

INFLUENCE DE LA TECHNOLOGIE TRADITIONNELLE DU MANIOC SUR LES TENEURS EN ÉLÉMENTS MINÉRAUX ET EN PHOSPHORE PHYTIQUE

par

A. JOSEPH

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
Centre de Yaoundé — Cameroun

(Reçu le 2 avril 1973)

I. INTRODUCTION

L'importance des éléments minéraux dans la nutrition animale et humaine n'est plus à démontrer et les conséquences d'une insuffisance minérale de la ration ont fait l'objet de nombreux travaux.

Dans un précédent travail, il a été montré l'influence des transformations technologiques du manioc sur sa valeur nutritive [FAVIER et coll. (4)].

Au Nigeria, OKE (7-8) a dressé le bilan nutritionnel de quelques aliments utilisés par les habitants de ce pays, en particulier le « gari » et le « kpokpogari ». Ce sont deux formes de préparation du manioc : dans les deux cas il s'agit de manioc râpé, fermenté et frit, mais l'aspect des produits et le temps de fermentation sont variables.

Selon cet auteur, le phosphore phytique serait absent du gari et du kpokpogari. On sait le rôle du phosphore phytique dans la formation de sels peu solubles ou insolubles qui s'éliminent par les fécès. C'est pourquoi d'une part, il représente une source peu utilisable de phosphore et d'autre part,

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 7. 177

Cote : B

O. R. S. T. O. M. 120 NOV. 1973

Collection de Référence

n° 7177 Nutri.

il diminue le coefficient d'utilisation digestive de certains éléments minéraux utiles à l'organisme, notamment le calcium.

En ce qui nous concerne, nous avons mis particulièrement l'accent sur le bilan minéral et la teneur en phosphore phytique de quatre formes d'aliments dérivés de la racine de manioc, couramment consommés dans le Sud-Cameroun, à savoir le « meduame-mbong », « le bâton de manioc », les farines séchées au soleil et la « boule de manioc ou fougou ».

II. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE ET RÉSULTATS

Pour les dosages des éléments minéraux dans les aliments, nous avons adopté la calcination au four, à 530-550 °C pendant 8 heures, d'une prise d'essai d'environ 1 g, suivie d'une insolubilisation de la silice par 5 ml de HCl et d'une reprise par HNO₃ 1/10 (v/v).

Les dosages de Ca, K et Na ont été faits par photométrie de flamme à l'aide d'un photomètre EPPENDORF, celui du phosphore total par la méthode au vanadate et celui du phosphore phytique par la méthode colorimétrique de HOLT (5).

L'analyse de chaque échantillon a été effectuée sur trois prises d'essai.

Un schéma de la technologie traditionnelle du manioc, emprunté à FAVIER (4) indique en encadré les formes directement consommables.

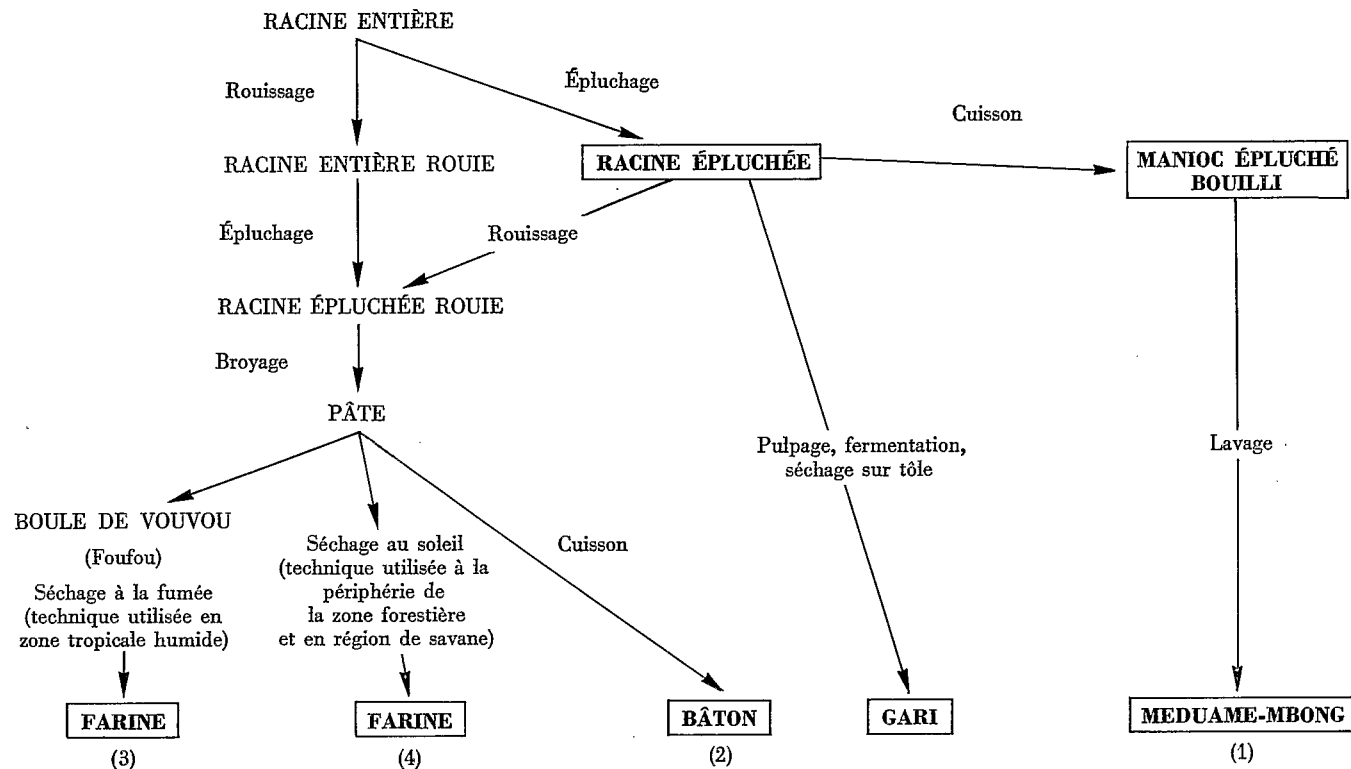
A. Le « meduame-mbong » (tableau I)

Des racines de manioc épluchées et coupées en fragments sont bouillies dans l'eau pendant une heure environ : on obtient un produit consommable qui lavé à grande eau, devient le « meduame-mbong ».

La cuisson et le lavage prolongé diminuent considérablement la teneur en matières minérales : cependant il y a lieu de faire une distinction entre les deux étapes de préparation.

Lors de la cuisson une baisse du taux des cendres de 18 p. 100 correspond à une faible chute de trois éléments minéraux (P, Ca, K) se situant entre 3 et 12 p. 100, sauf pour Na qui accuse un léger gain.

Le lavage accentue ces chutes pour les cendres, le phosphore et le potassium; par contre un accroissement de 26 p. 100 environ de la teneur en calcium et une très forte hausse en sodium caractérisent cette étape de la préparation du « meduame-mbong ». On peut attribuer cette élévation des taux de calcium et de sodium aux éléments minéraux apportés par les eaux de lavage.



TABEAU I

Technologie du meduame-mbong

(pour 100 g de matière sèche)

Désignation	Cendres (g)	Phosphore total (mg)	P. phytique (mg)	$\frac{\text{P. phytique}}{\text{P. total}} \times 100$
Manioc épluché cru.....	2,02	210,5	88,1	41,9
Manioc épluché bouilli.....	1,65	191,3	57,3	30
Meduame-mbong.....	0,27	68,7	35,9	52,3

Désignation	Ca (mg)	$\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$	K (mg)	Na (mg)
Manioc épluché cru.....	34,5	0,16	658,7	7,2
Manioc épluché bouilli.....	33,5	0,17	576,9	7,8
Meduame-mbong.....	42,4	0,61	28,4	21

Bilan

	Cendres	Phosphore total	P. phytique
Pourcentage de diminution (—) ou d'accroissement (+) par cuisson.....	— 18,3	— 9,1	— 35
Pourcentage de diminution ou d'accroissement par lavage prolongé.....	— 83,7	— 64,1	— 37,4

	Ca	K	Na
Pourcentage de diminution (—) ou d'accroissement (+) par cuisson.....	— 2,9	— 12,4	+ 8,3
Pourcentage de diminution ou d'accroissement par lavage prolongé.....	+ 26,5	— 95,1	+ 169,2

Quant au phosphore phytique, sa diminution est du même ordre de grandeur au cours des deux opérations, soit environ 36 p. 100. Il est intéressant de souligner que par suite de la forte chute du taux de phosphore total lors du lavage (64 p. 100), il s'ensuit un pourcentage élevé en phosphore phytique de l'ordre de 52 p. 100 dans le « meduame-mbong », alors que le manioc bouilli a un taux de phosphore phytique plus favorable que le manioc cru.

Il reste à mettre l'accent sur le fait que le meduame-mbong, par son rapport phospho-calcique de 0,61, est encore l'aliment le mieux équilibré en comparaison du manioc épluché cru et du manioc bouilli.

B. Le « bâton de manioc » (tableau II)

Après broyage à la meule dormante de la racine épluchée rouie (le rouissage consiste à laisser séjourner de 3 à 6 jours dans l'eau le tubercule pour éliminer l'hétéroside toxique des variétés amères), la pâte est enroulée et ficelée dans des feuilles.

Ce bâton, qui peut mesurer jusqu'à 60 cm de long, subit ensuite une cuisson d'une heure ou deux dans une marmite tapissée de feuilles. C'est le « bâton de manioc ». Il est consommé chaud ou froid.

Dans le bâton frais (0 jour), il faut noter un gain très sensible en cendres, calcium et potassium et une petite hausse, sans doute non significative d'environ 3 p. 100 de phosphore par rapport à la pâte : on peut supposer que ces augmentations quasi générales des matières minérales sont dues lors de la cuisson à une migration d'éléments minéraux des enveloppes végétales vers la pâte.

Par contre, durant le stockage, il se produit le phénomène inverse : les plus fortes chutes sont enregistrées pour les cendres, le phosphore et le calcium.

La pâte devenant de plus en plus ferme, par dessèchement au cours de la conservation, on peut imaginer une fuite de certains éléments minéraux vers les enveloppes de feuilles.

L'influence de la cuisson et du stockage est beaucoup plus explicite si l'on considère le pourcentage de perte ou de gain rapporté à la racine entière : en effet, la pâte accuse une grande déficience en matières minérales, cette déficience est minimisée dans la préparation du bâton lors de la cuisson; pendant la conservation les pertes sont plus accentuées.

Les taux élevés du sodium dans les bâtons ne peuvent s'expliquer que par un apport extérieur au cours du broyage du manioc épluché roui à la meule dormante.

Par rapport à l'étape antérieure du rouissage, le broyage enrichit la pâte en matières minérales, ce qui était à prévoir; en effet le frottement de la mollette en pierre sur la meule dormante pour réduire en pâte les racines de manioc coupées en petits fragments contribue à cet enrichissement.

TABLEAU II. — *Technologie du bâton de manioc*
(pour 100 g de matière sèche)

Désignation	Cendres (g)	Phosphore total (mg)	P. phytique (mg)	$\frac{\text{P. phytique}}{\text{P. total}} \times 100$	Ca (mg)	$\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$	K (mg)	Na (mg)
Racine entière.....	1,98	70,2	32	45,6	48,3	0,69	483,3	6
Manioc épluché.....	1,68	66,4	30,3	45,6	30,4	0,46	498,7	7,7
Manioc épluché roui.....	0,61	34,5	8,6	25	23,5	0,68	202,8	5,1
Manioc épluché roui défibré.....	0,58	33,6	8,5	25,4	21,3	0,63	181,2	4,7
Pâte.....	0,72	41,4	0	0	25,8	0,62	211	24
Bâton de 0 jour.....	0,83	42,5	0	0	27,7	0,65	263,8	23,3
Bâton de 8 jours.....	0,70	38,2	0	0	25	0,65	250,4	25,3
<i>Influence de la cuisson et du stockage</i>								
	Cendres	Phosphore total	P. phytique	Ca	K	Na		
<i>Pâte-bâton 0 jour :</i>								
Pourcentage de diminution (—) ou d'accroissement (+) lors de la cuisson.....	+ 15,3	+ 2,7	0	+ 7,4	+ 25	— 2,9		
<i>Bâton 0 jour-8 jours :</i>								
Pourcentage de diminution ou d'accroissement lors de la conservation.....	— 15,7	— 10,1	0	— 9,7	— 5,1	+ 8,6		
<i>Bilan de la préparation du bâton</i> (Pourcentage de diminution ou d'accroissement par rapport à la racine entière)								
Pâte.....	— 63,6	— 41	— 100	— 46,6	— 56,3	+ 300		
Bâton frais.....	— 58,1	— 39,5	— 100	— 42,7	— 45,4	+ 288,3		
Bâton de 8 jours.....	— 64,6	— 45,6	— 100	— 48,2	— 48,2	+ 321,7		

La teneur en phosphore phytique diminue considérablement lors du rouissage pour s'annuler dans la pâte et dans le bâton : cette absence de phosphore phytique peut être due à une hydrolyse partielle au cours du rouissage, totale après le broyage.

C. La « boule de manioc ou fougou » (tableau III)

La pâte provenant de la racine épluchée rouie est enveloppée dans des feuilles végétales et ficelée. Elle est déposée sur des claies montées à demeure au-dessus des foyers de cuisine. Une bonne deshydratation des boules demande un délai minimum de 15 jours avant leur utilisation.

Au moment de la consommation, les boules dégagées de leurs enveloppes végétales sont raclées. Cette opération consiste à enlever la pellicule noirâtre formée lors du séchage à la fumée. Les boules sont ensuite réduites en farine : celle-ci jetée dans l'eau chaude donne une pâte ou bouillie qui est la forme consommable.

Pendant le séchage à la fumée les éléments hydrosolubles de la pâte migrent vers la périphérie; le raclage de la boule qui s'ensuit au moment de la consommation diminue le taux des cendres ce qui se manifeste par une chute des principaux éléments minéraux. Cette chute, rapportée à la pâte, est plus importante pour le calcium dans une boule de 30 jours que dans celle de 15 jours. En effet, la migration des substances minérales occasionnée par un départ d'eau est plus intense pour une dessiccation prolongée de 30 jours. Le résultat se traduit par une moindre perte en matières minérales dans une farine provenant d'une boule de 15 jours.

Rapporté à la racine entière, le pourcentage de perte va en s'accroissant : il atteint environ 76 p. 100 pour les cendres, 58 p. 100 pour le phosphore, 54 p. 100 pour le calcium, 60 p. 100 pour le potassium, le bilan sodique restant encore légèrement positif.

Comme dans le cas du « bâton de manioc », aucune présence de phosphore phytique n'a été décelée dans les farines.

D. Les farines séchées au soleil (tableau IV)

Le séchage au soleil de la pâte humide est un procédé utilisé surtout dans les régions limitrophes entre la zone forestière et la zone de savane. La pâte étalée sur le bord des routes ou sur des nattes est laissée au soleil.

La farine récoltée se présente en cossettes : celles-ci sont ensuite écrasées et tamisées. La farine peut alors servir dans les préparations de bouillie et de pâte, tout comme les farines provenant des boules de manioc (fougou).

TABLEAU III. — *Technologie du fufou*
(pour 100 g de matière sèche)

Désignation	Cendres (g)	Phosphore total (mg)	P. phytique (mg)	$\frac{\text{P. phytique}}{\text{P. total}} \times 100$	Ca (mg)	$\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$	K (mg)	Na (mg)
Racine entière.....	1,98	70,2	32,0	45,6	48,3	0,69	483,3	6,0
Manioc épluché.....	1,68	66,4	30,3	45,6	30,4	0,46	498,7	7,7
Manioc épluché roui.....	0,61	34,5	8,6	25	23,5	0,68	202,8	5,1
Manioc épluché roui défibré.....	0,58	33,6	8,5	25,4	21,3	0,63	181,2	4,7
Pâte.....	0,72	41,4	0	0	25,8	0,62	211	24
Boule de 15 jours.....	0,47	29,4	0	0	23,1	0,79	194,1	7,4
Boule de 30 jours.....	0,48	29	0	0	21,3	0,73	192,3	6,5

<i>Influence du séchage à la fumée</i>							
(Pourcentage de diminution ou d'accroissement par rapport à la pâte)							
	Cendres	Phosphore total	P. phytique	Ca	K	Na	
Boule 15 jours.....	— 34,7	— 29	0	— 10,5	— 8	— 69,2	
Boule 30 jours.....	— 33,3	— 30	0	— 17,4	— 8,9	— 72,9	

(Pourcentage de diminution ou d'accroissement par rapport à la racine entière)						
	Cendres	Phosphore total	P. phytique	Ca	K	Na
Pâte.....	— 63,6	— 41	— 100	— 46,6	— 56,3	+ 300
Boule 15 jours.....	— 76,3	— 58,1	— 100	— 52,2	— 59,8	+ 23,3
Boule 30 jours.....	— 75,8	— 58,7	— 100	— 55,9	— 60,2	+ 8,3

TABLEAU IV. — Farines séchées au soleil provenant de manioc épluché puis roui

(pour 100 g de matière sèche)

Désignation	Cendres (g)	Phosphore total (mg)	P. phytique (mg)	$\frac{\text{P. phytique}}{\text{P. total}} \times 100$	Ca (mg)	$\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$	K (mg)	Na (mg)
Racine entière.....	1,98	70,2	32	45,6	48,3	0,69	483,3	6,0
Écorce interne.....	2,40	81,5	73	89,6	209,5	2,57	554,6	7,5
Manioc épluché.....	1,68	66,4	30,3	45,6	30,4	0,46	498,7	7,7
Manioc épluché roui.....	0,61	34,5	8,6	25	23,5	0,68	202,8	5,1
Manioc épluché roui défibré.....	0,58	33,6	8,5	25,4	21,3	0,63	181,2	4,7
Pâte.....	0,72	41,4	0	0	25,8	0,62	211	24
Farine séchée au soleil non tamisée.	0,76	33,4	5,6	16,8	19,5	0,58	191,2	5,1
Farine tamisée.....	0,87	32,7	3,3	10,2	20,6	0,63	188	4,9
(Pourcentage de diminution ou d'accroissement par rapport à la pâte)								
		Cendres	Phosphore total	P. phytique	Ca	K	Na	
Farine non tamisée.....	+ 5,6	— 19,3	+	— 24,4	— 9,4	— 78,7		
Farine tamisée.....	+ 20,8	— 21	+	— 20,2	— 10,9	— 79,6		
(Pourcentage de diminution ou d'accroissement par rapport à la racine entière)								
Pâte.....	— 63,6	— 41	— 100	— 46,6	— 56,5	+ 300		
Farine non tamisée.....	— 61,6	— 52,4	— 82,5	— 59,6	— 60,4	— 15		
Farine tamisée.....	— 56,1	— 53,4	— 89,6	— 57,3	— 61,1	— 18,3		

Les pourcentages de perte par tamisage par rapport à la pâte provenant de manioc épluché roui ne diffèrent pas significativement : les écarts sont faibles, sauf une différence notable dans le gain des cendres. Il en est de même vis-à-vis de la racine entière.

Mais il y a lieu de noter dans les farines séchées au soleil un faible pourcentage de phosphore phytique compris entre 10 et 17 p. 100 : il semblerait que l'activité enzymatique totale dans la pâte, se serait ralentie, sans doute sous l'effet du séchage au soleil.

E. Influence du mode de séchage (tableau V)

Le mode de séchage des farines de manioc influe sur leur composition minérale : le séchage à la fumée diminue considérablement le taux des cendres, les pertes en phosphore sont élevées, par contre les baisses en calcium enregistrées sont relativement moins importantes que dans les farines séchées au soleil.

TABLEAU V

*Influence du mode de séchage sur la composition minérale
et en phosphore phytique des farines de manioc*

(Pourcentage de diminution ou d'accroissement rapporté à la racine entière)

	Séchage fumée		Séchage soleil	
	Farine (boule 15 jours)	Farine (boule 30 jours)	Farine non tamisée	Farine tamisée
Cendres	— 76,3	— 75,8	— 61,6	— 56,1
Phosphore total	— 58,1	— 58,7	— 52,4	— 53,4
P. phytique	— 100	— 100	— 82,5	— 89,6
Calcium	— 52,2	— 55,9	— 59,6	— 57,3
Potassium	— 59,8	— 60,2	— 60,4	— 61,1
Sodium	+ 23,3	+ 8,3	— 15	— 18,3

Les teneurs en potassium dans les deux cas sont constantes, les teneurs en sodium élevées dans les farines séchées à la fumée sont faibles dans celles séchées au soleil.

Il est intéressant de souligner que le rapport phospho-calcique est nettement amélioré dans les farines provenant des boules de manioc; de plus, l'absence de phosphore phytique dans ces mêmes farines donne un intérêt supplémentaire à la technique de séchage à la fumée.

F. Influence du rouissage (tableaux IV, VI et VII)

Une étude comparative sur des farines séchées au soleil provenant de racine épluchée puis rouie et de racine rouie entière puis épluchée a été réalisée.

TABLEAU VI

Farines séchées au soleil provenant de manioc roui entier

(pour 100 g de matière sèche)

Désignation	Cendres (g)	Phosphore total (mg)	P. phytique (mg)	$\frac{\text{P. phytique}}{\text{P. total}} \times 100$
Racine entière.....	1,98	70,2	32	45,6
Manioc entier roui.....	1,63	53	28,1	53
Manioc entier roui épluché.....	1,65	57,3	19,6	34,2
Farine séchée au soleil non tamisée.	1,65	58,7	21,7	37
Farine tamisée.....	1,83	57	18,8	33

Désignation	Ca (mg)	$\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$	K (mg)	Na (mg)
Racine entière.....	48,3	0,69	483,3	6,0
Manioc entier roui.....	53,3	1,01	384,7	4,2
Manioc entier roui épluché.....	27	0,47	366,5	3,9
Farine séchée au soleil non tamisée....	30	0,51	444,7	6,3
Farine tamisée.....	29,2	0,51	449,8	6,2

TABLEAU VII

*Influence du rouissage sur la composition minérale
et en phosphore phytique des farines séchées au soleil*

(Pourcentage de diminution ou d'accroissement par rapport à la racine entière)

	Manioc épluché puis roui		Manioc roui entier puis épluché	
	Farine non tamisée	Farine tamisée	Farine non tamisée	Farine tamisée
Cendres.....	— 61,6	— 56,1	— 16,7	— 7,6
Phosphore total.....	— 52,4	— 53,4	— 16,4	— 18,8
P. phytique.....	— 82,5	— 89,6	— 32,2	— 41,5
Calcium.....	— 59,6	— 57,3	— 37,9	— 39,5
Potassium.....	— 60,4	— 61,1	— 8	— 6,9
Sodium.....	— 15	— 18,3	+ 5	+ 3,3

On sait que l'épluchage, qui élimine l'écorce externe et interne peut s'effectuer avant ou après rouissage de la racine.

Il se confirme qu'il est préférable de ne pas peler les racines avant de les faire rouir; en effet, les pourcentages de perte rapportés à la racine entière sont infiniment plus élevés lorsque l'épluchage est antérieur au rouissage, en ce qui concerne les éléments minéraux. Il semble que la dissolution de ces derniers est réduite, lors du rouissage, en présence de l'écorce. L'écorce interne, fortement minéralisée, jouerait un rôle protecteur contre la fuite des nutriments.

Un inconvénient cependant dans le rouissage du manioc entier : les farines issues de ce manioc ont une teneur élevée en phosphore phytique et un rapport phospho-calcique plus faible.

III. DISCUSSION

Ces différentes préparations à base de manioc sont-elles réellement déminéralisantes ? Mis à part les cas du « meduame-mbong » et des farines séchées au soleil issues de manioc roui entier, les faibles teneurs en phosphore phytique ou son absence ne doivent pas nuire à la valeur nutritive des rations correspondantes.

De cette étude technologique, il ressort que les matières minérales en général, malgré les fluctuations occasionnées par les différentes étapes de préparation, ne sont pas sujettes à de grandes variations et que l'équilibre de Ca et P n'est pas sensiblement modifié.

Au vu du tableau récapitulatif (VIII), les valeurs dispersées des teneurs en cendres et des principaux éléments minéraux ne nous permettent pas de comparer qualitativement les différentes préparations de manioc étudiées.

En valeur absolue, on observe une forte diminution de la plupart des éléments minéraux par rapport à la racine entière, sauf pour le sodium (bilan sodique largement positif excepté pour les farines séchées au soleil issues de manioc épluché roui).

TABLEAU RÉCAPITULATIF VIII
(pour 100 g de matière sèche)

Désignation	Cendres (g)	Phosphore total (mg)	P. phytique (mg)	$\frac{\text{P. phytique}}{\text{P. total}} \times 100$
« Meduame-mbong »	0,27	68,7	35,9	52,3
Bâton de manioc frais.....	0,83	42,5	0	0
« Fofou » (15 jours).....	0,47	29,4	0	0
Farine séchée au soleil (tamisée) ... } Origine : manioc épluché roui..... }	0,87	32,7	3,3	10,2
Farine séchée au soleil (tamisée) ... } Origine : manioc roui entier..... }	1,83	57	18,8	33

Désignation	Ca (mg)	$\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$	K (mg)	Na (mg)
« Meduame-mbong »	42,4	0,61	28,4	21
Bâton de manioc frais.....	27,7	0,65	263,8	23,3
« Fofou » (15 jours)	23,1	0,79	194,1	7,4
Farine séchée au soleil (tamisée)..... } Origine : manioc épluché roui..... }	20,6	0,63	188	4,9
Farine séchée au soleil (tamisée)..... } Origine : manioc roui entier	29,2	0,51	449,8	6,2

Ces variations correspondent dans chaque cas à des modes de préparations différents (épluchage, rouissage, cuisson, lavage, broyage, raclage).

En général, le broyage à la meule dormante enrichit la pâte en minéraux par rapport à l'étape antérieure, mais ce gain est très vite perdu lors des traitements ultérieurs : raclage de la boule, séchage et tamisage de la farine.

Seul le « bâton de manioc » frais conserve ce gain (phosphore, calcium, potassium) ou en perd très peu (sodium).

Dans toutes ces préparations, jusqu'au stade final, seul le « meduame-mbong » s'enrichit en calcium, les eaux de lavage semblant être responsables de ce gain.

Il reste cependant que l'apport minéral des régimes alimentaires à base de manioc est très en dessous du besoin théorique.

On sait la possibilité de l'homme de s'adapter jusqu'à un certain point à un apport réduit en calcium [BEGUM et coll. (2)]. Mais les populations des zones forestières consomment naturellement des feuilles et surtout celles de manioc. Ces feuilles pilées sont cuites avec un peu de noix de palme. La valeur biologique de ces feuilles est bien connue depuis les travaux de EGGUM (3), ADRIAN et coll. (1) : la richesse des feuilles en calcium et en phosphore ($\frac{\text{Ca}}{\text{P}} = 2$) peut pallier le déséquilibre du reste de la ration.

Lors du rouissage, une fermentation s'installe et le degré de cette fermentation est fonction, entre autres, des conditions d'humidité de préparation des aliments. Dans le cas des aliments tropicaux (tubercules, légumes secs), la fermentation et une température modérée permettent l'hydrolyse de la majeure partie du phosphore phytique : son absence dans le « bâton de manioc » et dans le « fougou » s'expliquerait par l'activation de systèmes enzymatiques. Par contre, une cuisson jusqu'à ébullition détruirait les phytases et les produits finaux ne seraient déphytinisés que de façon plus réduite : c'est le cas du manioc bouilli et du meduame-mbong.

Comme dans le cas des farines panifiables [RANHOTRA (10), REINHOLD (11)], la fermentation agit favorablement en réduisant le taux du phosphore phytique : tous les produits fermentés ou ayant subi un début de fermentation, comme le « gari », le « kpokpogari », le « bâton de manioc », le « fougou » sont dépourvus de phosphore phytique. Pour OKE (9) l'absence de phosphore phytique dans les produits fermentés est due à l'hydrolyse enzymatique par les phytases.

Par ailleurs, la décomposition enzymatique de la phytine améliore également la valeur vitaminique : l'inositol résultant de la dégradation de la phytine assure la croissance et la multiplication des levures, riches en vitamines du groupe B [ISSAKOVA et coll. (6)].

On voit l'importance de l'utilisation d'aliments fermentés dans les pays à population mal nutrie, sur le plan nutritionnel (enrichissement en vitamines

et en minéraux) et sur le plan économique étant donné l'abondance de la matière première permettant leur fabrication à peu de frais.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ADRIAN J., PEYROT F., *Méd. Trop.*, 1970, **30**, 263-274. — 2. BEGUM A., PEREIRA S. M., *Brit. J. Nutr.*, 1969, **23**, 905. — 3. EGGUM B. O., *Brit. J. Nutr.*, 1970, **24**, 761. — 4. FAVIER J. C., CHEVASSUS-AGNÈS S., GALLON C., *Ann. Nutr. Aliment.*, 1971, **25**, 1-59. — 5. HOLT R., *J. Sci. Food. Agr.*, 1955, **6**, 136-142. — 6. ISSAKOVA E. A., FERTMAN G. T., *Khliebop Kondit. Prom.*, 1968, **12**, (2), 12-14. — 7. — OKE O. L., *Nature*, 1966, **3**, 213 (3), 1055-1056. — 8. OKE O. L., *Trop. Sci.*, 1966, **8**, 23-27. — 9. OKE O. L., *The Ind. J. Nutr. Dietetics*, 1970, **7**, 2, 119-129. — 10. RANHOTRA G. S., *J. Food Sci.*, 1972, **37**, **1**, 12-13.

11. REINHOLD J. G., *Amer. J. Clin. Nutr.*, 1971, **24**, 1204-1206.

**ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**
— 15, quai Anatole-France, PARIS-7^e —

**ANNALES DE LA NUTRITION
ET
DE L'ALIMENTATION**

REVUE BIMESTRIELLE

Publiée sous l'égide du
CENTRE NATIONAL DE COORDINATION DES ÉTUDES
ET RECHERCHES SUR LA NUTRITION ET L'ALIMENTATION

Fondateur : Émile-F. TERROINE.

Président du comité de rédaction :

R. JACQUOT, directeur honoraire du Centre de recherches sur la nutrition (Centre national de la recherche scientifique).

Rédacteur en chef :

M^{lle} A. GAUCHER, C.N.E.R.N.A., 71, boulevard Péreire, Paris (17^e). Tél. 227.66.24 à 28, poste 340.