. The presence of tocopherols delays oxidation and discoloration. Sausages of excellent quality were made containing 14 % cotton flour (21).

Cotton proteins possess among others the functional property of solubilizing in variable proportions according to the pH they are (Figure 2). These properties allow them to be easily introduced in acid drinks such as fruit juices, increasing their nutritional value.

CONCLUSION

With a suitable technology, glandless cotton seeds provide products that are highly valuable for human food. Cotton oil is already consumed in every cotton-producing country in the world.

However, the manufacturing of food flours is still at the experimental stage. The question is why the manufacturers were not interested enough.

The cotton plant is a textile plant above all else and only high fiber yielding conventional varieties are grown on a large scale, excluding today glandless varieties. Besides, the manufacturing of cotton flours supposes the setting up of a food industry different from that existing today.

But the most difficult handicap to overcome to promote the human utilization of cotton flours is certainly of a psychological nature. If the products made from cotton

flour are to be saleable, they must correspond to the future consumers' tastes. New markets will be captured only with a marketing policy capable of bypassing the taboos linked with food habits.

In October 1985, a colloquium was held in Abidjan with the topic « Glandless cotton, a new food resource ». The papers read extensively demonstrated the high nutritional value of cotton seed derivatives.

Before the growing demand for food proteins especially in developing countries, it is to be hoped that, thanks to the constant improvement in breeding, very performant glandless varieties will be developed and that thanks to the application of specific technologies, glandless cotton will soon contribute to solving the problem of hunger in the world.

RESUMEN

El autor recuerda brevemente el proceso industrial utilizado para la fabricación de aceite de mesa y de tortas para la alimentación bovina a partir de semillas de algodones clásicos.

Este proceso no puede ser utilizado para fabricar harinas poseyendo las normas requeridas por la alimentación humana.

Una tecnología mejorada debe ser empleada para el tratamiento industrial de las semillas de algodones sin gossipol.

Es preciso extraer directamente el aceite con un disolvente, lo que tiene las ventajas de evitar la adición de cáscaras que se practica habitualmente en el proceso tradicional y de no utilizar un tratamiento térmico demasiado fuerte.

Las principales características de las harinas así obtenidas están indicadas.

Cualquiera sea el proceso de extracción, se obtiene un aceite de mesa rico en ácidos grasos insaturados y de calidad nutricional excelente.

El autor presenta luego una síntesis de las principales utilidades alimenticias de las proteínas de algodón en los EE UU y en África.

El porvenir de los algodones sin gossipol depende de los progresos de la investigación genética y del mejoramiento de la tecnología alimenticia para fabricar harinas adaptadas al consumo humano y de una estrategia comercial apropiada a la venta de los nuevos productos.