

Technologie et caractéristiques chimiques des pâtes d'arachide vendues dans quelques marchés de la ville de Ouagadougou

Clarisse Sidbewendé COMPAORE^{1*}, Zoénabo DOUAMBA¹, Souleymane ZONGO¹,
M'bi Bertin ZAGRE², Hagrétou SAWADOGO-LINGANI¹

Résumé

La pâte d'arachide est l'un des produits dérivés de l'arachide les plus consommés au Burkina Faso. Dans la présente étude, des échanges et des suivis de production ont permis d'établir un diagramme général de production artisanale de la pâte d'arachide. Les caractéristiques chimiques de la pâte produite lors des suivis et celles de trente échantillons collectés dans six marchés de la ville de Ouagadougou ont été déterminées par des méthodes standardisées. En outre, l'impact de la conservation sur la pâte produite a été déterminé par des analyses chimiques et microbiologiques. Les résultats ont montré que les teneurs en cendres totales, protéines, matières grasses et sucres totaux des pâtes d'arachide ont varié respectivement de 2,40 à 4,30 %/MS, 12,96 à 23,60 %/MS, 55,34 à 59,12 %/MS et 15,59 à 29,11 %/MS. Elles ont présenté des teneurs (en mg/100 g) intéressantes en magnésium (131-137), potassium (137-541), calcium (41-121), zinc (3-3,4), fer (1,5-2,4) et sodium (5-11). La pâte produite peut se conserver pendant au moins 6 mois à la température ambiante sans variation significative de ses paramètres chimiques et microbiologiques. La forte variabilité des teneurs en nutriments des pâtes d'arachide analysées indique la nécessité de standardiser le procédé de production de la pâte d'arachide.

Mots-clés : Pâte d'arachide, procédé, caractéristiques chimiques, conservation, marché, Ouagadougou.

Technology and chemical characteristics of peanut butter sold in some markets of the city of Ouagadougou

Abstract

Peanut paste is the most consumed peanut-based product in Burkina Faso. In the present study, discussions and monitoring of production allowed to establish a general diagram for artisanal production of peanut paste. The chemical characteristics of the peanut paste produced during production monitoring and those from thirty peanut paste samples collected in six markets of the city of Ouagadougou were determined using standardized methods. In addition, the impact of the storage on the characteristics of the produced peanut butter was determined by chemical and microbiological analyzes. The results showed that the content of ashes, proteins, fats and total sugars of the peanut paste varied from 2.40 to 4.30%/DM, 12.96 to 23.60%/DM, 55.34 to 59.12%/DM and 15.59 to 29.11%/DM, respectively. They presented interesting contents in magnesium (131-137 mg/100 g), potassium (137-541 mg/100 g), calcium (41-121 mg/100 g), zinc (3-3.4 mg/100 g), iron (1.5-2.4 mg/100 g) and sodium (5-11 mg/100 g). Results also showed that the

¹ Département Technologie Alimentaire (DTA), Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT)/CNRST, 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso, Tel: 00226 25 36 37 90.

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)/CNRST, 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso.

* Auteur correspondant : compaclara@yahoo.fr; Tel : 70 04 78 96.

peanut paste produced can be stored for at least six months at room temperature without significant variation of its chemical and microbiological parameters. The high variability in the nutrients contents of the peanut paste samples analyzed indicates the need to standardize the peanut paste production process.

Keywords: peanut paste, process, chemical characteristics, storage, market, Ouagadougou.

Introduction

Le Burkina Faso, à l'instar de la plupart des pays africains, est dominé par l'agriculture qui procure l'essentiel des revenus des ménages et contribue à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations. Les cultures de rente y occupent environ 15 % de la production agricole (INSD, 2019). L'arachide (*Arachis hypogaea* L.) fait partie de ces cultures et occupe la cinquième place des cultures oléagineuses dans le monde après le palmier à huile, le soja, le colza et le tournesol (REDDY *et al.*, 2011). C'est une légumineuse originaire d'Amérique Latine cultivée dans plus de 100 pays dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes (SCHILLING, 2001). La production mondiale d'arachide (non décortiquée) est estimée à 45 millions de tonnes, avec plus de 90 % de cette production provenant d'Asie (67 %) et d'Afrique (26 %). Les plus grands producteurs d'arachide en Afrique sont par ordre d'importance le Nigéria, le Sénégal et le Ghana (FAOSTAT, 2013).

L'arachide est d'une grande importance nutritionnelle et économique dans une grande partie de l'Afrique subsaharienne (CHRISTIE *et al.*, 2015). C'est une bonne source de lipides, de protéines et de sels minéraux. Les graines contiennent environ 45-50 % de lipides, 25- 30 % de protéines, 5-12 % de carbohydrates et 3 % de fibres (FAO, 2003). Elles sont également bien pourvues en magnésium, en potassium, en fer, en phosphore et en vitamines (B, PP, E) (AH-LEUNG *et al.*, 2003). Selon GRIEL *et al.* (2004), la consommation bihebdomadaire d'arachide et/ou de produits dérivés améliore la qualité des régimes alimentaires. Par ailleurs, des études médicales ont montré que la consommation de noix en général et d'arachide en particulier réduirait les risques de maladies cardiovasculaires (ALBERT *et al.*, 2002).

Au Burkina Faso l'arachide est cultivée sur toute l'étendue du territoire mais la répartition spatiale de sa production présente d'importantes disparités régionales. Les régions du Centre-Ouest, de l'Est, du Centre-Est, de la Boucle du Mouhoun, des Hauts Bassins et du Nord sont les plus grandes régions productrices d'arachide. Avec une production de 329 783 tonnes en 2018, l'arachide occupe la deuxième place de la production des cultures de rente soit environ 30 % des cultures de rente au Burkina Faso (INSD, 2019). En plus de son importance économique, l'arachide, comme la plupart des légumineuses au Burkina Faso occupe une place importante dans l'alimentation des populations et constitue une source importante de nutriments. Elle est généralement consommée crue (forme fraîche), bouillie ou grillée ou sous forme de produits transformés tels que la pâte d'arachide, la farine d'arachide crue, l'huile, les tourteaux et les farines de tourteaux (HAMA *et al.*, 2017). Cependant, ces produits de l'arachide sont le plus souvent fabriqués, conditionnés, entreposés et vendus dans des conditions ne respectant pas les normes alimentaires, ce qui a une incidence sur leur qualité avec des répercussions sur la santé du consommateur (SAWADOGO, 2018). La pâte d'arachide est l'un des produits dérivés de l'arachide le plus consommé au Burkina Faso (FAO, 2015). Elle est obtenue par mouture plus ou moins fine des graines d'arachide torréfiées. Sa fabrication est essentiellement basée sur des productions artisanales et domestiques à partir de diverses variétés de graines. La transformation des graines

d'arachide en pâte est une activité essentiellement féminine qui procure des revenus substantiels aux ménages (INSD, 2019). Au Burkina Faso, très peu de données publiées existent sur la technologie de production et les caractéristiques chimiques de la pâte d'arachide commercialisée. Cette étude se fixe donc comme objectifs de : (i) établir le diagramme de production de la pâte d'arachide, (ii) déterminer les caractéristiques chimiques des pâtes d'arachide vendues dans quelques marchés de la ville de Ouagadougou, (iii) déterminer l'évolution des paramètres chimiques et microbiologiques de la pâte d'arachide au cours de la conservation.

I. Matériel et méthodes

1.1. Cadre de l'étude

Le présent travail a été réalisé dans les laboratoires de physico-chimie et de microbiologie du Département Technologie Alimentaire de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies de Ouagadougou (DTA/IRSAT/CNRST). Quant au suivi de production de la pâte d'arachide, il a été effectué chez une transformatrice au quartier Patte-d'oie (secteur 55) de la ville de Ouagadougou.

1.2. Etablissement du diagramme de production de la pâte d'arachide

Des échanges avec les vendeuses lors de la collecte des échantillons ont permis de recenser les principales étapes du procédé de fabrication de la pâte d'arachide. De plus, trois suivis de production ont été réalisés auprès d'une transformatrice afin d'affiner les renseignements obtenus pour l'établissement du diagramme technologique. L'objectif de ces suivis de production chez la productrice était également d'avoir une pâte d'arachide témoin pour les analyses de comparaison avec les pâtes d'arachide collectées dans les marchés. La productrice a été sensibilisée aux Bonnes Pratiques d'Hygiène et de Fabrication de la pâte d'arachide et la production a été faite en suivant ces règles pour avoir une pâte d'arachide de qualité.

1.3. Echantillonnage

Les échantillons de pâte d'arachide ont été collectés dans six marchés de la ville de Ouagadougou que sont : le marché de « Bendogo », le marché de « Dassasgho », le marché de « Goudrin », le marché de « Sankaryaré », le marché de « Wayalghin » et le marché de Zone 1. Dans chaque marché, cinq (5) échantillons ont été collectés auprès de 5 vendeuses différentes. Au total trente (30) échantillons ont été collectés. Ces échantillons ont été conditionnés dans des sachets de congélation stériles et transportés au laboratoire pour les analyses chimiques. La pâte d'arachide produite chez la productrice a également été prélevée. Pour ce faire, la pâte produite a été répartie en sept lots de 500 g dans des pots en plastique fermés et conservés à la température ambiante (35-40°C). Les prélèvements ont été effectués juste après la production (T0) et chaque mois pendant 6 mois afin de suivre l'évolution des paramètres chimiques et microbiologiques au cours de la conservation.

1.4. Méthodes d'analyses chimiques

La teneur en eau des échantillons a été déterminée par pesée différentielle avant et après passage de 5 g d'échantillon à l'étuve à une température de 105 ± 2 °C pendant une nuit selon la norme internationale ISO 712 (2009). Le taux de cendres totales a été déterminé selon la norme inter-

nationale ISO 2171 (2007) par incinération à 550 °C pendant 12 h de 5 g d'échantillon dans un four à moufle (Nabertherm). La détermination de la teneur en matières grasses a été faite selon la méthode ISO 659 (1998) par extraction de type soxhlet. L'extraction a été réalisée à chaud (70°C) par trempage de 5 g d'échantillon suivi d'un rinçage à l'hexane. La teneur en matières grasses a été obtenue par pesée après évaporation de l'hexane et séchage à l'étuve. Les teneurs en protéines totales ont été déterminées par le dosage de l'azote total selon la méthode Kjeldahl décrite dans la norme française NF V03-050 (1970). Les teneurs en sucres totaux ont été déterminées par la méthode différentielle selon la formule : % Sucres totaux = 100 - [Humidité (%) + teneur en protéines (%) + teneur en lipides (%) + teneur en cendres (%)]. Les teneurs en lipides, en protéines, en sucres totaux et en cendres ont été exprimées en g/100 g de matière sèche (MS). L'indice d'acide a été déterminé par titration suivant la méthode de l'acidité des corps gras de la norme NF EN ISO 660 (1999).

La valeur énergétique a été calculée selon la méthode de Merrill et Atwater (MERRILL et ATWATER, 1955) avec la formule :

Valeur énergétique (Kcal/100g) = [(teneur en protéines x 4 Kcal) + (teneur en lipides x 9 Kcal) + (teneur en glucides x 4 Kcal)]. Le dosage des éléments minéraux (calcium, fer, magnésium, sodium, potassium et zinc) a été réalisé par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (Perkin-Elmer model 303) selon la méthode AOAC (2005). Les échantillons ont été analysés en triple pour chaque paramètre.

1.5. Méthodes d'analyses microbiologiques

La flore aérobie mésophile totale (flore totale), les coliformes totaux, les levures et moisissures ont été dénombrés sur la pâte produite, juste après production et chaque mois pendant 6 mois. Pour ce faire, 10 g de chaque échantillon ont été placés dans un sachet stomacher stérile dans lequel ont été ajoutés 90 mL d'eau peptonée stérile (5 g de peptone, 8,5 g de NaCl et 1000 mL d'eau distillée, pH 7,0). L'ensemble a été homogénéisé au stomacher (Laboratory Blender, Model stomacher 400, London, England) pendant 2 min à la vitesse normale (230 rpm). A partir de cette suspension mère, une série de dilutions décimales successives a été réalisée pour l'ensemencement dans la gélose (ISO 6887-1, 1999). La flore totale a été dénombrée après incubation à 30 °C pendant 72 h sur la gélose Plate Count Agar (Oxoid, England) selon la norme ISO 4833 (2003). Les coliformes totaux ont été dénombrés selon la norme ISO 4832 (2006) après ensemencement sur la gélose biliée au cristal violet et au rouge neutre (Iiofilchem, Italy) après incubation à 37 °C pendant 24 h. La norme ISO 7954 (1988) a été utilisée pour le dénombrement des levures et moisissures sur la gélose Sabouraud au chloramphenicol (Iiofilchem, Italy) après une période d'incubation de 5 jours à 25 °C.

1.6. Analyse statistique

Les moyennes, les erreurs standards des moyennes ont été déterminées avec EXCEL (Version 2013) ; l'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de significativité de 5 % des résultats des analyses chimiques a été réalisée avec le logiciel XLSAT 2014.5.03 avec le test de Tukey ; l'analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée avec le logiciel R-3.6.3.

II. Résultats

2.1. Diagramme de production de la pâte d'arachide

Les différents suivis ont permis de proposer un diagramme de production de la pâte d'arachide (figure 1) dont les principales étapes sont :

- l'acquisition de la matière première : les graines d'arachides sont acquises auprès des fournisseurs/commerçants dans les marchés de Ouagadougou ou dans les régions productrices d'arachide ;
- le nettoyage : les graines d'arachide sont débarrassées des impuretés (cailloux, graines avariées, résidus de coques...) par vannage, tamisage et triage ;
- l'humidification : les graines triées sont légèrement humidifiées (20 mL d'eau/kg d'arachide) puis mélangées. Il s'agit d'une étape facultative mais qui permet selon certaines productrices une torréfaction homogène des graines et un dépelliculage facile ;
- la torréfaction : elle se fait dans un torréfacteur manuel alimenté par un feu de bois ou de gaz butane. Les graines sont surveillées visuellement au cours de la torréfaction. La torréfaction s'arrête lorsqu'une odeur spécifique se dégage et que les pellicules sont facilement détachables avec les doigts. Sa durée dépend de la quantité de graines, de l'intensité du feu et aussi du degré de brunissement de la pâte désirée ;
- le refroidissement : les graines torréfiées sont étalées sur une table recouverte de bâche et laissées à refroidir à la température ambiante ;
- le dépelliculage-vannage : à l'aide d'un rouleau en bois, les graines étalées sur la bâche sont dépelliculées manuellement par frottement. Les pellicules sont alors séparées des graines par vannage et un nouveau tri est effectué pour écarter les graines avariées ayant échappé au premier tri et celles ayant résisté au dépelliculage ;
- la mouture : elle se fait dans un moulin à meule et permet de réduire les graines en pâte.

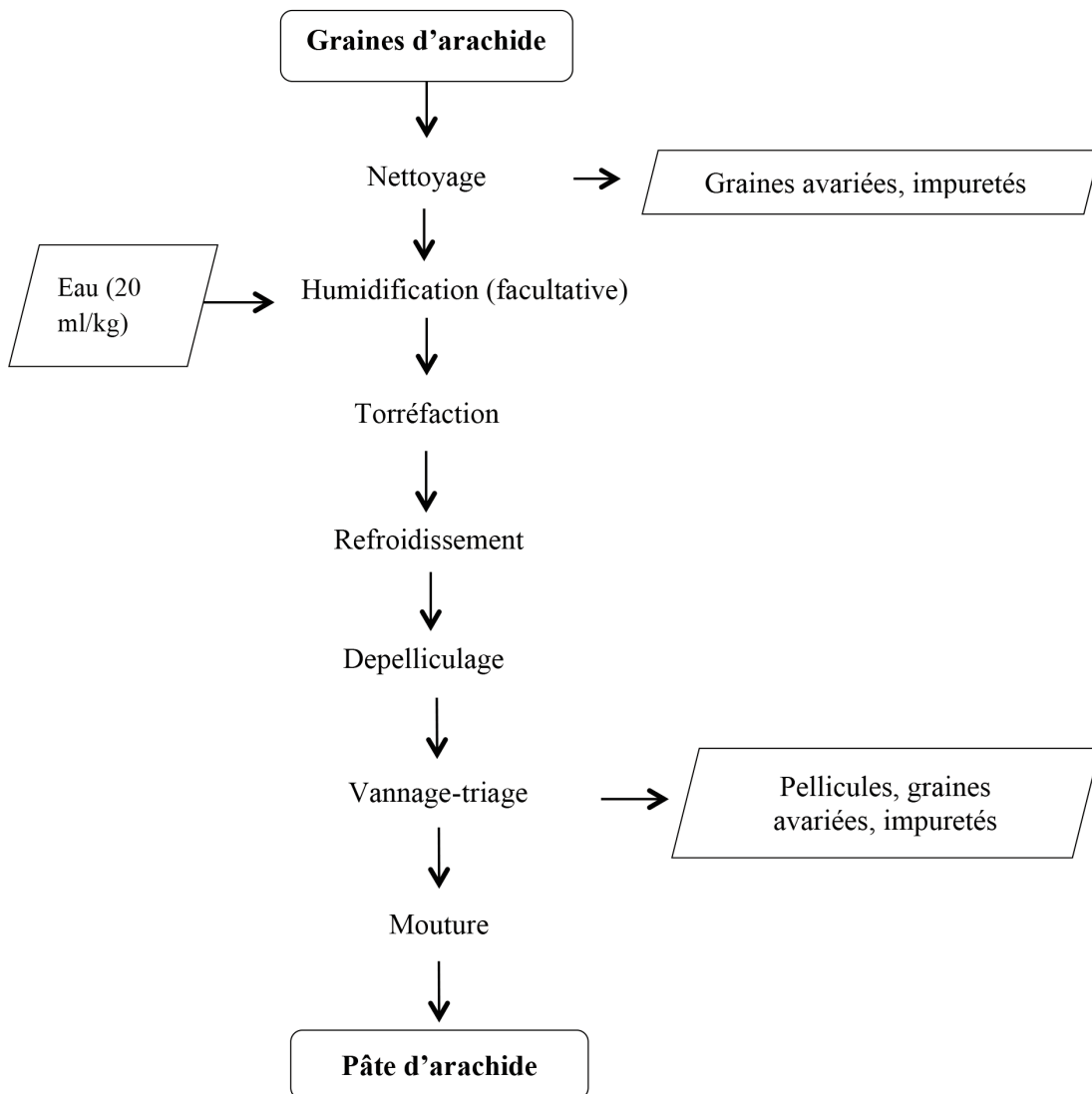


Figure 1 : Diagramme de production de la pâte d'arachide.

2.2. Caractéristiques chimiques des pâtes d'arachide

La composition globale moyenne en macronutriments (exprimée par rapport à la matière sèche) des échantillons de pâte d'arachide vendus dans les 6 marchés, de même que celle de la pâte produite est présentée dans le tableau I. La teneur en eau des pâtes d'arachide commercialisées dans les marchés varie de 0,66 % (obtenue avec les pâtes des marchés de Dassasgho, de Wayalghin et de Zone 1) à 0,97 % (obtenue avec les pâtes du marché de Sankaryaré). Celle de la pâte produite est de 1,66 %. Les échantillons de pâte d'arachide ont donné des teneurs en cendres totales allant de $2,40 \pm 0,06$ % (marché de Wayalghin) à $4,30 \pm 0,06$ % (marché de Sankaryaré). La pâte produite a, quant à elle, donné une teneur plus faible en cendres totales de $2,04 \pm 0,05$ %.

Tableau I : Composition globale moyenne en macronutriments des pâtes d'arachide.

Codes échantillons	Humidité (%)	Cendres (%/MS)	Protéines (%/MS)	Matières grasses (%/MS)	Sucres totaux (%/MS)	Energie (Kcal/100 g MS)	Indice d'acide (mg KOH/g)
PAB (n=5)	0,82±0,06 ^c	2,53±0,06 ^{bc}	20,30±0,07 ^c	57,12±0,05 ^e	20,03±0,06 ^c	675,50±0,06 ^c	5,96±0,06 ^b
PAD (n=5)	0,66±0,05 ^a	2,48±0,06 ^{ab}	16,52±0,06 ^b	59,12±0,04 ^f	21,87±0,05 ^f	685,65±0,06 ^g	6,09±0,05 ^b
PAG (n=5)	0,79±0,06 ^b	2,57±0,07 ^c	12,96±0,06 ^a	55,34±0,05 ^b	29,11±0,06 ^g	666,41±0,06 ^c	6,79±0,04 ^d
PAW (n=5)	0,66±0,06 ^a	2,40±0,06 ^b	21,76±0,06 ^d	58,39±0,06 ^d	15,59±0,05 ^b	682,37±0,06 ^f	6,48±0,03 ^c
PAS (n=5)	0,97±0,06 ^d	4,30±0,06 ^d	22,99±0,06 ^e	55,54±0,04 ^b	17,16±0,03 ^c	660,48±0,06 ^b	6,94±0,05 ^c
PAZ (n=5)	0,66±0,06 ^a	2,58±0,06 ^c	23,60±0,06 ^f	56,07±0,06 ^c	19,64±0,06 ^d	670,00±0,06 ^d	5,49±0,04 ^a
PAIN0 (n=3)	1,66±0,01 ^e	2,04±0,05 ^a	31,36±0,09 ^g	53,32±0,0 ^{ba}	11,60±0,09 ^a	656,94±0,05 ^a	5,55±0,04 ^a
Valeur de p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Légende : PA : Pâte d'Arachide, B : Marché Bendogo, D : Marché Dassasgho, G : Marché Goudrin, S : Marché Sankaryaré, W : Marché Wayalghin, Z : Marché Zone 1, N0 : Pâte juste après production. n= nombre d'échantillons analysés. Pour la même colonne, toutes les valeurs ayant en commun une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité $p \leq 0,05$

La plus faible teneur ($12,96 \pm 0,06 \%$) en protéines est obtenue avec les échantillons de pâte d'arachide du marché de Goudrin pendant que la plus forte teneur ($23,60 \pm 0,06 \%$) est enregistrée avec les échantillons du marché de Zone 1. Une teneur en protéines plus élevée est cependant notée avec la pâte produite avec une valeur de $31,36 \pm 0,09 \%$. Les échantillons de pâte d'arachide des six marchés présentent des teneurs moyennes en matières grasses variant entre $55,34 \pm 0,05 \%$ et $59,12 \pm 0,04 \%$. L'échantillon témoin a donné la plus faible teneur en matière grasse ($53,32 \pm 0,08 \%$). Les échantillons de pâte d'arachide des différents marchés contiennent des quantités de sucres totaux allant de $15,59 \pm 0,05 \%$ (marché de Wayalghin) à $29,11 \pm 0,06 \%$ (marché de Goudrin). Ces teneurs sont plus élevées que celle de la pâte produite qui est de $11,60 \pm 0,09 \%$. L'indice d'acide moyen des échantillons collectés dans les six marchés de la ville de Ouagadougou varie de $5,49 \pm 0,04$ mg de KOH/g relevé pour les échantillons du marché de la Zone I à $6,94 \pm 0,05$ mg de KOH/g noté pour les échantillons du marché de Sankaryaré. Celui de la pâte d'arachide produite est de $5,55 \pm 0,04$ mg de KOH/g. La valeur énergétique de la pâte d'arachide collectée dans les six marchés varie de $660,48 \pm 0,06$ Kcal/100 g MS (Sankaryaré) à $685,65 \pm 0,06$ Kcal/100 g MS (Dassasgho). Toutes les valeurs obtenues sont supérieures à celle de la pâte produite ($656,94 \pm 0,06$ Kcal/100 g MS).

Le tableau II indique les teneurs moyennes en éléments minéraux des pâtes d'arachide collectées dans les six marchés de la ville de Ouagadougou et de la pâte produite. Les teneurs en calcium des pâtes d'arachide collectées dans les six marchés varient de $41,16 \pm 0,05$ mg/100 g (marché de Dassasgho) à $121,68 \pm 0,03$ mg/100 g (marché de Goudrin) tandis que celle de la pâte produite est de $97,23$ mg/100 g. La pâte d'arachide contient de $131,42 \pm 0,02$ mg/100 g de magnésium (Mg), noté avec les échantillons du marché de Dassasgho à $137,52 \pm 0,05$ mg/100 g, obtenu avec les échantillons du marché de Sankaryaré et $133,74$ mg/100 g enregistré pour l'échantillon produit. Les pâtes issues des marchés de Zone 1 et de Bendogo présentent respectivement la plus petite valeur ($137,64 \pm 0,06$ mg/100 g) et la plus grande valeur ($541,33 \pm 0,03$ mg/100 g) en potassium (K). La teneur en potassium obtenue pour la pâte produite est de $168,98 \pm 0,02$ mg/100 g. Les pâtes d'arachide échantillonnées dans les marchés contiennent des concentrations moyennes en sodium (Na), fer (Fe) et zinc (Zn) variant de $5,15 \pm 0,06$ à $10,99 \pm 0,05$ mg/100 g, de $1,5 \pm 0,05$ à $2,40 \pm 0,05$ mg/100 g et de $2,99 \pm 0,05$ à $3,45 \pm 0,05$ mg/100 g, respectivement. Pour la pâte produite, des concentrations en sodium, fer et zinc respectives de $8,52$ mg/100 g, $3,01$ mg/100 g et $2,94$ mg/100 g sont notées.

Tableau II : Teneur en éléments minéraux des pâtes d'arachide (en mg/100 g).

Codes échantillons	Ca	Mg	K	Na	Fe	Zn
PAB (n=5)	43,17 ±0,04 ^b	131,70±0,05 ^a	541,33±0,03 ^c	10,99±0,05 ^d	1,60±0,07 ^a	3,11±0,05 ^b
PAD (n=5)	41,16±0,05 ^a	131,42±0,02 ^a	538,61±0,03 ^d	10,71±0,04 ^d	1,50±0,05 ^a	3,09±0,04 ^b
PAG (n=5)	121,68±0,03 ^e	137,51±0,04 ^d	138,92±0,02 ^b	5,15±0,06 ^a	2,40±0,05 ^b	2,99±0,05 ^a
PAS (n=5)	121,47±0,05 ^e	137,52±0,05 ^d	138,93±0,05 ^b	5,15±0,06 ^a	2,30±0,05 ^b	3,06±0,06 ^b
PAW (n=5)	43,39±0,03 ^b	132,00±0,05 ^b	540,14±0,05 ^{de}	10,96±0,04 ^d	1,66±0,06 ^a	3,24±0,02 ^{bc}
PAZ (n=5)	119,72±0,0 ^d	135,98±0,05 ^c	137,64±0,06 ^a	5,20±0,05 ^b	2,31±0,04 ^b	3,45±0,05 ^c
PAN0 (n=3)	97,23±0,02 ^c	133,74±0,02 ^b	168,98±0,02 ^c	8,52±0,02 ^c	3,01±0,02 ^c	2,94±0,02 ^a
Valeur de p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Légende : PA : Pâte d'Arachide, B : Marché Bendogo, D : Marché Dassasgho, G : Marché Goudrin, S : Marché Sankaryaré, W : Marché Wayalghin, Z : Marché Zone 1, N0 : Pâte juste après production. n= nombre d'échantillons analysés. Pour la même colonne, toutes les valeurs ayant en commun une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité $p \leq 0,05$.

2.3. Analyse en composantes principales des pâtes d'arachide

La figure 2 présente les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) de la pâte d'arachide des six marchés de la ville de Ouagadougou et de la pâte produite. L'analyse est faite suivant les dimensions 1 et 2 qui représentent 78,8 % de l'inertie totale. Les paramètres tels que l'humidité, les protéines, les lipides, les glucides et la valeur énergétique contribuent fortement à la formation de l'axe 1 tandis que la teneur en cendres et l'indice d'acide contribuent mieux à la formation de l'axe 2.

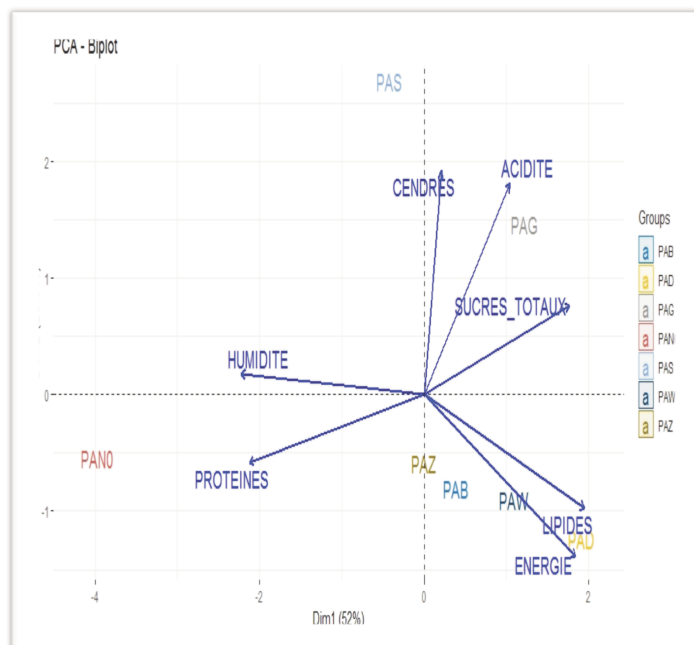


Figure 2 : Analyse en composantes principales des caractéristiques chimiques des échantillons de pâte d'arachide.

PA : Pâte d'Arachide, B : Marché Bendogo, D : Marché Dassasgho, G : Marché Goudrin, S : Marché Sankaryaré, W : Marché Wayalghin, Z : Marché Zone 1, N0 : Pâte après production.

2.4. Evolution des paramètres chimiques et microbiologiques au cours de la conservation de la pâte d'arachide produite

A l'exception de l'indice d'acide, les paramètres chimiques de la pâte d'arachide produite et conditionnée dans des pots en plastique n'ont pas évolué au cours de la conservation pendant 6 mois (tableau III) à la température ambiante. Les analyses microbiologiques effectuées sur ces échantillons montrent qu'en fin de production (T0), la charge en flore aérobie mésophile totale de la pâte est de $1,8 \cdot 10^7$ UFC/g, celle des coliformes totaux est de moins de 10 UFC/g et celle des levures et moisissures est de moins de 40 UFC/g (tableau IV). Aucune évolution de ces charges microbiennes n'a été observée après 6 mois de conservation.

Tableau III : Evolution de la composition chimique de la pâte d'arachide produite au cours de la conservation.

Codes échantillons	Humidité (%)	Matières grasses (% /MS)	Cendres (% /MS)	Protéines (% /MS)	Sucres totaux (% /MS)	Indice d'acide (mg KOH/g)
PA0	1,66±0,01 ^a	53,32±0,08 ^a	2,04±0,05 ^a	31,36±0,09 ^a	11,60±0,09 ^a	5,55±0,04 ^c
PA1	1,68±0,06 ^a	53,19±0,08 ^a	2,15±0,05 ^a	31,13±0,07 ^a	11,82±0,08 ^a	5,10±0,04 ^a
PA2	1,49±0,01 ^a	53,07±0,08 ^a	2,14±0,05 ^a	31,08±0,06 ^a	12,19±0,07 ^a	5,89±0,04 ^c
PA3	1,77±0,01 ^a	53,11±0,08 ^a	2,02±0,05 ^a	31,11±0,05 ^a	11,97±0,06 ^a	5,18±0,04 ^a
PA4	1,76±0,01 ^a	53,18±0,08 ^a	2,10±0,05 ^a	31,34±0,09 ^a	11,61±0,05 ^a	5,60±0,04 ^d
PA5	1,77±0,01 ^a	53,22±0,08 ^a	2,24±0,05 ^a	31,07±0,09 ^a	11,76±0,06 ^a	5,70±0,04 ^{dc}
PA6	1,50±0,01 ^a	53,24±0,08 ^a	2,26±0,05 ^a	31,41±0,01 ^a	11,58±0,08 ^a	5,33±0,04 ^b
Valeur de p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Légende : PA0 : Pâte d'arachide juste après production, PAN1 : Pâte d'arachide après un mois de conservation, PA2 : Pâte d'arachide après 2 mois de conservation, PA3 : Pâte d'arachide après 3 mois de conservation, PA4 : Pâte d'arachide après 4 mois de conservation, PA5 : Pâte d'arachide après 5 mois de conservation, PA6 : Pâte d'arachide après 6 mois de conservation. Pour la même colonne, toutes les valeurs ayant en commun une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité $p \leq 0,05$.

Tableau IV : Evolution des paramètres microbiologiques (UFC/g) au cours de la conservation de la pâte d'arachide produite.

Codes échantillons	Flore aérobie mésophile totale	Coliformes totaux	Levures et moisissures
PA0	$1,8 \times 10^7$	< 10	< 40
PA1	$1,9 \times 10^7$	< 10	< 10
PA2	$1,8 \times 10^7$	< 10	< 10
PA3	$1,6 \times 10^7$	< 10	< 10
PA4	$1,7 \times 10^7$	< 10	< 10
PA5	$1,8 \times 10^7$	< 10	< 10
PA6	$1,9 \times 10^7$	< 10	< 10

Légende : PA0 : Pâte d'arachide juste après production, PAN1 : Pâte d'arachide après un mois de conservation, PA2 : Pâte d'arachide après 2 mois de conservation, PA3 : Pâte d'arachide après 3 mois de conservation, PA4 : Pâte d'arachide après 4 mois de conservation, PA5 : Pâte d'arachide après 5 mois de conservation, PA6 : Pâte d'arachide après 6 mois de conservation, < : moins de.

III. Discussion

Les résultats des analyses chimiques montrent qu'il n'y a pas une variation significative entre les teneurs moyennes en eau des pâtes d'arachide collectées dans les marchés de Dassagho, Wayalghin et Zone 1. Cependant, il existe une variation significative entre les teneurs en eau des pâtes de ces marchés et celles des autres marchés et de la pâte produite. Cette variation pourrait s'expliquer par les procédés de production utilisées, en l'occurrence une torréfaction insuffisante. Cependant, toutes les pâtes d'arachide analysées ont des teneurs en eau conformes aux spécifications de la norme burkinabé NBF 01-215 :2019 qui indique que la teneur maximale en eau dans la pâte d'arachide ne doit pas être supérieure à 2 % m/m. Ces faibles teneurs en eau constituent un avantage pour la conservation des pâtes d'arachide car ne sont pas favorables au développement microbien.

Une différence significative est observée d'une part entre les teneurs en cendres des différents échantillons vendus dans les marchés et d'autre part entre ces échantillons et celui de la pâte produite. A l'exception des échantillons du marché de Sankaryaré, les échantillons de tous les autres marchés ont présenté des teneurs moyennes en cendres respectant les critères spécifiques de qualité de la norme burkinabé NBF 01-215 :2019 qui précise que la teneur en cendres de la pâte d'arachide doit être inférieure à 3 % m/m. La teneur en cendres obtenue pour la pâte produite est également conforme aux critères de la norme NBF 01-215 :2019. Les différences observées entre les différents échantillons pourraient s'expliquer par la différence variétale des graines d'arachide utilisées mais aussi par les procédés de production. En effet, un manque d'hygiène pendant le processus de fabrication ou la vente pourrait entraîner également la présence d'impuretés telles que le sable et les cailloux qui pourraient affecter certains paramètres comme la teneur en cendres (SAWADOGO, 2018). En outre, l'ajout du sel (NaCl) par certaines transformatrices avant la mouture pourrait affecter la teneur en cendres. Néanmoins, les résultats obtenus indiquent que ces pâtes peuvent constituer des sources importantes de minéraux pour les populations qui les consomment. Les teneurs moyennes en protéines des échantillons des marchés de Zone 1 et de Sankaryaré sont proches de celles présentées par la Direction de la Nutrition (DN) dans la table de composition des aliments du Burkina Faso (DN, 2005) qui est de 23,2 %. Par contre, les teneurs moyennes en protéines des échantillons des autres marchés sont inférieures à cette valeur. La teneur en protéines de la pâte produite est cependant supérieure à la valeur présentée par la DN (2005). Les teneurs moyennes en matières grasses des pâtes collectées dans tous les marchés de même que celle de la pâte produite sont conformes aux spécifications de la norme burkinabé NBF 01-215 :2019 qui indique que la teneur en matières grasses de la pâte d'arachide doit être supérieure à 45 % m/m. Par contre, elles sont supérieures à la teneur en matières grasses recommandée par la DN et donnée dans la table de composition des aliments du Burkina Faso qui est de 50,9 % (DN, 2005). Parmi les échantillons de pâte analysés, seuls ceux du marché de Dassagho ont présenté une teneur moyenne en glucides en accord avec la teneur présentée dans la table de composition des aliments du Burkina Faso par la DN (2005) qui est de 21,7 %. A l'exception des pâtes du marché de Goundrin, les autres échantillons (y compris la pâte produite) ont donné des teneurs moyennes en glucides moins élevées que celles de la DN (2005). Toutes les pâtes d'arachide analysées ont des valeurs énergétiques supérieures à celle indiquée par la DN (2005) qui était de 555 kcal/100 g. Ces résultats attestent que la pâte d'arachide est un aliment riche en énergie. En effet, l'arachide et ses produits dérivés (dont la pâte) sont classés parmi les aliments constructeurs ou de croissance (DN, 2005). La consommation de pâte d'ara-

chide contribuerait donc à améliorer les régimes alimentaires des populations, en particulier celles des enfants. En effet, selon la FAO (2001), des arachides ajoutées à l'alimentation des enfants pourraient favoriser la prévention de la malnutrition protéino-énergétique du fait de leur contenu protéique et énergétique élevé. Il n'y a pas de différence significative entre l'indice d'acide moyen obtenu pour les pâtes d'arachide collectées au marché de Zone 1 et celui obtenu avec la pâte produite. Cependant, les indices d'acide moyens notés pour les échantillons des autres marchés étaient supérieurs à celui de la pâte témoin. Cette différence pourrait s'expliquer par la durée de conservation de la pâte d'arachide ou des arachides utilisées pour production. En effet, l'indice d'acide est un critère de qualité d'un corps gras. Il permet de déterminer la teneur en acide gras libres, responsables des phénomènes de rancissement. De ce fait, plus l'indice d'acide est faible, plus la stabilité face à l'oxydation sera grande (GUENDZI, 2017).

L'analyse ACP montre que les pâtes d'arachide collectées dans les marchés de Sankaryaré, de Zone 1 et la pâte produite présentent les meilleures teneurs en protéines tandis que celles collectées dans les marchés de Goudrin, Dassasgho et Wayalghin présentent les meilleures teneurs en lipides, sucres totaux et énergie. Par contre, les échantillons provenant du marché de Sankaryaré présentent de fortes teneurs en cendres contrairement aux échantillons provenant de Wayalghin, de Dassasgo, de zone 1, de Bendogo, de même que l'échantillon de la pâte d'arachide produite en expérimentation.

La variation des teneurs en macronutriments des pâtes d'arachide pourrait s'expliquer d'une part, par la différence variétale des graines d'arachide utilisées et d'autre part, par la différence des procédés de production. En outre, la composition en macronutriments des pâtes d'arachide vendues dans les marchés peut être affectée par l'incorporation de divers ingrédients avant la vente. En effet, bien qu'aucune preuve scientifique n'existe, de nombreux consommateurs soupçonnent certaines vendeuses de pâte d'arachide d'ajouter des ingrédients tels que la farine de certaines céréales, le son, l'huile, etc., dans l'objectif d'augmenter leur rendement et leur bénéfice.

Dans l'ensemble, les échantillons de pâtes d'arachide présentent des teneurs intéressantes en K, Mg, Ca, Na, fer et Zn. Cependant, il y'a une variation significative entre les différents échantillons, qui pourrait s'expliquer par la différence de variété des graines d'arachide et les procédés de fabrication de la pâte comme l'ajout de sel ou la présence d'impuretés comme le sable et les cailloux. Les échantillons des marchés de Bendogo, de Dassasgho et de Wayalghin ont des concentrations en Ca proches de la concentration (42 mg/100 g) rapportée par la DN dans la table de composition des aliments du Burkina Faso (DN, 2005). Concernant le Fe, seule la pâte produite a une teneur similaire à celle présentée par la DN (2005) qui était de 3 mg/100 g.

L'analyse des résultats chimiques indiquent que la pâte d'arachide produite en respectant les Bonnes Pratiques d'Hygiène et de Fabrication peut se conserver pendant 6 mois à la température ambiante sans une variation significative de ses paramètres chimiques.

Sur le plan microbiologique, les charges obtenues pour la pâte produite sont conformes aux spécifications microbiologiques de la norme burkinabé NBF 01-215 :2019 qui fixe une limite maximale de 1×10^5 UFC/g, 1×10^2 UFC/g et 1×10^3 UFC/g pour la flore aérobie mésophile totale, les coliformes et les levures et moisissures, respectivement. La qualité de la pâte produite est certainement liée à l'application des Bonnes Pratiques d'Hygiène au cours de la production. La non-évolution des paramètres montre la stabilité microbiologique de la pâte produite pendant 6 mois de conservation à la température ambiante.

Conclusion

La présente étude a permis d'une part, d'établir un diagramme général de production artisanale de la pâte d'arachide. D'autre part, la caractérisation chimique de 30 échantillons de pâtes d'arachide vendues dans 6 marchés de la ville de Ouagadougou et d'une pâte produite (témoin) a permis de mettre en évidence leur potentiel nutritionnel. En effet, les résultats obtenus montrent que la pâte d'arachide est une bonne source de protéines, de lipides et d'éléments minéraux notamment le potassium, le magnésium et le calcium. La plupart des pâtes analysées répondent aux critères de qualité nutritionnelle définies par les normes en vigueur au Burkina Faso. Cependant, une forte variabilité des teneurs en macro et micro nutriments est observée parmi les échantillons. Les résultats montrent en outre que la pâte produite en respectant les bonnes pratiques d'hygiène se conserve pendant au moins 6 mois à la température ambiante sans une variation significative de ses paramètres chimiques et microbiologiques. Les recherches futures devraient s'orienter vers l'identification de variétés d'arachide adaptées à la transformation en pâte et vers une standardisation des procédés de fabrication de la pâte d'arachide.

Remerciements

Les auteurs remercient le FONRID (Fonds National de la Recherche et de l'Innovation pour le Développement), pour avoir financé cette étude à travers le projet « Développement de variétés d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) de bouche adaptées aux conditions agro-écologiques et répondant au besoin du marché ».

Références bibliographiques

- AH-LEUNG S., BERNARD H., DRUMARE M. F., MONDOULET L., PATY E., SCHEINMANN P., WAL J.M., 2003. Influence des procédés thermiques sur l'allergénicité de l'arachide. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 43 (8): 486-491.
- ALBERT C. M., GAZIANO J. M., WILLETT W. C., MANSON J. A., 2002. Nutrition consumption and decreased risk of sudden cardiac death in the Physicians' Health Study. *Archives of Internal medicine* 162: 1382.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists), 2005. Official Method 968 08. Minerals in Animal Feed and Pet Food-Atomic absorption spectrophotometric method, 1 p.
- CHRISTIE M. E., KYAMUREKU P., KAYA A., DEVENPORT A., 2015. Farmers, peanuts, and aflatoxins in Uganda: A gendered approach. *Development in Practice*, 1, (25) : 4-18.
- DN (Direction de la Nutrition), 2005. Edition et vulgarisation d'une table de composition des aliments couramment consommés au Burkina Faso, 39 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2001. Les légumineuses : l'arachide et le Soja (FAOSTAT, révisé), 18 p.
- FAO, 2003. L'évaluation de la dégradation des terres au Sénégal. Projet FAO Land Degradation Assessment. Rapport préliminaire, 59 p.
- FAO, 2013. FAOSTAT. Disponible sur: <http://faostat.fao.org/faostat9>.
- FAO, 2015. Analyse des incitations par les prix pour arachide au Burkina Faso pour la période 2005-2013, 52 p.
- GRIEL A. E., EISSENSTAT B., JUTURU V., HSIEH G., KRISSEHERTON P. M., 2004. Improved diet quality with peanut consumption. *Journal of the American College of Nutrition*, (23): 660-668.
- GUENDZI C., 2017. Contribution à l'analyse physico-chimique de l'huile d'arachides, d'amandes et de leur mélange. Détermination de leurs pouvoirs antimicrobiens. Mémoire de Master, Université de Tlemcen, Algérie, 85 p.

- HAMA-BA F., SIEDOGO M., OUEDRAOGO M., DAO A., DICKO H.M., DIAWARA B., 2017.** Modalités de consommation et valeur nutritionnelle des Légumineuses alimentaires au Burkina Faso. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and development*. 17(4): 12871-12888.
- INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie), 2019.** Annuaire statistique 2018. Ministère de l'Economie, des Finances et du Développement (MINEFID), Burkina Faso, 396 p.
- MERRILL A. L. and ATWATER B. K., 1955.** *Energy Value of Foods - Basis and Derivation*. USDA Handbook, 74 p.
- NORME FRANÇAISE NF V03-050, 1970.** Directives générales pour le dosage de l'azote avec minéralisation selon la méthode de Kjeldahl, 8 p.
- NORME FRANÇAISE NF ISO 7954, 1988.** Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures, technique par comptage des colonies à 25°C, 4 p.
- NORME FRANÇAISE NF ISO 660, 1999.** Corps gras d'origine animale et végétale-Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité, 9 p.
- NORME INTERNATIONALE ISO 712, 2009.** Céréales et produits céréaliers. Détermination de la teneur en eau. Méthode de référence, 17 p.
- NORME INTERNATIONALE ISO 4832, 2006.** Microbiologie des aliments- Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies obtenues à 37°C, 6 p.
- NORME INTERNATIONALE ISO 4833, 2003.** Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes; technique de comptage des colonies à 30°C, 9 p.
- NORME INTERNATIONALE ISO 659, 1998.** Graines oléagineuses. Détermination de la teneur en huile (Méthode de référence), 13 p.
- NORME INTERNATIONALE ISO 6887-1, 1997.** Microbiologie des aliments. Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique-Partie 1 : Règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales, 5 p.
- NORME INTERNATIONALE ISO 2171, 2007.** Céréales, légumineuses et produits dérivés-Dosage du taux de cendres par incinération. 4. ed., 11 p.
- NORME BURKINABE NBF 01-215, 2019.** Pâte d'arachide: specifications, 8 p.
- REDDY E. C., SUDHAKAR C., REDDY N. P., 2011.** Aflatoxin contamination in groundnut induced by *Aspergillus flavus* type fungi: A critical review. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2 (2): 180-192.
- SAWADOGO T., 2018.** Etude des aspects technologiques, de la qualité nutritionnelle et sanitaire des tourteaux d'arachide (koura koura) produits à kaya dans le centre nord du BURKINA FASO. Mémoire de Master, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso, 68 p.
- SCHILLING R., 2001.** Arachide données agronomiques de base sur la culture arachidière. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 3, (8) : 230-236.