

PROPRIÉTÉS FONCTIONNELLES ET BIOCHIMIQUES DE TROIS FARINES DE PATATE DOUCE RÉCOLTÉE DANS LA RÉGION ATSIANANA (FUNCTIONAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF THE THREE SWEET POTATO FLOURS HARVESTED IN THE ATSIANANA REGION)

VOLOLONIRINA Rangita Florida¹, RAZAFINDRASOA Marie Yolla², RANDRIAMAROSON Jean Léonce Everna², FANAMBINANTSOA FARA Razafimandimby¹, TSIALY Jean Luois¹ et RAZAFIMAHEFA^{1,2}

Résumé

La patate douce est l'une des plantes amyloacées. Elle est une plante à tubercule qui peut être transformée en farine. Actuellement, cette farine n'est pas encore très utilisée dans l'agroalimentaire à Madagascar. La fonctionnalité des farines dépend de leurs propriétés fonctionnelles et de leurs constituants biochimiques. Dans ce cas, l'objectif de cette recherche est valoriser les produits agricoles en agroalimentaire afin d'assurer le développement durable. Pour ce faire, des techniques de transformation des tubercules de patate douce en farine ont été appliquées. Puis, des méthodes d'analyses ont été utilisées pour savoir la capacité de rétention d'eau, le pouvoir de gonflement, les teneurs en Amylose et en Amylopectine des trois farines produites. Les résultats obtenus ont montré que les rendements de production des trois farines produites, tels que la farine de patate douce à chair blanche et à peau blanche, la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge ainsi que la farine de patate douce à chair orange et à peau oranges ont respectivement $21,47 \pm 0,08$, $23,41 \pm 0,06$ et $20,25 \pm 0,08$. La capacité de rétention d'eau (CRE) et le pouvoir de gonflement (PG) de ces farines sont successivement suivants : $35,5 \pm 7,78$ (CRE) et $8,18 \pm 0,4$ (PG) pour la farine de patate douce à chair blanche et à peau blanche ; $35 \pm 7,07$ (CRE) et $7,45 \pm 0,1$ (PG) pour la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge et $30,5 \pm 0,71$ (CRE) et $6,70 \pm 0,1$ (PG) pour la farine de patate douce à chair orange et à peau orange. Les teneurs en amylose et en amylopectine de la farine de patate douce à chair blanche et à peau blanche sont respectivement $19,61 \pm 0,49$ et $80,39 \pm 0,49$. Ensuite, la farine de patate douce à chair blanche à peau rouge renferme $18,86 \pm 0,35$ de l'amylose et $81,14 \pm 0,35$ d'amylopectine. Puis, la farine de patate douce à chair orange et à peau orange contient $17,41 \pm 0,41$ de l'amylose et $82,59 \pm 0,41$ d'amylopectine. Cependant, d'après nos résultats, la farine de patate douce peut être utilisée pour fabriquer d'autres produits alimentaires. Elle pourrait alors être utilisée dans le domaine des sciences, technologies et innovation.

Mots clés : Farine de patate douce, Capacité de rétention d'eau, Pouvoir de gonflement, Amylose, Amylopectine, Développement durable.

Abstract

One of the starchy plants is sweet potato. It is a tuber plant which can be transformed into flour. Currently, this flour is not yet widely used in the food industry in Madagascar. The functionality of flour depends on their functional properties and their biochemical constituents. In this case, the objective of this research is to valorize of agricultural products in agrifood to assure the sustainable development. To do this, techniques for transforming sweet potato tubers into flour were applied. Then, analytical methods were used to find out the water retention capacity, the swelling power, the Amylose and Amylopectin content of the three flours produced. The results obtained showed that the production

yields of the three flours produced, such as sweet potato flour with white flesh and white skin; the sweetpotato flour with white flesh and red skin as well as the sweetpotato flour with orange flesh and with orange skin are respectively 21.47 ± 0.08 , 23.41 ± 0.06 and $20.25 \pm 0, 08$. Its water retention capacity (CRE) and its swelling power (PG) for their flours are successively as follows: 35.5 ± 7.78 (CRE) and 8.18 ± 0.4 (PG) for sweet potato flour with white flesh with white skin; 35 ± 7.07 (CRE) and 7.45 ± 0.1 (PG) for white-fleshed, red-skinned sweet potato flour, then 30.5 ± 0.71 (CRE) and 6.70 ± 0.1 (PG) for sweet potato flour with orange flesh and orange skin. The amylose and amylopectin content of white flesh and white skin sweet potato flour are 19.61 ± 0.49 and 80.39 ± 0.49 respectively. Next, white-fleshed sweet potato flour with red skin contains 18.86 ± 0.35 amylose and 81.14 ± 0.35 amylopectin. Then, sweet potato flour with orange flesh and orange peel contains 17.41 ± 0.41 amylose and 82.59 ± 0.41 amylopectin. However, our results indicate that sweet potato flour can be used to make other food products. It could then be used in the science, technologies and innovation

Keywords: Sweet potato flour, Water retention capacity, Bulking power, Amylose, Amylopectin, Sustainable development.

Introduction

Madagascar est un pays à vocation agricole. Pourtant, la production et l'offre des produits agricoles tendent à stagner. Ce pays est caractérisé par une insécurité alimentaire largement répandue. Les principales causes de l'insécurité alimentaire sont la pauvreté, les catastrophes naturelles, ainsi que les importations alimentaires comme les céréales (Katholieke et al., 2006). Malgré cela, les tubercules représentent une importante source alimentaire pour de nombreuses populations du monde. Dans les pays en développement (PED), ils constituent une marge importante d'emplois et de revenus pour les populations des zones rurales (FAO, 2007). Dans la zone tropicale, de nombreux végétaux produisent des tubercules, des racines ou des fruits riches en amidon. Très souvent, ces productions végétales ont des importances primordiales pour les populations locales, car elles sont à la base de leur alimentation (FAO, 1991). En Afrique subsaharienne, les tubercules, comme les racines jouent un rôle important dans la culture alimentaire. Ces tubercules sont principalement

la patate douce (*Ipomea batatas*), l'igname (*Dioscorea sp.*), la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et le taro (*Colocasia esculenta*) (Sihachakr et al., 1997).

Cependant, le prix de la farine de blé dans ce pays augmente automatiquement avec le taux de change. Cela entraîne ainsi une élévation du prix des produits dérivés de la farine de blé. Le prix de ces produits ne cesse d'augmenter, soit directement (c'est le prix qui augmente, mais le volume reste le même), soit indirectement, car la farine est un principal ingrédient de base. Pour réduire les taux de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire, il faut réduire la dépendance des importations de blé à Madagascar. Alors, il est nécessaire de rechercher des stratégies pour produire localement des farines (Balla et al., 1999). En outre, la consommation des produits de boulangerie ou de pâtisserie occupe une place prépondérante dans le régime alimentaire, même dans les pays non producteurs de blé (Ndangui, 2015). Actuellement, Madagascar se trouve dans une position moins avancée pour la production de blé, lequel constitue la matière première principale de certains produits de la

pâtisserie et de la boulangerie, tels que le cake, le pain, le croissant. Les malagasy ne sont pas encore accoutumés à la culture du blé (Velomora, 2012). Pourtant, les boulangers sont déjà très nombreux à Madagascar. Malgré cela, des fois, il devient très difficile de rechercher du pain. Ce qui indique que la productivité du pain est parfois insuffisante.

Les propriétés fonctionnelles des farines dépendent de leurs constituants chimiques, physico-chimiques et biochimiques. L'amidon est l'un de constituant de la farine de patate douce. C'est un mélange en proportions variables de deux types de constituants, l'amylose et l'amylopectine. Ces constituants sont responsables de la viscosité, gélatinisation, la texturation de la pâte, la capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement. Du fait de l'encombrement stérique, les molécules d'amylopectine n'ont pas tendance à recristalliser et possèdent. De ce fait, un pouvoir élevé de rétention d'eau, contrairement à celui de d'amylose est noté. Les solutions d'amylopectine ne rétrogradent pas (Buleon et al., 1998). Les deux polymères ont des structures très différentes, l'amylose étant linéaire et l'amylopectine très ramifiée. Chacun d'eux joue un rôle déterminant dans la fonctionnalité finale de l'amidon naturel et de ses dérivés : viscosité, résistance au cisaillement, gélatinisation, texture, solubilité, pouvoir adhésif, stabilité du gel, gonflement au froid et rétrogradation. Tous ces rôles dépendent du ratio amylose/amylopectine (Kaur et al., 2007). Or, Madagascar possède a beaucoup de ressources alimentaires qui peuvent être transformées en farine, y compris la patate douce. En allant dans ce sens, nous essayons

d'étudier la capacité de rétention d'eau, le pouvoir de gonflement et les teneurs en amylose et en amylopectine des trois farines de trois variétés de patate douce afin de connaître les applications industrielles et agroalimentaire de ces farines.

Matériels et méthodes

Site de collecte des matières premières

La Région Atsinanana se situe dans la partie Est de Madagascar. Elle appartient dans la Province de Tamatave. Elle se trouve à environ 360 kilomètres de la capitale Antananarivo. Par son nom malgache "Toamasina", c'est une ville portuaire très peuplée aux fins fonds du terminus de la route nationale n°2 (RN2). C'est la deuxième province la plus développée après Antananarivo. Le climat dans cette Région est de type humide, et à température chaude avec une moyenne annuelle de 24 °C et les pluies tombent tout au long de l'année avec 3 500 mm de pluie par an.

Matières premières

Pour cette étude, des tubercules de trois variétés de patate douce ont été utilisés comme matières premières. Ce sont des tubercules de patate douce à chair blanche et à peau rouge ; les tubercules de patate douce à chair blanche et à peau blanche et les tubercules de patate douce à chair orange et à peau orange.

Collecte des matières premières

Les tubercules de trois variétés de patate douce ont été achetés au marché local d'Ankirihiy, Commune d'Ankirihiy, District de

Toamasina I. Cette localité a été choisie car toutes les variétés de patate douce récoltées dans cette Région y sont presque trouvées.

Transformation des matières premières

Les tubercules de trois variétés de patate douce choisies (variété de patate douce à chair blanche et à peau rouge ; variété de patate douce à chair blanche et à peau blanche ; variété de patate douce à chair orange et à peau orange) ont été transformés en farine selon les procédés décrits par CTA (2008), mais avec quelques modifications. Ces modifications ont été proposées par Vololonirina (2016).

Caractérisation des trois farines produites

Pour caractériser les farines utilisées durant cette étude, les paramètres suivants ont été retenus :

- Rendement de production : par calcul du pourcentage de la masse de farine par rapport à celle des matières premières utilisées ;

Tableau 1 : Rendements de production et caractéristiques des trois farines de patate douce produite (**FBR** : Farine de patate douce à chair **B**lanche et à peau **R**ouge, **FBB** : Farine de patate douce à chair **B**lanche et à peau **B**lanche et **FOO** : Farine de patate douce à chair **O**range et à peau **O**range)

Paramètres	FBR	FBB	FOO
Rendement de production	23,41±0,06	21,47±0,08	20,25±0,08
Capacité de rétention d'eau	35 ±7,07	35,5±7,70	30,5±0,71
Pouvoir de gonflement	7,45±0,1	8,18±0,4	6,7±0,3
Amylose	18,86 ±0,35	19,61 ±0,49	17,41±0,41
Amylopectine	81,14 ±0,35	80,39±0,49	82,59±0,41
Ratio amylose/amylopectine	0,23±0,35	0,24±0,49	0,21±0,41

D'après le tableau 1 ci-dessus, les trois farines de trois variétés de patate douce ont des teneurs élevées et similaires en amylopectine.

- Capacité de rétention d'eau : par méthode mise au point par Sosulski (1962) ;
- Pouvoir de gonflement: par méthode mise au point par Leach et al. (1959) ;
- Teneur en amylose et en amylopectine : par une méthode colorimétrique décrit par Juliano (1971), NRI (1996) et Williams et al. (1958) ;
- Ratio amylose/amylopectine : par calcul du rapport entre la teneur en amylose par l'amylopectine.

Résultats

Caractéristiques des trois farines de patate douce produites

Le tableau ci-dessous (Tableau 1) récapitule les rendements de production, les capacités de rétention d'eau, les pouvoirs de gonflement, les teneurs en amylose et en amylopectine des farines de tubercules de trois variétés de patate douce étudiées.

Pour le rendement de production, les tubercules de patate douce à chair blanche et à peau rouge présente un taux de production élevé par rapport

aux tubercules de patate douce à chair blanche et à peau blanche et aux tubercules de patate douce à chair orange et à peau orange.

gonflement avec la teneur en amylose. D'après ces deux figures, la capacité de rétention d'eau (à gauche) et le pouvoir de gonflement (à droite) des trois farines de patate étudiées augmente en fonction de la teneur en amylose.

Interaction entre la capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement avec la teneur en amylose

La figure 1 illustre l'interaction entre la capacité de rétention d'eau et le pouvoir de

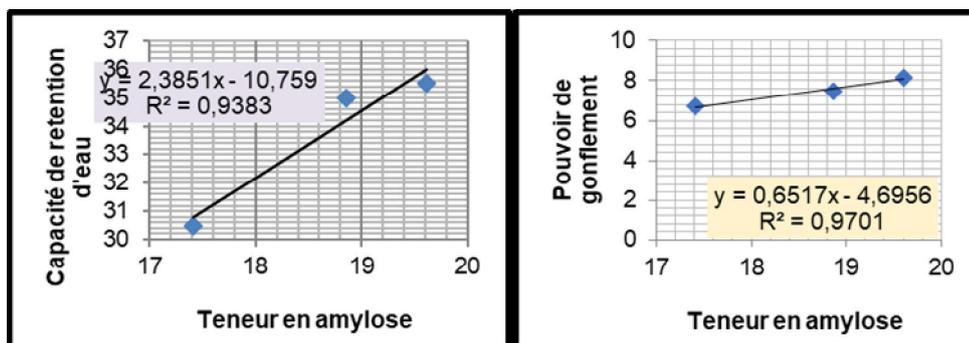


Figure 1 : Interaction entre la capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement en fonction de la teneur en amylose

Interaction entre la capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement avec la teneur en amylopectine

L'amylopectine est l'un de constituant de l'amidon de la farine de patate douce. D'après la figure 2 ci-dessous, la capacité de rétention d'eau (à gauche) et le pouvoir de gonflement (à droite) diminuent en fonction de l'élévation de la teneur en amylopectine.

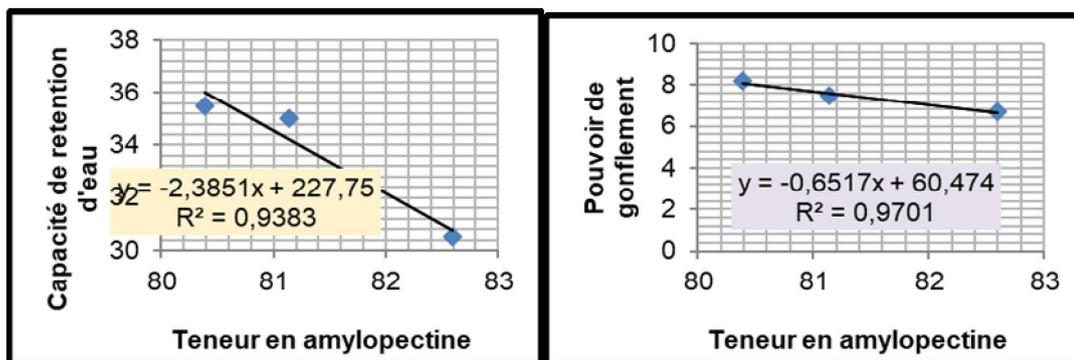


Figure 2 : Interaction entre la capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement avec la teneur en amylopectine

Discussion

D'après les résultats (Tableau 1), les rendements de production des farines obtenues sont respectivement de 23,41 % \pm 0,06 ; 21,47 % \pm 0,08 et 20,25 % \pm 0,08. Ces rendements sont supérieurs à 20 % Ndéye et Doumouya (2010) et inférieur à 25 % CTA (2008). Cette différence pourrait être due à la distinction de procédés de transformation utilisée et la durée de séchage des produits.

La capacité de rétention d'eau est un paramètre technologique indispensable permettant de maîtriser la consistance de la pâte (Himeda, 2012). Elle reflète la capacité d'hydratation de la pâte, en présence d'eau liquide, et dépend surtout de l'humidité, et du taux d'endommagement de l'amidon (Liu et al., 2003)). La capacité d'absorption d'eau dépend de la structure moléculaire et de la composition chimique de l'amidon (Tester et Morrison, 1990). A différentes températures, la solubilisation de l'amylose de granules d'amidon pourrait également être un facteur influençant la capacité d'absorption d'eau (Liu et al., 2003). Nos résultats concernant les capacités de rétention d'eau (en g/100 g de produit) de ces trois farines de patate douce sont respectivement de 35 \pm 7,07 ; 35,5 \pm 7,70 et 30,5 \pm 0,71. Comparées avec celles trouvées par Rahajason (2017) avec 158,34 g/100 g de produit pour la farine de patate douce à chair blanche et Soanirina (2017) avec 183,44 g/100 g de produit pour la farine de patate douce à chair jaune récoltés dans la Région Sofia, ces deux valeurs sont nettement supérieures à nos résultats. Cet écart peut être dû à la différenciation de la teneur en amylose et en amylopectine de chacune des farines. Il

semble que la taille des graines de farines et d'amidon, la différence d'origine et la teneur en amidon pourraient être aussi l'origine des différences observées (Diallo et al., 2015).

L'amylose est un polymère linéaire de résidus de D-glucose attachés par des liaisons α (1-4). Sa masse moléculaire peut aller de 20000 à 300000. Dans les granules d'amidon, ce polymère est présent sous forme cristallisée, en raison du grand nombre de liaisons hydrogènes existant entre les groupements hydroxyles (Himeda, 2012). L'analyse de nos résultats exprime qu'il existe une interaction entre la capacité de rétention d'eau et du pouvoir de gonflement des farines. D'après la figure 1, la capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement augmentent en fonction de la teneur en amylose dans la farine. Cette augmentation est due aux liaisons hydrogènes de l'amylose. Ces liaisons sont responsables de l'adsorption d'eau, ainsi que de la formation de gels (par création de réseaux tridimensionnels) au cours de la rétrogradation après gélatinisation (Buleon et al., 1998).

Concernant l'amylopectine, la capacité de rétention d'eau et le pouvoir de gonflement diminuent en fonction de l'élévation de la teneur en amylopectine car il est très ramifié. Cette molécule est un polymère ramifié de D-glucose. Sa masse moléculaire varie de 200 000 à 1 000 000 environs. Leurs liaisons sont du type α (1-4), sauf au niveau des branchements où elles sont du type α (1-6). En contrepartie, l'amylopectine absorbe beaucoup d'eau à la cuisson (Liu et al., 2003). Elle est responsable de grande partie du gonflement des granules d'amidon (Himeda, 2012). En plus, les farines de patate douce étudiées contiennent environ 80,39 % \pm 0,49 à

82,59 % \pm 0,41 de l'amylopectine. Alors, ces granules d'amidon sont riches en amylopectine. D'où, ils sont plus faciles à dissoudre dans l'eau, à 95 °C, par rapport à ceux qui contiennent beaucoup d'amylose. A des différences de température, il y a variation de leur action dans les produits qui les contiennent (Buleon et al., 1998). De ce fait, cette réduction de cette capacité de rétention d'eau est due à l'utilisation de l'eau distillée froide.

La répartition granulométrique des grains d'amidon est directement liée au rapport amylose/amylopectine de l'amidon. Les granules d'amidon sont en effet des entités semi-cristallines formées principalement de deux types de molécules, l'amylose (en général, 26 à 28 %) et l'amylopectine (72 à 74 %) (Massaux et al., 2006). Le ratio amylose-amylopectine est très important pour mesurer la teneur de l'amylose par rapport à l'amylopectine. Il dépend des conditions de culture, de cultivar de plantes de l'origine de l'amidon (Würzburg, 1986) et de la source botanique de l'amidon (Maki et al., 2012). Ce ratio a un impact considérable sur les propriétés fonctionnelles de l'amidon (Rolland-Sabaté et al., 2012 ; Thomas et Atwell, 1988). Les ratios amyloses-amylopectines (tableau 1) des farines de trois cultivars de patate douce sont supérieurs par rapport aux farines de différentes variétés de blé. Ces valeurs sont comprises entre 0,36 à 0,38 (Massaux et al., 2006). En effet, ces valeurs dépendent des conditions de culture, du cultivar de plantes de l'origine de l'amidon (Würzburg, 1986), de la source botanique de l'amidon (Maki et al., 2012) et du mode de transformation des racines en farine. De ce fait, les teneurs respectives en amylose et en amylopectine pourraient

influencer les propriétés chimiques et technologiques d'un amidon telles que sa susceptibilité à l'hydrolyse enzymatique, ses propriétés gélifiantes et épaississantes. Alors, ces trois farines de patates douces étudiées sont aussi intéressantes du point de vue teneur en amylose et en amylopectine.

Conclusion

Les résultats obtenus soulignent l'importante influence des propriétés fonctionnelles (Capacité de rétention d'eau et pouvoir de gonflement) des farines de patate douce sur les propriétés de l'amidon. À cet effet, les analyses des propriétés fonctionnelles et biochimiques des trois farines de patate douce ont montré que ces trois farines sont capables de retenir de l'eau entre 30 à 35 %. Elles sont aussi connues à sa richesse en proportion très élevé en amylopectine. Ainsi, ces trois farines étudiées peuvent être utilisées dans divers domaines de transformation agroalimentaire. Cela nous accède à la production des tubercules de patate douce à chair blanche et à peau blanche, puis, les tubercules de patate douce à chair blanche et à peau rouge.

Ainsi, face au changement climatique, et vue les conditions climatiques exigées par le blé, la perspective de substitution d'une partie de la farine de blé par celle de ces plantes amyloacées semble intéressante. De plus, l'amidon contenu dans la farine de patate douce, de même dans les tubercules de patate douce pourrait être transformé en alcool. Cette proposition peut alors être adoptée dans la politique de valorisation des cultures locales afin de produire des produits innovants accessibles aux

populations de Madagascar. C'est donc une des stratégies nécessaires pour réduire la pauvreté du peuple Malagasy avec la mise en relation directe des producteurs aux industries. Ainsi, il faudrait créer des entreprises de transformation des tubercules de patate douce en farine dans le but de réduire les dépenses liées aux importations des farines de blé et de produire des pains à coût abordable ou à prix constant.

Remerciements

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements aux Responsables du Laboratoire GREENMADAG Naturally de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antsirana qui ont accordé ma demande d'analyses de mes échantillons de farines au sein de leur Laboratoire. Je remercie aussi tous ceux qui contribuent durant la réalisation de cette recherche.

Références bibliographiques

- Balla A., Blecker, Oumarou C., Paquot M. et Dermoanne M. C. (1999).- *Mise au point de pains composite à base de mélange de farine de sorgho-blé et analyse texturale*. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 3(2), p.69-77.
- Buléon A., Colona P., Leloup V. & Balls S. (1998). Starch granules: structure and biosynthesis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 23 (2) 85-112.
- CTA (2008).- *Centre technique de coopération agricole et rurale (ACP-UE) : fabrication de cossettes et de farine de patate douce*, CTA Post bus 380, 6700, édité par Wageningen A. J., Pays-Bas : Collection Guides pratiques du CTA, N° 6.
- Diallo S.K., Koné Y.K., Soro D., Assidjo N.E., Yao B.K. et Gnakri D. (2015).- *Caractérisation biochimique et fonctionnelle des graines de sept cultivars de voandzou [vigna subterranea (L) verdc. fabaceae] cultivés en Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal., 11(27), p. 288-304.
- FAO (1991).- *Racines, tubercules, plantains et bananes dans la nutrition humaine (Un livre très riche en informations sur tous les aspects nutritionnels des R&T)*. Rome, Italie, 200p.
- FAO (2007).- *FAOSTAT On-line*. Rome: United Nations Food and Agriculture Organization [en ligne]
Disponible sur « <http://faostat.fao.org/default.aspx> »
Consulté le 12 mars 2020.
- Himeda M. (2012).- *Propriétés physico-chimiques et rhéologiques de la farine et de l'amidon de taro (Colocasia esculenta L. Schott) variété Sosso du Tchad en fonction de la maturité et du mode de séchage*. Thèse en co-tutelle pour obtenir les grades de Docteur de l'Université de Lorraine et Docteur/Ph.D. de l'Université de Ngaoundéré en *Procédés Biotechnologiques et Alimentaires / Sciences Alimentaires et Nutrition* de l'Université de Lorraine et de l'Université de Ngaoundéré, 245p
- Juliano B. O. (1971).- *A simplified assay for amylose*. Cereal Sci. Today., 16, p. 334 -338, 340, 360.
- Katholieke, Ralison E. et Groossens F. (2006).- *Madagascar : Profile des marchés pour évaluation d'urgence de la sécurité alimentaire*, 70p.
- Kaur A., Singh N., Ezekiel R., et Guraya H. S. (2007).- *Physicochemical, thermal and pasting properties of starches separated from different potato cultivars grown at different locations*. Food Chemistry, 101, 643-651.
- Leach H.W., Mc Cowen L. D. and Schoch T. J. (1959).- *Structure of the starch granule. Swelling and solubility patterns of various starches*. Cereal Chemistry, 36(6), pp 535 -544.
- Liu Q., Weber E., Currie V., & Yada R. (2003).- *Physicochemical properties of starches during potato growth*. Carbohydrate Polymers, 51, 213-221.
- Maki K. C., Pelkman C. L., Finocchiaro E.T., Kelley K. M., Lawless A. L., Schild A. L. and Rains T. M. (2012).- *Resistant Starch from High-Amylose Maize Increases Insulin Sensitivity in Overweight and Obese Men*. Journal of Nutrition., 142(4), p. 717-23.
- Massaux C., Lenartz B., Sindic M., Sinnaeve G., Dardenne P., Falisse A. et Deroanne C. (2006).- *L'amidon natif du grain de blé : un composé naturel à valoriser par la connaissance de ces propriétés technofonctionnelles ?* Livre Blanc « Cereales » F.U.S.A et CRA-W Gembloux, 7p.
- Ndangui C. B. (2015).- *Production et caractérisation de farine de patate douce (Ipomoea batatas Lam) : optimisation de la technologie de panification*. Thèse en Doctorat. Spécialité : Procédés et

- Biotechnologiques Alimentaires. Faculté des Sciences et Techniques. UNIVERSITE MARIEN NGOUABI.151p(Dernier mise à jour : 10 Juillet 2015) [En ligne]. Disponible sur : « 33NDANGUI-C-B - DDOC_T_2015_0059_NDANGUI.pdf » (Consulté le 15 Mars 2020).
- Ndèye T. T. et Doumouya S. (2010).- *Institut de technologie alimentaire, guide de valorisation de patate douce en Mauritanie*, 24 p.
- Nri (1996).- *Methods for assessing quality characteristics of non-grain starch staples*.Part, 4.-Advanced methods, p. 85-88, 92-93.
- Rahajason A. N. (2017).- *Essai de fabrication des pains composites à base des farines de blé et de patate douce à chair jaune*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master en Biochimie et Sciences de l'Environnement : Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, 83 p.
- Rolland-Sabate A., Sanchez T., Buleon A., Colonna P., Jaillais B., Ceballos H. and Dufou D. (2012).- *Structural characterization of novel cassava starches with low and high- amylose contents in comparison with other commercial sources*.*Food Hydrocolloids.*, 27(1), p. 161-174.
- Sihachakr D, Haïcour R, Cavalcante Alves JM, Umboh I, Nzoghé D, Servaes A et Ducreux(1997).-Plant regeneration in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.,*Convolvulaceae*).*Euphytica* (96) p143 – 152.
- Soanirina C. (2017).- *Essai de fabrication des pains composites à base des farines de blé et de patate douce à chair blanche*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master en Biochimie et Sciences de l'Environnement : Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, 64 p.
- Sosulski F. W. (1962).-*The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats*. *Cereal Chemistry*, 39(4), pp 344-350.
- Tester R. F. & Morrison W. R. (1990).- *Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effects of amylopectin, amylose, and lipids*. *Cereal Chemistry*, 67, 551–557.
- Thomas D. and Atwell W. (1988).-*Starches*. (American Association of Cereal Chemists (AACC), Ed.) (p. 94). St. Paul, Minn. U.S.A.: Eagan Press, 1998
- Velomora J. D.(2012).- *Influence de l'incorporation de la farine de haute qualité dans le cake*. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome en Option : Industries Agricoles et Alimentaires, du Département industries agricoles et alimentaires : Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, 94p.
- Vololonirina R. F. (2016).- *Mise au point de procédés de fabrication de la farine infantile à base de soja, de tubercules de patate douce à chair jaune et des feuilles de Moringa oleifera*. Mémoire de Master. Parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquées. Université de Mahajanga, 139 p.
- Williams V. R., Wu W. T., Tsay H. Y. and Bates H. G. (1958).- *Varietal differences in amylose content of starch*. *J. Agric. Food Chem.*, 6, p. 47-48,
- Würzburg O. B. (1986).- *Modified starches: Properties and uses*. Boca Raton, USA: CRC Press. 277 p.