

Le cotonnier sans gossypol, une source de protéines alimentaires. Situation actuelle et perspectives d'avenir, après le colloque d'Abidjan

J. Bourély

Chef du Laboratoire de Chimie des Plantes Textiles, IRCT-CIRAD, B.P. 5035 Montpellier Cedex, France.

RÉSUMÉ

Le programme de recherches sur les cotonniers sans gossypol poursuivi en Côte-d'Ivoire depuis 1974 (23 700 hectares cultivés en 1984) a été un grand succès sur le plan agronomique. Malheureusement, pour des raisons techniques et commerciales, il n'a pas pu conduire à la production industrielle de farines alimentaires pour l'homme.

Le colloque d'Abidjan tenu en novembre 1985 a fait prendre conscience aux différents partenaires de la filière coton (recher-

che, développement, industrie, utilisation potentielle) de l'intérêt considérable de cette culture. Il a abordé successivement les conditions de production des cotonniers sans glandes, l'utilisation alimentaire des dérivés des graines et les problèmes économiques et commerciaux à résoudre pour que la graine de cotonnier sans gossypol s'impose sur les marchés africains et internationaux, contribuant ainsi à la lutte contre la faim dans le monde.

MOTS CLÉS : cotonnier sans gossypol, huile, tourteaux, Côte-d'Ivoire.

INTRODUCTION

Un colloque scientifique, organisé conjointement par la Compagnie Ivoirienne pour le Développement des Textiles (CIDT), par l'Institut des Savanes (IDESSA), et par TRITURAF (Organisme ivoirien de trituration des graines de coton), s'est tenu à Abidjan les 26 et 27 novembre 1985 sur « Le cotonnier glandless, une nouvelle ressource alimentaire ».

Il concrétise la prise de conscience des différents partenaires de la filière cotonnière (recherche, organismes de développement et industriels, triturateurs, fabricants d'aliments et utilisateurs potentiels), de l'intérêt économique et alimentaire considérable que représente le cotonnier sans glandes à gossypol comme source de protéines pour l'alimentation animale et humaine.

L'EXPÉRIENCE DE LA CÔTE-D'IVOIRE

Depuis 1974, la Côte-d'Ivoire développe un programme de recherches agronomique et génétique très important sur les cotonniers sans gossypol. La surface cultivée était de 5 000 hectares dans le Nord du pays en 1983. Elle a été portée à 23 700 ha en 1984. C'était la première fois dans le monde qu'on cultivait des cotonniers sans gossypol sur de si grandes superficies dans une zone isolée. Cette expérimentation fut un très grand succès agronomique. Elle a, en effet, nettement mis en évidence que le comportement des cotonniers sans gossypol en grande culture est, dans les conditions ivoiriennes, en tous points semblable à celui des cotonniers classiques renfermant des glandes à pigments toxiques.

Malheureusement, pour diverses raisons, technologiques et commerciales, il n'a pas été possible de produire industriellement des farines alimentaires pour l'homme. Les graines ont été triturées comme des graines classiques pour la fabrication de tourteaux dont une faible partie seulement a été utilisée sur place pour préparer des aliments composés pour la volaille alors qu'ils auraient pu être commercialisés entièrement sur le marché local. La majeure partie des tourteaux sans gossypol produits en 1984 a été exportée au Danemark pour l'alimentation des bovins.

La productivité en fibres de la variété sans gossypol cul-

tivée en 1984 sur 23 700 hectares est supérieure à celle de la plupart des variétés classiques cultivées. Elle s'est montrée pourtant légèrement inférieure à celle d'une nouvelle variété commerciale, extrêmement performante, que les généticiens ont lancée sur le territoire ivoirien en même temps que la variété sans gossypol.

A cette conjoncture déjà défavorable s'est ajoutée la chute du prix de la fibre. Le bilan économique des essais de cotonniers sans gossypol en 1984 a été négatif en ce qui concerne la commercialisation des fibres.

Compte tenu du fait que le tourteau de coton sans gossypol ne s'est pas vendu à un meilleur prix que le tourteau classique, le triturateur n'a pas pu récupérer sur la vente du tourteau le déficit dû au prix d'achat plus élevé des graines, malgré la plus-value non négligeable apportée par la qualité de l'huile glandless (moins de pertes au raffinage) et un rendement supérieur en huile de la variété sans gossypol.

Aussi, les autorités ivoiriennes ont-elles décidé de réduire la superficie des cotonniers sans gossypol en 1985 à un millier d'hectares, une telle superficie devant permettre la constitution d'une réserve de semences suffisante pour reconduire la culture sur de très grandes surfaces quand les conditions seront jugées plus favorables.

LE COLLOQUE D'ABIDJAN

La première journée du colloque a été consacrée aux conditions de production des cotonniers sans gossypol et aux applications alimentaires des dérivés des graines (huile et tourteaux).

Au cours de la deuxième journée, les problèmes technologiques ont été abordés ainsi que les possibilités d'utilisation des graines et dérivés pour l'alimentation humaine.

La nouvelle concertation entre la CIDT, l'IDESSA et TRITURAF illustre bien la coopération qui existe en Côte-d'Ivoire entre la recherche, la vulgarisation et l'industrie et qui va dans le sens du développement de l'agro-industrie et de la recherche de l'autosuffisance alimentaire.

CONDITIONS DE PRODUCTION

Aspects agronomiques, génétiques et phytosanitaires

Comparées aux cotonniers traditionnels, les variétés sans gossypol ne posent aucun problème agronomique particulier.

Il est important de noter qu'avec le seul cotonnier la Côte-d'Ivoire est en mesure d'acquiescer son autosuffisance en protéines végétales ce qui représenterait une économie de devises évaluée à 500 millions de francs CFA par an (HAU et RICHARD). En outre, cette autonomie peut être acquise avec une plante dont la culture est parfaitement maîtrisée, ce qui n'impliquerait pour les paysans aucune modification des pratiques agricoles.

En zone de savane, la culture cotonnière est extrêmement bien développée, faisant de la Côte-d'Ivoire le premier pays producteur de fibres d'Afrique francophone. Grâce aux revenus monétaires qu'il apporte, le cotonnier permet aux agriculteurs d'accéder aux techniques culturales les plus modernes, avec utilisation de la mécanisation et des intrants agricoles, engrais et insecticides (DOSSO et BISSON).

Par la sécurité et les garanties qu'il offre aux paysans, le cotonnier joue un rôle essentiel dans le développement économique des zones de savanes.

L'arrière-effet de la fumure du cotonnier et tous les moyens techniques mis en œuvre contribuent à l'intensification des cultures vivrières. En effet, le cotonnier et les plantes vivrières traditionnelles sont cultivés par les mêmes paysans et ne sont jamais concurrents car ils entrent dans un assolement parfaitement équilibré (DOSSO et BISSON).

La plus grande sensibilité aux insectes des cotonniers sans gossypol n'implique pas, dans les conditions culturales du Nord de la Côte-d'Ivoire, de protection phytosanitaire plus importante (donc de coût de production plus élevé que pour un cotonnier traditionnel).

Actuellement, le seul inconvénient notable des variétés sans gossypol est un rendement en fibres inférieur à celui des meilleures variétés traditionnelles (HAU et RICHARD).

Les efforts des sélectionneurs s'intensifient pour mettre au point de nouvelles variétés sans gossypol aussi performantes que les meilleures variétés classiques cultivées afin de réduire ce léger déficit en fibres.

La réalisation de cet objectif est prioritaire car il conditionne la réalisation de tout programme de développement des cotonniers sans gossypol.

Les progrès de la sélection et l'avancement des recherches sont tels que l'on pense que ces variétés pourront être répandues en grande culture dans un très proche avenir.

Aspect technologique

Triturées dans les huileries traditionnelles, les graines de coton fournissent de l'huile de très haute qualité.

Les conditions de raffinage de l'huile de table extraite des nouvelles variétés de cotonniers sans gossypol ont été

améliorées et elle est très appréciée du consommateur. Le problème se pose différemment pour le tourteau sans gossypol, considéré comme un produit nouveau.

Actuellement, les huileries qui traitent les graines de coton sont équipées pour produire avant tout de l'huile, au prix de revient le plus faible possible. Certaines opérations sont préjudiciables à la qualité du tourteau.

La technologie d'extraction de l'huile des graines sans gossypol doit s'attacher à la valorisation maximale de l'ensemble des dérivés des graines, huile, tourteau et sous-produits. Elle nécessite la mise en œuvre de procédés qui respectent au mieux la qualité des protéines.

Les travaux réalisés par l'IRCT dans le cadre d'un programme de recherches financé par la Communauté Economique Européenne ont confirmé que le traitement technologique le mieux adapté à la préparation de farines de coton sans gossypol destinées à l'alimentation humaine est l'extraction directe de l'huile au solvant à partir des amandes purifiées, sans addition de coques.

Le procédé prépression-solvant doit être abandonné, car le passage à la presse diminue la valeur nutritionnelle et la qualité des protéines.

La richesse en huile des amandes (38 %) implique la mise en œuvre de procédés particuliers pour faciliter la percolation de l'huile. En outre, afin de conserver maximale la teneur des protéines en lysine disponible, il est nécessaire d'opérer à des températures peu élevées.

Le conditionnement préalable des amandes avant la délipidation est une opération délicate dont dépend la facilité pour l'huile de percoler convenablement (BOURELY).

Une méthode intéressante de conditionnement est apparue avec l'utilisation d'un extrudeur ou *expander*. Cet appareil produit des granulés qui sont ensuite délipidés à l'hexane. La machine travaillant à froid avec un débit rapide, les protéines ne sont pas altérées.

Enfin, un cuiseur-extrudeur, travaillant à 130 °C environ, avec des mélanges convenablement choisis de matières alimentaires, se comporte comme un véritable réacteur chimique, pour produire, à haute pression, des aliments soufflés, des biscuits hyperprotéinés sucrés ou salés, par exemple, ou des préparations genre céréales pour petit-déjeuners ou des farines précuites de préparation instantanée.

Des technologies modernes permettent la fabrication de concentrats et d'isolats qui peuvent entrer dans un grand nombre de préparations alimentaires, en particulier comme substituts de la viande (BEROT et GUEGUEN).

Dans le cadre du contrat de recherches financé par la Communauté Economique Européenne, dont l'IRCT est maître d'œuvre, les laboratoires de l'INRA à Nantes ont défini les procédés technologiques à appliquer pour produire des concentrats et des isolats renfermant respectivement 80 et 96 % de protéines totales.

L'utilisation d'un mélange d'eau et d'éthanol permet de préparer des concentrats avec des rendements satisfaisants.

De tels produits présentent des caractéristiques nutritionnelles intéressantes.

On obtient des isolats protéiques par solubilisation des protéines dans une solution alcaline puis par précipitation en milieu acide (BEROT et GUEGUEN).

Les propriétés fonctionnelles des isolats de coton sont apparues moins bonnes que celles du soja. Les coûts élevés de fabrication et le faible pouvoir de rétention d'eau de l'isolat de coton semblent condamner un tel procédé (BEROT et GUEGUEN).

UTILISATIONS ALIMENTAIRES DES DÉRIVÉS DES GRAINES DE COTON

Les cotonniers classiques

L'utilisation des graines des cotonniers classiques en alimentation humaine date de 1876 (RAINGEARD).

Plusieurs procédés technologiques ont été préconisés pour détoxifier les graines de coton c'est-à-dire détruire le gossypol (RAINGEARD ; DEFROMONT). Aucun ne s'est vraiment imposé, en raison d'inconvénients divers dont le principal est la réduction de la valeur nutritionnelle des farines (altération des protéines, indisponibilité de la lysine) et une faible rentabilité.

Les cotonniers sans gossypol

La voie la plus efficace pour obtenir des produits alimentaires d'excellente qualité reste l'utilisation de cotonniers sans glandes à gossypol (DEFROMONT).

Le remplacement des cotonniers traditionnels à glandes par des variétés sans glandes à gossypol permet d'envisager l'utilisation des dérivés des graines pour l'alimentation des animaux monogastriques et de l'homme sans traitements dénaturants, en mettant en œuvre une technologie classique améliorée.

L'intérêt biologique de l'huile de cotonnier (qu'il soit glandless ou non, le raffinage éliminant totalement le gossypol), lui permet d'assurer le même rôle médical ou diététique que l'huile de maïs, de soja ou de tournesol (KETEKO). L'huile de coton est en effet une source importante d'acides gras essentiels ou indispensables et de vitamine E (vitamine de la fertilité) appartenant au groupe des tocophérols qui sont, en outre, des antioxydants naturels (KETEKO).

Le tourteau obtenu par le procédé industriel prépression-solvant renferme des taux importants de cellulose.

La présence de phytates en proportion plus élevée que chez le soja ainsi qu'une légère déficience en lysine sont des inconvénients du tourteau de coton (BESANÇON *et al.*).

Alimentation animale

Tous les essais nutritionnels effectués, tant sur des volailles (TACHER *et al.*) que sur de jeunes rats en croissance (BESANÇON *et al.*) ont donné de bons résultats.

L'incorporation de 30 à 50 % de tourteaux de coton sans gossypol dans la ration des poulets de chair peut être réalisée sans inconvénient en substitution du tourteau d'arachide (TACHER *et al.*). Sur de jeunes rats en croissance, le coefficient d'efficacité protéique de tourteaux de coton produits par TRITURAF s'est avéré supérieur à celui du tourteau de soja obtenu dans les mêmes conditions industrielles (3,27 pour le coton ; 2,76 pour le soja ;

3,64 pour la caseïne), et ceci malgré un léger déficit en lysine (BESANÇON *et al.*).

Au Laboratoire Central de Nutrition Animale d'Abidjan, COULIBALY et ODI ont utilisé des tourteaux de coton sans gossypol pour l'alimentation des volailles jusqu'à 10 % du poids de la ration.

Alimentation humaine

Plusieurs dérivés des graines de cotonniers glandless peuvent être consommés, de l'amande grillée aux produits très élaborés que sont les concentrats et les isolats (MARQUIE, DEFROMONT, BEROT et GUEGUEN).

Les amandes, relativement riches en protéines (39 %) et en matières grasses (38 %), sont consommables telles quelles à condition d'être grillées pour détruire les acides cyclopropéniques.

Les farines de coton peuvent être mélangées à des céréales pour préparer des pains de régime ou des biscuits.

Des essais d'extrusion, effectués au laboratoire de Biochimie et Technologie Alimentaires de l'USTL à Montpellier, avec des farines de coton fournies par l'IRCT ont permis d'obtenir des biscuits relativement bien expansés et croustillants contenant 18,34 % de farine 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.

Dès 1967, des études nutritionnelles, réalisées au Tchad, au Cameroun, au Mali et au Sénégal ont montré l'intérêt des farines de coton sans gossypol comme aliment de sevrage, pour lutter contre le kwashiorkor, et pour fabriquer de nombreux plats traditionnels de la cuisine africaine (MARQUIE).

A l'Institut National de Santé Publique de Côte-d'Ivoire, SESS *et al.* expérimentent actuellement un mélange de farines de coton et de riz sur de jeunes enfants. Les tests d'acceptabilité sont satisfaisants. La farine n'a pas de goût particulier et elle est accueillie favorablement tant par l'enfant que par la mère.

La farine de coton, mélangée à des viandes de bœuf hachées, leur confère une meilleure structure. La présence de tocophérols retarde l'oxydation et la décoloration.

Les protéines de coton possèdent la propriété fonctionnelle de se solubiliser en proportions variables suivant le pH, ce qui permet de les utiliser dans des boissons acides comme les jus de fruits dont elles augmentent la valeur nutritive.

PROBLÈMES ÉCONOMIQUES ET COMMERCIAUX

Les marchés actuels du tourteau de coton sans gossypol

Le marché local du tourteau de coton sans gossypol est pour le moment limité aux quantités qui pourraient se substituer aux tourteaux de soja importés (de l'ordre de 5 000 tonnes), et qui sont essentiellement destinés à la fabrication d'aliments composés pour l'élevage de la volaille, des poissons et des porcins.

Ce tourteau n'est pas destiné aux ruminants (bovins, caprins et ovins) qui, moins sensibles à l'action toxique du gossypol que les animaux monogastriques, se contentent parfaitement du tourteau classique.

La récente expérience ivoirienne en ce domaine n'est pas significative. La production a coïncidé avec une période où le marché mondial des tourteaux était très déprimé,

compte tenu de l'effondrement du prix du soja. De plus, il semble que les utilisateurs potentiels aient été mal informés de l'existence sur le marché local de ce nouveau produit et sur ses qualités. Ils ont préféré acheter des tourteaux de soja d'importation, plus chers, mais qu'ils utilisent couramment, plutôt que de courir le risque d'employer un produit nouveau, pour lequel ils n'avaient aucune assurance quant à la régularité des approvisionnements en quantité, en qualité et dans le temps.

L'accueil sur le marché ivoirien du tourteau sans gossypol s'est amélioré grâce au Laboratoire Central de Nutrition Animale, qui en a préconisé l'utilisation auprès des fabricants d'aliments pour les animaux.

Rentabilité de la culture des cotonniers sans gossypol

Actuellement, les variétés sans gossypol ne sont pas aussi performantes que les cotonniers classiques en ce qui concerne la production des fibres. C'est là leur seul point faible.

Compte tenu d'un rendement supérieur en huile, d'une plus grande facilité de trituration des graines et d'un coût de raffinage moins élevé de l'huile, dû à l'absence de gossypol, les variétés sans glandes sont plus performantes que leurs homologues en ce qui concerne la production de l'huile.

A prix égal, le triturateur préférera donc utiliser des graines sans gossypol plutôt que des graines à glandes.

En outre, le prix de revient du kilogramme de protéines produites par les cotonniers sans gossypol, calculé dans les

conditions actuelles de la Côte-d'Ivoire, est inférieur à celui du soja d'importation.

A partir d'une simulation sur ordinateur, COULIBALY et ODI montrent que le tourteau sans gossypol est économiquement plus intéressant que le tourteau de soja (dont le prix est de 110 F CFA, alors que le tourteau de coton sans glandes était proposé à 75 F CFA sur le marché ivoirien en 1984), s'il est commercialisé 40 F CFA de moins que le soja (soit 70 F CFA) pour les poulets de chair et 8,52 F CFA de moins pour les pondeuses.

En répercutant sur le prix du tourteau le déficit du rendement en fibres des variétés actuelles de coton sans gossypol, HAU calcule que le prix de vente du tourteau sans glandes devrait être supérieur de 22 F à celui du coton classique pour être compétitif. Le prix du tourteau de coton glandless serait ainsi de 72 F CFA/kg pour un prix du soja de 110 F CFA à l'entrée en Côte-d'Ivoire.

Selon DEFROMONT, une farine de coton sans gossypol de qualité alimentaire pour l'homme devrait être vendue à 79 F CFA/kg. Elle serait extrêmement compétitive par rapport à la farine de soja dont le prix en France est actuellement de six francs français soit 300 F CFA/kg.

Ces conclusions rejoignent l'analyse de COULIBALY et ODI.

Dans les conditions présentes du marché, il semblerait par conséquent que malgré les rendements inférieurs en fibre, les variétés actuelles de cotonniers glandless soient compétitives pour fournir des protéines moins chères que les protéines de soja importées (dans la mesure où l'on utilise les mêmes procédés technologiques).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

Débouchés du tourteau de coton sans gossypol

La question qui se pose actuellement est de savoir quels pourraient être, à moyen terme, les débouchés possibles pour le tourteau de coton sans gossypol et à quel prix il pourrait être proposé aux consommateurs.

Le marché actuel de l'alimentation animale en Côte-d'Ivoire est connu. Il ne pourra que se développer dans les années à venir.

L'évolution du marché dépend en premier lieu du développement à moyen terme de l'élevage, mais aussi du prix que l'éleveur ou le fabricant d'aliments du bétail est prêt à payer pour ce nouveau produit par rapport au tourteau de soja d'importation.

Une concertation entre les différents partenaires de la production cotonnière, la recherche, les organismes de développement et de vulgarisation, les triturateurs, les fabricants d'aliments et les principaux utilisateurs locaux est indispensable.

En second lieu, le développement du marché local du tourteau de coton sans gossypol dépendra de l'utilisation de ce nouveau produit en alimentation humaine sur le marché africain et à l'exportation.

Le marché de l'alimentation humaine ne pourra être conquis que si l'industrie utilise des procédés d'extraction d'huile spécifiques pour les graines sans gossypol, pour la fabrication de farines alimentaires d'excellente qualité, ce qui nécessite l'amélioration des procédés actuels ainsi que des investissements qui augmenteront les coûts de production.

Un côté important à ne pas négliger est l'aspect psychologique de l'accueil qui sera réservé aux farines de coton et à leurs dérivés.

Il faut prendre en compte la réticence prévisible de certains utilisateurs potentiels pour la consommation de ces

produits non traditionnels que l'étiquette « coton » risque de rebuter, quand ils seront proposés dans des biscuits, des farines pour enfants ou des céréales pour petit-déjeuners.

L'ouverture de marchés, tant locaux qu'internationaux, nécessitera la mise en place de campagnes d'information et d'éducation nutritionnelle et probablement la définition de conditions promotionnelles avant que le tourteau de coton sans gossypol soit connu et apprécié.

Développement des cotonniers sans gossypol dans les pays producteurs de coton au cours des prochaines années

Actuellement, les organismes de développement, engagés en amont de la filière cotonnière, ne sont pas favorables à l'extension de la culture des cotonniers sans gossypol tant que le léger déficit en rendement fibre n'aura pas été comblé.

Le triturateur réalise une plus-value au niveau de l'huile mais subit une perte au niveau de l'achat des graines et surtout de la vente du tourteau, les utilisateurs actuels ne comprenant pas qu'on le leur propose à un prix supérieur à celui du tourteau classique.

Dès lors que les cotonniers sans gossypol seront aussi performants que les variétés classiques, rien ne s'opposera à ce qu'ils soient exploités en grande culture en remplacement des variétés à glandes. Il n'existera plus alors qu'un seul type de cotonnier et, en toute logique, qu'un seul prix pour chacun des produits sans distinction du caractère à glandes ou sans glandes.

Les risques de mélange avec des graines renfermant du gossypol toxique seront considérablement diminués. Les huileries pourront ainsi produire des quantités considérables de farines alimentaires qui seront disponibles sur les marchés nationaux et internationaux pour satisfaire indifféremment les besoins de l'alimentation humaine ou animale.

Déjà, aux Etats-Unis, les japonais étudient un ambitieux projet de développement des cotonniers sans gossypol puisque dès la première année 40 000 acres devaient être cultivés au Texas et en Oklahoma (RAINGEARD). Avec les amandes de coton importées, Yazaki a commencé la fabrication de produits alimentaires pour l'homme. Les efforts commerciaux portent d'abord sur les marchés américains et japonais avant de s'étendre vers la conquête du marché mondial.

Par rapport aux autres producteurs de coton, les africains possèdent deux atouts considérables : un excellent contrôle de la production et de la multiplication des grai-

nes, du fait de l'encadrement par les sociétés de développement et l'existence de marchés potentiels locaux très importants (RAINGEARD).

La conquête du marché nécessitera de la part des partenaires économiques une bonne concertation pour définir la stratégie commerciale à adopter.

De leur côté, les utilisateurs ont un effort à faire pour accueillir ces nouveaux produits et modifier leurs habitudes. Si toutes ces conditions sont réunies, la graine de coton s'imposera sur les marchés africains et internationaux, contribuant ainsi efficacement à la lutte contre la faim dans le monde.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les références bibliographiques utilisées dans cet article sont celles des communications du colloque d'Abidjan.

Le compte rendu du colloque d'Abidjan est édité par : CIDT, Service Recherche-Développement, 01-B.P. 622, BOUAKÉ 01 République de Côte-d'Ivoire.

Liste des communications

1. DOSSO, L. ; BISSON, P. — Le coton moteur du développement des zones de savanes.
2. HAU, B. ; RICHARD, G. — Le cotonnier sans gossypol : l'expérience de la Côte-d'Ivoire.
3. KETEKOU, S.F. — Intérêt biologique de l'huile de coton.
4. BESANÇON, P. ; HENRY, O. ; ROUANET, J.M. — Valeur nutritionnelle comparée de farines délipidées de coton glandless et de soja.
5. COULIBALY, M. ; ODI, D.C. — Substitution de tourteau de soja par le tourteau de coton sans gossypol en fonction des prix pratiqués.
6. TACHER, G. ; RIVIERE, R. ; LANDRY, C. — Utilisation du tourteau de coton sans gossypol dans l'alimentation de volaille de type chair.
7. BOURÉLY, J. — Technologie des graines de cotonnier sans gossypol.
8. DEFROMONT, C. — L'intérêt du coton glandless dans l'industrie agro-alimentaire.
9. MARQUIE, C. — Utilisation alimentaire des dérivés des cotonniers glandless.
10. BEROT, S. ; GUEGUEN, J. — Fabrication de concentrat et d'isolat protéiques de coton glandless.
11. SESS ; SCHOEPFER ; ADOU ; ROY ; BOUALOU ; DARRACQ ; RAFFIER ; COULIBALY — Expérience d'utilisation de la farine de coton glandless dans l'alimentation infantile.
12. RAINGEARD, J. — Utilisation de la farine de coton en alimentation humaine. Essais et réalisation. Les atouts des pays africains.

Glandless cotton, a source of food proteins. Present situation and future prospects after the Abidjan colloquium

J. Bourély

SUMMARY

The research programme on glandless cottons carried out in the Ivory Coast since 1974 (23,700 hectares planted in 1984) was, from the agronomical stand-point, a great success. Unfortunately, for technical and commercial reasons, it could not lead to the industrial production of food flours consumable by men.

The Abidjan colloquium held in November 1985 made the various

partners of the cotton line (research, development, industry, potential use) realize the considerable advantages of this crop. It successively dealt with the conditions of glandless cotton production, the food use of seed derivatives and the economic and commercial problems to solve to introduce glandless cotton seeds on the African and international markets contributing thus to fighting hunger in the world.

KEY WORDS : glandless cotton, oil, cakes, Ivory Coast.

INTRODUCTION

A scientific colloquium jointly organized by the CIDT ⁽¹⁾, IDESSA ⁽²⁾ and TRITURAF (the Ivorian organization for cottonseed grinding) was held in Abidjan on November 26th and 27th 1985, on « Glandless cotton, a new food resource ».

This colloquium took place because the partners of the cotton line (researchers, development organizations, manufacturers, grinders, foodstuffs makers and potential users) realized the considerable economic and food advantages of glandless cotton as a source of proteins for human and animal consumption.

(1) Compagnie Ivoirienne pour le Développement des Textiles (Ivorian Company for the Development of Textiles).

(2) Institut des Savanes (Savannahs Institute).

THE EXPERIENCE OF THE IVORY COAST

Ivory Coast has been developing since 1974 a very important programme of agronomical and genetic research on glandless cottons. In 1983, the area planted was 5 000 ha in the north of the country. It was increased to 23.700 ha in 1984.

It was the first time in the world that glandless cottons were grown on such a large area in an isolated zone.

This experimentation was a great agronomical success since it showed that, under the Ivorian conditions, the behaviour of glandless cottons grown on a large scale was exactly similar to that of conventional glanded cottons.

For technological and commercial reasons, it was unfortunately impossible to manufacture flours for human use. Seeds were grinded as conventional seeds to make cakes which were only partly used on the spot to produce poultry compound feedingstuffs when they could have been totally sold on the local market.

Most of the glandless cakes produced in 1984 were exported to Denmark for cattle feeding.

The fiber productivity of the glandless variety grown in

1984 on 23.700 ha is higher than that of most of the glanded varieties planted. However, it proved slightly lower than that of a new commercial variety with excellent performances that genetists launched on the Ivorian territory at the same time as the glandless variety.

In addition to this adverse situation, there was a drop in fiber prices. In 1984, the economic balance of the glandless tests was negative regarding fiber marketing.

Since glandless cotton cakes were not sold at a better price than conventional cakes, grinders could not recover on their sale the deficit due to the higher seed purchasing price, despite the non-negligible profit resulting from oil quality (decreased loss at refining) and the higher oil yield of the glandless variety.

Consequently, the Ivorian authorities decided in 1985 to decrease the glandless cotton area to one thousand hectares, being this size regarded as appropriate to allow a sufficient seed reserve to be constituted in order to grow very large areas when the conditions are considered more favourable.

THE ABIDJAN COLLOQUIUM

The first day of the colloquium was devoted to the conditions of glandless cotton production and to the food applications of seed derivatives (oil and cakes).

During the second day, the technological problems were dealt with as well as the possibilities of using seeds and their derivatives in human food.

The new dialogue between CIDT, IDESSA and TRITU-RAF is a good illustration of the co-operation which exists in the Ivory Coast between research, extension and industry and which is directed towards developing the agrifood industry and obtaining food self-sufficiency.

PRODUCTION CONDITIONS

Agronomy, genetics and plant protection

As compared with conventional varieties, glandless varieties raise no particular agronomical problem.

It must be stressed that cotton alone gives Ivory Coast the possibility of being self-sufficient in plant proteins; this would represent a saving in currencies estimated at 500 million CFA francs a year (HAU and RICHARD). Besides, this autonomy can be acquired with a plant the cultivation of which is perfectly controlled so that farmers would not have to modify their agricultural practices.

In savannah areas, cotton growing is so well-developed that Ivory Coast is the major fiber producing country in French speaking Africa. Thanks to the income resulting from cotton growing, the farmers can have access to the most modern cultivation methods involving the use of mechanization and inputs, fertilizers and insecticides (DOSSO and BISSON).

Through the security and guarantees it offers to farmers, cotton plays a major role in the economic development of savannah areas.

The after-effect of cotton fertilization and all the technical means used contribute to the intensification of food crops. As a matter of fact, cotton and traditional food crops are grown by the same farmers; they never are in competition since they are included in a perfectly well-balanced rotation (DOSSO and BISSON).

The fact glandless cottons are more susceptible to insects does not require, under the cultivation conditions prevailing in Northern Ivory Coast, to increase plant protection

(the production cost will not be higher than for glanded cotton).

Today, the only notable drawback of glandless varieties is their ginning percentage: it is lower than that of the best conventional varieties (HAU and RICHARD).

Breeders endeavour to develop new glandless varieties as performant as the best conventional varieties planted in order to reduce this slight fiber deficit.

The achievement of this aim is a priority since it governs the implementation of any glandless cotton development programme.

Progress in breeding and advancement in researches are such that glandless varieties are considered as likely to be planted on a large scale in the near future.

Technology

When ground in conventional oil mills, cotton seeds provide a very high-quality oil.

The refining conditions of the table oil extracted from the new glandless varieties were improved and this oil is much appreciated by the consumers. The problem is different for the glandless cake, regarded as a new product.

Today, the oil-mills processing cotton are equipped mostly to produce oil, at the lowest possible cost price. Some operations are prejudicial to cake quality.

The technology of oil extraction from glandless seeds should aim at the maximal valorization of all seed derivatives (oil, cakes and by-products). It requires the implemen-

tation of processes respecting at best the quality of proteins.

The works carried out by IRCT as part of a research programme financed by the EEC confirmed that the technological treatment the most adapted to the preparation of glandless flours usable in human food was direct solvent extraction of the oil from purified kernels, without hull addition.

The prepress-solvent process should be abandoned since the press decreases the nutrient value and the quality of proteins.

The kernel oil content (38 %) implies the implementation of particular processes to facilitate oil percolation. Besides, it is necessary to use relatively low temperatures for the available lysine content of proteins to be maintained maximal.

Pre-delipidation kernel conditioning is a delicate operation which governs the suitable oil percolation (BOURELY).

An interesting conditioning method has appeared with the use of an expander. This machine produces granules which are later delipidated with hexane. As the machine is cold-operated with a quick output, proteins are not spoiled.

Ultimately, an expander-cooker working at around 180° with properly selected mixtures of food matters behaves exactly like a chemical reactor to produce at high pressure puffed foodstuffs, sweet or salted hyperprotein biscuits for example or preparations of the breakfast cereal type or instant pre-cooked flours.

Modern technologies allow concentrates and isolates to be made. They can be used in many food preparations, especially to replace meat (BEROT and GUEGUEN).

Within the framework of the research contract financed by the EEC that IRCT supervises, the INRA laboratory in Nantes defined the technological processes to apply to produce concentrates and isolates containing respectively 80 and 96 % of total proteins.

Using a mixture of water and ethanol allows concentrates to be prepared with satisfactory yields. Such products have interesting nutritional properties.

Protein isolates are obtained by protein solubilization in an alkaline solution followed by precipitation in an acid medium (BEROT and GUEGUEN).

The functional properties of cotton isolates proved poorer than those of soya. The high manufacturing costs and the low power of water retention of the cotton isolate seem to condemn such a process (BEROT and GUEGUEN).

FOOD USES OF SEED COTTON BY-PRODUCTS

Glanded cotton

The use of glanded cotton seeds in human food dates from 1876 (RAINGEARD).

Various technological processes were recommended to suppress the toxic effects of cotton seeds, that is to destroy gossypol (RAINGEARD ; DEFROMONT). None could really be accepted because of various drawbacks, being the major ones decreased nutritional value of the flours (altered proteins, unavailable lysine) and low profitability.

Glandless cotton

The most efficient means to obtain foodstuffs of excellent quality is the use of gland-free cotton (DEFROMONT).

Using glandless varieties instead of conventional glanded cottons can allow the use of seed derivatives in monogastric animal feeds and human food without any denaturing treatment, by implementing an improved conventional technology.

The biological interest of cotton oil (glandless or glanded, as gossypol is totally removed by refining) allows it to have the same medical or dietetic role as maize, soya or sunflower oil (KETEKO). Cotton oil is a major source of essential fatty acids and vitamin E (vitamin of fertility) which belongs to the group of tocopherols which are also natural antioxidants (KETEKO).

The cake obtained by the industrial prepress-solvent process has a high cellulose content.

The presence of phytates in a higher content than in soya and a slight lysine deficiency are drawbacks of the cotton cake (BESANÇON *et al.*).

Animal feed

All the nutritional tests carried out, either on poultry (TACHER *et al.*) or on young growing rats (BESANÇON *et al.*) gave good results.

30 to 50 % of glandless cotton cakes can be mixed in the ration of table poultry instead of groundnut cakes without any inconvenience (TACHER *et al.*). On young growing rats, the coefficient of protein efficiency of cotton cakes produced by TRITURAF proved higher than that of soya cakes obtained under identical industrial conditions (3.27

for cotton ; 2.76 for soya ; 3.64 for casein), despite the slight lysine deficit of cotton (BESANÇON *et al.*).

In the Central Laboratory for Animal Nutrition of Abidjan, COULIBALY and ODI used glandless cotton cakes to feed poultry up to 10 % of the ration weight.

Human food

Several glandless cotton seed derivatives can be consumed, from toasted kernels to very elaborated products such as concentrates and isolates (MARQUIE ; DEFROMONT ; BEROT and GUEGUEN).

The kernels, which have a relatively high protein and fatty matter content (39 and 38 % respectively) can be consumed as such provided that they are toasted to destroy the cyclopropenic acids.

Cotton flours can be mixed with cereals to obtain diet breads or biscuits.

Extrusion tests were performed in the USTL Food Technology and Biochemistry Laboratory in Montpellier with flours provided by IRCT. They made it possible to obtain relatively well-expanded and crusty biscuits containing 18.34 % of cotton flour.

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

As far back as 1967, nutritional studies made in Chad, Cameroon, Mali and Senegal showed the advantage of using glandless cotton flours as weaning foodstuffs to control kwashiorkor and to make many African traditional dishes (MARQUIE).

Presently, SESS *et al.* are testing a mixture of cotton and rice flours on young children in the National Institute of Public Health of the Ivory Coast. Acceptability tests are satisfactory. The flour has no particularly taste and is appreciated by children and mothers.

Cotton flour mixed with minced beef meat gives it a better structure. The presence of tocopherols delays oxidation and decoloration.

Cotton proteins possess the functional property of being soluble in variable proportions according to pH, so that they can be used in acid drinks such as fruit juices, increasing their nutritional value.

ECONOMIC AND COMMERCIAL PROBLEMS

The present markets of glandless cotton cakes

For the time being, the local market of glandless cotton cakes is limited to the amounts that could replace the soya cakes that are imported (around 5,000 tons) and meant to make compound feedingstuffs used in poultry, fish and swine rearing.

This cake is not intended to feed ruminants (cattle, goat and sheep) which are less susceptible to the toxic effect of gossypol and can perfectly be fed with conventional cakes.

The recent Ivorian experiment in that respect is not significant. The production coincided with a period when the world cake market was very depressed owing to the collapse in soya prices. Besides, it seems that the potential users were not well-informed of the existence of this new product on the local market and of its qualities. They preferred to buy imported soya cakes which were more expensive but that they currently used rather than take the risk of using a new product for which they had no guarantee regarding the regularity of supply in quantity, quality and over time.

Glandless cakes were better received on the Ivorian market thanks to the Central Laboratory of Animal Nutrition which recommended it to feedingstuffs manufacturers.

Profitability of glandless cotton growing

Today, glandless varieties are not as performant as conventional varieties regarding fiber production. This is their only weak point.

Owing to a higher oil yield, to easier seed grinding and to a lower refining cost due to the absence of gossypol,

glandless varieties are more performant than their conventional equivalents regarding oil production.

For the same price, grinders therefore will prefer to use glandless seeds than glanded seeds.

Besides, the cost price of the kilogram of proteins produced by glandless cotton, worked out in the present conditions prevailing in the Ivory Coast, is lower than that of imported soya.

On the basis of a computer simulation, COULIBALY and ODI show that the glandless cake is economically more interesting than the soya cake (the price of which is CFA F 110 while the glandless cake was proposed at CFA F 75 on the Ivory Coast market in 1984) if it is sold CFA F 40 less than the soya cake (that is CFA F 70) for table poultry and CFA F 8.52 less for layers.

By passing on the price of the cake the deficit in fiber yield of the present glandless varieties, HAU works out that the selling price of the glandless cake should be CFA F 22 higher than the glanded cake to be competitive. The price of a glandless cotton cake would therefore be CFA F 72/kg for a soya price of CFA F 110 at the entry in Ivory Coast.

According to DEFROMONT, glandless cotton flour usable in human food should be sold at CFA F 79/kg. It would be extremely competitive as compared with soya flour whose price in France today is FF 6 that is CFA F 300/kg.

These conclusions are in accordance with the analysis of COULIBALY and ODI.

Under the present market conditions, it seems therefore that despite lower fiber yields, the present glandless cotton varieties are competitive to provide proteins cheaper than the imported soya proteins (provided that the same technological processes are used).

CONCLUSION AND FUTURE PROSPECTS

Outlets of glandless cakes

Today, the question is to know what middle-term outlets would be possible for glandless cotton cakes and at which price they could be proposed to the consumers.

The present market of animal feed in the Ivory Coast is known. It can only develop in the years to come.

The expansion of the market first depends on the development of cattle breeding in the middle-term. It also depends on the price that cattle breeders or feedingstuffs manufacturers will be willing to pay for this new product as compared with imported soya cakes.

A collaboration between the various partners of cotton production, researchers, development and extension organizations, grinders, feedingstuffs manufacturers and potential local users is indispensable.

Second, the development of the local glandless cake market will depend on the use of this new product in human food on the African and export markets.

The human food market can only be captured if the industry use oil extraction processes specifically adapted to glandless seeds and to the making of food flour of excellent quality; this requires improvements in the present processes and investments which will increase production costs.

An important factor not to be neglected is the psychological aspect of the reception cotton flours and derivatives will get.

Some reluctance can be expected from certain potential users for the consumption of these non-traditional pro-

ducts; they may be put off by the label « cotton » when these products are proposed in biscuits, children flours or breakfast cereals.

The opening of new local or international markets will require the organization of information and nutritional education campaigns and probably the definition of promotional conditions before the glandless cotton cake is known and appreciated.

Development of glandless cottons in cotton producing countries for the coming years

Today, the development organizations are not favourable to the expansion of glandless cotton growing as long as the slight deficit in fiber yield is not made up.

Grinders make a profit in oil but lose money when seeds are purchased and especially when cakes are sold, as the present users do not understand why their price is higher than that of conventional cakes.

When the glandless varieties are as performant as conventional varieties, it will be possible to grow them on a large scale instead of glanded varieties. Then, there will be only one type of cotton and logically only one price for each of the products without distinction between the glanded or glandless characters.

The risks of mixing with seeds containing noxious gossypol will be considerably decreased. Oil mills will thus be able to produce considerable amounts of food flours which will be available on the national and international markets to meet just as well the requirements of foods and feeds.

In the United States, the Japanese are already developing an ambitious project of glandless cotton development since in the first year 40 000 acres should be planted in Texas and Oklahoma (RAINGEARD). With imported cotton kernels, Yazaki has started to manufacture human foodstuffs. Commercial efforts are first made on the American and Japanese markets before they are directed towards the capture of the world market.

As compared with the other cotton producers, the Africans possess two considerable assets : an excellent control of seed production and multiplication thanks to the moni-

toring of the development organizations and the existence of large local potential markets (RAINGEARD).

The capture of the market will require a good collaboration between the economic partners to define the commercial strategy to adopt.

For their part, the users will have to make an effort to receive these new products and modify their habits. If all these conditions are combined, glandless cotton seeds will be established on the African and international markets, contributing thus efficiently to fighting hunger in the world.

RESUMEN

El programa de investigaciones sobre los algodóneros sin gosispol realizado en La Costa de Marfil, desde 1974 (23 700 hectáreas cultivadas en 1984) fue un gran éxito desde el punto de vista agronómico. Desgraciadamente, a consecuencia de una falta de medios tecnológicos, no pudo conducir a la producción industrial de harinas alimenticias para el hombre.

Tras el coloquio de Abidjan celebrado en noviembre 1985, los varios miembros de la línea algodónera (investigación, desarrollo,

industria, utilización potencial) se dieron cuenta del interés considerable de este cultivo. Trató sucesivamente de las condiciones de producción de los algodóneros sin gosispol, de la utilización alimenticia de los productos derivados de las semillas y de los problemas económicos y comerciales que resolver para que la semilla de algodónero sin gosispol se imponga en los mercados africanos e internacionales, contribuyendo así a la lucha contra el hambre en el mundo.