est arrêtée par la charge de capsules du plant). La connaissance précise de la durée de cette phase peut aider à mieux raisonner le calage des variétés en fonction des durées de période de pluie ; elle permettra en outre un meilleur pilotage de la variété en terme de date d'apport ou de quantité d'intrant ou en terme de fréquence des traitements phytosanitaires.

Conclusions

La date de la dernière fleur retenue en première position de branche fructifère est un bon indicateur de la date de fin de fructification. Elle est utilisable dans les tests de criblage pour la précocité ; la relation entre le nombre de nœud fructifère et le nombre de jours après levée est linéaire et permet d'estimer la DDFP1.

Références bibliographiques*

A**gresti A, Coull B (1998)**. Approximate is better than "Exact" for interval estimation of binomial proportions. The American Statistician 52: 119-126.

Bagwell RD, Tugwell NP (1992). Defining the period of boll susceptibility to insect damage in heat units from flower. Proc. Belt. Cot. Conf., Menphis, USA., National Cotton Council of Am.: 767-768.

Bilbro J, Quisenberry J (1973). A yield related measure of earliness for cotton, Gossypium hirsutum L. Crop Sci. 13: 392-393.

Bourland F, Oosterhuis DM, Tugwell NP (1992). Concept for monitoring the growth and development of cotton plants using main-stem node counts. J. Prod. Agric. 5: 532-538.

Bourland F, Stringer S, Halter J (1991). Maturity of cotton cultivars in Arkansas as determined by nodes above white bloom. Proc. Belt. Cot. Conf., Menphis, USA., National Cotton Council of Am. 1: 560-563.

Bourland FM, Oosterhuis DM, Tugwell NP, Cochran MJ, Zhang JP (1994). Timing cotton defoliation by nodal development. Proc., 1993 Cotton Research Meeting, Ark. Agric. Exp. Sta. Special Report No. 162.: 45-49.

Oosterhuis DM, Bourland FM, Tugwell NP, Cochran MJ (1994). Terminology and concepts related to crop monitoring, maturity and defoliation. Proc., 1993 Cotton Research Meeting, Ark. Agric. Exp. Sta. Special Report No. 162: 239-249.

Ray LL, Richmond TR (1966). Morphological measure of earliness of crop maturity in cotton. Crop Sci. 6: 527-531.

Wrona AF, Kerby T (1994). Cotton mapping survey - Imperial valley. Proc. Belt. Cot. Conf., Menphis (USA), National Cotton Council of Am.: 1291-1292.

La transformation de la graine de cotonnier

en produits de qualité

C. Marquié, J. Lecomte, G. Morel, P. Guiffrey

CIRAD-CA Unité de Recherche « Qualité et production cotonnière »

Résumé

La trituration de la graine de coton contribue, avec les activités connexes qui lui sont liées, à mieux valoriser la production agricole, à satisfaire la demande locale, et à participer (homogénéisation de l'utilisation de l'infinitif dans la phrase) à la lutte contre la pauvreté par la génération d'emplois et de revenus. Les tourteaux, fortement appréciés pour l'alimentation des bovins, sont exportés.

Suite à la libéralisation du secteur cotonnier et en raison d'une demande locale importante en huile, de nombreuses unités de trituration se créent. Elles sont confrontées à la concurrence des huiles végétales alimentaires d'origine asiatique, à la suspicion des consommateurs quant à la qualité sanitaire des huiles mises en marché, et à la faible sécurisation des approvisionnements en matière première. Par ailleurs, les pays importateurs imposent de plus en plus souvent des normes sanitaires très strictes qui, lorsqu'elles ne sont pas respectées, sont à l'origine d'une dévalorisation importante de l'image de l'exportateur.

Les auteurs analysent et présentent les facteurs susceptibles d'altérer la qualité nutritionnelle et sanitaire des graines, de l'huile et des tourteaux de coton. Ils résument également les dernières avancées de la recherche sur la transformation de la graine de coton, dans des domaines non alimentaires (biocarburants et biomatériaux).

Introduction

La trituration de la graine de coton contribue, avec les activités connexes qui lui sont liées, à mieux valoriser la production agricole, à satisfaire la demande locale, et participe à la lutte contre la pauvreté par la génération d'emplois et de revenus.

La valeur nutritionnelle des protéines et de l'huile de coton est déjà largement démontrée. Cependant, les conditions d'extraction puis du raffinage de l'huile affectent la qualité nutritionnelle des produits (tourteaux et huile) et, si elles ne sont pas bien maîtrisées, leur qualité sanitaire. D'autres facteurs peuvent également être à l'origine de contaminations et de dégradations multiples. Une production d'huile et de tourteaux mal maîtrisée fait encourir un risque sanitaire important aux consommateurs.

Cette communication a pour but de sensibiliser les acteurs des filières cotonnières sur l'intérêt alimentaire de la graine de cotonnier et des produits issus de sa transformation ainsi que sur les paramètres qu'il est nécessaire de contrôler pour garantir une bonne qualité sanitaire des produits.

La graine du cotonnier, une source importante d'huile et de protéines pour l'alimentation.

La graine de cotonnier est composée majoritairement d'une amande, et d'une coque recouverte de linter et de fibre.

L'amande renferme 30 à 40 % d'huile et de protéines. Avec une production mondiale de l'ordre de 33 millions de tonnes, la graine de cotonnier constitue, selon l'année, la seconde ou la troisième ressource en protéines végétales, derrière le Soja et le Colza.

La trituration de la graine de cotonnier, un procédé de transformation largement répandu dans les pays producteurs de coton

La graine de coton est triturée localement pour produire de l'huile alimentaire, des tourteaux et des savons.

Le procédé de trituration peut être résumé de la manière suivante :

Les graines entières (avec linter) sont concassées et les amandes séparées des coques. Les amandes sont alors aplaties et toastées à une température de l'ordre de 80°C. Elles sont ensuite introduites dans une presse ou un

expander en même temps que 10 à 15 % de coques. La pression, l'élévation de température (autour de 100°C) et la présence de coques ont pour fonction de faciliter l'éclatement des globules lipidiques et l'extraction de l'huile. Une bonne partie de l'huile brute des amandes peut ainsi être récupérée. Les écailles de pression, qui contiennent encore 10 à 15 % d'huile, sont dégraissées à chaud par un solvant organique, le plus souvent de l'Hexane. Le mélange de solvant et d'huile est distillé pour éliminer le solvant et, l'huile brute résiduelle est alors rassemblée à l'huile de pression.

L'huile de coton brute peut être utilisée directement pour faire du savon.

Pour être utilisée dans l'alimentation humaine, l'huile brute doit être raffinée. Pour cela, elle est soumise à un traitement de neutralisation par de la soude, qui permet d'éliminer le gossypol et les acides gras libres, puis elle est blanchie et désodorisée.

Le tourteau, complètement délipidé, est conditionné sous forme de pellets après ajout de soapstock (résidu de neutralisation de l'huile brute).

L'huile et les tourteaux de coton présentent une bonne valeur nutritionnelle

L'huile de coton est une huile alimentaire fort appréciée en raison de sa richesse en acides gras essentiels poly-insaturés. Elle renferme une forte teneur en acide linoléique (proche de 50 %) et un rapport entre acides gras insaturés et saturés proche de 2, ce qui témoigne de l'excellente valeur nutritionnelle de cette huile. En outre, très riche en vitamine E (vitamine de la fertilité), son utilisation à raison d'une cuiller ordinaire par jour permet de couvrir très largement les besoins journaliers de l'homme. Cette huile résiste bien à l'oxydation et possède une excellente stabilité à la température ce qui permet de l'utiliser sans problème en friture.

Du fait de leur richesse en protéines (très supérieure à celle des céréales et des fourrages) et en fibres cellulosiques, les tourteaux de coton sont fort appréciés et recherchés par les éleveurs de bovins. Certains pays producteurs en exportent une partie. C'est le cas du Bénin, qui était en 2002, le 3ième pays exportateur de tourteaux dans le monde.

Les tourteaux et l'huile de coton renferment naturellement des substances toxiques qui doivent être neutralisées :

Les acides cyclopropéniques, présents dans l'huile brute à raison de 1 à 2 % sont thermolabiles. Ils sont entièrement détruits, sous l'effet de la température, au cours du raffinage de l'huile.

Le gossypol, polyphénol présent dans tous les organes du cotonnier, existe sous forme libre ou combinée à d'autres molécules. Présent dans la graine, il se combine facilement aux protéines sous l'effet de la température au moment du pressage, entraînant une diminution de la fraction du gossypol libre. En contre partie, cette combinaison s'accompagne d'une perte de la valeur nutritionnelle des protéines en raison d'une diminution de la teneur en lysine disponible et de la solubilité des protéines. Présent dans l'huile brute, le gossypol doit impérativement être neutralisé par un agent alcalin au cours du raffinage et être éliminé.

Le gossypol libre est toxique pour l'homme et les animaux monogastriques, à des degrés divers selon les espèces. En revanche, il ne pose pas ou pose peu de problèmes pour l'alimentation des polygastriques car il est naturellement détoxifié dans le rumen de l'animal. Des précautions doivent toutefois être prises pour l'alimentation des jeunes veaux, beaucoup plus sensibles (des expérimentations rapportent des cas de mortalité pour des veaux qui auraient été nourris avec des rations renfermant plus de 800 ppm de gossypol libre) et pour les bovins mâles reproducteurs.

Il est donc indispensable de contrôler systématiquement la teneur en gossypol libre dans les produits dérivés du coton destinés à l'alimentation. La Food ans Drug Administration admet que l'on peut tolérer une teneur en gossypol libre de 400 ppm et une teneur en gossypol total de 1200 .

L'huile et les tourteaux de coton peuvent être contaminés par des substances toxiques qui font l'objet d'exigences particulières en matière de qualité et de salubrité des produits dans le cadre du commerce international. Les principaux critères de qualité sanitaire se rapportant aux produits oléagineux africains sont :

Les mycotoxines et tout particulièrement les aflatoxines

Les aflatoxines sont produites par certaines souches de moisissures toxinogènes (*Aspergillus flavus, Aspergillus parasicus*) et présentent une forte activité mutagène et carcinogène tant pour l'animal que pour l'homme. Le développement de ces moisissures se fait préférentiellement lorsque l'humidité et la température sont élevées. La directive européenne 1999/29/CE du 22 avril 1999 fixe les limites acceptables en aflatoxine B1 pour les aliments destinés aux animaux et pour les matières premières utilisées dans ces aliments à respectivement 20 ppb et 200 ppb.

Les résidus de produits phytosanitaires

Ceux sont par exemple des pesticides (herbicides et fongicides) pour lesquels l'union européenne a édicté une série de directives fixant des teneurs maximales dans de nombreux produits agricoles, dont les oléagineux et dérivés.

Les contaminants microbiologiques d'origine fécale

Ils proviennent le plus souvent de souillures humaines et/ou animales au moment de l'entreposage des produits ou de leur transport.

Les conditions de stockage et de transport des graines de coton et de leurs produits dérivés doivent donc être absolument surveillées et maîtrisées pour éviter ce type de contaminations.

Toutes ces contaminations, dangereuses pour la santé, doivent également faire l'objet de mesures de contrôle, de la part des pays producteurs, pour garantir la qualité sanitaire des produits, rassurer les consommateurs et, quand les produits sont exportés, respectés les directives internationales.

Conclusions et perspectives

La trituration de la graine de cotonnier débouche sur des produits de grande qualité nutritionnelle et fortement appréciés dans le domaine alimentaire. Cependant, comme dans toute filière agro-alimentaire, le procédé industriel et la logistique doivent être parfaitement maîtrisés pour éviter les risques d'intoxication. Pour cela, la mise en place de contrôles chimiques et bactériologiques des produits s'avère nécessaire pour garantir leur innocuité et répondre aux exigences réglementaires.

Des recherches récentes ont montré la possibilité de diversifier l'utilisation de la graine de coton dans des domaines non alimentaires avec, quand le contexte socio-économique s'y prête, la possibilité de mieux valoriser cette matière première.

Les résultats de recherches actuellement en cours, sous la coordination du Cirad, avec des partenaires français, brésiliens, hollandais et argentins, montrent qu'il est possible d'élaborer des matériaux biodégradables à base de protéines de coton destinés à un usage agricole. Le projet étudie actuellement la possibilité de fabriquer les

biomatériaux à l'échelle industrielle.

D'autres travaux, réalisés par le Cirad, on montré l'efficacité de l'huile de coton comme biocarburant. Il est en effet possible de remplacer totalement le gazole dans les moteurs diesels. Les résultats de ces recherches sont disponibles et transférables aux utilisateurs potentiels

Effets de la haute densité de peuplement et du semis retardé sur la durée du cycle de 10 variétés de cotonnier Gossypium hirsutum L. au Bénin.

E. Sekloka[1], J. Lançon[2], B. Hau[2], E. Goze[2], S. Lewicki[2], M. Sinha[1], M. Djaboutou[1]

[1] *Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)*

[2] *Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)*

Résumé

En Afrique, où la culture est pluviale, et où les semis sont effectués manuellement pendant une longue période de temps (de fin mai au 15 juillet au Bénin), se pose le problème du choix de la variété à cultiver en fonction de la longueur du cycle de pluies prévisible. L'objectif de ce travail était d'étudier les effets des facteurs date de semis et densité sur la durée du cycle de différentes variétés de cotonnier dans les conditions du Bénin. Les essais ont été conduits durant les campagnes 2002-2003 et 2003-2004 sur les Centres d'expérimentation de Cana (situé au sud de la zone cotonnière) et d'Okpara (Centre de la zone cotonnière).Le dispositif expérimental était un split-split-plot à trois répétitions. Dix variétés de différentes précocités et assez contrastées au plan morphologique et origine géographique ont été testées à 42000, 125000 et 167000 plantes par ha et à deux dates de semis : un semis à date normal et un semis retardé. Les durées des différentes phases du cycle ont été appréciées à partir du suivi de la date moyenne d'apparition des premières fleurs (PFM) et des dates d'ouverture de dernières fleurs en première position ayant donné de capsule (DDFP1). Le temps de floraison utile a été calculé comme étant la différence entre DDFP1 et PFM. Les hautes densités et les semis retardés ont allongé le temps nécessaire à l'apparition de la première fleur ; elles ont raccourci le temps nécessaire à l'apparition de la dernière fleur qui donna une capsule récoltable ; le temps de floraison utile a été alors raccourci. Les variétés testées ont présenté une grande variabilité de temps de floraison utile indépendante de la précocité de floraison ou d'arrêt de la mise en place des capsules et permettent de mieux raisonner les recommandations variétales en culture pluviale.

Introduction

En Afrique, où la culture est pluviale, et où les semis sont effectués manuellement pendant une longue période de temps (de fin mai au 15 juillet au Bénin), se pose le problème du choix de la variété à cultiver en fonction de la longueur du cycle de pluies prévisible. La diversité génétique disponible permet de disposer de différents cultivars de longueur de cycle différent, et de développement végétatif variable permettant des densités de plantation différentes. L'adoption du critère NAWF=5 pour apprécier la fin de la période de fructification (Bourland *et al.*, 1992), s'avère alors trop imprécis pour argumenter un choix variétal. Dans une précédente publication (SEKLOKA et al, in review), nous avons proposé une estimation de la fin de cycle du cotonnier par la détermination de la date d'apparition de la dernière fleur donnant capsule, en position 1 des branches fructifères. L'objectif de cette étude est de tester des