



INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET AGRICOLES

86^e ANNEE

JANVIER 1969 • N° 1

Etude de la digestibilité "in vitro" de l'amidon de diverses plantes alimentaires du Sud-Cameroun

**Influence des transformations technologiques
sur l'amidon de manioc**

par J.-C. FAVIER

Section Nutrition, Centre ORSTOM de YAOUNDE (Cameroun)

Etude de la digestibilité "in vitro" de l'amidon de diverses plantes alimentaires du Sud-Cameroun

Influence des transformations technologiques sur l'amidon de manioc

par J.-C. FAVIER

Section Nutrition, Centre ORSTOM de YAOUNDE (Cameroun)

On sait que le terme de digestibilité exprime deux notions.

Comme l'explique JACQUOT (1), l'une, celle des nutritionnistes et des physiologistes, traduite par le Coefficient d'utilisation digestive (C.U.D.), désigne la capacité pour un aliment donné d'être bien utilisé, c'est-à-dire de donner des nutriments réellement absorbés au niveau de la muqueuse intestinale. Elle est déterminée par des mesures *in vivo*.

L'autre, celle des médecins et du public, est une notion qualitative, exprimant qu'un aliment est digéré plus ou moins vite et facilement. Elle peut être traduite par la vitesse de l'attaque enzymatique de l'aliment au cours du transit digestif. On l'appelle quelquefois digestibilité *in vitro* car la dégradation d'un aliment par les enzymes peut être mesurée sans avoir recours à l'expérimentation sur animaux.

Les nombreuses recherches effectuées sur l'amidon ont montré que sa vitesse d'hydrolyse enzymatique dépendait de sa structure granulaire et physico-chimique, cette structure étant elle-même sous la dépendance de l'origine botanique de l'amidon considéré et des traitements technologiques qu'il a préalablement subis (2).

C'est ainsi que depuis BROWN et HERON, il est habituel de classer en deux groupes les amidons crus, selon leur vitesse d'hydrolyse enzymatique :

- amidons de céréales et de manioc, faciles à hydrolyser ;
- amidons d'organes souterrains autres que le manioc (pomme de terre, arrow-root, patate douce), plus résistants.

On sait aussi que certains traitements, tels que le broyage, le chauffage, l'action des détergents, des acides dilués ou des rayons gamma, accélèrent

la digestion *in vitro* de l'amidon. Dans le domaine des procédés de technologie alimentaire utilisés en Afrique, PERISSE, ADRIAN et JACQUOT (3) ont montré que l'amidon de manioc était plus facilement hydrolysable après la fermentation et le léger chauffage qu'il subit au cours de la préparation du gari.

Le présent travail a eu essentiellement deux objectifs :

1° Comparer les digestibilités *in vitro* des amidons crus de diverses plantes alimentaires du Sud-Cameroun : manioc, macabo (*xanthosoma*), taro (*colocasia*), patate douce, igname, pomme de terre, banane plantain, fruit à pain (*artocarpus communis apyrena*) et maïs.

2° Etudier l'influence de différents modes de préparation du manioc sur la vitesse d'hydrolyse de l'amidon. En particulier, nous voulions savoir si la rapide dégradation de l'amidon de gari, signalée par PERISSE, ADRIAN et JACQUOT, était due à la fermentation ou au séchage à la chaleur.

Le gari, largement consommé dans certaines régions du Cameroun, de la Nigeria, du Dahomey et du Togo, est préparé de la façon suivante :

- les tubercules épluchés sont râpés sur une tôle perforée ; la pulpe ainsi obtenue, introduite dans des sacs de jute, est comprimée entre des planches pendant deux ou trois jours ; l'excès de liquide s'égoutte alors et la pulpe subit un début de fermentation ; elle est ensuite séchée par passage sur une tôle chauffée enduite d'huile de palme.

On obtient une semoule grossière, de couleur crème, de goût acidulé, pouvant se conserver des mois. On la consomme généralement dans de l'eau sucrée ou quelquefois du lait dans lesquels elle

gonfle considérablement ; on peut aussi la faire cuire.

Les autres modes de préparation du manioc utilisés au Cameroun que nous avons étudiés sont ceux du bâton de manioc et de la farine.

Les racines, après épluchage, sont mises à séjourner 2 ou 3 jours dans l'eau pour éliminer les glucosides cyanogénétiques des variétés amères. Elles sont ensuite broyées et la pâte obtenue peut être traitée de trois façons différentes :

- enroulée dans des feuilles de lianes ou de bananier sous forme de bâtons de 2 à 5 cm de diamètre et 40 à 60 cm de long, elle est cuite à la vapeur dans de grandes marmites où elle se transforme en empois translucide ; les bâtons, d'odeur souvent nauséabonde, peuvent être conservés plusieurs jours ; on les utilise surtout au cours des déplacements ;

— étalée et séchée au soleil, la pâte se transforme en galettes qu'il suffit d'écraser pour obtenir de la farine ;

— agglomérée en boules d'environ 500 g déposées sur des claies et exposées à la fumée, elle donne des boules noirâtres et cassantes qu'on peut conserver longtemps et qui, au moment de l'emploi, sont râclées pour éliminer la partie noire et réduites en farine par écrasement.

La farine obtenue par l'un ou l'autre des procédés est jetée dans l'eau bouillante et consommée sous forme de pâte (foufou de manioc).

Quelquefois aussi les racines de manioc sont consommées simplement cuites à l'eau bouillante. Parfois enfin, le manioc doux est mangé cru sans traitement préalable.

MODE OPERATOIRE

La digestibilité *in vitro* de l'amidon a été déterminée par l'étude des cinétiques de son hydrolyse à l'aide de l' α -amylase bactérienne (N.B.C.).

L' α -amylase a été choisie de préférence à la β -amylase car c'est elle qui, chez les animaux, est responsable de la transformation de l'amidon en dextrines, maltose et glucose.

Par ailleurs, l'amylase d'origine bactérienne présente certaines analogies d'action avec l'amylase pancréatique et chez certains animaux, notamment les ruminants, la dégradation de l'amidon semble due surtout aux enzymes de la flore intestinale.

La technique utilisée est la suivante :

- le produit amylicé est broyé (à température inférieure à 50°C) pour traverser un tamis à mailles de 0,4 mm de diamètre ;
- l'amidon est dosé par la méthode gravimétrique de RASK (4) ;
- on prépare ensuite une suspension du produit contenant 2,5 % d'amidon, en milieu pH 6,9 (tampon phosphate 0,005 M) additionnée de mercurothiolate de sodium à la concentration de 1/10.000, et portée à 37°C ; la suspension contient en outre 3 % d' α -amylase par rapport à l'amidon ;
- sur des prélèvements effectués en fonction du temps, on bloque la réaction enzymatique par défécation au ferrocyanure de zinc, et dose les glucides réducteurs par la méthode de HAGEDORN et JENSEN modifiée par ISSEKUTZ-BOTH (4).

Les valeurs obtenues, diminuées des glucides réducteurs présents au temps 0, exprimées en mal-

tose et rapportées au gramme d'amidon initial, sont portées sur graphique en fonction du temps d'hydrolyse.

Cette technique permet d'obtenir des résultats reproductibles. En effet, une première série de mesures effectuées sur l'amidon d'une racine fraîche de manioc a donné pratiquement les mêmes résultats que deux autres cinétiques effectuées cinq mois plus tard sur l'amidon d'une racine de manioc d'origine différente (tableau ci-après).

REPRODUCTIBILITE DES CINETIQUES EFFECTUEES SUR L'AMIDON DE MANIOC CRU

Temps	Réducteur produit par hydrolyse de 1 gramme d'amidon (exprimé en milligrammes de maltose)		
	1 ^{re} série mars 1966	2 ^e série août 1966	3 ^e série août 1966
0	0	0	0
15 mn	3,7	2,9	4,6
30 mn	6,8	7,8	7,5
1 h	15,5	10,7	11,1
1 h 30 mn	20,6	—	—
2 h	26	22,3	18,9
2 h 30 mn	30,2	—	—
3 h	35,1	34,1	30,0
4 h	—	37,5	35,8
5 h 30 mn	43,5	—	—
7 h	—	58,8	58,7
8 h	65,8	—	—
9 h	—	72,5	71,8
23 h	149,1	{ 144,6 147,5	{ 152,1 153,6

RESULTATS ET DISCUSSION

1. DIGESTIBILITE « IN VITRO » DES AMIDONS CRUS

Les cinétiques d'amylolyse des amidons de divers produits à l'état cru sont représentées sur la figure 1.

Le classement de ces produits par facilité d'amylolyse croissante correspond tout à fait avec celui indiqué par SANDSTEDT (5) pour les amidons de pomme de terre, manioc et maïs.

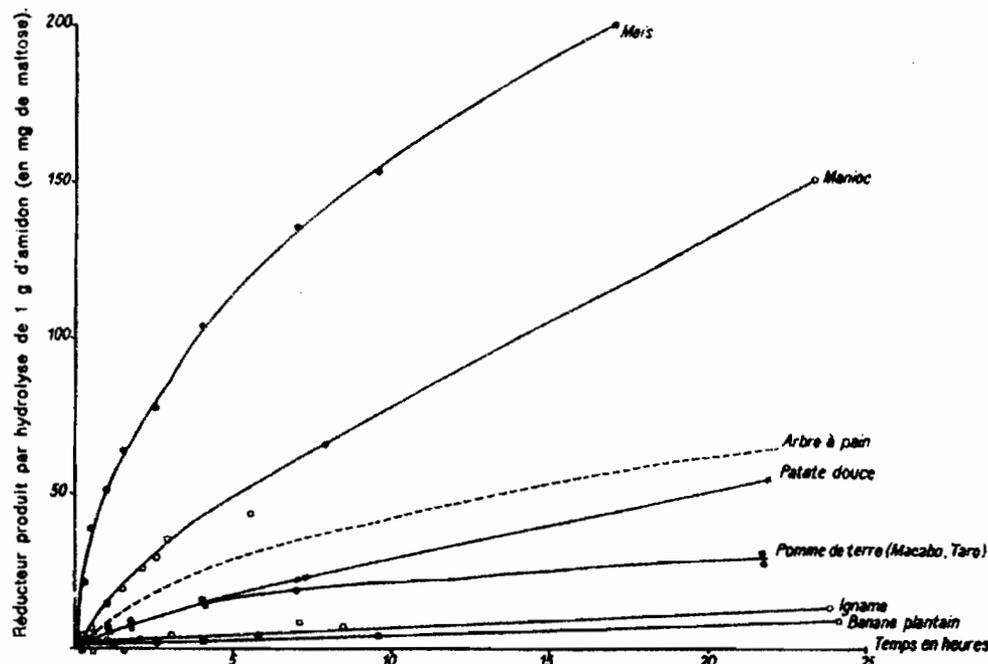


Figure 1. — Cinétique de l'hydrolyse par l' α -amylase bactérienne d'amidons crus de différentes origines.

Il apparaît que les amidons des plantes alimentaires du Sud-Cameroun entrent dans la classification de BROWN et HERON : l'amidon de maïs est rapidement hydrolysé, alors que ceux de la banane plantain, du fruit à pain* et des organes souterrains le sont lentement, le manioc cependant se situant dans une position intermédiaire.

Les amidons de banane plantain et d'igname sont les plus difficilement hydrolysables. Viennent ensuite les amidons de pommes de terre, de macabo et de taro, tous trois ayant sensiblement la même valeur (figure 2), puis ceux de patate douce et de fruit à pain.

* Etant donné la grande dispersion des valeurs obtenues pour l'amidon du fruit à pain, la courbe correspondante a été tracée sur la figure 1 en pointillés.

Dans le cas des déterminations de MERCIER et coll. (6) et de GUILBOT et coll. (7) dans des conditions d'amylolyse très comparables aux nôtres, les valeurs obtenues pour le maïs sont pratiquement les mêmes que celles retrouvées ici. Par contre, les résultats observés sur amidon de manioc extrait et séché sont sensiblement plus élevés que ceux obtenus sur racine fraîche, bien que la vitesse finale d'amylolyse soit la même dans les deux cas ; tout se passe comme si une partie des grains d'amidon avait été endommagée au cours des processus d'extraction et de séchage. Pourtant, dans le cas de la farine de manioc — dont l'amidon a subi, également, une opération de séchage — nos résultats indiquent une amylolyse plus lente que pour la racine fraîche.

Réducteur produit par hydrolyse de 1 g d'amidon (exprimé en mg de maltose).

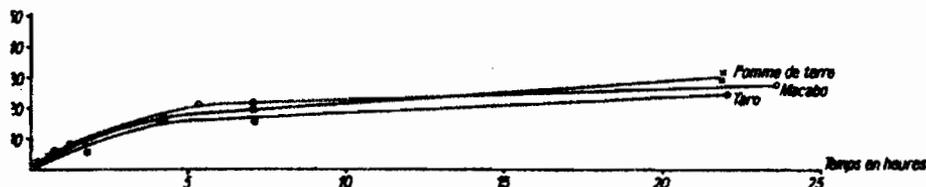


Figure 2. — Cinétique de l'hydrolyse par l' α -amylase bactérienne d'amidons crus de pomme de terre, macabo et taro.

2. DIGESTIBILITE « IN VITRO » DES DIVERSES PREPARATIONS DU MANIOC

A) Farine.

L'amidon de farine de manioc est hydrolysé nettement moins rapidement que l'amidon de la racine fraîche (figure 3). La cause en pourrait être soit une rétrogradation au cours de la préparation

aussi bref et modéré soit-il, apparaît comme responsable de la facilité d'amylolyse du gari.

C) Bâton de manioc.

Les figures 4 et 5 montrent que si les glucides réducteurs initialement présents sont en quantité plus importante dans le bâton de manioc que dans le gari, l'action de l'amylase ne tarde pas à en

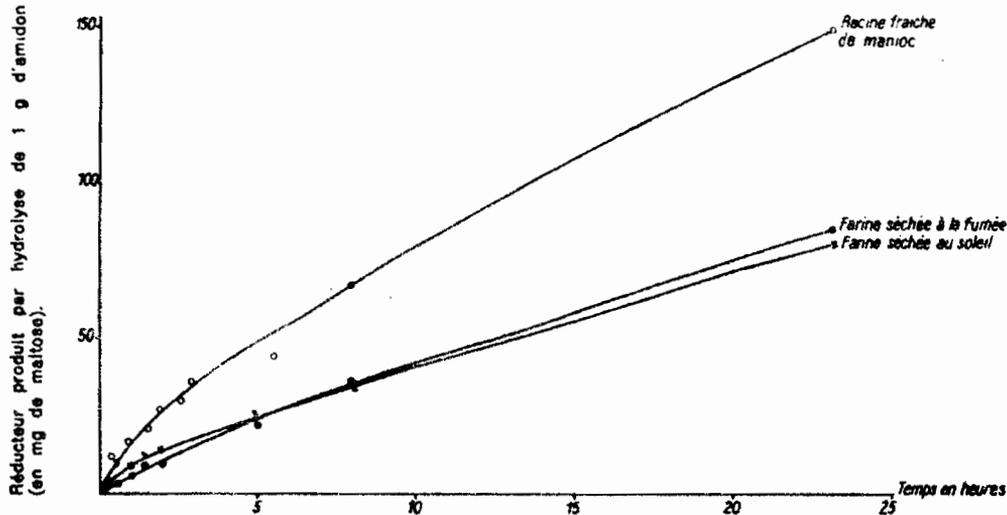


Figure 3. — Cinétique d' α -amylolyse bactérienne de l'amidon de racine fraîche et de farine séchée de manioc.

ou de la conservation, soit la présence dans la racine fraîche d'enzymes attaquant également l'amidon.

B) Gari.

La pulpe fermentée obtenue au cours de la préparation du gari est hydrolysée légèrement moins

faire apparaître chez ce dernier autant que dans le premier.

Ces premiers résultats sont difficilement interprétables compte tenu que l'amidon n'a pu être dosé dans le bâton par la méthode de RASK. La suspension a été préparée de telle sorte que sa

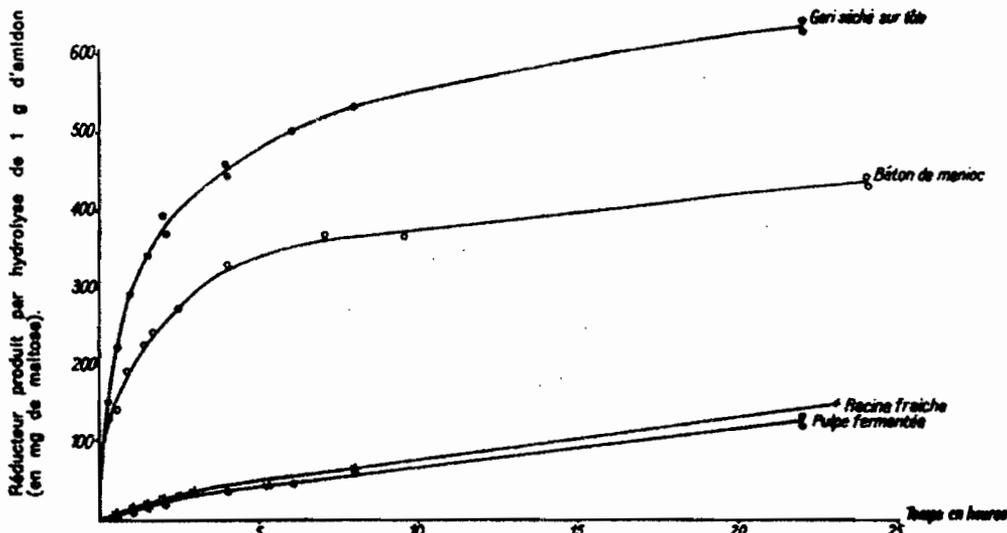


Figure 4. — Cinétique d' α -amylolyse bactérienne de l'amidon de différentes préparations de manioc.

vite que la racine fraîche (figure 4). La fermentation n'intervient donc pas pour accroître la sensibilité de l'amidon à l'amylase. Seul le chauffage,

teneur en matière sèche était la même que celle d'une suspension à 2,5 % d'amidon de racine fraîche.

On peut se demander cependant si une partie de l'amidon n'est pas hydrolysée au cours de la cuisson ou de la conservation de ces bâtons, ce

qui rendrait compte de la valeur importante des sucres réducteurs préexistants au moment de l'amylolyse « in vitro ».

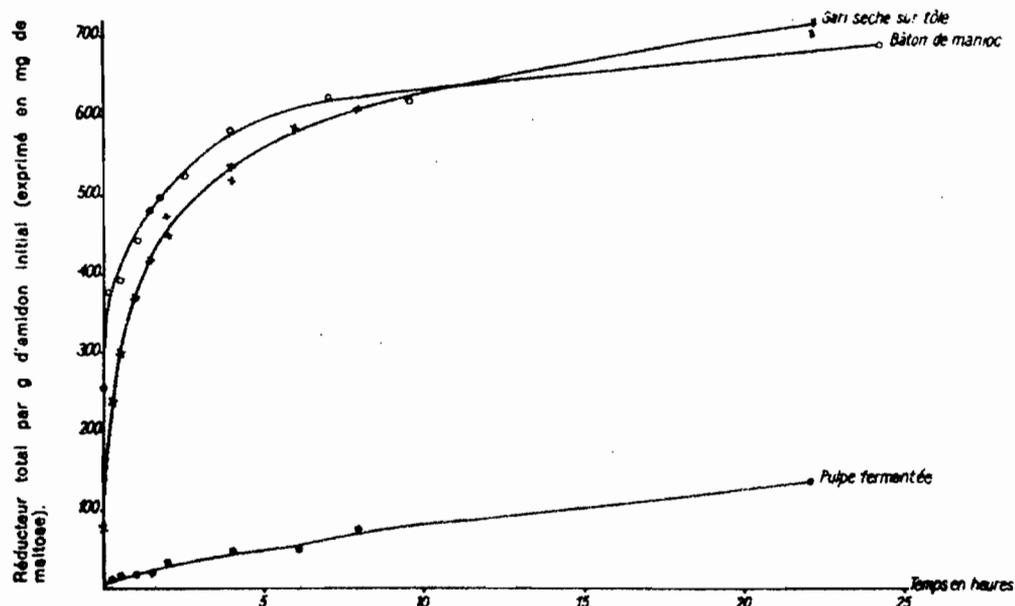


Figure 5. — Evolution des glucides réducteurs totaux dans différentes préparations de manioc soumises à l' α -amylolyse bactérienne.

CONCLUSION

Les cinétiques d'amylolyse effectuées sur les amidons crus de diverses plantes alimentaires du Sud-Cameroun nous ont permis de vérifier dans certains cas, de constater dans d'autres, que l'amidon de la banane plantain, du fruit à pain et des tubercules était beaucoup moins vite hydrolysé que celui des céréales, l'amidon du manioc étant intermédiaire entre les deux groupes.

Il s'ensuit que dans les tentatives d'élevage de bétail sédentaire qui sont suscitées actuellement en

Afrique tropicale, il convient de persuader les éleveurs de cuire les bananes plantains et les tubercules à l'usage des animaux s'ils veulent en tirer le plus grand parti possible.

Par ailleurs, il apparaît que parmi les transformations technologiques du manioc utilisées au Cameroun, seuls les traitements thermiques entraînent un accroissement de la vitesse de dégradation enzymatique de l'amidon. La fermentation notamment n'intervient pas.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) R. JACQUOT. — Les facteurs d'efficacité alimentaire — les aliments. Extrait du cours de Nutrition FAO-OMS. 1955-1956.
- (2) A. GUILBOT et Ch. MERCIER. — Répercussions sur la digestibilité de l'amidon des modifications de sa structure physico-chimique au cours de ses transformations technologiques. Ind. Agr. Alim. Nov. 1962 — 70, n° 11, 939-947.
- (3) J. PERISSE, J. ADRIAN et R. JACQUOT. — Etude « in vitro » et « in vivo » de la digestibilité du manioc sous différentes formes : farine entière, farine blutée, féculé et gary. Ann. Nutrition et Alimentation. 1956, 10, n° 2, 13-21.
- (4) A. BRUNEL. — Traité Pratique de chimie végétale, tome III.
- (5) R.M. SANDSTEDT. — Fifty years of progress in Starch chemistry. Cereal Science Today, 1965, 10, 305-314.
- (6) C. MERCIER et C. CALET. — Valeur Nutritionnelle Globale du maïs. Ann. Nutrition et Alimentation, 1966, 20, 2, 241-256.
- (7) J. HOLLO et A. GUILBOT. — L'utilisation industrielle de l'igname et les caractéristiques de son amidon. Premier Congrès International des Industries Agricoles et Alimentaires en zones tropicales et subtropicales. Abidjan, décembre 1964. Tome I., 537-557.