TROPICULTURA, 1998-99, **16-17**, 3, 120-126

Etude des caractéristiques physico-chimiques de certains plats traditionnels dérivés du manioc (*foutou*, *placali* et *kokondé*)

Virginie Zoumenou*, F. Aboua.**, D. Gnakri* & A. Kamenan*

Keywords: Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) - Food preparation - Cyanhydric acid - Chemical composition - Viscosity.

Resumé

Le *foutou,* le *placali et* le *kokondé* sont des aliments à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) largement consommés en Côte-d'Ivoire. Le manioc qui contient des glucosides cyanogénétiques subit plusieurs traitements technologiques (le broyage, le séchage, la cuisson et la fermentation) lors de la préparation de ces divers aliments. Les traitements technologiques (broyage, séchage, cuisson et fermentation) entraînent quelques modifications de la composition chimique, particulièrement une baisse remarquable de la teneur en acide cyanhydrique. Cette teneur passe de 9mg/100g à une valeur comprise entre 3 et 0,4mg/100g. La fermentation augmente la teneur relative en protéine. Le manioc est très riche en amidon (90%). Après traitement des racines tubéreuses ces aliments contiennent encore environ 65% d'amidon. Ces aliments contiennent non seulement de la matière organique mais aussi des éléments minéraux tels que le calcium, le phosphore et le potassium à des teneurs variables. Les trois préparations n'ont pas la même viscosité selon la variété de manioc utilisée. La détermination de la viscosité a donc permis le choix de la variété pour chaque préparation.

Summary

Physical-Chemical Characteristics of some Cassava Traditional Meals (*foutou, placali* and *kokonde*)

Foutou, placali and *kokonde* are cassava foods widely consumed in Ivory Coast. During foods processing many technological treatements (grinding, drying and cooking) affect the cyanogenetic glucosides content and the chemical composition of cassava tubers. These treatements reduced cyanogenetic material from 9mg/100g to 3 or 0,4mg/100g. The fermentation process increases the protein value. Cassava tubers are rich in starch and after processing it varied from 90% to 65%. They contain various minerals calcium, phosphorus and potassium and organic compounds. The three foods (*Foutou, Placali and Kokonde)* have not the same viscosity according to the cassava variety used in this processing. The viscosity determination therefore allowed to choose the cassava variety for each preparation.

Introduction

Les aliments à base de manioc sont consommés sous diverses formes. Les formes les plus répandues en Côte-d'Ivoire sont l'*attiéké,* le *placali,* le *foutou,* le *kokondé* et le *gari*. Plusieurs travaux de recherches ont été effectués sur le *gari* (9, 10, 17, 18, 21). Quelques travaux ont été réalisés sur l'*attiéké* (2, 4, 5, 15). Peu de recherches existent sur les autres préparations précitées (3, 6). Ailleurs en Afrique, des travaux ont été effectués sur des aliments dérivés du manioc tel que *le bâton de manioc, le chikwangue* (15, 16); *le foufou* au Ghana et au Nigéria (25). Par ailleurs le manioc renferme des glucosides cyanogéniques qui absorbés à une certaine dose sont à long terme potentiellement toxique (22). Ces différents auteurs précités se sont interessés aux diagrammes de fabrication des aliments traditionnels et à la détermination de leur valeur alimentaire.

Certains se sont intéressés à l'influence de quelques étapes de fabrication sur l'élimination de l'acide cyanhydrique.

Les aliments traditionnels ivoiriens (*foutou, placali et kokondé*) sont des pâtes de consistance différente et devraient donc présenter des propriétés physiques différentes.

Le travail a plusieurs objectifs. Les méthodes de préparation de ces plats traditionnels (le *foutou,* le *placali* et le *kokondé*) seront décrites. Ensuite l'influence des traitements technologiques sur les caractéristiques physico-chimiques des racines tubéreuses de manioc lors de la préparation de ces aliments sera étudiée. Ceci permettra de déterminer la valeur alimentaire de ces aliments comme cela a été fait par les auteurs précités sur d'autres aliments à base de manioc. Enfin l'influence de certaines étapes de fabrication (fermenta-

*: Université d'Abobo- Adjame (UAA) 02 BP 801 Abidjan 02 Côte d'Ivoire
**: Centre Ivoirien de Recherches Technologiques (CIRT) 08 BP 881 Abidjan 08 Côte d'Ivoire

tion, séchage et cuisson à l'eau) sur le comportement thermodynamique et hydrodynamique des grains d'amidon contenus dans ces aliments sera étudiée.

Matériel et méthodes

1. Matériel et modes de préparation

Trois variétés de manioc (Bonoua, Ouanga, Akaman) ont été utilisées. Les racines tubéreuses étaient âgées de 9 à 12 mois.
Toutes les préparations et toutes les analyses ont connu trois répétitions

Modes de préparation
Le *foutou traditionnel* est obtenu à partir de la pulpe fraîche cuite à l'eau, puis pilée au mortier de bois.
Le *placali* traditionnel est préparé à partir de la pâte fermentée. Cette pâte est délayée dans l'eau froide puis mise à cuire. Tout en tournant à l'aide d'une spatule en bois, on obtient une pâte souple qui est consommée accompagnée de sauce. La pâte fermentée est obtenue à partir de morceaux de manioc frais. A ces morceaux on ajoute du ferment ou "*magnan*" (8%, p/p) puis on procède au broyage. Ensuite on laisse fermenter pendant un ou trois jours dans des cuvettes fermées hermétiquement. Le broyat fermenté est ensuite pressé et constitue la pâte fermentée.

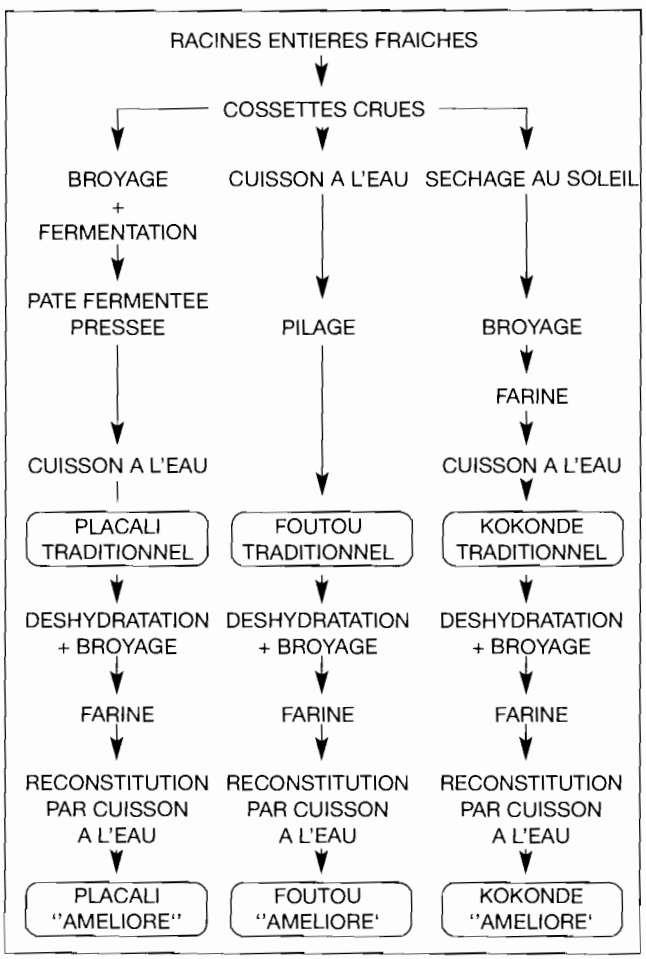

Figure 1. Diagramme de fabrication des différents plats : Foutou, Placali et Kokondé

Notons que le ferment ou "*magnan*"est du manioc, bouilli ou braisé, laissé fermenté dans des sacs de jute pendant deux ou trois jours.
Le *kokondé* est de la farine de cossettes délayée dans de l'eau bouillante. Il faut tourner à l'aide d'une spatule jusqu'à l'obtention d'une pâte. Les cossettes sont des morceaux de tubercules frais séchés au soleil. Le séchage au soleil se fait pendant trois ou quatre jours. Il s'agit de la pratique traditionnelle. Les cossettes ont une épaisseur de 1,5 à 2cm.
Les diverses phases de préparation sont résumées sur le diagramme de fabrication (figure1). Ce diagramme permet de constater que les tubercules ont subi divers traitements technologiques (épluchage, broyage, cuisson à l'eau, fermentation, séchage, pilage etc) selon le type d'aliment considéré. Il montre aussi que le *placali* traditionnel provient du manioc fermenté, le *foutou* du manioc cru et enfin le *kokondé* du manioc séché.

2. Méthodes d'analyses

La teneur en eau a été obtenue par séchage à l'étuve à 100°C jusqu'à poids constant. La matière sèche a été pesée à poids constant. La teneur en amidon total a été déterminée par la méthode polarimétrique dont le principe est décrit par Ewers (13). La méthode de Van Soest (27) a permis de déterminer la teneur en cellulose brute. La technique de Kjedahl a été utilisée pour doser la matière azotée totale. Les lipides totaux ont été extraits à partir de la matière sèche par l'éther diéthylique selon la méthode de Soxhlet. Le dosage des cendres est effectué après calcination à 550°C et refroidissement. Le dosage des éléments minéraux a été fait par la méthode de BIPEA (7). L'acidité directement titrable de l'échantillon a été mesurée avec une solution de soude 0,1N après extraction à l'eau chaude. Le dosage de l'acide cyanhydrique a été fait selon la méthode de la FAO (14).

Etude de la viscosité
Elle a été réalisée sur les farines entières de *foutou, placali et kokondé.* L'appareil utilisé est le viscoamylographe Brabender OHG DUISBURG, model 8025. L'échelle de sensibilité utilisée est de 250 Cmg. Chaque préparation introduite dans le viscoamylographe contient 6 % de matière sèche du produit à tester pour un poids total de 485 g. La vitesse de rotation de la tête de mesure est de 75 tours/min. La température a connu une variation de 30 à 95°C. Elle a été maintenue constante pendant 15 min à 95°C avant d'être rabaisser à 50°C. La vitesse de chauffage est de 1,5°C /min.

Résultats

1.Influence des traitements technologiques sur la composition chimique

Le séchage a une influence sur la teneur en eau et sur la teneur en acide cyanhydrique alors que le broyage n'influence que la teneur en acide cyanhydrique. Seules la cuisson et la fermentation entraînent des modifications au niveau de tous les constituants.
Après séchage la teneur en eau de la farine de cossettes est de l'ordre de 9 à 10%.

Tableau I
Evolution de la composition chimique en fonction du traitement du cultivar Bonoua

Traitement	Frais	Broyage	Cuisson	Séchage au soleil	Fermentation 3jours
eau (%MS)	69,8 ± 1,99	69,5 ± 1,83	70,1 ± 1,80	10,8 ± 1,31	54,4 ± 1,44
amidon (%MS)	83,1 ± 1,80	82,9 ± 1,83	81,9 ± 1,85	83,1 ± 1,9	79,0 ± 1,67
cellulose (%MS)	1,7 ± 0,13	1,7 ± 0,16	0,9 ± 0,06	1,7 ± 0,16	1,4 ± 0,14
azote total (%MS)	3,9 ± 0,26	3,9 ± 0,24	2,3 ± 0,22	3,9 ± 0,20	4,5 ± 0,40
matière grasse (%MS)	0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,02	0	0,4 ± 0,02	0
cendres (%MS)	2,1 ± 0,10	2,1 ± 0,10	1,7 ± 0,07	2,1 ± 0,09	1,3 ± 0,06
pH	5,9 ± 0,26	5,9 ± 0,17	-	-	4 ± 0,17
HCN (mg/100g)	9,0 ± 0,03	8,6 ± 0,03	3,6 ± 0,06	2,4 ± 0,02	3,0 ± 0,03
calcium (%MS)	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01
phosphore (%MS)	0,14 ± 0,03	0,14 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,14 ± 0,03	0,07 ± 0,01
Ca/P	0,21 ± 0,03	0,21 ± 0,03	0,27 ± 0,01	0,21 ± 0,03	0,28 ± 0,01
potassium (%MS)	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03	0,35 ± 0,01	0,5 ± 0,03	0,26 ± 0,03

La cuisson à l'eau entraîne une perte de 2% d'amidon, 0,3% de cellulose brute, 1% de protéines et une perte totale de la matière grasse. La teneur en cendre diminue de 19%. Alors que la teneur en calcium demeure constante (tableau I), une perte de 21% est constatée pour le phosphore et de 30% pour le potassium. La teneur en amidon, cellulose brute et protéines devient respectivement, après trois jours de fermentation, 79%, 1,4% et 4,6%. L'augmentation de la teneur en protéines est en moyenne de 15%. A la fin de cette période de fermentation la matière grasse n'est plus dosable. La teneur en cendres n'est plus que de 1,3% dont 0,02% de calcium, 0,07% de phosphore et 0,26% de potassium, soit une perte respective de 38%, 50%, 33% et 50%. Au cours de la fermentation l'acidité augmente et le pH est compris entre 5,9 et 4 (tableau II).

2. Evolution de la teneur en acide cyanhydrique (HCN)

Le tableau III reprend l'évolution de la teneur en acide en HCN selon les traitements appliqués.

Tableau II
Evolution de l'acidité et du pH en fonction du temps de fermentation

Variété	Temps de fermentation	Acidité (meq/100g)	pH
	0 hf	1,5 ± 0,05	5,9 ± 0,01
BONOUA	24 hf	4,6 ± 0,02	4,3 ± 0,02
	48 hf	5,2 ± 0,02	4,2 ± 0,03
	72 hf	6 ± 0,07	4 ± 0,02

hf: heures de fermentation

Tableau III
Evolution de la teneur en acide cyanhydrique (HCN) en fonction du traitement

Traitement	HCN (mg/100g)	Perte (%)
Frais	9,0 ± 0,03	-
Cuisson à l'eau	3,6 ± 0,06	60
Séchage au soleil	2,4 ± 0,02	74
fermentation 24h	4,9 ± 0,08	45
Fermentation 48h	3,1 ± 0,04	65
Fermentation 72h	3,0 ± 0,03	66
placali cuit	0,9 ± 0,03	90
kokondé cuit	0,6 ± 0,02	94
foutou traditionnel	2,8 ± 0,02	64

Le broyage provoque une diminution du taux de HCN de 5%. Avec la cuisson à l'eau on observe une perte de 60%. La fermentation induit également des pertes en fonction du temps de contact avec les micro-organismes. Pendant les 24 premières heures, 45% d'HCN sont éliminés,

Les diverses analyses effectuées ont permis de déterminer la composition chimique des différents plats étudiés (*foutou, placali et kokondé)* (tableau IV). Ces aliments contenaient en général 65% d'amidon, une quantité résiduelle d'acide cyanhydrique qui variait entre 0,6 et 2,8 mg/100g et étaient très pauvres en lipides et en protides. Ils contenaient aussi de la matiè-

Tableau IV
Composition chimique de trois aliments à base de manioc : *foutou, placali* et *kokondé*

	Frais	Foutou traditionnel	Placali traditionnel	kokondé traditionnel
eau (%)	69,8 ± 1,99	70,2 ± 1,87	60,5 ± 1,76	72 ± 1,73
amidon (%MS)	83,1 ± 1,80	81,8 ± 1,99	77 ± 1,74	82,4 ± 1,74
cellulose (%MS)	1,7 ± 0,13	0,9 ± 0,03	1,1 ± 0,06	1,7 ± 0,11
azote total (%MS)	3,9 ± 0,26	2,4 ± 0,17	4 ± 0,26	3,9 ± 0,26
matière grasse (%MS)	0,4 ± 0,03	0	0	0,4 ± 0,02
cendres (%MS)	2,1 ± 0,10	1,7 ± 0,03	1,2 ± 0,4	2,1 ± 0,11
HCN (mg/100g)	9 ± 0,03	3 ± 0,04	0,9 ± 0,03	0,6 ± 0,02
calcium (%MS)	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,01 ± 0,002	0,03 ± 0,2
phosphore (%MS)	0,14 ± 0,03	0,11 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,14 ± 0,3
Ca/p	0,21 ± 0,03	0,27 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,21 ± 0,01
potassium (%MS)	0,5 ± 0,03	0,3 ± 0,03	0,2 ± 0,02	0,5 ± 0,03

Tableau V
Evolution des caractéristiques des viscoamylogrammes des farines entières de cossettes

Variété	Tg (°C)	Tc (min)	Vm (UB)	Vr (UB)	Ve (UB)	Ve-Vr (UB)	Vm-Vr (UB)
Bonoua	70	13 min 48"	328 ± 1,1	189 ± ,15	220 ± 1,15	31	139
Ouanga	69	4 min 48"	286 ± 0,94	161 ± 0,94	180 ± 0,94	19	125
Akaman	70	4 min	250 ± 0,94	65 ± 0,94	85 ± 0,94	20	185

tg°C : Température du début de gélatinisation
Tc : Temps de cuisson (facilité de cuisson)
Ve : Viscosité après refroidissement à 50 °C
Vm : Viscosité maximale
Ve - Vr : Indice de gélification
Vm - Vr : Chute de la viscosité
Vr : Viscosité lorsque le temps de cuisson est prolongé à 95°C

Tableau VI
Evolution des caractéristiques des viscoamylogrammes des farines entières de pulpe fermentée et de la farine de flocons

Variété	Tg (°C)	Tc (min)	Vm (UB)	Vr (UB)	Ve (UB)	Ve-Vr (UB)	Vm-Vr (UB)
Bonoua	69	15 min 12"	330 0,94	210 0,94	275 0,94	65	120
Ouanga	71	13 min 48"	264 0,94	185 0,94	225 0,94	40	79
Akaman	72	14 min 24"	296 0,95	210 0,95	230 0,95	20	86
Bonoua (flocons)	37	25 min 24"	43 0,47	21 0,47	40 0,47	19	22

tg°C : Température du début de gélatinisation
Tc : Temps de cuisson (facilité de cuisson)
Ve : Viscosité après refroidissement à 50 °C
Vm : Viscosité maximale
Ve - Vr : Indice de gélification
Vm - Vr : Chute de la viscosité
Vr : Viscosité lorsque le temps de cuisson est prolongé à 95°C

re minérale à savoir le calcium, le phosphore et le potassium en proportions variables.

Détermination de la viscosité

L'étude du comportement de la farine de cossette a montré que la variété Bonoua présente le meilleur gonflement avec une viscosité maximale Vm de 328 UB contre 286 UB pour la variété Ouanga et 250 UB pour Akaman. Le temps de cuisson Tc est de 13 min 48" pour Bonoua, 4min 48" pour Akaman et de 4 min pour Ouanga. Lorsque le temps de cuisson est prolongé, une viscosité Vr de 189, 161 et de 85 UB respectivement a été observée pour les variétés Bonoua, Ouanga et Akaman. Les indices de gélification étaient respectivement 14,1% 10,5% et 23,5% pour des taux de chute qui variaient entre 42 et 74%. Ces divers paramètres montrent que les variétés Ouanga et Bonoua ont une meilleure consistance finale et une bonne élasticité par rapport à la variété Akaman (Tableau V, figure 2).

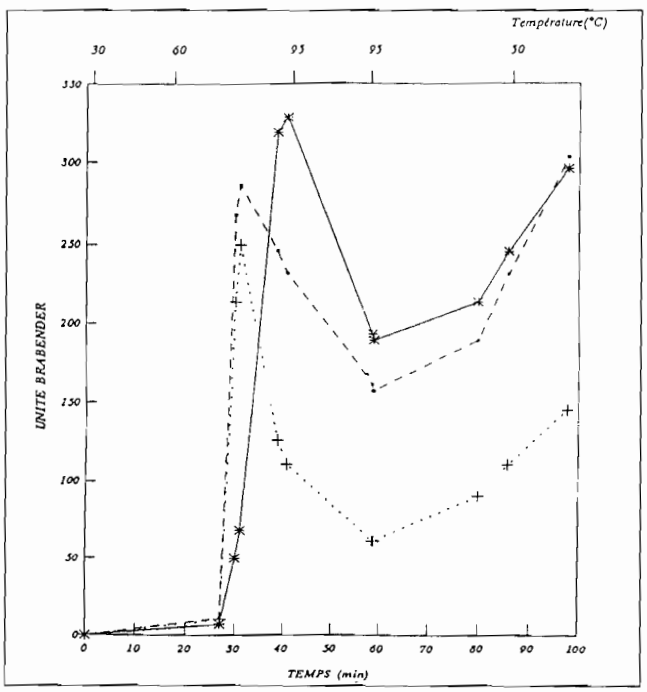

Figure 2. Viscoamylogrammes Brabender de la farine de cossettes des trois variétés de manioc (— Ouanga; + Akaman; *Bonoua)

La farine de la pulpe cuite à l'eau de la variété Bonoua présente une capacité de gonflement de 43 UB. La gélatinisation est faible. L'indice de gélification est élevé: 47,5% pour un taux de chute de 51,7%. Cette farine a donc une faible élasticité (Tableau VI).

Pour une température de début de gélatinisation de 70°C, des Vm de 330, 264 et de 296 UB ont été observées pour les variétés Bonoua, Ouanga et Akaman. Les farines fermentées avaient un indice de gélification de 23,6; 17,7 et de 8,7% pour des taux de chute qui variaient entre 29 et 36%. Les variétés Akaman et Ouanga présentent la meilleure élasticité et une meilleure consistance finale par rapport à la variété Bonoua. (Tableau VII, figure 3).

Discussion

Le broyage contribue à l'élimination de l'HCN. Il permet en effet d'amorcer l'hydrolyse des cyanogènes par la linamarase, enzyme endogène, grâce à la destruction des cellules (11).

La baisse des différentes teneurs en sels minéraux peut être expliquée par leur solubilisation lors du lavage et leur élimination lors du pressage. Ces deux traitements contribuent aussi à l'élimination de l'HCN comme l'ont montré certains auteurs (11, 15, 24)

La cuisson à l'eau n'entraîne pas des pertes élevées en composantes chimiques. Ces résultats confirment ceux des études antérieures (15). Les pertes en amidon seraient liées à une éventuelle hydrolyse au cours de la cuisson et celle des éléments minéraux à une dissolution dans l'eau de cuisson.

Avec la méthode de Van Soest (27) seule la cellulose brute a été dosée ce qui ne réflète pas la teneur en fibres totales. En effet les fibres totales sont constituées d'un groupe de composés glucidiques comprenant outre la cellulose, les hemicelluloses et les substances pectiques. Quantifier les fibres totales en les assimilant en un seul des éléments constitutifs telle que la cellulose revient à faire une estimation par défaut. De plus avec cette methode de dosage 80% des hémicelluloses et de pentosanes sont perdus pendant les hydrolyses successives. On ne récupère que 50 à 80% de la cellulose brute.

Le taux de calcium demeure constant. Cette stabilité du calcium serait due à la présence des oxalates qui peuvent se combiner au calcium et au magnésium pour donner des sels insolubles (22, 23). La cuisson provoque également une forte baisse de la teneur en acide cyanhydrique. En effet, l'acide cyanhydrique serait très volatil à partir de 27°C (10, 24). On comprend qu'à 90°C, température de cuisson, l'essentiel de l'HCN soit éliminé. La teneur résiduelle en acide cyanhydrique (1 à 4 mg/100g observée selon les préparations), serait sans danger pour l'être humain, le seuil de toxicité étant compris entre 5 et 6 mg/100g de produit (22). En effet la consommation journalière de ces différents aliments étant en moyenne de 400g, la teneur quotidienne résiduelle en acide cyanhydrique de 4 à 8 mg est non toxique.

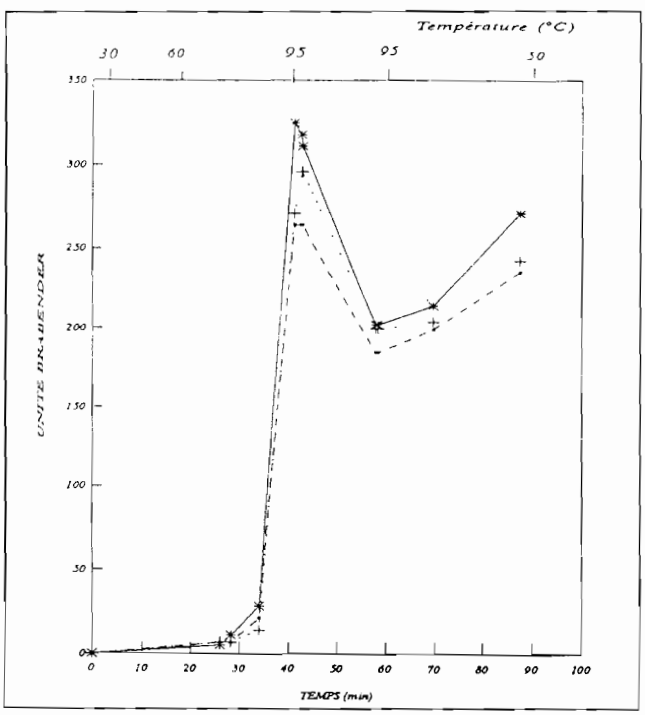

Figure 3. Viscoamylogrammes Brabender de la farine fermentée de (— Ouanga; + Akaman; *Bonoua)

Dans les produits fermentés, à l'exception des protéines, la teneur des principaux composants diminue. Des résultats analogues sont observés au cours des travaux antérieurs (8, 15).

Selon ces auteurs le développement des microorganismes est à l'origine d'un accroissement d'environ 20% de la teneur en protéines.

La décomposition des glucosides cyanogéniques intervient principalement pendant les premières 24h de fermentation, le pH se situant alors à une valeur voisine de pH 5 (18). Nos résultats confirment ces affirmations, car après le premier jour de fermentation une perte moyenne de 45% à pH 4,5 a été enregistrée.

La détoxification serait surtout due au contact du glucoside cyanogénique (linamarine, lotaustraline) avec une enzyme endogène, la linamarase (1, 21). Parallèlement à la détoxicification, un développement de microorganismes interviendrait surtout dans l'hydrolyse de l'amidon et dans la production de l'acide lactique. Dans ces conditions le "magnan" ou levain serait à l'origine de l'apport massif de microorganismes, ce qui contribuerait à la baisse du pH observé dans le milieu lors des deux premiers jours de fermentation. Ce pH se stabilise autour de pH 4 (21). Cette affirmation est confirmée par nos résultats.

Après trois jours de fermentation, l'élimination de l'HCN est moindre. Comme l'expliquent des travaux antérieurs (21), l'activité de la linamarase diminue à pH élevé. L'HCN demeure alors sous forme liée (la cyanhydrine).

Selon nos résultats, le mécanisme de détoxification au cours de la fermentation serait dû aussi bien aux microorganismes qu'à l'enzyme endogène la linamarase. En effet ce traitement permet un contact plus important entre le substrat et l'enzyme.

Le séchage au soleil des morceaux de tubercules frais a permis d'abaisser la teneur en eau entre 9 et 10%, ce qui permet une bonne conservation des farines comme dans le cas de l'attiéké déshydraté (3, 22). A cette humidité, la croissance des bactéries, levures et champignons est faible. De même l'activité enzymatique, le brunissement non enzymatique et l'oxydation des lipides sont à leur minimum.

Dans le cas du séchage au soleil la perte en HCN est estimée entre 75 et 80% . Ce résultat est conforme aux résultats antérieurs (11) qui ont montré en outre qu'un séchage rapide entre 80 et 100°C entraîne seulement une élimination de 10 à 15%. Le système enzymatique est en effet dénaturé par les températures élevées. Au cours du séchage l'élimination de l'HCN serait due non seulement à un phénomène d'évaporation mais aussi à l'activité de la linamarase. L'HCN résiduel dans les cossettes crues et séchées est de l'ordre de 2mg/100g. Après cuisson des farines cette teneur est réduite à 0,6mg/100g. Ainsi la cuisson après traitement réduit considérablement la teneur en acide

cyanhydrique comme cela a été montré dans le cas de l'*attiéké* (24).

La viscosité maximale de l'amidon natif était respectivement de 634, 634 et 628 UB pour les variétés Bonoua, Ouanga et Akaman (28). Nos résultats nous montrent donc une nette différence entre la viscosité maximale de l'amidon natif et celle des grains d'amidon des farines. Ceci pourrait être expliqué par le traitement (séchage, cuisson, fermentation) subit par les grains d'amidon. Cette modification du comportement thermodynamique et hydrodynamique de l'amidon a été observée antérieurement (9, 20). La faible consistance finale observée après refroidissement à 50°C pour les différents aliments testés serait due à la faible humidité des farines.

En effet , sous l'effet du chauffage, lors de la cuisson, les grains d'amidon constitués d'amylopectine et de peu d'amylose subissent en fonction de la température les changements suivants: absorption d'eau, empesage, gélification et retrogradation (12, 20). Dans la pulpe fraîche ces grains sont en suspension dans un milieu liquide (70%) ce qui facilite le phénomène d'absorption. Or dans les farines l'absorption est faible car la teneur en eau est comprise entre 9 et 10%. L'absorption étant faible, il en serait de même pour le gonflement et pour la recristallisation partielle après refroidissement d'où la faible consistance observée. Ces observations expliquent bien la raison pour laquelle le placali et le kokondé sont moins consistants que le *foutou* de manioc. Par ailleurs en considérant les différents paramètres et le temps de cuisson à 95°C, les variétés Ouanga et Bonoua seraient intéressantes pour la préparation du *kokondé* alors que les variétés Akaman et Ouanga le seraient pour le *placali.*

Conclusion

Les diverses analyses chimiques nous ont permis de déterminer la composition chimique des différents plats traditionnels dérivés du manioc (*foutou*, *placali* et *kokondé)*. L'étude comparative de la composition chimique des tubercules frais et des aliments dérivés montre que les traitements technologiques (broyage, cuisson, fermentation et séchage) réduisent la teneur en HCN sans altérer le reste des constituants organiques et minéraux. La cuisson des tubercules est un traitement moins efficace dans l'élimination de l'HCN. Néanmoins, la teneur de l'HCN observée dans les différents aliments testés est sans danger pour l'organisme, comme il l'a été montré, dans le cas du *gari* et de l'*attiéké* (3, 10) . Tous ces résultats nous ont permis d'établir la valeur alimentaire des trois aliments (*foutou*, *placali* et *kokondé*). Ils sont très riches en amidon. Ainsi le rôle de ces aliments dans l'alimentation humaine se rattache essentiellement à un apport calorique. Ils constituent la source principale de calories pour des milliers de personnes. Etant donné que ces plats très pauvres en protéines sont en général consommés accompagnés de sauce, l'on peut dire qu'ils rentrent dans la constitution de repas équilibrés. La fermentation, le séchage et la cuisson modifient fortement le comportement thermodynamique et hydrodynamique des amidons natifs. Mais ces divers traitements modifient différemment la gélification et la retrogradation, ce qui s'expliquerait non seulement par l'état de l'amidon dans les différents plats étudiés mais aussi le choix de la variété pour une préparation donnée. Ainsi l'on pourrait classer ces trois variétés dans l'ordre de préférence suivant: Bonoua pour le foutou , Ouanga ou Bonoua pour le *kokondé* et Akaman pour le *placali*. Ces différents choix observés à partir des paramètres étudiés correspondent à ceux des habitudes alimentaires des populations.

Références bibliographiques

1. Abe M. O. & Lindsay R. C., 1978. Evidence for a lactic streptoccocal role in Nigeria acidic cassava. (*Manihot esculenta* Crantz) Fermentation. J. Fd Protection, 41 (10), 781-784.

2. Aboua F., 1988. Preparation traditionnal de alimentos con yuca en Costa de Marfil. Yuca Buletin Informativo 12 (1): 10-12 ES.. II.

3. Aboua F., 1989. A simple technique for the production of dehydrated attiéké in rural areas in Ivory Coast. *Trop. Sci.* 1989, **29**, 39-45.

4. Aboua F., Konan E ., Kossa A . & Kamenan A . , 1989 Evolution des teneurs d'acide cyanhydrique et d'acide oxalique au cours de la transformation du manioc en attiéké . Agr.Afr 1(2) : 117-122 .

5. Aboua F ., Kossa A., Konan E. & Angbo F., Kamenan A . , 1990 . Evolution de quelques constituants du manioc au cours de la préparation de l'attiéké. Séminaire AUPELF Janvier 1990.

6. Aboua F.,1992.Chemical changes in cassava tubers (*Manihot esculenta* Crantz) during production of placali. Tropical Science. Vol. **32**. Num.4: p. 353-360.

7. BIPEA, 1976. Bureau Interprofessionnel d'Etudes Analytiques. Recueil de méthodes d'analyses des communautés européennes.

8. Cara J. M., 1985. L'infiniment petit au service de l'homme. Pèlerin magazine N° 5344: 30-33.

9. Chuzel G. , 1991 : Amélioration technique et économique du procédé de fabrication de l'amidon aigre de manioc . Amélioration de la qualité des aliments fermentés à base de manioc . Congrès sur " l'amidon aigre de manioc " , 17-20/06/91. C.I.A.T. Cali . Colombie :5-7

10. Chuzel G. & Griffon D. , 1987 . Le gari : un produit traditionnel fermenté à base de manioc : aspect fermentation-détoxification. Montpellier . Centre d'étude et d'expérimentation du machinisme agricole tropical. 13p. Fr., 23 Ref., II

11. Cooke R. D., 1979. Enzymatic essay for determining the cyanide content of cassava and cassava products. Cassava information center, Centro International de Agricultura Tropical, Cali.,Colombia, 1979, 05 EC, 6-15.

12. Duprat F., Galland D. J., Guibot A., Mercier C. & Robin J. P., 1980. L'amidon. In "les polymères végétaux" . Ed. B. Monties Bordas Paris: 231-276.

13. Ewers, 1972. Dosage de l'amidon, méthode polarimétrique. J. O. CEE, 15, L. 123, 7-9.

14. FAO, 1956. Acide cyanhydrique dosage. (Méthode alcaline de titrage). In Traitement du manioc: 84-85.

15. Favier J. C. , 1971 . Etude de la digestibilité in vitro de l'amidon de diverses plantes alimentaires du sud du Cameroun . Influence des transformations technologiques sur l'amidon du manioc . Ind. Alim. Agric. ,c-13

16. Favier J. C., Chevassus- Agnew S. & Gallon G., 1971. La technologie traditionnelle du manioc au Cameroun. Influence sur la valeur nutritive. Annales de la nutrition et de l'alimentation, 25, 1-59.

17. Ikediobi C.O. & Onyeke E. , 1982 - a . Linamarase activity and detoxification of cassa (Manihot esculenta Crantz) during fermentation of gari production .Agr. boil . Chem . **44**, (6), 1667-1669.

18. Ikediobi C. O. & Onyieke E., 1982-b. The use of linamarase in gari production . Process Biochemistry, **17**, (4) : 2-5

19. Kouadio N., Kouakou K., Angbo F. & Mosso K ., 1991 . Etude comparative des méthodes traditionnelles des préparations de l'attiéké dans le sud de la Côte-d'ivoire . Ind. Alim. et Agric. N°108 : 703-706.

2O. Leach H. W., 1965. "Gelatinisation of starch" in Starch: chemistry and technology. Vol. I : 289-307. Ed. R. L. Whisler et E-F. Pashall, Pub. Acad. Press.

21. Meuser F. & Smolnik H. D., 1980. Processing of cassava to gari and other foodstuffs. Starch, 32 (4) , 116-122.

22. Muchnik J. & Vinck D., 1984. La transformation du manioc. Technologies autochtones. Agence de Coopération Culturelle et Technique, Presses universitaires de France, 1984: 172p.

23. Oke O. L., 1966. Chemical studies on some Nigerian foodstuffs "gari" - Nature, 212 (5066): 1055-1056.

24. Ouegnin E. A., 1988. Contribution à l'étude de l'acide cyanhydrique dans un produit de transformation du manioc: l'attiéké. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Univ. CHEIKH ANTA DIOP, Dakar, Sénégal. 113p.

25. Oyewole O.B. & Odunfa S.A., 1992. Effects of processing variables on cassava fermentation for fufu production. Tropical Sciences. Vol. **32**. Num. 3. p. 231-240.

26. Vinck D. , 1982. La transformation du manoc en gari . Mémoire fac. Sci. Agron Gembloux. Belgique : 220 p.

27. Van Soest P. J. & Mc. Queen R. W., 1973. The chemistry and estimation of fibres. Proc. Nutr. Soc. 32: 123-130.

28. Zoumenou V., 1994. Etudes physico-chimique et nutritionnelle de quelques préparations alimentaires à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz). Thèse de Doctorat de 3ème cycle N°205. Univ. Nationale de Côte-d'Ivoire: 101p

*Virginie Zoumenou, Ivoirienne: Assistante en Biochimie -nutrition
**F. Aboua, Ivoirien: Maître de recherche
*D. Gnakri, Ivoirien: Maître de conférence en Biochimie-nutrition
*A. Kamenan, Ivoirien: Professeur en Biochimie

Le 23 et 24 mai 2000, un séminaire international sur l'élevage intensif de gibier à but alimentaire sera organisé à Libreville, par le projet " Développement au Gabon de l'Elevage du Gibier (DGEG) et l'ONG Vétérinaires sans Frontières.

Les candidatures et les demandes de renseignements sont à adresser au :

Comité d'Organisation
B.P. 9129 Libreville
Gabon
Fax : (241) 76 04 22 - Email : vsfgab2@internetgabon