

## Utilisation de farine de banane plantain dans la fabrication de pains, biscuits et farines instantanées

Joseph Antoine Ngalani, Jean Crouzet

La banane plantain constitue la nourriture amyliacée de base dans le régime alimentaire de la population des régions de basse altitude d'Afrique tropicale humide. Au Cameroun, on estime à 490 grammes la consommation de plantain par habitant et par jour en milieu urbain et à 320 grammes en milieu rural. Bien que le plantain représente, pour les populations concernées, une importante source de glucides, les conditions de sa distribution, essentiellement réalisée à l'état frais, entraînent des pertes de l'ordre de 30 % en période de forte production. Ces pertes pourraient être limitées s'il existait des procédés rationnels de stockage et de transformation.

Face à l'accroissement alarmant de la consommation des produits à base de blé en Afrique, la FAO lançait en 1964 un vaste programme de valorisation des céréales locales et des plantes à racines et

à tubercules. Depuis, de nombreuses recherches conduites sous l'égide de la FAO ont montré qu'il était possible de remplacer partiellement le blé par des céréales et tubercules locaux, tels que le sorgho, le mil, le maïs et le manioc, dans la fabrication du pain [1]. Mais très peu de travaux ont été consacrés à des féculents comme la banane et le plantain : leurs farines dépourvues de gluten, protéine qui confère à la pâte son élasticité et sa cohésion, ne peuvent être utilisées seules en panification [2]. Il est possible d'obtenir des petits fours de très bonne acceptabilité par substitution de la farine de banane verte à la farine de blé, mais les premiers travaux sur l'utilisation de la farine de plantain en industrie boulangère sont relativement récents et fragmentaires ; en particulier, un mélange de farine de banane plantain blanchie chimiquement et de farine de blé (10:90, p/p) peut être utilisé pour la fabrication de pain acceptable [2]. D'autres travaux entrepris dans le cadre de la valorisation des produits vivriers tropicaux ont montré la faisabilité, par cuisson-extrusion, de biscuits et de farines instantanées à base de céréales (mil, sorgho), de tubercules (manioc, igname) et d'ingrédients protéiques [3].

Le présent travail se propose d'étudier, d'une part, la possibilité de substituer partiellement la farine de plantain à celle du blé en panification et, d'autre part, la

préparation par cuisson-extrusion de produits nouveaux (biscuits et farines instantanées) à partir de mélanges de farines de mil et de plantain enrichis en protéines à l'aide de produits vivriers tropicaux : farine de soja ou tourteau d'arachide.

Les essais ont été réalisés au Laboratoire de technologie alimentaire de l'Institut de la recherche agronomique (IRA) à Nyombé (Cameroun). Les plantains de la variété *French sombre* ont été récoltés au stade normal de maturité sur la base de la forme générale du régime et de l'estimation du remplissage des doigts. Les essais de déshydratation ont porté sur des fruits dont la coloration externe de la peau se trouvait au stade 4 à 5 [4]. Le procédé utilisé pour le traitement du plantain et le broyage de la pulpe séchée comporte les étapes suivantes :

- séparation des fruits en doigts individuels et lavage à grande eau ;
- épluchage suivi d'un blanchiment par traitement thermique des pulpes (2 à 5 min à 80 °C) avant découpage en rondelles ;
- séchage des rondelles obtenues à l'étuve pendant 9 à 10 heures avec une montée graduelle de température de 45 à 80 °C, jusqu'à atteindre une humidité résiduelle du produit de 10 à 12 % ;
- broyage fin des rondelles de pulpe dans un broyeur type Moulinex et emballage des farines obtenues dans des

J.A. Ngalani : Institut de la recherche agronomique, Centre de recherche sur la banane plantain, BP 832, Douala, Cameroun.

J. Crouzet : Génie biologique et sciences des aliments, Unité de microbiologie et biochimie industrielles associée à l'Inra, Université de Montpellier-II, 34095 Montpellier cedex 05, France.

Tirés à part : J.A. Ngalani

## Summary

### Use of plantain banana flour in bread, biscuit and instant-flour making

J.A. Ngalani, J. Crouzet

*In several respects, bread obtained by partial substitution of wheat flour by plantain flour looks similar to that made with wheat flour alone. In bread with a 10% plantain flour content, it was observed that surface incisions were less open, the specific volume decreased, and that the crumbs took on a yellowish colour. Sensory analysis of bread with a 7.5% plantain flour content compared to wheat flour bread revealed no significant difference.*

*Up to 17% plantain flour was incorporated into wheat flour for the preparation of biscuits at various extrusion temperatures. As a rule, the biscuits containing plantain flour were less expanded and more dense than those obtained with wheat flour and maize starch. The most appreciated biscuits, as indicated by sensory analysis, were those obtained from millet flour, plantain flour and peanut cake blends. The rehydration properties of flour obtained by grinding extruded biscuits were comparable to those of commercial flour, with initial absorption rates two to three times higher. The rheological behaviour of blends differed from that observed with commercial flour, with a lower apparent viscosity.*

*Cahiers Agricultures 1995 ; 4 : 61-4.*

sacs de polyéthylène fermés hermétiquement et conservés en chambre froide à 4 °C.

Pour la panification, outre la farine de plantain, on utilise de la farine de blé importée, de la levure desséchée Fermipan, du sel, un améliorant de panification composé d'acide ascorbique, de lécithine et d'alpha-amylase et de l'eau réfrigérée. On sait en effet que l'incorporation à la farine de blé de farine exempte de gluten a des conséquences négatives sur les propriétés rhéologiques et l'hydratation des pâtes obtenues.

Le procédé classique de panification est mis en œuvre : la farine composée (blé et plantain avec des taux de substitution de 2,5, 5, 7,5 et 10 %) est mélangée pendant 2 à 5 minutes dans le pétrin. Ensuite, on ajoute l'eau et les autres ingrédients et on soumet à un pétrissage intense, le sel étant ajouté 5 minutes avant la fin de l'opération. Les autres phases de la panification sont identiques à celles appliquées à la farine de blé pur, à savoir : division volumétrique de la

pâte (pains de 400 g), première fermentation des pâtons, façonnage, deuxième fermentation, incision des pâtons et cuisson dans un four à socle rotatif.

Outre la farine de plantain, des farines de mil et de soja, du tourteau d'arachide, du saccharose, de la noix de coco (en qualité d'aromatisant), du sel et de l'eau entrent dans la préparation des biscuits et des farines instantanées. L'appareil, un cuiseur-extrudeur bi-vis Werner et Pfleider modèle Continua 37, fonctionne dans les conditions suivantes : température de chauffe des fourreaux 130, 145, 160 et 175 °C, vitesse de rotation 250 tpm, débit d'alimentation de l'extrudeur 14,6 ± 0,4 kg/h, teneur en eau 13,6 ± 0,3 %.

Les farines sont préparées par broyage des biscuits extrudés au moyen d'un appareil S 643 Moulinex, la granulométrie des farines étant standardisée entre 0,106 et 0,425 millimètres à l'aide d'un tamiseur Retsch 3 D. Les farines obtenues sont emballées sous vide et conservées à température ambiante.

La détermination du volume spécifique du pain met en œuvre des grains de riz et une éprouvette graduée. Le volume spécifique est déterminé à partir de la mesure du volume de riz déplacé dans l'éprouvette graduée contenant le pain.

La masse volumique est obtenue par la méthode de Hwang et Hayakawa [5] modifiée par Derungs [3]. Des billes de verre de diamètre compris entre 0,212 et 0,250 mm sont tassées manuellement quarante-cinq fois dans une éprouvette de 200 cm<sup>3</sup> de façon à obtenir un volume de billes de 140 cm<sup>3</sup>. Huit fragments de biscuit choisis au hasard parmi vingt-quatre fragments régulièrement découpés sont pesés dans une coupelle. Ces huit fragments sont régulièrement répartis dans la couche de billes de verre de façon à former neuf couches successives biscuits-billes. Chacune de ces couches est tassée manuellement cinq fois et la masse volumique  $\rho$  (moyenne de trois déterminations par type de biscuit), exprimée en g/cm<sup>3</sup>, est calculée comme suit :

$$\rho = \frac{P_e \text{ (g)} - T_r \text{ (g)}}{V_e \text{ (cm}^3\text{)} - 140 \text{ (cm}^3\text{)}}$$

où  $P_e$  est le poids initial de la coupelle renfermant les fragments de biscuit,  $V_e$  le volume final des billes et fragments de biscuit,

$T_r$  le poids final de la coupelle vide renfermant quelques résidus de biscuit.

Le taux d'expansion apparent  $\tau$  des biscuits est mesuré à partir de la photocopie agrandie deux fois de dix coupes transversales d'échantillons de biscuits enduites d'un fluide correcteur blanc pour visualiser les alvéoles [3]. La surface de l'image est mesurée en double au planimètre. Le taux d'expansion  $\tau$  est calculé comme suit :

$$\tau = \frac{\text{surface transversale moyenne agrandie de l'extrudat (cm}^2\text{)}}{2 \times \text{surface de la filière (cm}^2\text{)}}$$

La vitesse initiale d'absorption d'eau, exprimée en ml/g/min, et la quantité d'eau absorbée, exprimée en mg/g/h, ont été déterminées à l'aide d'un appareil de Baumann [6].

La viscosité apparente et l'indice d'écoulement des farines instantanées sont déterminés à l'aide d'un viscosimètre à

double cylindre Rotovisco RV 12 Haake, comportant un programmateur RG 142 de vitesse de cisaillement, une tête de mesure munie d'une cuve thermostatée (60 °C) et un corps tournant MVI.

Les différents pains sont soumis à un test de comparaison par paires, le jury étant constitué d'une vingtaine de chercheurs européens et camerounais de l'IRA.

L'analyse sensorielle des biscuits extrudés est réalisée, en utilisant la méthode d'essai par notation, par douze étudiants habitués à la consommation de produits élaborés à partir des matières tropicales utilisées. Trois types de biscuits sont présentés par séance au jury qui doit attribuer une note globale d'acceptation selon la grille de notation : excellent, bon, plutôt bon, ordinaire, plutôt mauvais, mauvais, immanquable. La mise en place de tests de stabilité du goût des dégustateurs d'une séance à l'autre permet de procéder à l'analyse de l'ensemble des résultats obtenus.

Les pains obtenus par substitution partielle (2,5, 5 et 7,5 %) de farine de plantain à la farine de blé présentent un aspect extérieur (forme, arrondi, couleur) peu différent du pain confectionné avec de la farine de blé pur. Pour un taux de 10 % de farine de plantain, les incisions pratiquées en surface sont moins ouvertes. Le volume spécifique des pains diminue sensiblement lorsque le taux d'incorporation de la farine de plantain croît : on passe de 4,90 ml/g avec de la farine de blé à 3,83 ml/g en présence de 10 % de farine de plantain. Cette diminution de volume des pains est due à la baisse de la teneur en protéines du gluten de la pâte résultant de l'introduction de la farine de plantain.

Jusqu'au taux de substitution de 7,5 %, la texture de la mie et la consistance des produits sont identiques à celles des pains confectionnés à l'aide de pure farine de blé. La couleur de la mie reste blanche jusqu'à 5 %, devient légèrement jaunâtre pour des taux de 7,5 et 10 %. À partir de cette valeur, les pains ont une mie dont la cohérence est insuffisante, avec une forte propension à l'émiettement. De plus, l'odeur caractéristique du plantain, déjà perceptible pour un taux de 7,5 %, devient plus intense.

L'analyse sensorielle montre que, jusqu'à 10 % de farine de plantain, aucune différence (significative au seuil de 5 %) de l'acceptabilité n'est signalée entre les pains renfermant de la farine de plantain et ceux confectionnés avec 100 % de blé. En revanche, au taux de substitution de

**Tableau 1**

**Caractéristiques physiques des biscuits à base de farine de plantain en fonction de la température d'extrusion et de la teneur en eau**

Composition de la farine	Température affichée (°C)	Teneur en eau en cours d'extrusion (%)	Taux d'expansion	Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )
Mil (33,2 %)	130	13,81	2,30 ± 0,13	0,80 ± 0,04
Plantain (17 %)	145	13,81	2,19 ± 0,12	0,68 ± 0,04
Arachide (25 %)	160	13,81	2,10 ± 0,17	0,63 ± 0,02
Mil (33,2 %)	130	13,60	2,19 ± 0,11	0,64 ± 0,03
Plantain (17 %)	145	13,60	2,00 ± 0,11	0,65 ± 0,01
Soja (25 %)	160	13,60	1,94 ± 0,04	0,70 ± 0,01

Les mélanges utilisés renferment en outre du saccharose (20 %), du chlorure de sodium (0,8 %) et de la noix de coco (4 %).

**Physical characteristics of plantain flour based biscuits according to extrusion temperature and water content**

12,5 %, les pains obtenus sont refusés par l'ensemble des dégustateurs, qui observent que la mie est trop jaune et dégage une forte odeur de plantain.

Les caractéristiques physiques des produits obtenus pour différents mélanges (jusqu'à 17 % de farine de plantain) et extrudés à différentes températures sont rassemblées dans le *tableau 1*. Les produits obtenus sont moins expansés

( $\tau = 1,94$  à 2,30) et plus denses (0,63 à 0,80 g/cm<sup>3</sup>) que ceux obtenus dans les mêmes conditions à partir de farine de blé et d'amidon de maïs [3].

Les résultats de la dégustation montrent que les biscuits fabriqués avec le mélange de farine de mil (33,2 %), de farine de plantain (17 %), de tourteau d'arachide (25 %), de saccharose (20 %), de noix de coco (4 %) et de chlorure de sodium

**Tableau 2**

**Absorption d'eau et caractéristiques rhéologiques des farines instantanées obtenues par broyage des biscuits extrudés à base de farine de plantain**

Nature du produit	Température affichée (°C)	Vitesse initiale d'absorption d'eau (ml/g/min)	Absorption d'eau en 1 heure (ml/g/h)	Viscosité* apparente (mpa/s)	Indice d'écoulement (n)
Farine Cérélac®	-	0,94 ± 0,00	2,92 ± 0,28	1 288	1,21
Mil-Plantain-Arachide	130	2,41 ± 0,00	2,66 ± 0,08	161	0,40
	145	2,27 ± 0,00	2,41 ± 0,02	134	0,39
	160	2,63 ± 0,16	2,79 ± 0,16	107	0,36
Mil-Plantain-Soja	130	2,18 ± 0,12	2,91 ± 0,17	215	0,30
	145	1,88 ± 0,10	2,78 ± 0,10	215	0,29
	160	1,83 ± 0,36	2,82 ± 0,16	242	0,31

\* : Vitesse de cisaillement apparente de 20/s.

**Water absorption and rheological characteristics of instant flours obtained by grinding plantain flour based extruded biscuits**

(0,8 %) sont plus appréciés que ceux dans lesquels le soja remplace l'arachide. Les données relatives à l'absorption d'eau et les caractéristiques rhéologiques des farines instantanées obtenues par broyage des biscuits extrudés sont consignées dans le *tableau 2*, en comparaison avec la farine Cérélac® prise comme référence. D'une façon générale, les variations de la vitesse initiale d'absorption d'eau ainsi que la quantité d'eau absorbée par gramme de farine en une heure sont d'autant plus élevées que la température d'extrusion est plus faible et que la teneur en eau en cours d'extrusion plus élevée. L'absorption d'eau en une heure par les farines obtenues est tout à fait comparable à celle de la farine Cérélac® mais la vitesse initiale d'absorption est deux à trois fois plus élevée. Le comportement rhéologique des farines à base de plantain est totalement différent de celui de la farine Cérélac®. Les suspensions aqueuses de ces farines ont un comportement de type rhéofluidisant (avec un indice d'écoulement inférieur à 1) alors que la farine de référence manifeste au contraire un comportement rhéoépaississant, avec un indice d'écoulement  $n$  supérieur à 1 et une viscosité apparente élevée (1 288 contre 107 à 242 pour les farines instantanées).

Les résultats obtenus au cours du présent travail montrent qu'il est possible de remplacer de la farine de blé par 7,5 % de farine de banane plantain pour la fabrication du pain. Ils confirment les résultats obtenus par ailleurs concernant les limites d'incorporation de farines de céréales pauvres en gluten ou de farines de tubercules à la farine de blé. Par ailleurs, l'obtention de biscuits extrudés et de farines instantanées résultant du broyage des biscuits permet une valorisation, sous forme de produits de longue conservation, d'une denrée alimentaire qui, à l'état frais, a une durée de vie réduite. Certes, le fait qu'il soit nécessaire de procéder au séchage de la matière première entraîne une dépense énergétique, mais l'opération est parfaitement envisageable dans le contexte économique actuel lié en particulier à la dévaluation du franc CFA. Le comportement rhéologique des farines préparées à base de farine de plantain, différent de celui des farines importées, ne constitue pas un handicap fondamental dans la mesure où il pourrait être facilement modifié, si nécessaire, par addition d'un agent épaississant, farine de caroube par exemple ■

## Références

1. Imb G, Bessière A, Devailly A, Cousson T, Kaye GJ, Parmentier M. *Étude de l'acceptabilité de pains à base de farines composées dans le Nord Cameroun. Céréales en régions chaudes*. Paris : John Libbey Eurotext Aupelf-Uref, 1989 : 327-36.
2. Bamidele EA, Cardoso AO, Olaofe O. Rheology and baking potential of wheat/plantain composite flour. *J Sci Food Agric* 1990 ; 5 : 421-4.
3. Derungs L. Valorisation de produits vivriers tropicaux par cuisson-extrusion. Montpellier-II : DEA, Sciences des aliments, 1986 ; 79 p.
4. Anon. *Banana ripening manual*. Boston : United Fruit sales Corp., 1964.
5. Hwang MP, Hayakawa KI. Bulk densities of cookies undergoing commercial baking processes. *J Food Sci* 1980 ; 45 : 1400-2.
6. Baumann H. Baumann apparatus for the determination of fluid taken up by powder substance. *Fachz Lab* 1967 ; 11 : 540-2.

---

## Remerciements

Les auteurs remercient M. le Professeur J.C. Cheftel, Université de Montpellier-II, qui leur a permis d'avoir accès à certains appareils.

---