

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES ET FONCTIONNELLES DE LA FARINE DU RIZ "MAMORIAKA MENA"

RAZAFIMAHEFA^{1,2}, SOLOFONIAINA Tiana
Erica², VOLOLONIRINA Rangita Florida¹,
FANAMBINANTSOA Fara Razafimandimby¹,
TSIALY Jean Luois¹ et RANDRIANANTENAINA
Antoni^{3,4}

1: Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM),
Université de Mahajanga, Madagascar

2: Faculté des Sciences, de Technologies et de
l'Environnement (FSTE), Université de Mahajanga,

3: Biochimie Alimentaire et Valorisation des Ressources
Naturelles (BAVRN), Faculté des Sciences, Université
d'Antsiranana

4: Laboratoire de GREENMADAG, Faculté des Sciences,
Université d'Antsiranana, Madagascar

Auteur correspondant : Razafimahefa, Lot 0211 B – 0170,
Secteur 2, Ambohimandamina, MAHAJANGA ;
E-mail : razafimahefa3@gmail.com

Résumé

Le riz constitue la nourriture de base de nombreuses populations de la planète. Différents procédés peuvent être utilisés pour transformer les grains de cette plante en d'autres produits dérivés. La qualité technologique du riz peut être appréciée par des méthodes physiques, physico-chimiques et biochimiques. La notion de qualité du riz regroupe un grand nombre de caractéristiques. Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité de la farine des grains de riz "Mamoriaka mena" en considérant ses propriétés physiques, physico-chimiques et fonctionnelles. Des méthodes ont alors été utilisées pour déterminer ces paramètres. Concernant les propriétés physiques et physico-chimiques, les paramètres suivants ont été analysés : la couleur, la masse volumique, l'humidité, la teneur en matière sèche, le pH et l'acidité totale. Mais, pour les propriétés fonctionnelles, les paramètres qui ont été analysés sont la capacité d'absorption d'eau, la capacité d'absorption d'huile, le rapport Hydrophile/Lipophile et le pouvoir de gonflement. Les résultats obtenus ont montré que cette farine est blanchâtre. Sa masse volumique est de 0,67 g/cm³. Ses teneurs en eau et en matière sèche sont respectivement 10,03% et 89,97%. Son pH est de 6,30 et son acidité totale est de 0,16% (équivalent en acide lactique). Ses capacités d'absorption d'eau et d'huile sont respectivement 17,56% et 127,52%. Le rapport Hydrophile/Lipophile pour cette farine est de 0,14. Son pouvoir de gonflement est de 6,04 g/g de farine. En

considérant les valeurs de ces différents paramètres, on peut dire que cette farine est de bonne qualité. Elle peut donc être utilisée pour fabriquer des produits dérivés.

Mots-clés : Riz "Mamoriaka mena", Propriétés physiques, Propriétés physico-chimiques, Propriétés fonctionnelles, SAVA.

Fintina

Ny vary dia foto-tsakafon'ny olona maro manerantany. Maro ny fomba azo ampiasaina mba ahafahana manodina ny vary ho vokatra hafa. Azo tomanana amin'ny fomba fizika, fizika-simika ary biosimika ny kalitaon'ny vary. Fitambaran'ny toetra maro izany kalitao izany. Ny tanjon'ity fikarohana ity dia ny fanombanana ny kalitaon'ny kobam-bary "Mamoriaka mena" amin'ny alàlan'ny fandinihana ireo toetran'ny ara-fizika sy ara-fizika-simika ary ny toetran'ny manokana. Fomba maro no nampiasaina mba hamaritana ireo masontsivana ireo. Mikasika ny toetran'ny ara-fizika sy ny ara-fizika-simika, dia ireto masontsivana manaraka ireto no nodinihana: ny loko, ny hakitroka, ny hamandoana, ny tahan'ny zava-maina, ny pH ary ny tahan'ny asidra. Fa, ho an'ny toetran'ny manokana kosa, ny masontsivana izay nohadiahiana dia ny fahafahany mitsentsitra rano, ny fahafahany mitsentsitra menaka, ny tahan'ny fitsentsefany rano miohatra amin'ny fitsentsefany menaka ary ny fahafahany mibontsina. Ny vokatra azo dia nampiseho fa fotsy ilay koba. Ny hakitrony dia 0,67 g/cm³. Ny hamandoany sy ny tahan'ny zava-maina ao aminy dia 10,03% sy 89,97%. Ny pH-ny dia 6.30 ary ny tahan'ny asidra ao aminy dia 0,16% (mitovy amin'ny asidra laktika). Ny fahafahany mitsentsitra rano sy mitsentsitra menaka dia 17,56% ary 127,52%. Ny tahan'ny fitsentsefany rano miohatra amin'ny fitsentsefany menaka ho an'io koba io dia 0.14. Ny fahafahany mibontsina dia 6.04 g/g. Raha dinihana ireo vokatra azo ireo, dia afaka milaza isika fa tsara kalitao ilay koba novokarina ary azo ampiasaina amin'ny fanamboarana vokatra vaovao.

Teny fototra: Vary "Mamoriaka mena", toetra ara-fizika, toetra ara-fizika-simika, toetra manokana, SAVA.

Abstract

Rice is the staple food of many people around the world. Different processes can be used to transform the seeds of this plant into other derived products. The technological quality of rice can be assessed by physical, physico-chemical and biochemical methods. The notion of rice quality brings together a large number of characteristics. The objective of this study is to assess the quality of the flour of "Mamoriaka mena" rice grains by considering its physical, physicochemical and

functional properties. Methods were then used to determine these parameters. Regarding the physical and physicochemical properties, the following parameters were analyzed: color, density, humidity, dry matter content, pH and total acidity. But, for the functional properties, the parameters that were analyzed are the water absorption capacity, the oil absorption capacity, the Hydrophilic/Lipophilic ratio and the swelling power. The results obtained showed that this flour is whitish. Its density is 0.67 g/cm³. Its water and dry matter contents are respectively 10.03% and 89.97%. Its pH is 6.30 and its total acidity is 0.16% (lactic acid equivalent). Its water and oil absorption capacities are 17.56% and 127.52% respectively. The Hydrophilic/Lipophilic ratio for this flour is 0.14. Its swelling power is 6.04 g/g of flour. By considering the values of these various parameters, we can say that this flour is good quality. It can, therefore, be used to manufacture derivative products.

Keywords: Mamoriaka mena rice, Physical properties, Physico-chemical properties, Functional properties, SAVA.

Introduction

Le riz est une céréale de la famille des Poacées, cultivée dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes pour ses graines, ou caryopses, riches en amidon. L'homme a commencé à cultiver le riz il y a près de 10 000 ans, lors de la révolution néolithique. Il se développe d'abord en Chine, puis dans le reste du monde (McDonald et al., 2006). En Afrique sub-saharienne, le riz est l'une des principales cultures et sa production représente une part significative dans la stratégie mise en œuvre pour pallier la pénurie de vivres et améliorer l'autosuffisance alimentaire pour la consommation locale et l'exportation (Salif et al. 2011). Sur le continent africain, sa culture est développée en système pluvial ou irrigué. La production, bien qu'en partie autoconsommée dans les campagnes, participe à la couverture des besoins en alimentation des villes. L'approvisionnement

des villes est, en effet, souvent tributaire d'importations coûteuses en devises qui déséquilibrent la balance commerciale de nombreux Etats (Cruz, 1999). A Madagascar, les régions de Sofia, de Vakinankaratra et d'Alaotra Mangoro sont les plus productives du riz (PAM, 2019). La production nationale de paddy est estimée à un peu plus de 3,9 millions de tonnes pendant la campagne 2018-2019, soit 17,8% de plus comparée à celle de 2017-2018 et 9% de plus que la moyenne de cinq années précédentes, 2014-2018, (MAEP, 2019).

Le riz constitue la nourriture de base de nombreuses populations de la planète et notamment dans la plupart des pays tropicaux : l'Asie principalement, mais également l'Amérique du Sud, les îles Caraïbes et l'Afrique (Cruz, 1999). Il est surtout utilisé au niveau des ménages, où on le consomme sous forme de riz blanc ou de riz cantonais, ou sous forme de pâte (à base de la farine de riz) accompagné de friture ou de sauce ; il est aussi utilisé dans la production des gâteaux, des biscuits et des pâtes (Salif et al. 2011). Le riz est la principale denrée alimentaire de base à Madagascar (MAEP, 2019). La plupart des ménages en consomment trois fois par jour. Dans ce pays, le riz est une principale céréale de la ration alimentaire quels que soient la Province et le milieu (Grands centres urbains, ou Centres urbains secondaires ou Milieu rural) (Jeannoda et al., 1997).

Différents procédés peuvent être utilisés pour transformer les grains de riz en d'autres produits dérivés. La connaissance de la structure du grain est capitale pour comprendre le choix des procédés utilisés en matière de transformation du

riz. A la récolte, le riz est une céréale vêtue appelée paddy où le grain (ou caryopse) est encore entouré de ses glumes. Sa transformation nécessite d'abord une élimination de ces enveloppes extérieures (ou balles) pour récupérer le riz brun (appelé aussi riz cargo), puis une usure du péricarpe et du germe pour obtenir le riz blanc, forme sous laquelle, il est le plus souvent consommé (Cruz, 1999).

En technique traditionnelle, très répandue en milieu rural, la transformation du riz est encore souvent réalisée au pilon et au mortier. Elle correspond surtout à un décorticage, car le blanchiment est peu poussé. Le grain consommé est alors pratiquement un riz complet aux qualités nutritionnelles supérieures à celles du riz blanchi (Cruz, 1999).

Le préalable à une bonne transformation du paddy en riz blanc ou en riz étuvé de qualité est une bonne mise en œuvre des bonnes pratiques d'hygiène (BPH). Les BPH sont l'ensemble des mesures à prendre pour une transformation du paddy en riz ou en riz étuvé sans danger, acceptable aux consommateurs. Les principales sources de danger dans la transformation du paddy en riz blanc ou en riz étuvé sont la main d'œuvre (le personnel de transformation), le milieu de travail, le matériel de travail, les matières premières et les méthodes de transformation. Ces cinq éléments sources potentielles de dangers sont également appelés 5 M (Nestor, 2012).

La qualité technologique du riz peut être appréciée par des méthodes. La notion de qualité du riz regroupe un grand nombre de caractéristiques qui intéressent à divers titres les producteurs, les industriels et les transformateurs

(Laignelet & Alary, 1984). Parmi les caractéristiques qui peuvent être considérées pour apprécier la qualité technologique du riz, on peut noter les propriétés physiques, physico-chimiques et fonctionnelles qui constituent le fondement du présent article basé sur la transformation du riz "*Mamoriaka mena*".

Matériels et méthodes

Matériels végétaux

Les matériels végétaux utilisés durant cette étude sont des grains (paddy) de riz, *Oryza sativa*, de nom vernaculaire "*Mamoriaka mena*".

Collecte et transport des grains de riz

Les grains de riz "*Mamoriaka mena*" ont été collectés dans le District d'Andapa, Région SAVA (Sambava, Antalaha, Vohémar et Andapa). C'est un District le plus productif du riz de la partie nord de l'île. De plus, dans ce District, il existe plusieurs variétés de riz. Les grains ainsi collectés (environ 2 kg) ont été mis dans un panier. Ce panier a, ensuite, été bien fermé à l'aide d'une fibre de raphia pour éviter la perte des grains, puis transporté vers Mahajanga, lieu de transformation des grains en farine.

Triage et pesage des grains de riz

Des tris à la main ont été effectués pour débarrasser les débris et les grains anormaux. Les graines de bonne qualité ont été pesées à l'aide d'une balance de type "*Jinding*" afin de déterminer la masse à utiliser avant de les mettre dans un sac en polyéthylène.

Pilonnage et vannage des grains de riz

Les grains de riz triés ont été pilés manuellement dans un mortier en bois à l'aide d'un pilon en bois pour détacher leurs enveloppes.

Les grains de riz pilonnés ont été vannés à l'aide d'un van afin d'éliminer les sons et de récupérer les grains de riz décortiqués.

Mouillage, égouttage et séchage

Les grains de riz ainsi obtenus après le vannage ont été macérés dans de l'eau de robinet mise dans une cuvette placée dans une chambre d'habitation. Après 30 mn de macération, les grains mouillés ont été égouttés à l'aide d'un passoir de mailles très petits pour enlever l'eau de macération et de récupérer les grains humides. Après l'égouttage, les grains humides ainsi obtenu ont été éparpillés uniformément sur une natte propre placée à un endroit propre et ensoleillé. Après 10 mn de séchage, les grains ont été récupérés dans un récipient propre. Ce petit séchage solaire de 10 mn a pour objectif de diminuer la teneur en eau des grains humides et de faciliter l'opération suivante.

Pilonnage et tamisage de farine du riz

Les grains humides obtenus après le petit séchage solaire ont été pilonnés manuellement à l'aide d'un mortier en bois et d'un pilon en bois. Les grains moulus ont été tamisés à l'aide d'un tamis plastique de maille très petite. Le tamisage a été réalisé en effectuant un mouvement oscillatoire des mains. Cette opération a pour objectif d'enlever les grosses particules et d'avoir une farine ayant une granulométrie uniforme. Cette farine a été récupérée dans un récipient sec et propre.

Séchage solaire

La farine ainsi obtenue après le tamisage a été éparpillée uniformément sur une natte propre placée à un endroit propre et ensoleillé pour réduire sa teneur en eau. Ce séchage solaire a été fait pendant 3 jours, de 8 h du matin à 16 h du soir par jour. A la fin de la journée de séchage, la farine a été récupérée dans un récipient propre, puis laissée dans une chambre d'habitation.

Conditionnement et stockage de la farine sèche

La farine ainsi obtenue après le séchage solaire a été pesée, puis versée dans un bocal en verre fumée et étiqueté. Ce bocal a été fermé hermétiquement pour éviter l'introduction d'autres éléments, puis laissé dans un endroit frais, propre et sec jusqu'au moment de son utilisation.

Analyse de la farine produite

Détermination des propriétés physiques et physicochimiques

La couleur de la farine a été identifiée à l'œil. Sa masse volumique a été déterminée par la méthode gravimétrique employée par Okaka et al. (1991). Ses teneurs en eau et en matière sèche ont été déterminés selon la méthode de AOAC (2005). Son pH et son acidité totale ont été déterminés selon la méthode d'Oyewole (1990) et de Vasconcelos et al. (1990).

Détermination des propriétés fonctionnelles

Les capacités d'absorption d'eau et d'huile ont été déterminées suivant la méthode employée par Sosulski (1962). Le rapport hydrophile-lipophile, tel que défini par Njintang et al. (2001), a été calculé en faisant le rapport entre la capacité

d'absorption d'eau et la capacité d'absorption d'huile. C'est un rapport qui permet d'évaluer l'affinité comparée des farines pour l'eau et pour l'huile.

Résultats

Propriétés physiques et physico-chimiques de la farine produite

Les propriétés physiques et physico-chimiques de la farine de riz "*Mamoriaka mena*" sont données dans le tableau 1 ci-dessous. Ce tableau indique que les valeurs des masse volumique, teneur en eau ou humidité, teneur en matière sèche, pH et acidité totale ne sont pas les mêmes.

Tableau 1: Propriétés physiques et physico-chimiques de la farine produite

Paramètres	Valeurs
Couleur	Blanchâtre
Masse volumique (g/cm ³)	0,67
Humidité (g/100 g)	10,03
Matière sèche (g/100 g)	89,97
pH	6,30
Acidité totale (g d'acide lactique/100 g de MS)	0,16

Propriétés fonctionnelles de la farine produite

Les propriétés fonctionnelles de la farine de riz "*Mamoriaka mena*" sont trouvées dans le tableau 2. Sa capacité d'absorption d'huile est plus élevée que celle de l'eau. Son pouvoir de gonflement est non négligeable. Le rapport Hydrophile/lipophile de cette farine est inférieur à 1.

Tableau 2 : Propriétés fonctionnelles de la farine de riz "*Mamoriaka mena*"

Paramètres	Valeurs
Capacité d'absorption d'eau (g/100 g)	17,56
Capacité d'absorption d'huile (g/100 g)	127,52
Rapport Hydrophile/Lipophile	0,14
Pouvoir de gonflement (g/g)	6,04

Discussion

La couleur est l'une des paramètres qui peuvent être considérées pour apprécier la qualité du riz. A Madagascar, on distingue généralement le riz blanc (ayant des grains blancs après le pilonnage ou décortilage) et le riz rouge (ayant des grains rouges après le pilonnage ou décortilage). Cependant, le riz blanc est le plus apprécié par la population malagasy, particulièrement la population côtière. Les grains pilonnés et la farine de riz "*Mamoriaka mena*" est blanchâtre (Tableau 1). Après cuisson, les grains décortiqués ou pilonnés de cette variété de riz sont mous et très gonflés. C'est pourquoi, cette variété de riz est très populaire et très appréciée par la population d'Andapa, Région SAVA.

La masse volumique de la farine produite est de 0,67 g/cm³ (Tableau 1). Elle est inférieure à celle de l'eau distillée (1 g/cm³). Cette farine est donc plus légère que l'eau. La masse volumique de cette farine est supérieure à celles des farines des racines fermentées de manioc "*Telovolana*" (0,58 g/cm³) (Ratolonanahary, 2018), des bananes plantains (0,64 g/cm³) (Dhoimir, 2017) et des tubercules de patate douce à chair blanche et à peau blanche (Razafindrasoa, 2021) avec 0,57 g/cm³. Cette farine de riz est donc plus lourde que ces trois types de farine.

La teneur en eau de la farine produite est faible. C'est pourquoi cette farine a une teneur en matière sèche élevée (tabl. 1). La détermination de la teneur en eau des produits alimentaire est une opération capitale qui présente un quadruple intérêt : intérêts technologique, analytique, commercial et réglementaire (Multon & Martin, 1984). Une teneur moindre en eau peut être

exigée pour certaines destinations, compte tenu du climat, de la durée de transport et de celle de stockage (Trémolières et al., 1968). Les teneurs en eau des produits doivent respecter les normes, car la loi fixe, pour des raisons de bonne conservation et d'honnêteté commerciale, la teneur en eau maximale à ne pas dépasser (Multon & Martin, 1984). Selon Trèche (1989), elles ne doivent pas dépasser 14%, limite généralement considérée comme maximale pour une bonne conservation des farines et pour tenir compte des risques de réhydratation en sac de polyéthylène (Moy et al., 1977). Soudy (2011) a décrit qu'un aliment avec une teneur en eau inférieure à 14% se conserve sans traitement particulier dans la mesure où il est stocké dans des conditions correctes d'humidité et de température. Laignelet et Alary (1984) et Codex Standard 178-1991 (1991) ont indiqué que la teneur maximale en eau des produits est de 14,5%. La faiblesse de la teneur en eau de cette farine est très importante pour permettre sa conservation de longue durée dans un endroit sec. Il serait, ainsi, difficile pour des microorganismes de s'y multiplier, car ils ont besoin d'une activité de l'eau et, par conséquent, d'une teneur en eau, assez élevées pour se proliférer (Cheftel & Cheftel, 1976). En outre, les réactions chimiques et enzymatiques de détérioration sont fortement ralenties dans des aliments ayant une faible teneur en eau (Cheftel & Cheftel, 1976 ; Randrianantoandro, 2004). La farine ainsi produite est donc conservable pendant longtemps dans des bocaux, car sa teneur en eau est inférieure à 14%, valeur limite rapportée par Soudy (2011).

La farine de riz "*Mamoriaka mena*" produite contient des acides organiques, car le pH de cette farine est inférieur à 7, mais il est très proche de 7. Cependant, les teneurs en ces acides organiques sont faibles, puisque l'acidité de cette farine est faible (Tabl. 1). Cette farine peut donc être considérée comme un produit légèrement acide. Elle est moins acide que celle des tubercules de patate douce à chair blanche et à peau blanche (pH = 5,80 et acidité totale = 5,51%) (Razafindrasoa, 2021) et les poudres des baobabs malagasy *Adansonia grandidieri* (pH = 3,62 et acidité totale = 6,48%) (Randrianjankolona, 2019), *Adansonia rubrostipa* (pH = 3,40 et acidité totale = 16,21%) (Razafindratoambo, 2019) et *Adansonia za* (pH = 3,45 et acidité = 12,94%) (Randrianivo, 2019).

Les propriétés fonctionnelles fournissent des informations sur les applications futures de formulations alimentaires (Hermansson & Svegmarm, 1996). Durant cette étude, les propriétés fonctionnelles évaluées sont la capacité d'absorption d'eau, la capacité d'absorption d'huile, le rapport hydrophile/lipophile et le pouvoir de gonflement (Tabl. 2).

La capacité de rétention d'eau est l'un des critères qui déterminent la qualité sensorielle, en particulier, la texture des produits alimentaires (Laignelet & Alary, 1984 ; Selmane, 2010). Les produits alimentaires ayant une capacité de rétention d'eau élevée gardent leur friabilité durant la conservation (Boye et al., 2010). La rétention d'eau est due à la présence des constituants hygroscopiques possédant des groupements hydrophiles. Pour cette farine de riz, ces constituants hygroscopiques sont essentiellement

des hydrates de carbone (possédant des groupements hydroxyle libres : – OH) et des protéines (ayant des groupements hydrophiles : = CO, – NH –), car cette farine contient ces composés (Solofoniaina, 2019). Par la présence de ces groupements hydrophiles, ces composés peuvent donc se lier avec des molécules d'eau par des liaisons hydrogène. Cette farine peut donc être tenir la qualité sensorielle et que leur friabilité est conservée pendant l'entreposage.

La capacité d'absorption d'eau trouvée durant cette étude est de 17,56 g pour 100 g de farine (Tabl. 2). Cette valeur est très faible en comparant avec celle de la farine de manioc « *Telovolana* » rapportée par Ratolojanahary (2018), qui est 136,39 g par 100 g de farine, celles des farines de trois cultivars de manioc (*Menarevaka*, *Mena* et *Fotsy*) trouvées par Randrianantenaina (2019), qui sont respectivement 105,99, 103,81 et 116,42 g par 100 g de farine et celle de la farine des graines de *Typhonodorum madagascariense* (235,33 g par 100 g de farine) (Randrianantenaina et al., 2021). La capacité d'absorption d'eau est liée au caractère amorphe de l'amidon et à sa teneur en amylopectine (Akpossan et al., 2015).

La farine produite est également capable de retenir ou d'absorber de l'huile, car sa capacité d'absorption d'huile est de 127,52 g/100 g de farine (Tabl. 2). Cette valeur est très élevée par rapport à celles des poudres produites à partir des pulpes des fruits de baobab *Adansonia grandidieri* (12,89 g/100 g de farine) (Randrianjanakolona, 2019), *Adansonia rubrostipa* (15,30 g/100 g de farine) (Razafindratombo, 2019) et *Adansonia za* (12,33 g/100 g de farine) (Randrianivo, 2019). Cela indique que la farine des grains du riz

"*Mamoriaka mena*" est très lipophile par rapport aux poudres des pulpes des fruits de baobab malagasy. Ainsi, cette farine renferme des substances ayant des chaînes non-polaires comme les lipides. Il est à noter que la variation de la capacité d'absorption d'huile dans les produits est liée à la présence de chaînes non-polaires (Medoua Nama, 2005). D'ailleurs, cette farine contient des lipides, bien que leur teneur soit faible (Solofoniaina, 2019). La capacité de rétention d'huile est une propriété importante dans la formulation des aliments. La littérature indique que les farines, de capacité rétention d'huile très élevée, détiennent un dispositif de rétention de la saveur et de l'exhausteur de sensation en bouche dans les produits alimentaires (Kaushal et al., 2012 ; Yadahally et al., 2012). La farine produite possède une capacité de rétention d'huile très élevée (127,52 g/100 g de farine) (Tableau 2) et détient, par conséquent, ses caractéristiques les plus intéressantes. C'est pourquoi cette variété de riz est très appréciée par la population d'Andapa, Région SAVA.

Le rapport hydrophile-lipophile est un rapport qui permet d'évaluer l'affinité comparée des farines pour l'eau et pour l'huile (Medoua Nama, 2005). Durant cette étude, la valeur trouvée (0,14), qui est inférieure à 1, indique que la farine riz « *Mamoriaka mena* » a plus d'affinité avec l'huile qu'avec l'eau.

Le pouvoir de gonflement de la farine produite est de 6,04 g/g de farine (Tableau 2). Cette valeur est faible par rapport à celle de la farine des tubercules de patate douce à peau rouge et à chair blanche (15,52 g/g de farine) (Soanirina, 2017) et à celles des farines de trois cultivars de

manioc (*Menarevaka*, *Mena* et *Fotsy*) rapportées par Randrianantenaina (2019), qui sont respectivement 12,34, 14,27 et 13,36 g par g de farine. Ces différences peuvent être dues à l'inégalité des teneurs en amylose et en amylopectine des granules d'amidon de ces farines. Le pouvoir de gonflement renseigne sur l'extensibilité de la pâte, permet d'apprécier l'aptitude de la pâte à retenir du dioxyde de carbone (CO₂) (Sakr & Hajj Moussa, 2007) et il indique le degré de rétention d'eau des granules d'amidon (Carcea & Acquistucci, 1997). Il dépend principalement des granules d'amidon surtout des taux d'amylose et d'amylopectine dans l'amidon (Singh et al., 2006). L'amylopectine est la molécule responsable du gonflement des granules par incorporation des molécules d'eau dans sa structure en hélice. Ainsi, le poids moléculaire et la conformation de l'amylopectine, avec sa teneur dans l'amidon, sont des paramètres importants pour l'absorption d'eau des granules (Morrison et al., 1993 ; Tester & Morrison 1990 ; Li & Al Yeh, 2001). Lorsque des granules d'amidon sont exposés à la fois à la chaleur et à l'humidité (chauffés dans un excès d'eau), il y a un phénomène de gélatinisation : au-dessus de la température de gélatinisation, les granules gonflent du fait d'une adsorption d'eau sur les groupements polaires hydroxyle (Cheftel & Cheftel, 1976). Le gonflement des granules d'amidon dépend de la structure de l'eau contenue dans la suspension (Brun, 1948). Nemethy et Scheraga suggèrent l'existence, dans l'eau, d'amas (association des molécules d'eau) qui se forment et se déforment continuellement : à 0°C, 75% des molécules d'eau sont, à chaque instant, sous forme d'amas ayant une taille moyenne de

91 molécules d'eau ; à 70°C, 56% des molécules d'eau sont en amas et la taille moyenne de ces amas n'est plus que de 26 molécules d'eau (Néméthy & Schéraga, 1962).

Conclusion

Durant cette étude, des grains d'une variété de riz « *Mamoriaka mena* » ont été transformés en farine. Pour transformer ces grains de riz en farine, les différents procédés qui ont été utilisés sont les suivants : le triage, le pesage, le pilonnage ou le décorticage, le vannage, le mouillage, l'égouttage, le séchage solaire pendant une courte durée, le pilonnage ou la mouture, le tamisage, le séchage solaire durant 3 jours et le pesage.

La farine produite est blanchâtre. Sa masse volumique et sa teneur en eau sont faibles. Sa teneur en matière sèche est élevée. Elle est donc conservable pendant longtemps. Cette farine est capable d'absorber de l'eau et de l'huile. Cependant, elle a plus d'affinité avec l'huile qu'avec l'eau. Elle est aussi capable de se gonfler. Son pouvoir de gonflement est non négligeable. Ainsi, pour faire cuire les grains décortiqués de cette variété de riz, il faut utiliser une quantité d'eau assez importante. En considérant les valeurs des différents paramètres analysés durant cette étude, on peut dire que la farine de riz "*Mamoriaka mena*" est de bonne qualité. Elle peut donc être utilisée pour fabriquer d'autres produits dérivés.

Références bibliographiques

- Akposan, R.A., Y.D. Digbeu, M.D. Koffi, J.P.E.N. Kouadio, D.E. Ahipo and P.L. Kouamé (2015). Protein fractions and functional properties of

- dried *Imbrasia oyemensis* larva full fat and defatted flours. *International Journal of Biochemistry Research and Review*, **5**(2): 116 – 126.
- AOAC (2005). Official method of analysis of the Association of official. *Analytical Chemist*, 5th ad. AOAC Press, Arlington, Virginia, USA.
- Boye, J, Aksay, S. Roufik, S. Ribéreau, S. Mondor, M. Farnworth and S. Rajamohamed (2010). Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Research International*, **43**(2): 537–546.
- Brun, H. (1948). Composition et structure chimique de l'amidon. *Industrie, Agriculture et Alimentation*, 65, Avril – Juin, p.135.
- Carcea, M., and R. Acquistucci (1997). Isolation and physicochemical characterization of Fonio (*Digitaria exillis* Stapf). *Starch*, **49**: 131–135.
- Cheftel, J.-C. et H. Cheftel (1976). *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Technique et Documentation ; Entreprise Moderne d'Entreprise*, Paris, **1**: 1 – 32.
- Codex Standard 178-1991 (1991). *Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur*. CODEX STAN 178-1991, 3 pages.
- Cruz, J-F. (1999). Evolution des techniques après récolte : La transformation du riz en Afrique subsaharienne. *Agriculture et développement*, **23**: 84 – 91.
- Dhoimir, M.Y. (2017). *Essai de fabrication des pains à partir d'une farine composite à base des farines de blé et des bananes*. Mémoire de Master, Biochimie et Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Mahajanga. 73 pages.
- Hermansson, A.M. and K. Svegmarm (1996). Developments in the understanding of starch functionality. *Trends in Food Science and Technology*, **7**: 345 – 353.
- Jeannoda, V, C. Ralison, C. Ramanitrera, C. Ramaharobandro, D. Randrianaivo et A.R. Randrianarivony (1997). *La situation alimentaire et nutritionnelle à Madagascar : Stratégie nationale de sécurité alimentaire et de nutrition*, 134 pages.
- Kaushal, P., V. Kumar, and H.K. Sharma (2012). Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT. Food Science and Technology*, **48**: 59–68.
- Laignelet, B. et R. Alary (1984). Appréciation de la qualité technologique du riz. In : Godon B. & Loisel W. (Coord.). *Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales*. – Paris : Technique et Documentation-Lavoisier, *Collection Sciences et Techniques Agro-alimentaires*: 607 – 617.
- Li, J.Y. and Al Yeh (2001). Relationships between thermal, rheological characteristics and swelling power for various starches. *Journal of Food Engineering*, **50**: 141–148.
- MAEP, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (2019). *Evaluation de la production agricole et de la sécurité alimentaire à Madagascar*. Rapport spécial. Madagascar, 77 pages.
- McDonald, L.G., M. McC Eugene, W.G. Eric and F. John (2006). Evolutionary history of *Oryza sativa* LTR retrotransposons: a preliminary survey of the rice genome sequences, *BMC Genomics* [archive], **2004** (5), 18 pages.
- Medoua Nama, G.J.M. (2005). *Potentiels nutritionnel et technologique des tubercules durcis de l'igname Dioscorea dumetorum (Kunth) pax : Etude du durcissement post-récolte et des conditions de transformation des tubercules durcis en farine*. Autre. Université de Ngoundéré. Français. Fftel-00011268.
- Morrison, W.R., R.F. Tester, C.E. Snape, R. Law and M.J. Gidley (1993). Swelling and gelatinization of cereal starches. IV. Some effects of lipid-complexed amylose and free amylose in waxy and normal barley starches. *Cereal Chemistry*, **70**(4): 385–391.
- Moy, J.H., N.T.S. Wang and T.O.M. Nakayama (1977). Dehydration and processing problems of taro. *Journal of Food Science*, **42**(4): 917– 920.
- Multon, J.-L. et G. Martin (1984). Mesurage de la teneur en eau. In : Godon B. et Loisel W. (Coord.). *Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales*. Paris : Technique et Documentation-Lavoisier-APRIA. *Collection Sciences et Techniques Agro-alimentaires* : 175 – 225.
- Néméthý, G. and H.A. Schéraga (1962). Structure of Water and Hydrophobic Bonding in Proteins. I. A Model for the Thermodynamic Properties of Liquid Water. *Journal of Chemical Physics*, **36** (12): 3382- 3400.

- Nestor, B.I.H. (2012). *Guide de formateur pour l'amélioration de la qualité du riz étuvé et du riz blanc au Burkina Faso*. Programme Développement de l'Agriculture et Programme d'Aménagement des Bas-fonds dans le Sud-Ouest et la Sissili, p. 4.
- Njintang, Y.N., C.M.F. Mbofung, and K.W. Waldron (2001). In vitro protein digestibility and physico-chemical properties of dry red bean (*Phaseolus vulgaris*) flour: effect of processing and incorporation of soybean and cowpea flour. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, **49**: 2465–2471.
- Okaka, JC, PA Okorie and ON Ozo (1991). Quality evaluation of sun-dried yam chips. *Tropical Science*, **30**(3): 265 – 275.
- Oyewole, OB (1990). Optimization of cassava fermentation for fufu production: effects of single starter cultures. *Journal Applied Bacteriology*, **68**: 49 – 54.
- PAM, Programme Alimentaire Mondial, (2019). *La filière riz à Madagascar face à la fortification*. Rapport du Bureau pays du Programme Alimentaire Mondial (PAM) à Madagascar. Travail de terrain et collecte de données menés du 04 Février au 28 Avril 2019. 36 pages.
- Randrianantenaina, A. (2019). *Valorisation des plantes amyliacées : utilisation des farines de trois cultivars de manioc Malagasy les plus exploités dans la Région de DIANA dans la panification*. Thèse de doctorat, Génie du Vivant et Modélisation de l'Université de Mahajanga, 172 pages.
- Randrianantenaina, A., G. Maro, R.F. Vololonirina and Razafimahefa (2021). Transformation of the *Typhonodorum madagascariense* seeds into flour, their nutritional and functional characteristics. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*. **Vol. 4** (1): 644 – 648.
- Randrianantoandro, V.H. (2004). *Etude de la valeur nutritionnelle de quatre variétés de manioc et d'une variété de de maïs et leur utilisation dans l'alimentation infantile*. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition, Université d'Antananarivo. 101 pages.
- Randrianivo, J. (2019). *Production et caractérisation de la poudre de pulpe des fruits de baobab (Adansonia za) récoltés dans la Région Menabe*. Mémoire de Master, Biochimie et Sciences de l'Environnement, Université de Mahajanga, 73 pages.
- Randrianjanakolona, R.L.Th. (2019). *Production et caractérisation de la poudre de pulpe des fruits de baobab (Adansonia grandidieri) récoltés dans la Région Menabe*. Mémoire de Master, Biochimie et Sciences de l'Environnement. Université de Mahajanga, 73 pages.
- Ratolonanahary, H.F. (2018). *Mise au point des pains composites à base de la farine fermentée d'un cultivar Malagasy de manioc « Telovolana » et celle de blé*. Mémoire de Master, Biochimie et Sciences de l'Environnement. Université de Mahajanga, 89 pages.
- Razafindrasoa, M.Y. (2021). *Valeur nutritionnelle et pouvoir de panification de la farine des tubercules de patate douce à chair blanche et à peau blanche récolte dans la région Atsinanana*. Mémoire de Master, Biochimie et Sciences de l'Environnement. Université de Mahajanga, 80 p.
- Razafindratombo, J.R. (2019). *Production et caractérisation de la poudre de pulpe des fruits de baobab (Adansonia rubrostipa) récoltés dans la Région Menabe*. Mémoire de Master, Biochimie et Sciences de l'Environnement. Université de Mahajanga, 70 pages.
- Sakr, N. et E Hajj Moussa (2007). Comparaison de la qualité des blés libanais à celle des variétés importées de l'étranger et destinées à la préparation du pain libanais. *Lebanese Science Journal.*, **8**(2), p. 87–103.
- Salif, B, J. Manful, M. Medard, A. Kromah, P. Houssou, P. Fandohan, F. Sarr, D. Nahemiah et S. Coulibaly (2011). *Manuel de formation sur l'amélioration des technologies post-récolte du riz*. Programme Cultures vivrières. Initiative Globale de Réponse à la Sécurité Alimentaire, 48 pages.
- Selmane, D. (2010). *Étude de l'extraction des protéines de coproduits d'abattage et de leur valorisation comme ingrédients fonctionnels*, Université Blaise Pascal-Clermont Ferrand II.
- Singh, N., L. Kaur, K. Singh Sandhu, J. Kaur and K. Nishinari (2006). Relationships between physicochemical, morphological, thermal, rheological properties of rice starches. *Food Hydrocolloids*, **20**: 532 – 542.
- Soanirina, C. (2017). *Essai de fabrication des pains composites à base de la farine du blé et de la patate douce à chair blanche*. Mémoire de Master, Biochimie et Sciences de

- l'Environnement. Université de Mahajanga, 64 pages.
- Solofoniaina, T.E. (2019). *Valeur nutritionnelle de la farine du riz (Mamoriaka mena) en vue d'élaborer une farine infantile*. Mémoire de Master, Biochimie et Sciences de l'Environnement. Université de Mahajanga, 92 p.
- Soudy, I.D. (2011). *Pratiques traditionnelles, valeur alimentaire et toxicité du Taro (Colocasia esculenta L. Schott) produit au Tchad*. Thèse de doctorat en Nutrition et Sciences des aliments : Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand : Ecole doctorale des Sciences de la Vie et de la Santé, 153 p.
- Sosulski, F.W. (1962). — The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. *Cereal Chemistry*, **39**(4): 344 – 350.
- Trèche, S. (1989). *Potentialités nutritionnelles des ignames (Dioscorea spp.) cultivées au Cameroun*. Collection Etudes et Thèses Edition de l'OROSTOM, **Vol. 1**, Paris, 224 p.
- Tester, RF and WR Morrison (1990). Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effects of amylopectin, amylose and lipids. *Cereal Chemistry*, **67**: 551–557.
- Trémolières, J., Y. Serville, et R., Jacquot (1968). *Manuel élémentaire d'alimentation humaine : Les aliments*. 4^{ème} Édition. Paris XVII : Les Éditions Sociales Françaises, **Tome II**: 39- 52.
- Vasconcelos, AT, DR Twiddy, A Westby and PJA Reilly (1990). Detoxification of cassava during gari preparation. *International Journal of Food Science and Technology*, **25**: 198 – 203.
- Yadahally, N., Sreerama., B. Vadakkoot, Sashikala, M. Vishwas, Pratape. and S. Vasudeva (2012). Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry*, **131**: 462–468.