POTENTIALITES A LA TRANSFORMATION DU MANIOC (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ) EN AFRIQUE DE L'OUEST

POTENTIAL OF CASSAVA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) PROCESSING IN WEST AFRICA*

Georges AMANI, Charlemagne NINDJIN, Boni N'ZUE, Andres TSCHANNEN, Désiré AKA

Editeurs

Université d'Abobo-Adjamé (UAA)
Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS)
Centre National de Recherche Scientifique (CNRA)
Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T)

Organisateurs

Nos partenaires

CTA
partageons les connaissances au profit des communautés rurales
sharing knowledge, improving rural livelihoods

FARA
Forum for Agricultural Research in Africa

AUF
Agence Universitaire de la Francophonie

Actes du 1er Atelier International

Proceedings of the 1st International Workshop

04 – 07 Juin 2007 Abidjan – Côte d'Ivoire

POTENTIALITES A LA TRANSFORMATION DU MANIOC (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ) EN AFRIQUE DE L'OUEST

POTENTIAL OF CASSAVA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) PROCESSING IN WEST AFRICA*

Comité d'Edition / *Editorial Board*

Prof. Georges AMANI, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire
Dr. Charlemagne NINDJIN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
M. Boni N'ZUE, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Côte d'Ivoire
Dr. Andres TSCHANNEN, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
M. Désiré AKA, Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T, Côte d'Ivoire) / Côte d'Ivoire

Secrétariat de rédaction et mise en page / *Editing secretariat and lay-out*

Dr. Charlemagne NINDJIN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire

Actes du 1er Atelier International

Proceedings resulting from the 1st International Workshop

04-07 Juin / *June* 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

G. Amani, C. Nindjin, B. N'Zué, A. Tschannen, D. Aka (éditeurs), 2007. Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest, Actes de l'atelier international UAA-CSRS-CNRA-I2T, 4-7 juin 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire, 341p.

Comité d'organisation de l'atelier / *Organizing Committee of the workshop*

UAA
CSRS
CNRA
I2T

Editeurs / *Editors*

Georges AMANI, Université d'Abobo-Adjamé (UAA)
Charlemagne NINDJIN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS)
Boni N'Zué, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA)
Andres Tschannen, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS)
Désiré Aka, Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T, Côte d'Ivoire)

Remerciements /*Acknowlegments*

Cet atelier a pu se tenir grâce au soutien financier des organismes suivants :

Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation (CTA)

Forum for Agricultural Research in Africa (FARA)

Agence Universitaire de la Francophonie (AUF)

L'Association pour le Développement des Cultures Vivrières (ADCVI) en Côte d'Ivoire a mis gracieusement un véhicule à la disposition des organisateurs pour la navette des participants étrangers de l'aéroport à l'hôtel.

Un remerciement particulier aux Directeurs des institutions organisatrices de l'atelier, à tous les participants à l'atelier, aux illustres membres du comité scientifique, au secrétariat, aux responsables des commissions d'activités à l'organisation et leurs membres, ainsi qu'à l'équipe qui a assuré le travail éditorial de cet ouvrage.

Cliché de couverture / *Cover picture*: M. Boni N'Zué, Dr. Djouldé Darman
Impression / *Printing* : ImprimAP 05 BP 2309 Abidjan 05 Côte d'Ivoire
Interprétariat/Traduction Anglais-Français / *Interpretership/Translating English-French*: Talk International Training 06 BP 2518 Abidjan 06 Côte d'Ivoire

© 2007 Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS), Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T).

Tous droits réservés / *All rights reserved*

http://www.csrs.ch/ateliermanioc

Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

---

Potential of Cassava (Manihot esculenta Crantz*) Processing in West Africa*

Actes du 1er Atelier International

Proceedings resulting from the 1st International Workshop

04-07 Juin / *June 2007*, Abidjan, Côte d'Ivoire

Organisé par / *Organized by*

Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Côte d'Ivoire
Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS), Côte d'Ivoire
Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Côte d'Ivoire
Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T), Côte d'Ivoire

avec le concours de / *with contribution from*

Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation (CTA)
Forum for Agricultural Research in Africa (FARA)
Agence Universitaire de la Francophonie (AUF)

Comité Scientifique / *Scientifique Committee*

Prof. Alphonse KAMENAN, UFR STA, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire (Président / *Chairman*)
Dr. Nicodème ZAKRA, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Côte d'Ivoire (Vice-président / *Vice-chairman*)
Prof. Georges AMANI, UFR STA, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire
Prof. Joseph HOUNHOUIGAN, CERNA, FSA, Université d'Abomey-Calavi / Bénin
Prof. Narayana MOORTHY, Central Tuber Crops Research Institute (under ICAR) / Indian Council of Agricultural Research / India
Prof. Malachy O. AKORODA, International Institute of Tropical Agriculture Tropicale, IITA, Ibadan / University of Ibadan / Nigeria
Dr. Yéo GUEFALA, Directeur Général, Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T), Côte d'Ivoire

Influence de la variété et de la saison de plantation sur la texture du manioc (*Manihot esculenta* Crantz)

Influence of genotype and planting period on cassava (Manihot esculenta Crantz) root texture

HONGBETE[1] F., DEDEGBE[1] D., AKISSOE[1] N., MESTRES[2] C. et NAGO[1] M.

[1]Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Nutrition et Sciences Alimentaires, Bénin
[2]CIRAD, UR Qualité des Produits Tropicaux, Montpellier, France

La texture de sept variétés de manioc plantées au Sud du Bénin pendant la grande et la petite saison de pluies a été analysée au moyen du texturomètre Stevens LFR. La dureté du manioc cru et la friabilité du manioc bouilli ont été mesurées respectivement en utilisant le test de rupture en flexion 3 points et le test de pénétration. L'adhésion intercellulaire a été également mesurée. L'analyse de texture du manioc cru révèle des effets significatifs ($P<0,05$) de la saison de plantation et de la variété sur la dureté du manioc. Les manioc plantés à la grande saison de pluies apparaissent moins durs (1,37N) que ceux plantés à la petite saison de pluies (1,48N). La variété ODOHOUNGBO apparaît moins dure (1,26N) que les variétés RB 89509 (1,48N), TMS 30572 (1,52N) et TMS 91/02319 (1,55N). Par contre, les variétés TMS 92B/0057, OLICHUTE et BEN 86052 présentent des duretés intermédiaires. Par ailleurs, on note que la dureté du manioc n'est pas homogène au sein de la racine. Elle augmente de la queue (1,36N) à la tête de la racine (partie accolée à la tige ; 1,50N). L'analyse de texture du manioc bouilli révèle également des effets significatifs ($P<0,05$) de la saison de plantation et de la variété sur la friabilité du manioc. Les racines issues de la plantation de la petite saison de pluies apparaissent plus friables que celles de la grande saison de pluies (2,12N contre 2,64N). La friabilité varie de 1,70N à 3,03N entre variétés de manioc étudiées. Les variétés TMS 92B/0057, BEN 86052, ODOHOUNGBO et OLICHUTE sont très friables à la cuisson tandis que les variétés TMS 30572 ; RB 89509 et TMS 91/02319 ne sont pas friables. Par ailleurs, on observe une corrélation positive entre l'adhésion intercellulaire et friabilité du manioc. Cependant aucune corrélation n'a été établie entre la dureté du manioc cru et la friabilité du manioc bouilli.

Keywords: Manioc, texture, mesure instrumentale, amidon, structure cellulaire

1. Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta Crantz*) constitue une importante culture dans les régions tropicales. En Afrique Subsaharienne et au Bénin en particulier, il représente l'aliment de base le plus important après le maïs (Nago, 1989 ; Nweke, 1994). Il fournit donc 70-80 % des calories totales consommées par l'homme (Buleon *et al*., 1998). La production mondiale des racines de manioc est estimée à 203 millions de tonnes avec plus de la moitié, soit 110 millions de tonnes en Afrique (FAOSTAT, 2006). De ce tonnage, le Bénin produit 3,1 millions de tonnes répartis sur l'ensemble du territoire (FAOSTAT, 2006). Plusieurs facteurs dont notamment la variété, l'âge à la récolte et la saison de plantation influencent la qualité du manioc (Moorthy et Ramanujam, 1986; Asoaka *et al.*, 1991 ; Eggleston et Asiedu, 1994). La texture, le gôut et la couleur constituent les caractéristiques les plus importantes d'appréciation de la qualité des dérivés de racines et tubercules (Akissoé *et al.*, 2004). La friabilité est le principal critère d'appréciation de la qualité du manioc bouilli par les consommateurs. En raison de la diversité variétale du manioc, les utilisateurs éprouvent des difficultés à choisir les variétés en fonction des techniques de transformation envisagées. Cette étude a pour but d'examiner l'influence de la saison de plantation et de la variété sur les caractéristiques texturales du manioc et voir si on peut prédire la texture du manioc bouilli à partir de celle de la racine fraîche.

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel végétal

7 variétés de manioc constituées de 3 variétés amères (TMS 30572, TMS 92B/057, TMS 91/02319) et de 4 variétés douces (BEN 86052, RB 89509, ODOHOUNGBO et OLICHUTE) dont 2 locales (ODOHOUNGBO et OLICHUTE) ont été plantées sur les sites du Centre de Recherche Agricole de l'Institut National des Recherches

Agronomiques au sud du Bénin pendant deux différentes saisons (grande et petite saison de pluies). Elles ont été récoltées à douze mois après plantation et ont été immédiatement transférées au laboratoire pour subir différents tests.

2.2 Test de flexion du manioc cru

Les racines fraîches de manioc ont été découpées en trois tranches à savoir : la tête (partie accolée à la tige), le milieu et la queue (partie terminale). Quatre éprouvettes parallélépipédiques de 4 mm d'épaisseur, 6 mm de largeur et 35 mm de longueur chacune ont été réalisées dans chaque tranche. Les éprouvettes ainsi réalisées ont été soumises à un test de flexion 3 points au moyen du texturomètre Stenvens-LFR équipé d'une sonde d'essai en forme de burin. La vitesse de la sonde a été réglée à 0,1 $mm.s^{-1}$ sur une distance de 10 mm après contact. La force maximale de rupture et l'aire sous la courbe correspondant respectivement à la dureté du manioc frais et à l'adhésion intercellulaire ont été enregistrées à l'aide d'un logiciel de pilotage (Texture Interface Analyser). Les analyses ont été réalisées en double.

2.3 Test de pénétration du manioc bouilli

Le test de pénétration a été réalisé pour évaluer la friabilité du manioc bouilli. Deux racines de manioc de chaque variété ont été découpées en tranches successives de 2,5 mm puis cuites à la vapeur pendant 20 min. La friabilité a été évaluée à l'aide du texturomètre Stevens-LFR équipé d'une sonde conique qui pénètre verticalement à une vitesse de 2 $mm.s^{-1}$ sur 3 mm de profondeur après contact avec l'échantillon. La force de résistance à la pénétration représentant la friabilité du manioc bouilli ainsi que l'aire en dessous de la courbe (adhésion intercellulaire) ont été enregistrées pendant le test. Les mesures ont été effectuées au niveau des zones périphérique, centrale et intermédiaire de chaque tranche à raison de 4 mesures par zone.

3. Résultats et discussion

Les résultats de l'analyse de la texture et de la teneur en matière sèche du manioc cru sont représentés dans le tableau 1. On note des effets significatifs ($p < 0,05$) de la saison de plantation et de la variété sur la teneur en matière sèche du manioc. Les maniocs plantés à la petite saison de pluies présentent une teneur moyenne en matière sèche plus élevée (39,61%) que ceux plantés à la grande saison de pluies (37,77%). Cette différence serait probablement due à la quantité d'eau reçue par chaque plantation. Les variétés locales (ODOHOUNGBO et OLICHUTE) présentent les plus faibles teneurs en matière sèche quelques soit la saison de plantation. Par ailleurs, on observe que l'accumulation de la matière sèche n'est pas homogène le long de la racine. La teneur en matière sèche diminue significativement de la tête à la queue des racines quelque soit la saison de plantation. Cette répartition serait due à la teneur en fibre et en amidon de chaque partie. La partie rattachée à la tige du manioc est plus lignifiée que la partie terminale des racines.

Les résultats du test de résistance du manioc à la rupture (dureté) révèlent un effet significatif ($p < 0,05$) de la saison de plantation. Les maniocs plantés à la grande saison de pluies (GSP) apparaissent moins durs (1,37 N) que ceux plantés à la petite saison de pluies (PSP ; 1,48 N). Ces résultats concordent bien avec les teneurs en matière sèche obtenues pour les deux plantations. De même, on observe un effet variétal significatif ($p<0,05$). Les racines issues des 2 variétés locales (ODOHOUNGBO et OLICHUTE) présentent de faibles duretés quelque soit la saison de plantation. Parmi les variétés améliorées, TMS 30572 présente la plus faible dureté lorsqu'elle est plantée à la GSP alors que sa dureté est la plus forte à la PSP. La dureté varie également suivant les différentes parties de la racine. On note une diminution de cette dureté de la tête (1,50 N) à la queue (1,36 N) pour les plantations de la GSP. La même a été observée pour les plantations de la PSP.

Au niveau de la structure de la racine, l'adhésion intercellulaire représentée par l'énergie de rupture varie très peu entre les racines des deux plantations (0,39 J et 0,42 J respectivement pour les racines de la GSP et de la PSP). Par contre, un effet variétal significatif ($p<0,05$) a été observé. Comme attendu, l'adhésion intercellulaire au niveau des variétés locales ODOHOUNGBO et OLICHUTE s'est révélée plus faible quelque soit la saison de plantation. Il existe peu de données sur la texture du manioc cru. Cependant, Canet *et*

al,. (2005) ont trouvé une variation de la dureté entre différentes variétés de pomme de terre crue. Une corrélation positive (r=0,64) a été établie entre la dureté et l'adhésion intercellulaire des racines de manioc cru.

L'analyse de la texture du manioc bouilli a révélé des effets significatifs ($p < 0,05$) de la saison de plantation et de la variété sur la friabilité représentée par la force de résistance à la pénétration (tableau 2). Plus la force de résistance à la pénétration est élevée moins friable est la racine de manioc. Les maniocs plantés à la GSP sont moins friables (2,64 N) que ceux plantés à la PSP (2,12 N). Dans le même temps, on constate que la teneur en matière sèche des maniocs plantés à la GSP est faible (36,8 %) par rapport à celle des maniocs plantés à la PSP (39,18 %). Ce phénomène peut être expliqué par les propriétés des constituants du manioc et la teneur en matière sèche. En effet, d'après Padonou *et al.* (2004), la friabilité du manioc peut être prédite par les propriétés fonctionnelles de l'amidon et la teneur en matière sèche du manioc. Les études réalisées sur les produits amylacés ont mis en évidence le rôle de la paroi cellulaire et de l'amidon sur leur texture (Bert *et al*., 1995). Mc Comber *et al*. (1988) ont montré chez la pomme de terre que l'amidon gonfle pendant la cuisson en induisant une distension des parois cellulaires qui facilite la séparation des cellules. Par ailleurs, on observe des différences significatives de friabilité entre variétés quelque soit la saison de plantation. En plus des variétés locales ODOHOUNGBO et OLICHUTE, les variétés améliorées TMS 92B/0057 et BEN 86052 se sont révélées friables aussi bien pour les plantations de la GSP que pour celles de la PSP. Par contre certaines variétés améliorées ont des comportements différents suivant les saisons de plantations. Ainsi, TMS 30572 s'est révélée friable seulement pour les plantations de la PSP tandis que TMS 91/02319 l'a été uniquement pour les plantations de la GSP. Ces résultats sont conformes à ceux rapportés par Padonou *et al.* (2004) qui ont noté une grande variabilité de la friabilité entre 20 variétés de manioc.

L'analyse de variance des données de l'énergie de pénétration a révélé la même tendance observée au niveau du manioc cru. En effet, plus l'énergie de pénétration est élevée, plus grande est la force de pénétration et moins friable est la racine. L'étude parallèle de la friabilité au sein de chaque zone des tranches de racine analysées a révélé une différence significative ($p < 0,05$) de la friabilité entre ces zones. Ainsi, la zone périphérique apparaît plus friable (1,6N) que la zone intermédiaire (3N). La zone centrale présente une friabilité variant entre celle des deux autres. Ces résultats corroborent ceux rapportés par Adjadogbédji (2000) qui a observé la même tendance pour les trois zones de mesure. Cette différence peut être attribuée à la structure et à la composition de ces zones.

Cette étude a montré également qu'il existe une forte corrélation positive (r=0,96) entre la force de résistance à la pénétration et l'adhésion intercellulaire (figure1). On en déduit donc une corrélation négative entre la friabilité et l'adhésion intercellulaire étant donné que la force de résistance à la pénétration et la friabilité sont inversement proportionnelles.

	Matière sèche (%)		Force de résistance à la rupture (N)		Energie de rupture (J)	
Variétés	GSP	PSP	GSP	PSP	GSP	PSP
TMS 30572	39,77 ± 0,59 b	39,62 ± 0,78 a	1,27 ± 0,45 a	1,88 ± 0,66 c	0,47 ± 0,24 b	0,40 ± 0,26 b
TMS 91/02319	38,55 ± 0,45 ab	39,27 ± 0,97 ab	1,36 ± 0,45 b	1,63 ± 0,63 bc	0,41 ± 0,17ab	0,54 ± 0,27 c
TMS 92B/0057	41,71 ± 0,45 b	40,83 ± 0,45 ab	1,35 ± 0,43 b	1,34 ± 0,39 a	0,41 ± 0,16 ab	0,41 ± 0,17 b
BEN 86052	36,17 ± 0,49 a	43,44 ± 0,97 c	1,50 ± 0,51 c	1,30 ± 0,31 a	0,40 ± 0,16 ab	0,47 ± 0,23 bc
RB 89509	37,77 ± 0,75 a	41,35 ± 0,63 bc	1,54 ± 0,56 c	1,48 ± 0,41 ab	0,39 ± 0,16 ab	0,41 ± 0,17 b
OLICHUTE	34,60 ± 0,54 a	35,61 ± 0,30 a	1,26 ± 0,53 a	1,35 ± 0,42 a	0,31 ± 0,19 a	0,35 ± 0,15 a
ODOHOUNGBO	35,82 ± 0,55 a	37,15 ± 0,32 a	1,29 ± 0,49 a	1,39 ± 0,37 a	0,34 ± 0,20 a	0,36 ± 0,13 a
Moyenne	37,77± 0,54	39,61 ± 0,62	1,37 ±0,49	1,48 ± 0,45	0,39 ± 0,18	0,42 ± 0,20

Tableau 1 : Influence de la variété et de la saison de plantation sur la texture du manioc cru
Saison A = Grande saison de pluies ; Saison B = Petite saison de pluies

Dans les colonnes, les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5%

Tableau 2 : Influence de la variété et de la saison de plantation sur la texture du manioc bouilli

	Matière sèche (%)		Force de résistance à la pénétration (N)		Energie de pénétration (J)	
Variétés	GSP	PSP	GSP	PSP	GSP	PSP
TMS30572	38,76 ± 0,5 bc	39,31 ± 0, 9 b	2,40 ±1,04 a	3,02 ± 1,30 c	0,023 ± 0,01 a	0,029 ± 0,01 c
TMS91/02319	39,67 ± 0,1 c	43,50 ± 0,7 c	3,81 ± 1,11 c	2,29 ± 0,91 b	0,034 ± 0,01 c	0,022 ± 0,01 b
TMS 92B/0057	40,36 ± 0,7 c	41,72 ± 0,5 bc	2,31 ± 0,85 a	1,36 ± 0,51 a	0,021 ± 0,01 a	0,013 ± 0,01 a
BEN 86052	36,82 ± 0,2 b	40,52 ± 0,5 bc	2,30 ± 1,16 a	1,58 ± 0,71 a	0,023 ± 0,01 a	0,016 ± 0,01 a
RB 89509	36,36 ±0,3 b	41,12 ± 0,4 bc	2,92 ± 0,97 b	2,70 ± 1,30 bc	0,028 ± 0,01 b	0,026 ± 0,01bc
OLICHUTE	29,33 ± 0,5 a	29,35 ± 0,9 a	2, 33 ± 0,94 a	2,13 ± 0,95 ab	0,022 ± 0,01 a	0,016 ± 0,01 a
ODOHOUNGBO	36,30 ± 0,5 b	38,81 ± 0,9 a	2,41 ± 0,84 a	1,76 ± 0,76 ab	0,023 ± 0,01 a	0,018 ± 0,01 a
Moyenne	36,80 ± 0,40	39,18 ± 0,68	2,64 ± 0,99	2,12 ± 0,92	0,025 ± 0,01	0,020 ± 0,01

Saison A = Grande saison de pluies ; Saison B = Petite saison de pluies
Dans les colonnes, les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5%

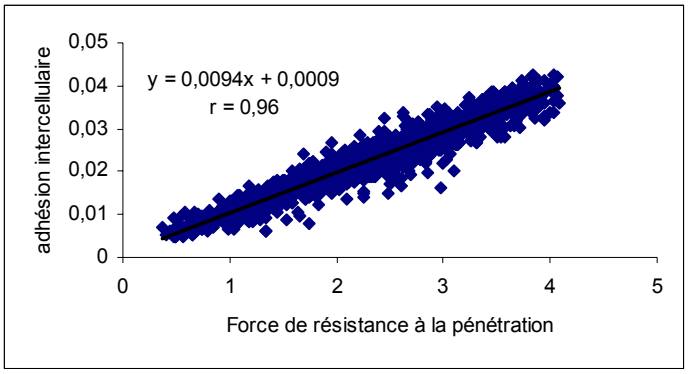

Figure1 : corrélation entre la force de résistance à la pénétration et l'adhésion intercellaire

4. Conclusion

La présente étude a permis de mettre en évidence certaines caractéristiques texturales des racines de manioc. La dureté et la friabilité des racines crues/et ou bouillies ont été influencées par la saison de plantation et la variété. Les racines plantées à la PSP se sont révélées plus friables que celles plantées à la GSP, ce qui rend compte du rôle déterminant de la saison de plantation sur la friabilité du manioc. La corrélation positive observée entre la force de résistance à la pénétration et l'énergie de rupture (adhésion intercellulaire) révèle le rôle déterminant de la structure cellulaire dans la friabilité du manioc bouilli. Cependant aucune relation évidente entre la dureté du manioc cru et sa friabilité après cuisson n'a été mise en évidence par les analyses. Il est donc difficile de prédire la friabilité du manioc bouilli à partir uniquement des facteurs texturaux du manioc cru. D'autres facteurs influenceraient cette friabilité.

5 . Références bibliographiques

Adjadogbedji C.B.C., 2000. Les caractéristiques physico-chimiques des principales variétés de manioc en usage au Bénin: Relations avec la friabilité du produit après cuisson. Thèse d'Ingénieur Agronome. Faculté des Sciences Agronomiques, Université National du Bénin, 105p.

Akissoe N, Hounhouigan J., Mestres C. and Nago M.C, 2004. Effect of tuber storage and pre- and post-blanching treatments on the

physicochemical and pasting properties of dry yam flour. Food Chemistry, 85 (1), 141-149.

Asoaka M., Blanshard, J.M.V. and Rickard, J.E., 1991. Seasonal effects on the physico-chemical properties of starch from four cultivars of cassava. Starch 43 12, pp. 455–459.

Bert E., Bart M., and Baerdemaeker (de) J.,1995. The starch gelatinization in potatoes during cooking in relation to modelling of texture kinetics. *J. Food Engineering* 24, 165-179.

Buléon A ., Colonna P., Planchot V., and Ball S., 1998. Starch granules: structure and biosynthesis. Internationan Journal of Biological Macromolécules 23, 85-112.

Canet W., Alvarez M.D., Fernandez C., Tortosa M.E., 2005. The effect of sample temperature on instrumental and sensory properties of mashed potato products. Inter. Journ. Of Food Sci. And technology. 40, 481-493.

Eggleston G. and Asiedu R., 1994. Effect of boiling on the texture of cassava clones: comparison of compression strengh, intercellular adhesion and physico-chemical composition of de tuber roots. *Trop. Sci*. 34, 259-273.

FAOSTAT, 2006. Agricultural data, FAO statistical database. www.fao.org/statistic/htm

Mc Comber D.R., Osman, E.M. and Lohnes R.A., 1988. Factors related to potato mealiness. *J.Food Science* 53 (5), 1423-1426

Moorthy S.N. and Ramanujam, T., 1986. Variation in properties of starch in cassava varieties in relation to age of the crop. Starch, 38 (2), 58-61. Padonou W., Mestres C. et Nago C.M., 2004. The quality of boiled cassava roots : instrumental characterization and relationship with physicochemical properties and sensorial properties, Food Chemistry, 89, 261-270.

Nago C.M. 1989. Technologies traditionnelles et alimentaires au Bénin: aspects techniques, biochimiques et nutritionnels. Identification et caractérisation des principales filières et technologies du secteur traditionnel de transformation alimentaire. FSA, UNB, 104p.

Nweke F., 1994. Processing Potential for Cassava Production Growth in Sub-Saharan Africa. COSCA Working Paper No. 11. Collaborative Study of Cassava in Africa. IITA Ibadan, Nigeria.