



MISE AU POINT D'UN PROCÉDE DE FABRICATION DES FARINES DE BANANE PLANTAIN ET DE TUBERCULES DE PATATE DOUCE. I : EVALUATION DES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DES FARINES

C. BADILA¹, M. DIATEWA², G.G. ELLALY¹, D. NGUYEN¹

¹Centre de Recherche et d'Initiation des Projets de Technologie, DGRST, Brazzaville, Congo

²Laboratoire de Biochimie et de Pharmacologie, Faculté des Sciences de la Santé,
Université Marien Ngouabi, B.P. 69, Brazzaville, Congo

RESUME

La possibilité de transformer les pulpes de banane plantain (*Musa paradisiaca*) et de patate douce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en farines, selon un procédé accessible en milieu rural, a été étudiée. En utilisant la fermentation et le séchage grâce à un appareil qui transforme l'énergie lumineuse produite par le soleil en énergie calorifique, des farines ont été produites avec des rendements de 20,0 et 33,7 %, respectivement, pour la banane plantain en début de mûrissement (stade 1) et pour la patate douce. L'analyse chimique de la farine de banane plantain a conduit aux taux de 4,56 %, 1,00 %, 2,15 %, 0,04 %, 0,10 %, 0,79 %, 0,013 %, 0,15 %, 0,36 % et 0,00 %, respectivement, en protéines, lipides, cendres, calcium, magnésium, potassium, sodium, fer, phosphore et manganèse. Des taux de 6,31 %, 0,90 %, 2,13 %, 0,05 %, 0,07 %, 0,86 %, 0,008 %, 0,09 %, 0,59 % et 0,00 %, respectivement, en protéines, lipides, cendres, calcium, magnésium, potassium, sodium, fer, phosphore et manganèse, ont été trouvés dans la farine de patate douce. Ces résultats révèlent que, d'une part le procédé de transformation mis au point présente des rendements de production des farines qui sont proches de ceux obtenus au moyen d'autres technologies; d'autre part les farines produites contiennent des taux en éléments nutritifs voisins de ceux de quelques cultivars rapportés dans la littérature.

Mots clés : Farine ; Procédé de transformation ; Fermentation ; Séchage ; Composition chimique ; Banane plantain ; Patate douce.

ABSTRACT

The feasibility of pulp processing of banana plantain (*Musa paradisiaca*) and sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) into flours, according to a processing accessible in the village, has been investigated. Using fermentation and dehydration by solar-dryer, flour yields were estimated to 20.0 and 33.7 %, respectively, with banana plantain (chosen of grade 1 maturity stage) and sweet potato. The chemical analysis of plantain flour indicated the percentage concentrations of crude proteins, crude fat, ash, calcium, magnesium, potassium, sodium, iron, phosphorus and manganese to be 4.56 %, 1.00 %, 2.15 %, 0.04 %, 0.10 %, 0.79 %, 0.013 %, 0.15 %, 0.36 % and 0.00 %, respectively. The flour of sweet potato exhibited levels of crude proteins, crude fat, ash, calcium, magnesium, potassium, sodium, iron, phosphorus and manganese to be 6.31 %, 0.90 %, 2.13 %, 0.05 %, 0.07 %, 0.86 %, 0.008 %, 0.09 %, 0.59 % and 0.00 %, respectively. These results reveal that the present flour processing exhibits yields and nutritive element contents which are similar to the data of some cultivars reported in the literature.

Key words: Flour; Processing; Fermentation; Dehydration; Chemical composition; Banana plantain; Sweet potato.

INTRODUCTION

La banane plantain (*Musa paradisiaca*) et la patate douce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) sont des denrées alimentaires produites en quantité importante en Afrique [1, 2]. Elles sont couramment consommées par les populations africaines sous divers états. Parmi ceux-ci, figure la farine.

La farine, qui résulte de la transformation des matières premières végétales, permet de fabriquer des aliments de complément conduisant à l'amélioration de l'état nutritionnel des enfants, de la volaille et du bétail [3-6]. Elle constitue une forme de conservation qui présente un impact économique indéniable [7].

Dans les pays développés, cette farine est produite grâce à des techniques sophistiquées telles que la lyophilisation, les séchages à flux d'air chaud et aux micro-ondes [8]. En revanche, dans les pays en développement, des technologies traditionnelles de transformation ont été améliorées du fait du coût élevé d'acquisition des matériels sophistiqués de transformation, de l'accessibilité aux produits chimiques utilisés au cours de certaines étapes de transformation, de l'état défectueux des infrastructures routiers, perturbant ainsi le transport des denrées alimentaires et occasionnant donc d'énormes pertes [9, 10].

Dans ce cadre, il nous a paru utile, à partir de la banane plantain et des tubercules de patate douce, de mettre au point un procédé de transformation qui serait accessible en milieu rural et produirait des farines acceptées des consommateurs. Les objectifs assignés à la présente étude étaient :

- produire des farines de qualité proche de celle obtenue grâce à d'autres technologies ;
- déterminer quelques caractéristiques chimiques des farines produites.

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel végétal

Les matières premières fraîches ci-après, exemptes de marques de rouille, ont été utilisées :

- la banane plantain (*Musa paradisiaca*) en début de mûrissement a été achetée au marché Total de Brazzaville ;
- la patate douce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) provenait de Invoumba, village situé à environ 60 km de Brazzaville nord.

2. Appareil de séchage des matières végétales

Le matériel utilisé pour le séchage des matières végétales a été fabriqué par le Centre de Recherche et d'Initiation des Projets de Technologie (Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, Brazzaville). Il s'agit d'un appareil en bois qui transforme l'énergie lumineuse produite par le soleil en énergie calorifique. Il est constitué, successivement, d'une chambre de captage d'air chaud, d'une chambre de séchage et d'une cheminée. Les chambres sont recouvertes d'une nappe transparente en plastique (figure 1).

Pour une température ambiante variant entre 30° et 35° C, la température à l'intérieur du séchoir oscille entre 45°C et 50° C.

3. Méthode de préparation des farines

Le procédé de production des farines comprend 4 étapes qui sont dans l'ordre :

Etape 1 : Nettoyage des matières premières

Les matières premières ont été nettoyées à l'eau, puis essuyées avec un linge propre et enfin pesées ;

Etape 2 : Epluchage

Les matières premières lavées ont été épluchées au moyen des couteaux, puis nettoyées à l'eau, égouttées et enfin pesées ;

Etape 3 : Fermentation/Séchage

Dans le but de faciliter le séchage, les pulpes de banane plantain et de patate douce ont été découpées en fines lamelles de 3 mm d'épaisseur. Chaque type de lamelles a été introduit dans un récipient contenant de l'eau (1 kg de lamelles de pulpe dans 3 L d'eau). Le récipient fermé a été conservé à la température ambiante pendant 16 et 24 heures, respectivement, pour la banane plantain et pour la patate douce. Au terme de ces différents temps, les lamelles des pulpes ont été lavées à grande eau, puis égouttées et placées dans des séchoirs solaires pendant 48 et 72 heures, respectivement, pour la banane plantain et pour la patate douce ;

Etape 4 : Broyage/Tamissage

Après détermination du poids du matériel séché, celui-ci a été broyé grâce à un broyeur à marteaux. Le broyat a ensuite été soumis à un tamisage graduel (taille des particules < 300 µm). A l'issue du tamisage, une poudre très fine, débarrassée des fibres, a été obtenue. Cette poudre, qui constitue la farine, a été pesée.

Cinq expérimentations relatives à la production de chacune des farines ont été

réalisées. Les quantités des produits des différentes étapes sont les moyennes des cinq expérimentations, accompagnées de leur écart-type.

4. Détermination de la teneur en constituants chimiques

Pour chaque dosage, 3 analyses ont été effectuées. Les valeurs obtenues sont les moyennes des analyses, accompagnées de leur écart-type.

Dosage des protéines

Il a été effectué à partir du taux d'azote déterminé selon la méthode de Kjeldahl. Ce taux a été multiplié par le facteur de conversion (6,25) [9, 12].

Dosage des lipides totaux

Il a été réalisé au moyen de la méthode au soxhlet.

Dosage des cendres et des éléments minéraux

Il s'est effectué à l'aide des méthodes de l'AOAC [13].



Figure 1 : Séchoir solaire

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Production des farines

Farine de la pulpe de patate douce

Comme le révèle le tableau I, la perte de matière végétale résultant de l'épluchage des tubercules de patate douce est faible. En effet, la balance des poids, qui est un critère permettant d'évaluer la perte des produits au cours des étapes équivalentes des procédés de transformation, est proche de celle obtenue par Dansby et Bovell-Benjamin (83,9 %) [14]. De même, la perte de produit issue de l'étape broyage/tamisage de la pulpe de patate douce, qui se traduit par une balance des poids de 88,8 %, est faible, comparativement à celle rapportée par les chercheurs sus cités (79,3 %) [14]. Le rendement de la farine obtenu dans le présent travail est supérieur à celui rapporté par : Dansby et Bovell-Benjamin qui ont préparé la farine à partir de la pulpe écrasée,

puis séchée grâce à un appareil à flux d'air chaud et enfin broyée (15 %) [14] ; Kulkarni *et al.* qui ont blanchi la pulpe, puis l'ont séchée au moyen d'un séchoir à flux d'air chaud (13,3 et 15,6 %, respectivement, avec les cultivars Spunta et Exodus) [14] ainsi que Hamed *et al.* (14 %) [15]. D'autres chercheurs ont obtenu des rendements variant entre 12 et 38 %, selon les cultivars [16, 17].

Farine de la pulpe de banane plantain

Les résultats présentés dans le tableau I indiquent également que le poids de la pulpe de banane plantain représente environ les 2/3 du poids du fruit entier. En outre, la perte de matière végétale résultant de l'étape broyage/tamisage est faible, comparativement à la balance des poids de l'étape correspondante relative à la transformation de la patate douce. Le rendement de préparation de la farine de pulpe de banane plantain du présent travail est inférieur à celui rapporté par Pacheco-Delahaye *et al.* (25 %) [8].

Tableau I : Evolution du poids du matériel végétal selon les étapes de transformation

Etapes de transformation	Matériel végétal			
	Tubercules de patate douce		Banane plantain	
	Poids du matériel (kg)	Balance des poids (%)	Poids du matériel (kg)	Balance des poids (%)
Nettoyage de la matière première	10,00 ± 1,85	-	-10,00 ± 0,45	-
Epluchage	8,00 ± 1,50	80,00 (8,00 / 10,00)	6,20 ± 0,28	62,00 (6,20 / 10,00)
Fermentation /Séchage	3,80 ± 0,86	47,5 (3,80 / 8,00)	2,40 ± 0,10	38,7 (2,40 / 6,20)
Broyage /Tamisage	3,37 ± 0,63	88,88 (3,37 / 3,80)	2,00 ± 0,10	83,33 (2,00 / 2,40)
Rendement	33,7 % (3,37/10,00)	-	20 % (2,00 / 10,00)	-

2. Caractéristiques chimiques

Protéines

Le tableau II révèle que la teneur en protéines de la farine de pulpe de patate douce est inférieure à celle obtenue par Kulkarni *et al.* (10,86 et 11,52 %, respectivement, avec les cultivars Exodus et Spunta) [14]. En revanche, elle est supérieure à celle rapportée par Dansby et Bovell-Benjamin (1,2 % avec le cultivar TU-82-155 HSP) [13] et par Hamed *et al.* (2,5 et 3,0 %, respectivement, avec les espèces hybrides 65 et 266) [15]. Il est admis que la teneur en protéines de la farine de pulpe de patate douce est basse (1 à 14 %) [17]. De plus, il a été démontré que cette teneur dépend d'un certain nombre de facteurs tels que le génotype des espèces, les conditions de cultures, la nature des sols [18, 19].

La teneur en protéines de la farine de pulpe de banane plantain est similaire à celle des espèces hybrides PITA 14 (4,38 %), PITA 17 (4,48 %) et PITA 26 (4,34 %) [20]. Elle est inférieure à celle de l'espèce hybride PITA 24 (5,46 %) [20] et supérieure à celle obtenue par Mepba *et al.* qui ont utilisé le blanchiment au cours du procédé de transformation (2,3 %) [21] et par Pacheco-Delahaye *et al.* (2,92 à 3,30 %, selon la technique de séchage) [8] (tableau II).

Lipides

Le contenu en lipides de la farine de pulpe de banane plantain est inférieur à celui rapporté par Mepba *et al.* (1,64 %) [21] et Adeniji *et al.* (1,44 à 1,62 %, selon les espèces hybrides PITA) [20], et supérieur à ceux obtenus par Pacheco-Delahaye *et al.* (0,17 à 0,83 %, selon la technique de séchage) [8] (tableau II).

La farine de la pulpe de patate douce présente une teneur en lipides qui est similaire à celle obtenue par Kulkarni *et al.* (1,00 et 1,12 %, respectivement, avec les cultivars Exodus et Spunta) [14] et supérieure à celle rapportée par Hamed *et al.* (0,79 et 0,75 %, respectivement, avec les espèces hybrides 65 et 266) [15] et par Dansby et Bovell-Benjamin (0,89 %) [13] (tableau II).

Cendres

Les farines des pulpes de patate douce et de banane plantain ont des taux de cendres similaires (tableau II). Pour la farine de patate douce, ce taux est voisin de celui rapporté par Kulkarni *et al.* (2,00 et 2,19 %, respectivement, avec les cultivars Spunta et Exodus) [14], supérieur à celui trouvé par Dansby et Bovell-Benjamin (0,91 %) [13] et inférieur à celui des espèces hybrides 65 (2,80 %) et 266 (2,88 %) [15]. Quant à la farine de banane plantain, son taux de cendres est proche de celui trouvé par Mepba *et al.* (2,36 %) [21] et par Pacheco-Delahaye *et al.* (2,05 %) [8], et inférieur à celui des espèces hybrides PITA (3,41 à 5,19 %) [20].

Éléments minéraux

Les éléments minéraux des deux farines sont en concentration très faible (tableau II). Il a été démontré que les farines vendues sur le marché les contiennent à des taux très bas ; ces derniers dépendent du génotype des espèces, des conditions de culture et de la nature des sols [8, 22]. De plus, les données de la littérature révèlent que les traitements des procédés de transformation conduisent à une réduction de la teneur en éléments minéraux [23, 24].

L'absence de manganèse dans la farine de banane plantain s'expliquerait entre autres par le stade de mûrissement de cette dernière (fruit en début de mûrissement) (tableau II). En effet, le taux de manganèse augmente selon le stade de mûrissement : moins la banane est mûre, plus elle contient de magnésium et moins de manganèse [25-26]. Lors du phénomène de mûrissement, d'une part la chlorophylle riche en magnésium, qui est le pigment de la banane verte, se transforme en caroténoïdes, responsables de la couleur jaune de la banane mûre ; et d'autre part il y a perte de magnésium et augmentation de manganèse et de zinc [25-26]. La carence en manganèse dans la farine de patate douce (tableau II) serait vraisemblablement due aux facteurs rapportés dans [8, 22-24].

Tableau II : Caractéristiques chimiques des farines

Farine	Protéines (%)	Lipides (%)	Cendres (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Mn (%)	Fe (%)	P (%)
Tubercules de patate douce	6,31 ± 0,11	0,90 ± 0,10	2,13 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,86 ± 0,01	0,008 ± 0,001	0,000	0,09 ± 0,01	0,588 ± 0,002
Banane plantain	4,56 ± 0,12	1,00 ± 0,11	2,15 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,79 ± 0,01	0,013 ± 0,001	0,000	0,15 ± 0,01	0,365 ± 0,001

CONCLUSION

Le présent procédé de transformation produit des farines avec des rendements proches de ceux obtenus au moyen d'autres technologies. Simple et accessible en milieu rural, il engendrerait une source de revenu pour les populations grâce à la création des unités de commercialisation de banane plantain et de patate douce. Dans le but de préciser le temps de conservation des deux types de farine qui ont des taux en éléments nutritifs similaires à ceux de quelques espèces rapportés dans la littérature, l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques a été entreprise.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la direction du CRIPT pour son aide financière et Mesdames Sében Bitsoumanou et Sylvia Ntsossani pour leur assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

1. FAO (Food and Agricultural Organization), 1990. 1989 production year book. Rome, Italy.
2. FAO (Food and Agricultural Organization), 2004. Statistics series n° 95. Rome, Italy.
3. Brandtzaeb B., Malleshi N.G., Svanberg V., Desikachar H.S.R., Mellander O., 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies of malted flours from ragi, sorghum and green gram. *Journal of Tropical Pediatrics*; 27: 184-189.
4. Pushpamma P., Ratnakumari A., Geervani P., 1979. Nutritional quality of sorghum and legume based food mixtures for infants and pre-school children. II. *Nutrition Reports International*; 19: 640-643.5.
5. Malynicz G.L. and Nad H., 1973. The effect of level of feeding and supplementation with sweet potato foliage on the growth performance of pigs. *Papua New Guinea Agricultural Journal*; 24 (2): 139-141.
6. Gerpacio A.L., Pascual F.Sd., Querubin L.J., Vergel de Dios A.F. and Mercado C.I., 1978. Evaluation of tuber meals as energy sources. Sweet potato and cassava based rations for broilers. *Philippine Agriculturalist*; 61 (9-10): 395-410.
7. Ogazi P.O., 1998. Plantain storage and processing. In: (Ferris R.S.B., ed.). *Postharvest Technology and Commodity Marketing. Proceedings of a Postharvest Conference on Technology and Commodity Marketing in West Africa*. 29 Nov. to 1 Dec., Accra, Ghana. Published by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Ibadan, Nigeria, p. 108-119.
8. Pacheco-Delahaye E., Maldonado R., Pérez E. and Schroeder M., 2008. Production and characterization of unripe plantain (*Musa paradisiaca*) flours. *INCI*; 33 (4): 290-296.
9. Lin Y.H., Huang T.C. and Huang C., 1988. Quality improvement of sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) roots as feed by ensilage. *British Journal of Nutrition*; 60 (1): 173-184.
10. Gbor-Egbe T., Brauman A., Griffond, Treche S., 1995. Transformation alimentaire du manioc. Paris : Editions OROSTOM, 747p.
11. Dominguez P.L., 2009. Feeding of sweet potato to monogastrics. <http://www.fao.org/docrep/003/T0554E/T0554E15.htm>, du 27 mai 2009.

12. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1984. Official Methods of Analysis, 14th Ed., Washington, DC.
13. Dansby M.Y., Bovell-Benjamin A.C., 2003. Production and proximate composition of a hydroponic sweet potato flour during extended storage. *Journal of Food Processing Preservation*; 27 (2): 153-164.
14. Kulkarni K.D., Govinden N., Kulkarni D., 2009. Production and use of raw potato flour in Mauritian traditional foods. <http://www.unu.edu/unupress/food/8F172e/8F172EOd.htm>, du 11 mai 2009.
15. Hamed M.G.E., Hussein M.F., Refai F.Y., El-Samahy, 1973. Preparation and chemical composition of sweet potato flour. *Cereal Chemistry*; 50 (2): 133-139.
16. Gakono N., 1993. In Product development for root and tuber crops (Scott G., Freguson P., Herera J., eds), CIP and IITA, Lima and Ibadan, pp. 317.
17. Woolfe J.A., 1992. Sweet potato and untapped food resource. Cambridge University Press, New York, pp. 15.
18. Purcell A.E., Swwaisgood H.E., Pope D.T., 1972. Protein and aminoacid content of sweet potato cultivars. *Journal of the American Society for Horticulture Science*; 97 (1): 30-33.
19. Purcell A.E., Pope D.T., Walt es Jr W.M., 1976. Effect of lenght of growing season on protein content of sweet potato cultivars. *Horticulture Science*; 11: 31.
20. Adeniji T.A, Sanni L.O., Barimalaa I.S., Hart A.D., 2007. Nutritional and anti-nutritional composition of flour made from plantain and banana hybrid pulp and peel mixture. *Nigerian Food Journal*; 25 (2): 68-76.
21. Mepba H.D., Eboh L., Nwaojigwa, 2007. Chemical composition, functional and baking properties of wheat-plantain composite flours. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*; 7: 1-23.
22. Baiyeri K.P., 2000. Effect of nitrogen fertilization on mineral concentration in plantain (*Musa sp* AAB) fruit peel and pulp at unripe and ripe stages. *Plant Product Research Journal*; 5: 38-43.
23. Mepba H.D., Eboh L., Banigo D.E.B., 2007. Effects of processing treatments on the nutritive composition and consumer acceptance of some Nigerian edible leafy vegetables. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*; 7: 1-18.
24. Ahenkora K., Keyi M.A., Marfo E.K., Banful B., 1996. Nutritional composition of False Horn Apantu pa plantain during ripening and processing. *African Crop Science Journal*; 4 (2): 243-247.
25. Fonad T.M., 1996. The physicochemical roles of chelated minerals in maintaining optimal body biological function. *Journal of Applied Nutrition*; 28: 5-23.
26. Adeyemi O.S. and Oladiji A.T., 2009. Compositional changes in banana (*Musa ssp*) fruits during ripening. *African Journal of Biotechnology*; 8 (5): 858-8