

**PRATIQUES DE PRODUCTION ET CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET
CHIMIQUES DU *SHÔ BASI*, UN COUSCOUS DE NIEBE (*VIGNA
UNGUICULATA*) PRODUIT AU MALI**

Timitey A^{1,2}, Adinsi L¹, Madodé YE^{1*}, Cissé F³, Akissoé N¹ and DJ Hounhouigan¹



Madodé Yann Eméric

*Email de l'auteur correspondant : yann.madode@gmail.com

¹Laboratoire de Sciences des Aliments, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 03 BP 2819 Jéricho, Cotonou, BENIN

²Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale, Université de Ségou, BP 24 Ségou, MALI

³Institut d'Economie Rural du Mali, Quartier du fleuve, Bamako, MALI



RESUME

En Afrique de l'Ouest, le niébé est transformé en plusieurs produits dont le plus largement consommé au Mali est un produit granulé cuit à la vapeur et dénommé couscous de niébé ou Shô basi en Bambara. La qualité organoleptique du Shô basi est variable, probablement du fait de la diversité des pratiques de production. La présente étude vise à déterminer les pratiques et contraintes de production et les caractéristiques physico-chimiques du Shô basi tel qu'il est vendu sur le marché malien. Pour ce faire, une enquête a été réalisée au Sud du Mali auprès de dix-huit (18) coopératives de productrices de Shô basi constituées de 8 à 32 membres chacune. Dix-huit échantillons de Shô basi collectés auprès des coopératives enquêtées ont été analysés au plan physico-chimique. L'enquête révèle que la production de Shô basi est réalisée exclusivement par des femmes majoritairement mariées, non ou peu alphabétisées et âgées de 20 à 59 ans. Les principales variétés de niébé utilisées pour la production sont sangaraka et wilibali qui appartiennent à l'espèce *Vigna unguiculata*. Elles sont toutes les deux caractérisées par une couleur blanche ou crème. Le Shô basi est produit à partir d'un procédé présentant deux variantes technologiques majeures dont l'une implique le décortiquage humide total (VDT) et la seconde le décortiquage à sec partiel (VDP) du niébé. Indépendamment des deux variantes technologiques, le Shô basi de bonne qualité devrait selon les enquêtés avoir une couleur claire, une texture molle dans la bouche, une granulométrie uniforme avec une absence d'odeur et de goût de niébé. Les deux types de Shô basi dérivés des deux variantes technologiques présentent des teneurs en protéines (25,0 g/100g), en polyphénols (24,3 mg/100g) et un degré de gonflement similaires. Cependant, le Shô basi obtenu par la variante VDP est moins claire mais plus riches en fibres, en minéraux totaux avec des granulés plus fins. Le décortiquage du niébé, la granulation de la farine, la cuisson à la vapeur et le séchage constituent les principales contraintes à la production à grande échelle et à la standardisation de la qualité du Shô basi au Mali.

Mots clés: *Vigna unguiculata*, farine roulée, décortiquage, attributs de qualité, polyphénols, cuisson à la vapeur, artisanat alimentaire



ABSTRACT

In West Africa, cowpea is processed into several end-products among which the most consumed in Mali is a steamed granulated product known as cowpea couscous or Shô basi, in Bambara. Organoleptic properties of Shô basi are variable, probably as a consequence of the diversity of the practices of production. This study aims at determining these practices, their constraints and the physico-chemical characteristics of Shô basi as sold on Malian markets. A survey using focus group discussions, and involving eighteen (18) Shô basi production cooperatives, each gathering 8 to 32 members, was conducted in South Mali. The information collected was related to cowpea varieties used for production, flow diagrams, constraints of production and quality criteria of the end-products. Eighteen (18) Shô basi samples were collected from the interviewed groups and used for the determination of the physical and chemical properties of Shô basi. Results showed that most of the processors were married, non or moderately literate and aged between 20 and 59 years women. The main cowpea varieties used for the production are sangaraka and wilibali, both from the specie *Vigna unguiculata*. Both varieties of cowpea are characterized by a white or cream color. Shô basi is produced using a single process with two major technological variants. One involves a wet total dehulling (VDT), whereas the second involves a dry partial dehulling (VDP) of cowpea seeds. Regardless of technological variant and cowpea variety used, interviewees indicated that a good quality Shô basi must have a light color, a soft mouthfeel texture, a homogeneous granule size and lacking beany flavor. Protein (25,0 g/100 g) and polyphenol (24,3 mg/100 g) contents as well as swelling level were similar for *Shô basi* from both variants. However, *Shô basi* from technology involving partial dehulling (VDP) was less bright, richer in fiber and minerals and contained more fine granules than *Shô basi* involving whole dehulling (VDT). Cowpea dehulling, flour granulation, steam cooking and drying are the main constraints for quality standardization and large-scale production of *Shô basi* in Mali.

Key words: *Vigna unguiculata*, granulated flour, dehulling, quality attributes, polyphenols, steam-cooking, food craft



INTRODUCTION

Le niébé est la légumineuse la plus cultivée et la plus consommée dans toutes les zones agro-écologiques du Mali [1]. Sa production s'est accrue d'au moins 50% entre l'an 2000 (100 126 tonnes) [2] et l'an 2018 (157 739 tonnes) [3]. Au cours du stockage, les graines de niébé présentent un faible niveau de contamination générale en mycotoxines, les rendant donc aptes à une consommation sans risque de toxi-infection alimentaire [4]. Le niébé constitue une des sources de protéines et d'acides aminés essentiels [5] les plus accessibles aux populations à revenus limités. Comme toutes les autres légumineuses, le niébé peut contribuer à une bonne gestion de la glycémie et du transit intestinal, et à une alimentation convenable en fer et en folates [6]. En Afrique, le niébé est considéré comme la viande du pauvre en raison de sa richesse en nutriments essentiels et son faible coût et constitue une source de revenus pour les producteurs et les transformateurs [7]. Par ailleurs, la population malienne s'intéresse davantage aux produits alimentaires artisanaux car ils sont perçus comme nutritifs et dotés de fonctionnalités propres. Ces produits qui sont le fruit de l'activité des artisanes et de PME, contribuent de manière significative (30%) à l'économie des pays africains [8]. En Afrique de l'Ouest, les produits dérivés du niébé sont principalement: le couscous de niébé [9], le niébé bouilli dans l'eau, les mélanges bouillis de niébé et de céréale, les beignets de niébé, les pâtes de niébé cuites à la vapeur et la purée de niébé [10]. Le couscous de niébé ou Shô basi en bambara, futu en mandinka, lacciri en peulh, est un aliment de consommation courante au Mali, mais il est peu étudié dans l'optique d'une valorisation industrielle. Comme la majorité des produits traditionnels africains, en particulier le couscous de maïs ou yèkè-yèkè au Bénin [11], le couscous de mil au Sénégal [12], le couscous de farine d'igname ou wassa-wassa au Bénin [13], le couscous de manioc ou attièkè en Côte d'Ivoire [14], le Shô basi peut présenter une variabilité de ses propriétés physico-chimiques et organoleptiques, due à une diversité de pratiques de production. Les caractéristiques physico-chimiques du couscous dépendent de la qualité de la matière première et du procédé, notamment la maîtrise de l'opération de roulage qui permet la formation des agrégats de taille désirée et réduit les rejets [15]. Le degré de gonflement du couscous augmente avec l'augmentation du taux d'hydratation des semoules et la diminution de la taille des granules [16]. Aussi, la couleur du couscous dépend du niveau de brunissement atteint pendant la production. Ce brunissement pourrait être accentué par la teneur en composés phénoliques et en enzymes oxydatives dans le cas des légumineuses qui en sont riches [17, 18] et dont la teneur dépend de la variété [19]. Les facteurs susmentionnés ont certainement un impact également sur la qualité nutritionnelle et organoleptique du couscous. Aussi, contrairement à la définition normative du couscous (codex stan 202 – 1995) qui en fait un produit à base de blé dur et donc de céréales, le Shô basi est un produit roulé à base de légumineuse. Cette différence fondamentale porterait certainement les germes d'un avantage nutritionnel majeur de ce produit sur le couscous à base de céréales en général et en particulier le couscous de blé. Le niébé étant deux fois plus riche en protéines que le blé, le Shô basi pourrait contribuer durablement à une alimentation protéino-énergétique pour les populations Ouest-Africaines. Ainsi, une norme régionale relative au Shô basi pourrait le démarquer du couscous conventionnel.

A ce jour, peu d'information scientifique existe sur la production et les caractéristiques physico-chimiques du Shô basi. Ces informations sont primordiales pour la production de masse d'un Shô basi de qualité constante. La présente étude vise à caractériser les pratiques de production de Shô basi tel que produit et consommé au Sud du Mali, à déterminer les critères de qualité tels que perçus par les producteurs et les propriétés physico-chimiques des produits du marché susceptibles d'être pris comme référence pour de futures améliorations technologiques.

MATERIEL ET METHODES

Enquête technologique

Une enquête a été réalisée au Sud Mali dans les régions de Ségou et Koulikoro et le district de Bamako auprès de dix-huit (18) coopératives de production de Shô basi constituées chacune de 8 à 32 membres. Ces coopératives ont été sélectionnées par ratissage systématique, c'est-à-dire leur prise en compte automatique dans l'étude dès leur identification comme groupements de productrices de Shô basi dans la zone d'enquête. Une discussion de groupe a été conduite avec tous les membres de chaque coopérative sur la base d'un guide d'entretien comportant des questions ouvertes et des questions fermées. Au cours de ces échanges, la principale répondante était la responsable de la coopérative assistée par les autres membres qu'elle motivait régulièrement à donner des informations complémentaires aux siennes. Le profil sociodémographique des responsables des coopératives a été collecté. Dans chaque coopérative, les variétés de niébé utilisées, les procédés de production et les critères de qualité du Shô basi ont été investigués.

Collecte d'échantillons

Un échantillon de Shô basi collectivement produit par les membres de chacune des 18 coopératives enquêtées a été collecté, constituant ainsi 18 échantillons. Ces échantillons ont été conditionnés dans des pots en plastique hermétiquement fermés et conservés à 4°C pour les analyses physico-chimiques en laboratoire.

Analyses physico-chimiques des échantillons de shô basi collectés

Couleur

Les paramètres de couleur (L, a, b) ont été déterminés au moyen d'un chromamètre portable Minolta CR 410 étalonné avec une céramique blanche de référence [20].

Composition proximale

La teneur en matière sèche, en minéraux totaux, en protéines brutes (N x 6,25) et en fibres totaux des Shô basi ont été déterminées suivant des méthodes standards [21].

Polyphénols totaux

La teneur en phénols totaux des Shô basi a été déterminée par spectrophotométrie à 760 nm suivant la méthode décrite par Singleton et Rossi [22] et modifiée par Kayodé *et al.* [23]. Les composés phénoliques sont extraits par agitation continue (température ambiante, 1h) d'une suspension aqueuse constituée de farine (environ 50 mg) et de 1,5 ml de HCL/méthanol à 1 % (V/V). La suspension est ensuite centrifugée (7000 g/10



min). Trois cent (300) µl du surnageant et 5 ml d'eau distillée, puis 300 µl de réactif de Folin-Ciocalteu sont successivement introduits dans un tube. Puis 400 µl de carbonate de sodium à 20% (p/v) sont également ajoutés, et le mélange est mis à l'incubation à l'abri de la lumière durant 30 min avant que l'absorbance ne soit déterminée. L'acide gallique a été utilisé comme standard et les résultats sont exprimés en acide gallique équivalent par 100 g d'échantillon (base sèche).

pH

Le pH a été mesuré en prélevant 10 g de l'échantillon de Shô basi qui ont été mis en suspension dans 90 ml d'eau distillée jusqu'à désintégration du produit à l'aide d'un agitateur magnétique [14]. Le pH de la solution a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre (WTW Inolab, pH 7110, Allemagne).

Indice de gonflement

L'indice de gonflement a été déterminé sur le Shô basi suivant la méthode décrite par Abecassis [24]. Cinquante (50) grammes de produit ont été mis dans une éprouvette vide pour mesurer le volume (V1). Le contenu de l'éprouvette a été versé dans un bécher rempli de 200 ml d'eau distillée et laissé reposer pendant 30 min. Le volume (V2) final a été ensuite relevé. L'indice de gonflement est calculé selon la formule suivante :

$$IG = V2/V1$$

IG : Indice de gonflement

V1 : Volume de l'échantillon à sec (ml)

V2 : Volume de l'échantillon humide après 30 min (ml)

Granulométrie

La granulométrie du Shô basi a été réalisée suivant la méthode de Guezlane [25] avec une plaque vibrante (type RETSCH, amplitude=40) contenant des tamis de 2,1; 1,2; 0,63; 0,18 mm de diamètre des mailles. L'analyse a été réalisée avec 100 g de produit sec pendant 10 min. La masse de produit retenue dans chaque tamis représente la proportion des granulés de taille supérieure à la taille des mailles de ce tamis.

Analyses statistiques

Les données sociodémographiques et de critères de qualité du Shô basi ont été analysées avec la statistique descriptive en utilisant le tableur Microsoft Excel. Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée avec le logiciel Statistica (V7) pour comparer les caractéristiques physico-chimiques des échantillons de Shô basi au seuil de significativité de 5%.

RESULTATS ET DISCUSSION

Profil socio-démographique des responsables des coopératives de productrices de Shô basi du Sud Mali

La production de Shô basi est dirigée par les femmes des ethnies majoritaires du Mali (« soninké » et « bambara »). L'âge des productrices est compris entre 20 et 59 ans. La



proportion de la tranche d'âge de 20 à 39 ans est de 47 % et traduit un intérêt certain des jeunes générations pour l'activité et une facilité de transfert inter-générationnel du savoir-faire. La majorité des productrices enquêtées sont mariées (94,4%) et non ou peu alphabétisées (61,1%) (Tableau 1). Le rôle prépondérant des femmes dans l'artisanat alimentaire Malien n'est pas un résultat surprenant, puisqu'il a déjà été rapporté pour d'autres produits dans différents pays Africains [7, 26]. Leur rôle est renforcé par l'appui des ONGs qui militent pour l'organisation de la production en groupement, facteur important pour une pérennisation de l'activité [27]. Le système de production est artisanal. Les femmes artisanes interviewées sont des adultes en phase de vie active et ont une maîtrise parfaite des techniques de production acquise par héritage de leurs parents. Cela assure la mise à disposition des populations de produits suivant un savoir-faire reconnu. Cependant, ce système de production souffre de l'absence de bonnes pratiques de fabrication standardisées et de la mise en œuvre d'une assurance qualité fiable.

Procédés de production de Shô basi

La variété utilisée pour la production du Shô basi varie d'une productrice à une autre. En général, 56% des personnes enquêtées utilisent les variétés de niébé ayant une couleur crème ou blanche comme « wilibaly » ou « sangaraka » alors que 44% n'ont pas d'exigence en termes de variété de niébé. Elles produisent également à partir du niébé, le dégué, les farines infantiles composées, le fari (pâte de niébé assaisonnée et cuite à la vapeur) et les boulettes de niébé. Néanmoins le Shô basi est le produit dérivé du niébé le plus apprécié par les consommateurs.

Le Shô basi est obtenu à partir d'un seul procédé technologique (Figure 1). Cette technologie prend en compte les étapes suivantes : le triage, le décortiquage, la mouture, la granulation, la cuisson à la vapeur, le tamisage et le séchage. Ces opérations sont similaires à celles du couscous de blé, excepté la mouture [28]. Dans le cas du niébé, une farine fine est obtenue en une seule mouture alors que deux moutures donnant des fractions fines et grossières sont appliquées dans la production du couscous de blé pour obtenir des granules fermes [29].

L'étape de décortiquage est réalisée de deux façons qui permettent d'identifier deux variantes technologiques. Le décortiquage peut être partiel (Variante incluant le Décortiquage Partiel du niébé, VDP) ou totale (Variante incluant le Décortiquage Total du niébé, VDT). La variante VDT est appliquée par toutes les coopératives de transformatrices enquêtées. En dehors de cette variante, 27,8% de ces coopératives réalisent la variante VDP.

Les graines de niébé sont vannées et triées manuellement en enlevant les graines non désirées (détériorées, moisies ou immatures), les débris végétaux, les grains de sable et la poussière. Les graines vannées et triées sont lavées et séchées. Les graines propres obtenues sont mouluées puis tamisées pour enlever le maximum de sons possible, correspondant à un décortiquage partiel, d'où la variante VDP. Pour ce qui est de la variante VDT, les graines de niébé sont pilées tout en étant aspergées d'eau. Les graines concassées sont lavées en les triturant pour extraire les pellicules (88,9% des

enquêtées pratiquant VDT) ou le pilage à sec du concassât séché suivi de vannage pour enlever les pellicules (11,1% des enquêtées pratiquant VDT).

Les transformatrices appliquant le décorticage par voie sèche ont révélé que cette approche technologique est plus recommandée, car elle réduit la quantité d'eau à évaporer des cotylédons lors du séchage et donc la durée du séchage, assurant ainsi une couleur blanchâtre au Shô basi.

Quelle que soit la variante technologique appliquée, la majorité des transformatrices (83,3%) pratiquent le séchage au soleil en répandant les cotylédons à sécher sur une natte recouverte d'un tissu alors que d'autres utilisent des séchoirs solaires ou à gaz (16,7%). La mouture des graines et des cotylédons est réalisée avec un moulin à meules (94%) ou un moulin à marteaux (11%).

Quelle que soit la variante technologique appliquée, la farine obtenue après mouture est cuite à la vapeur dans un couscoussier afin de réduire la consistance de la pâte à rouler et l'odeur de niébé. Le couscoussier reste ouvert pour l'évacuation de cette odeur avec la vapeur. La réalisation de cette opération de cuisson de la farine à la vapeur est facultative dans la production du couscous de blé, mais en améliore la qualité [28, 29]. Cependant, la cuisson à la vapeur est très importante dans la production du Shô basi.

La farine cuite à la vapeur est refroidie, émottée et hydratée puis roulée manuellement dans une bassine ou une calebasse. Les tamis « bassi tèmè » sont utilisés pour le tamisage et le refus est recyclé. En effet, la formation de granules de taille désirée est liée à la réussite du malaxage de la farine aspergée d'une quantité optimale d'eau [30].

Les granulés de couscous obtenus sont cuits à la vapeur. Le nombre de cuissons à la vapeur est de trois (66,7% des transformatrices enquêtées), deux (22,2% des transformatrices enquêtées), ou un (11,1% des transformatrices enquêtées). Les transformatrices qui réalisent 2 à 3 cuissons à la vapeur refroidissent, émottent et humidifient les granulés entre deux cuissons. Elles réalisent ainsi une gélatinisation progressive de l'amidon de niébé afin de réduire la formation des mottes et augmenter le rendement.

Après la cuisson à la vapeur, les granules cuits sont séchés au soleil ou dans un séchoir puis conditionnés dans des sachets plastiques et stockés. Le Shô basi bien séché et bien emballé peut être conservé pendant 12 mois selon la majorité des productrices (83,3%). En respectant ces conditions, les productrices affirment ne pas rencontrer de problème pendant la conservation.

Les opérations les plus contraignantes sont le décorticage et le séchage des cotylédons suivies de la cuisson à la vapeur, le lavage, le roulage et le conditionnement selon les enquêtées. Les améliorations au niveau de ces opérations s'avèrent nécessaires pour garantir une qualité de Shô basi stable et acceptée par les consommateurs.

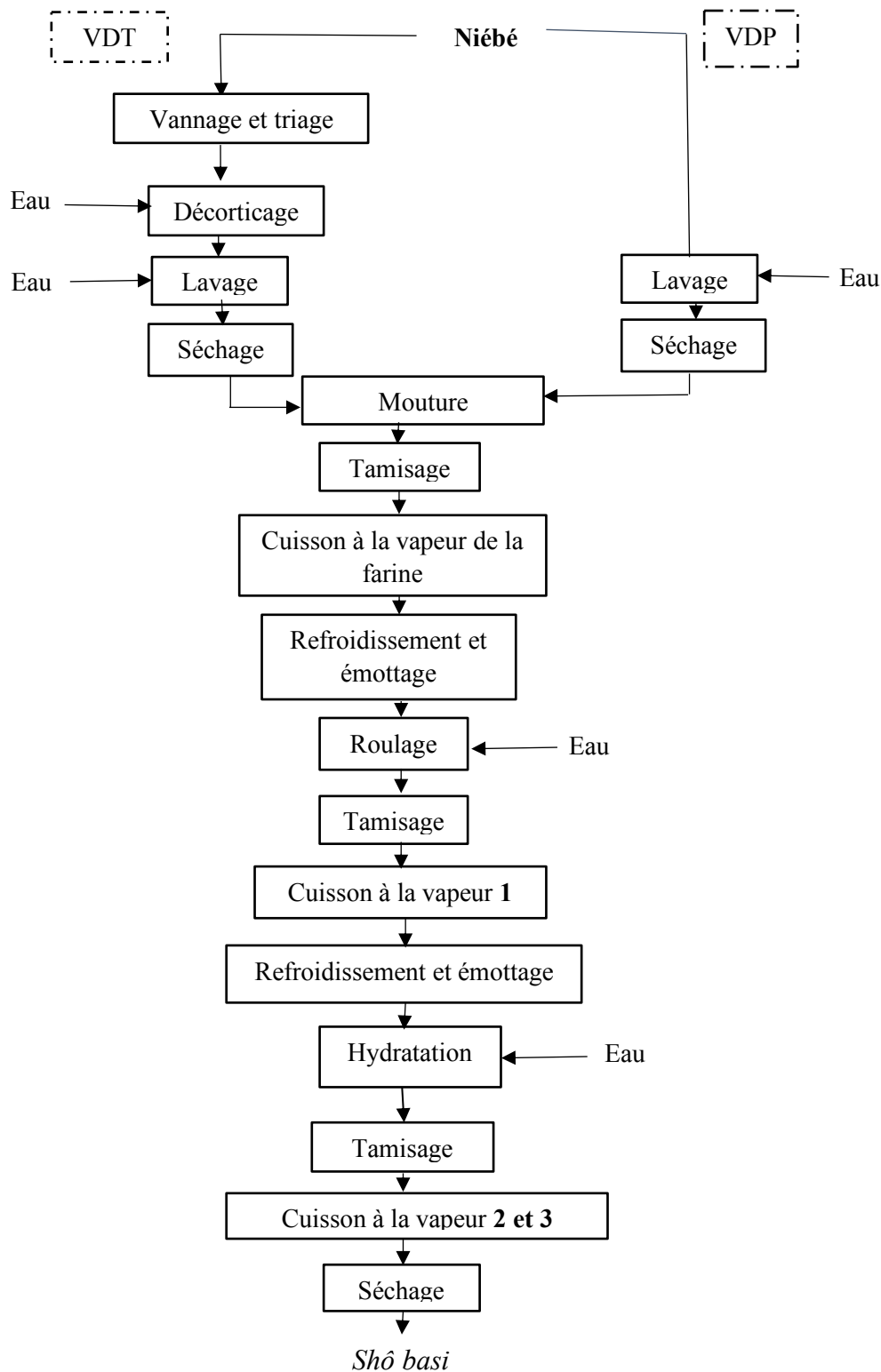


Figure 1: Technologie de production du Shô basi avec ses variantes (VDT et VDP)

Appréciation de la qualité du Shô basi en cours et en fin de production

Les transformatrices ont révélé que le Shô basi doit avoir une bonne palatabilité (tenue dans la bouche) (83,3% des enquêtées), une couleur claire (100% des enquêtées) ou jaunâtre selon le cas, une bonne odeur (absence d'odeur de niébé) (44,4% des enquêtées), et une granulométrie uniforme (16,7% des enquêtées) (Figure 2). Certaines transformatrices apprécient le Shô basi de couleur blanchâtre pour sa similitude de couleur avec le couscous de mil. Celles-là considèrent la coloration jaune foncée du Shô basi comme un défaut de qualité. Par contre, celles qui préfèrent le Shô basi de couleur jaunâtre ont comme référence le couscous de blé [16].

Les défauts de qualité les plus importants rencontrés par les enquêtées au cours de la production sont la formation des mottes due à la mauvaise humidification (50%), le brunissement pendant la transformation (43,8%) et la mauvaise odeur (43,8%) (Figure 3). La qualité du Shô basi dépend d'une humidification optimale pendant le roulage. Celle-ci affecte à la fois la granulométrie et le rendement. Une quantité optimale d'eau est nécessaire afin d'éviter une pâte très visqueuse dont l'émottage demande une action mécanique intense des productrices. Malgré le savoir-faire du roulage par les productrices, ces efforts intenses ne réduisent pas considérablement le taux de refus, d'où la réduction du rendement [31]. Concernant le changement de couleur, il est dû au brunissement enzymatique ou non enzymatique. Dans tous les cas, il est lié à l'effet combiné des traitements hydrothermiques pendant le procédé, les polyphénols totaux et les enzymes oxydatives de la matière première [32]. Ces 2 types de brunissement peuvent se produire pendant le décorticage-lavage et le séchage des cotylédons, le roulage, la cuisson à la vapeur et le séchage du couscous. Enfin, la mauvaise odeur peut être générée par le raccourcissement de la durée et le tarissement d'eau dans la couscoussière pendant la cuisson à la vapeur. Tous ces défauts seraient dus aux matières premières de mauvaise qualité, au caractère rudimentaire du matériel utilisé, et à la variabilité des paramètres du procédé qui ne permettent pas d'obtenir un produit de qualité organoleptique, sanitaire et nutritionnelle reproductible.

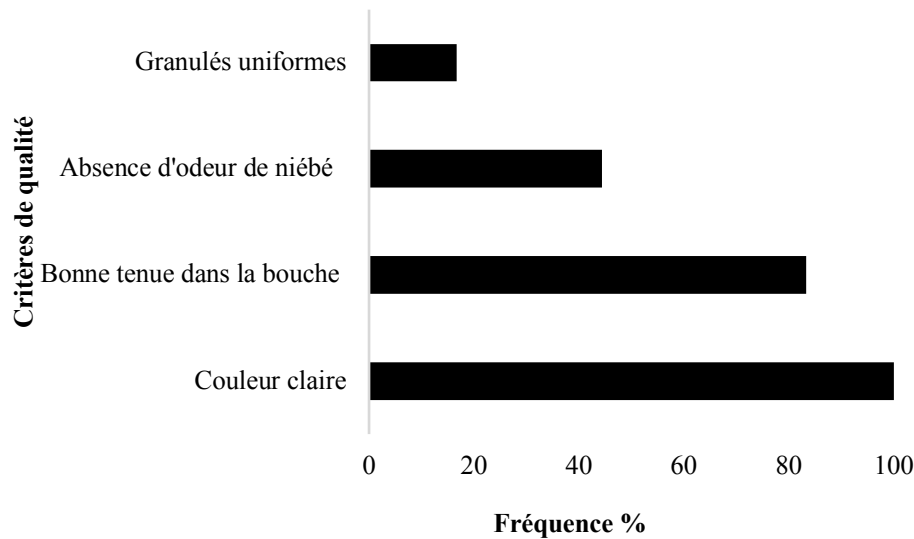


Figure 2: Importance relative des critères de qualité du *Shô basi* (N = 18 enquêtées)

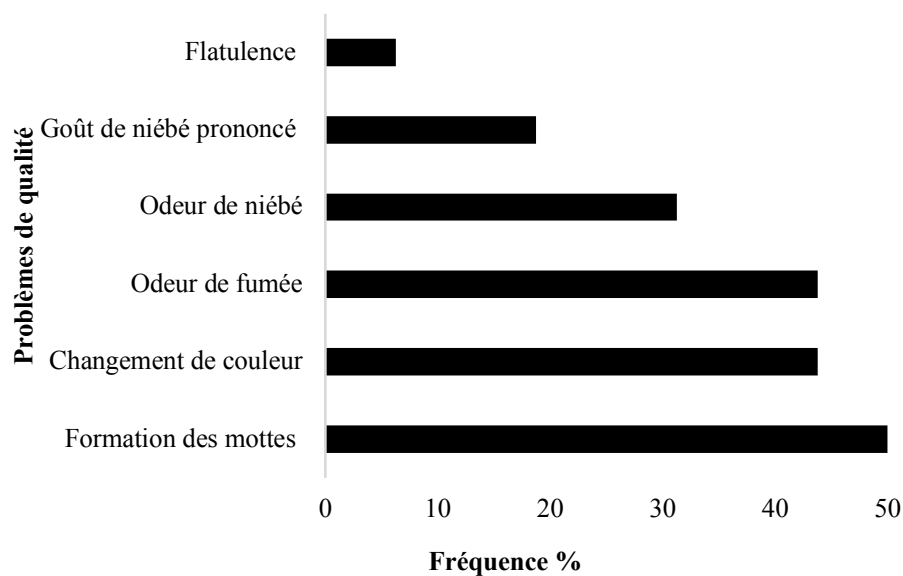


Figure 3: Importance relative des problèmes de qualité du *Shô basi* (N = 16 enquêtées)

Caractéristiques physiques des *Shô basi* collectés

Les caractéristiques physiques des échantillons de *Shô basi* (couleur, pH, matière sèche et indice de gonflement) sont résumées dans le tableau 2.

La variante technologique mise en œuvre affecte significativement ($p < 0,05$) la couleur du *Shô basi*. Le produit issu de VDT semble plus clair que celui issu de VDP. Cette différence serait due au brunissement qui est survenu pendant les traitements

hydrothermiques de VDP. Le niveau de brunissement plus important du Shô basi VDP par rapport au Shô basi VDT serait dû à la présence d'une partie de l'enveloppe riche en composés phénoliques. En effet, il a été rapporté que le brunissement au cours de la production du couscous est lié à l'action des composés phénoliques et des enzymes oxydatives [32]. Par ailleurs, il a été montré que l'augmentation du niveau de décortiquage du sorgho augmente l'indice de jaune du couscous dérivé de 12,1 à 21 [33]. Ainsi la variabilité de la couleur des Shô basi est liée à celle du niveau de décortiquage que les transformatrices n'arrivent pas à maîtriser. Les indices de jaune de ces Shô basi riches en composés phénoliques sont largement inférieurs à ceux du couscous de blé ($b^* = 31$) [16]. En effet, les couscous de céréales et de légumineuses ayant une faible teneur en gluten ont des indices de jaune plus faibles que ceux du blé avec une forte teneur en gluten. La présence de pigments dans le blé serait responsable de l'augmentation de l'indice de jaune de son couscous par rapport aux céréales et légumineuses [17, 32].

Les Shô basi issus des deux variantes technologiques présentent des valeurs de pH similaires. Les taux d'humidité inférieurs à 10% sont conformes à la norme du Codex Alimentarius (teneur en eau inférieure ou égale à 13,5%) (Codex stan 202-1995) [28] et garantissent une meilleure conservation.

L'indice de gonflement (IG) est une des propriétés culinaires les plus importantes du couscous. Les IG obtenus pour les Shô basi totalement décortiqués et partiellement décortiqués (2,6 et 2,8 respectivement) ne sont pas statistiquement différents. Cette similarité entre ces IG serait due à l'implication d'autres composants majoritaires dans l'absorption d'eau (protéines et glucides), différents des fibres présentes en grande proportion dans l'enveloppe. Les IG obtenus pour les Shô basi sont inférieurs à celui du couscous de blé (3,43) tel que rapporté par Doukani [16]. L'indice de gonflement du couscous de blé, plus important que ceux des formules à base de mélange de céréales et de légumineuses (pauvres en gluten), s'explique par la présence du gluten du blé qui absorbe beaucoup d'eau [18]. Cependant l'absence de différence significative entre les IG des 2 variantes de Shô basi pourrait s'expliquer par l'absence de différence entre leurs teneurs en protéines.

En ce qui concerne la granulométrie des Shô basi, il existe une différence significative entre le diamètre médian du Shô basi totalement décortiqué (VDT) et le diamètre médian du Shô basi partiellement décortiqué (VDP): 1,2 mm et 1,0 mm respectivement. La différence entre les 2 variantes s'explique par le rôle des protéines et des amidons dans l'hydratation pour l'agglomération des particules [32] qui dépendrait plus de la variabilité des échantillons collectés que des variantes technologiques mises en œuvre. En effet, il n'existe pas de différence significative entre les teneurs en protéines des Shô basi des deux variantes technologiques.

La majorité (71,9% et 61,5% respectivement pour VDT et VDP) des granules de Shô basi obtenus ont des diamètres compris entre 0,63 mm et 2,1 mm. Cette fraction majoritaire est dans les limites (0,63 mm – 2 mm) de la Norme Codex pour le couscous [28]. Elle est aussi similaire à celle obtenue par d'autres auteurs [16, 29]. Mais ces auteurs ont trouvé que plus de 60% des granules de couscous ont des diamètres compris

entre 0,63 mm et 1,4 mm. Ces différences peuvent être liées à l'effet de l'hydratation et du roulage en fonction de la matière première sur la granulométrie des couscous. Les tamis utilisés pendant le roulage et le calibrage influent aussi sur la granulométrie [30]. L'opération de calibrage du Shô basi sec n'est pas effectuée par les transformatrices artisanales au Mali. Elle serait nécessaire pour assurer l'homogénéité du *Shô basi*.

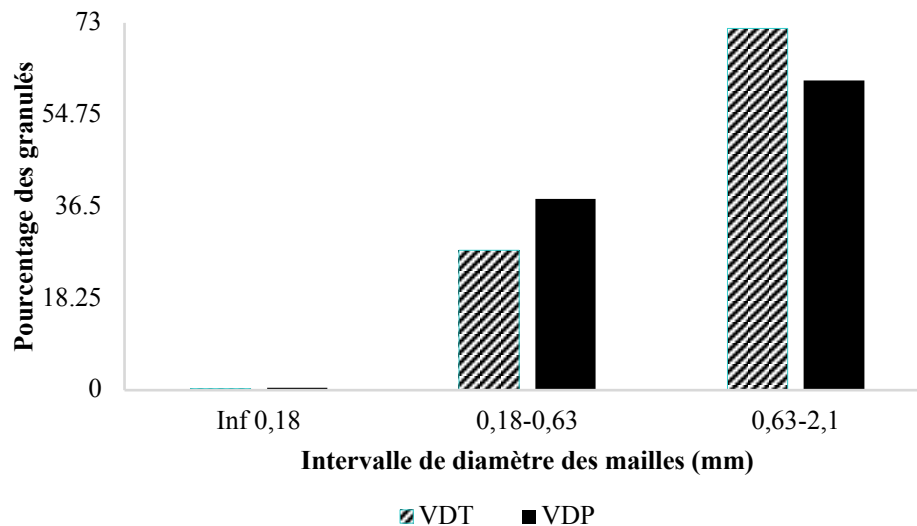


Figure 4: Distribution granulométrique des particules de Shô basi obtenu avec du niébé totalement décortiqué (VDT) ou partiellement décortiqué (VDP)
Légende: Inf., inférieur à 0,18 mm

Caractéristiques nutritionnelles des Shô basi collectés auprès des vendeuses

Aucune différence significative n'a été observée entre les Shô basi des 2 variantes pour les teneurs en protéines et en polyphénols totaux (Tableau 2). Gutiérrez-Urbe *et al.* [34] ont montré que la teneur en composés phénoliques des enveloppes est 5 à 10 fois supérieure à celle des cotylédons au niveau du niébé. Ainsi, la similarité entre les teneurs en polyphénols des deux types de Shô basi paraît surprenante, car la présence d'une partie des enveloppes riches en composés phénoliques devrait augmenter la teneur en polyphénols des Shô basi obtenus avec la VDP. Toutefois cette hypothèse n'est possible que si les deux variantes de Shô basi dérivent de la même variété de niébé, ce qui n'est pas évident dans les conditions de collecte des échantillons. Par contre, la variante technologique appliquée semble affecter significativement ($p < 0,05$) la teneur en minéraux totaux et en fibres des Shô basi. Les Shô basi obtenus par décortilage partiel sont plus riches en ces nutriments que ceux obtenus avec du niébé totalement décortiqué. En s'inspirant des travaux de Olivera-Castillo *et al.* [35] qui ont montré que les grains entiers de niébé sont plus riches en fibres et en minéraux que les cotylédons dérivés, ces résultats pourraient s'expliquer par la présence résiduelle d'une partie des pellicules qui sont reconnues riches en fibres et en minéraux, dans les Shô basi issus de VDP.

Cette étude fait également ressortir les avantages nutritionnels indéniables du Shô basi sur les autres couscous précédemment caractérisés, qu'ils soient conventionnels ou non. En effet, le Shô basi est en moyenne au moins deux fois plus riche en protéines, en

fibres et en minéraux totaux [16, 18, 33, 36, 37] (Tableau 2) que les couscous de céréales (blé et sorgho) de consommation courante en Afrique de l'Ouest. Une standardisation de la production de ce couscous associée à une bonne politique marketing offrirait une possibilité additionnelle de réduction durable des carences protéino-énergétiques de l'alimentation des populations ouest africaines.

CONCLUSION

Cette étude a montré que la transformation du niébé en Shô basi au Sud Mali est réduite principalement à un procédé à deux variantes technologiques, en rapport avec le niveau de décortilage du niébé : une variante à décortilage partiel (VDP) et une variante à décortilage total (VDT). Indépendamment des variétés de niébé couramment utilisées que sont les variétés Sangaraka et Wilibali, les deux variantes du procédé permettent d'obtenir deux qualités de Shô basi qui se différencient essentiellement par des teneurs en minéraux totaux et en fibres brutes plus élevées, mais une couleur plus brune et moins claire pour le Shô basi issu du procédé à décortilage partiel. En général, le Shô basi produit au Sud du Mali ressemble à du couscous de céréales avec 61% à 72% des granules ayant un diamètre entre 0,63 et 2 mm et une teneur en matière sèche de plus de 90%. L'apparence claire, la texture molle dans la bouche et l'absence d'odeur de niébé constituent les principaux critères d'évaluation de la qualité organoleptique du Shô basi. Les problèmes de variabilité de la qualité du Shô basi (goût et odeur de niébé, variation de couleur, formation de mottes) peuvent trouver des solutions à travers l'amélioration des opérations de décortilage, de granulation, de cuisson à la vapeur et de séchage du produit. Cette amélioration serait nécessaire pour la standardisation de la qualité, la mise en confiance des consommateurs et la production à grande échelle du Shô basi, notamment pour les marchés urbains. Cette amélioration significative offrirait aussi à un plus grand nombre de personnes, la possibilité d'accéder à un couscous nutritionnellement plus riche (protéines, fibres, minéraux totaux) que les couscous conventionnels à base de céréales.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par l'Université de Ségou (Mali), la Fondation Internationale pour la Science (à travers la bourse I-3-E-6164-1) et le projet Niche MLI 192 (à travers une bourse de thèse). Nous leur sommes toutes reconnaissantes. Nous remercions le personnel du Laboratoire de Sciences des Aliments de l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin) pour son appui technique.



Tableau 1: Caractéristiques socio - démographiques des responsables de coopératives de productrices de Shô basi au Sud Mali

Caractéristiques socio-démographiques		Fréquence (%, n=18)
Age moyen des membres (ans)	20-29	29,4
	30-39	17,6
	40-49	23,5
	50-59	29,4
Genre	Femme	100,0
Groupe ethnique	Soninké	50,0
	Bambara	33,3
	Bozo	5,6
	Minianka	5,6
	Peuhl	5,6
Niveau scolaire	Non alphabétisé	44,4
	Primaire	16,7
	Secondaire	38,9
Situation matrimoniale	Mariée	94,4
	Veuve	5,6
Taille du ménage (nombre de personnes)	0-4	38,9
	5-9	16,7
	10-14	22,2
	15-29	11,1
	30-45	11,1

Tableau 2: Effet de la variante technologique sur les caractéristiques physico-chimiques du *Shô basi* et comparaison avec les couscous de céréales (blé et sorgho) et d'autres couscous de légumineuses (pois chiche)

Caractéristiques	Shô basi (couscous de niébé)		Couscous de Blé	Couscous de Sorgho	Couscous de Pois chiche
	VDT (n=13)	VDP (n=5)			
Physiques	Couleur				
L* (Clarté)	83,1±3,9 ^b	78,3±2,0 ^a	60-88,5	47,1-56,3	
a* (Indice du rouge)	6,5±1,0 ^a	6,1±0,5 ^a	0,2-0,7	12-7,3	
b* (Indice du jaune)	14,9±2,3 ^b	12,9±1,5 ^a	11-31	11,3-21	21,4
pH	6,6±0,2 ^a	6,7±0,0 ^a			
MS (g/100g)	91,3±2,9 ^a	92,0±1,2 ^a	Inf. à 96,5		
Indice de Gonflement	2,6±0,2 ^a	2,8±0,1 ^a	1,6-6,4	4,9-6,1	1,0
Diamètre médian (mm)	1,2±0,3 ^b	1,0±0,1 ^a	0,63 à 2	1 à 2	
Biochimiques (base sèche)	Polyphénols (mg/100g)				
	17,8±14,8 ^a	30,7±12,4 ^a			
	Protéines (g/100g)				
	24,7±2,6 ^a	25,2±1,2 ^a	10,1-15,9	7,3-11,6	18,4
	Fibres (g/100g)				
	2,2±0,5 ^a	3,2±0,4 ^b	0,5		
	Minéraux totaux (g/100g)				
	3,4±0,3 ^a	3,7±0,1 ^b	0,8-1	0,5-1,8	1,95±0,06
	Références		[16];[18];[36]	[33];[36];[37]	[18]

Les valeurs portant des lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5%.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Monyo E, Boukar O and B Ntare** A monthly bulletin of tropical legumes II project. CIAT, ICRISAT, IITA, 4 pages, 2013.
2. **FAOSTAT.** United Nations Food and Agriculture Organization, FAO Stat. 2000. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/metadata> (Consulté le 03/03/2020).
3. **FAOSTAT.** United Nations Food and Agriculture Organization, FAO Stat. 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/metadata> (Consulté le 03/03/2020).
4. **Houssou APF** Infection du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) par les moisissures et production de mycotoxines : caractérisation des souches et effet des opérations de transformation sur la production de l'aflatoxine. Bibliothèque Nationale du Bénin. 2011; ISBN : 978-99919-381-2-7.
5. **Singh J** Nutritive and non-nutritive bioactive components in pulse grains: Implications for human nutrition and health, 7th Indo global summit and expo on food and beverage, *J. Food Process. Technol.* 2015; **6**:10, <https://doi.org/10.4172/2157-7110.C1.028>
6. **FAO.** United Nations Food and Agriculture Organization, Les avantages nutritionnels des légumineuses; I5384F/1/02.16, 2 pages. FAO Rome. 2016.
7. **Gomez C** Cowpea post-harvest operations. FAO, Technical Report, FAO Rome, 70 pages. 2004.
8. **Bricas N, Martin P and C Tchamda** Le secteur agroalimentaire : un point de vue par la consommation. In L'Afrique à la conquête de son marché alimentaire intérieur. Enseignements de dix ans d'enquêtes auprès des ménages d'Afrique de l'Ouest, du Cameroun et du Tchad, Agence Française de Développement, 2016 : 75-85.
9. **PAFASP.** Programme d'Appui à la Filière Agro-Sylvo-Pastorales, Burkina Fasso, www.pafasp/niébé consulté le 21/05/2017.
10. **Madodé YE, Houssou PA, Linnemann AR, Hounhouigan DJ, Nout MJR and MAJS van Boekel.** Preparation, consumption, and nutritional composition of West African cowpea dishes. *Ecol. Food Nutr.* 2011; **50** (2): 115-136.
11. **Houssou APF, Ahoyo Adjovi NR, Metohoue R, Dansou V, Djivoh H, Hotegni AB and GA Mensah** Evaluation de la qualité de yêkè-yêkè (couscous de maïs) et de gambari-lifin (farine raffinée de maïs) au cours du stockage. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.* 2016; **27**: 136-150.

12. **Ba M, Sow D, Faye S, Sow AG and MD Sall** The drying kinetics of couscous for its conservation, consumption and urban marketing. *ASRJETS*. 2016 ; **16** (1): 223-231.
13. **Hounhouigan DJ, Akissoe N, Bricas N and P Vernier** Diagnostic des systèmes techniques de transformation de l'igname en cossettes séchées au Bénin. *L'igname, plante séculaire et culture d'avenir : Actes du séminaire international*, Cirad, Inra, Orstom, Coraf, Coll Colloques, pp.349-351, 1998. (hal-00412199).
14. **Regina KE, Assamoi AA, Ehon AF, Coulibaly B, Niamké LS and P Thonart** Production d'attiéké (Couscous à base de Manioc Fermenté) dans la Ville d'Abidjan. *ESJ*. 2015; **11** (15): 277-292.
15. **Idrissa A** Etudes de marché des produits de transformation du niébé, élément de rapport niébé SNV, Smart development works, Niger, 60 pages. 2013.
16. **Doukani K** Etude comparative entre le couscous industriel et le couscous à base de glands. *Revue NATEC*. 2015; **13**: 2-11.
17. **Feillet P, Autran JC and C Icard-Vernière** Pasta brownness: An assessment. *J. Cereal Sci.* 2000; **32**: 215-233.
18. **Demir B, Bilgiçli N, Elgün A and MK Demir** The effect of partial substitution of wheat flour with chickpea flour on the technological, nutritional and sensory properties of couscous. *J. Food Quality*. 2010; **33**: 728-741.
19. **Madode YE, Linnemann AR, Nout MJR, Vosman B, Hounhouigan DJ and MAJS van Boekel** Nutrients, technological properties and genetic relationships among twenty cowpea landraces cultivated in West Africa. *Inter. J. Food Sci. Technol.* **47** (12) : 2636-2647.
20. **Yüksel NA, Oner MD and M Bayram** Usage of undersize bulgur flour in production of short-cut pasta-like couscous. *J. Cereal Sci.* 2017; **77**: 102-109.
21. **AOAC**. Official methods of analysis of the AOAC international, 14th edition. Association of Official Analytical Chemists International, Minnesota, USA. 1984.
22. **Singleton VL and JA Rossi** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic, phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 1965; **16**: 144-158.
23. **Kayodé APP, Hounhouigan DJ and MJR Nout** Impact of brewing process operations on phytate, phenolics compounds and in vitro solubility of iron and zinc in opaque sorghum beer. *LWT - Food Sci. Technol.* 2007 ; **40**: 834-841.

24. **Abecassis J** La mouture de blé dur. Biotransformation des produits céréaliers. APRIA/INRA, ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris, 221 pages. 1991.
25. **Guezlane L** Mise au point de méthodes de caractérisation et étude des modifications physico-chimiques sous l'effet des traitements hydro-thermiques en vue d'optimiser la qualité du couscous de blé dur. Thèse de Doctorat d'Etat, Institut National d'Agronomie, El Harrach, Algérie, 89 pages. 1993.
26. **Sacca C, Adinsi L, Anihouvi V, Akissoe N, Dalode G, Mestres C, Jacobs A, Dlamini N, Pallet D and DJ Hounhouigan** Production, consumption, and quality attributes of Akpan-a yoghurt-like cereal product from West Africa. *Food Chain*, 2012 ; 2: 207-220.
27. **Diallo MMD** Femmes africaines et accès à la formation : Peut-on affirmer que l'accès à la formation peut améliorer la réussite professionnelle des femmes transformatrices des produits agroalimentaires ? *Echos du formateur*, 2012 ; 55-60.
28. **Codex Alimentarius** Codex Standard 202-1995, Norme codex pour le couscous, 3 pages. 1995.
29. **Zairi M** Étude de la variabilité physico-chimique et électrophorétique de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie : Relation avec la qualité couscoussière. Mémoire de magister, Institut National des Industries Alimentaires de Boumerdes, Algérie, 125 pages. 1998.
30. **Saad MM, Barkouti A, Rondet E, Ruiz T and B Cuq** Study of agglomeration mechanisms of food powders: Application to durum wheat semolina, *Powder Technology*. 2011 ; 208(2): 399-408.
31. **Merzoua EY** Effet de la matière grasse sur la qualité culinaire du couscous. Magister INATAA, Constantine, Algérie, 83 pages. 2011.
32. **Boucheham N** Aptitude technologique de trois formules à base de riz pour la fabrication de couscous sans gluten. Magister INATAA, Constantine, Algérie, 83 pages. 2009.
33. **Aboubacar A, Yazici N and BR Hamaker** Extent of decortication and quality of flour, couscous and porridge made from different sorghum cultivars. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2006; 41: 698-703.
34. **Gutiérrez-Uribe JA, Romo-Lopez I and SO Serna-Salvador** Phenolic composition and mammary cancer cell inhibition of extracts of whole cowpeas (*Vigna unguiculata*) and its anatomical parts. *J. Funct. Foods*. 2011; 3 (4): 290-297.

35. **Olivera-Castillo L, Pereira-Pacheco F, Polanco-Lugo E, Olvera-Novoa M, Rivas-Burgos J and G Grant** Composition and bioactive factor content of cowpea (*Vigna unguiculata L. Walp*) raw meal and protein concentrate. *J. Sci. Food Agric.* 2007; **87**:112-119.
36. **Aboubacar A and BR Hamaker** Physicochemical properties of flours that relate to sorghum couscous quality. *Cereal Chem.* 1999 ; **76 (2)**: 308-313.
37. **Aboubacar A and BR Hamaker** Low molecular weight soluble starch and its relationship with sorghum couscous stickiness. *J. Cereal Sci.* 2000 ; **31(2)**: 119-126.

