RSTE
Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement Volume 3
Édition spéciale, Université d'été 2ème édition Mahajanga, novembre 2020

VALORISATION DES FRUITS de *EUGENIA JAMBOLANA* ou « *ROTRA* » EN JUS DANS LE DISTRICT DE TSIROANOMANDIDY

RAZAFINDRAJAONA J.M. [1] et RAKOTONIRINA V.H. [2]

(1) Mention Industries Agricoles et Alimentaires, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, BP 175 - Antananarivo (101), Madagascar
Correspondant Email : jm_ifs@yahoo.fr ou rajaonabe@yahoo.fr ; Tél : + 261 340340422 ou + 261 330254004
(2) École Doctorale de Génie de Procédés, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, BP 175 - Antananarivo (101), Madagascar
Email : onybgm2013@gmail.com; Tél : + 261 341353534

Résumé

Eugenia jambolana ou *rotra* ou jamblon a rendu d'énormes services à la vie socio-économique et écologique malgache. La production annuelle du District de Tsiroanomandidy dépasse largement l'autoconsommation locale mais aucune valorisation de la surproduction n'a été entreprise jusqu'à ce jour. La présente étude a pour objectif d'établir la composition de la partie comestible des fruits puis d'analyser les qualités physico-chimique, microbiologique et organoleptique du jus pour sa valorisation industrielle. Après les documentations et webographies, des enquêtes et des échantillonnages ont été réalisés à Tsiroanomandidy et Antananarivo. Les expérimentations ont été réalisées dans les laboratoires de contrôle des aliments du CNRE et ceux des Départements Élevage et IAA de l'ESSA. Les données ont été traitées par les logiciels Word et Excel 2010. Les résultats ont montré qu'il a été introduit de l'Asie tropicale, cultivé et naturalisé à Madagascar mais son introduction dans la Région de Bongolava est méconnue. La variété locale est la Ra jaman de l'Inde, avec des fruits de 4 cm de longueur et 2,8 cm de diamètre. Son calendrier cultural s'étale de juillet à février, avec une production de 50 kg/pied. Les fruits sont autoconsommés frais et/ou vendus localement ou ailleurs. La peau et la pulpe sont comestibles et représentent 77±2 % du fruit. Sa composition est : eau (84%), glucide (13,5%), protéine (0,17%), lipide (0,8%), cendres brutes (0,2%) et fibres (1,0 %) ; sa valeur énergétique est 64±2 kcal/100g. Les fruits d'Antananarivo sont plus fibreux et riches en lipide que ceux de Tsiroanomandidy. Les fruits malgaches sont plus pauvres en cendres brutes mais plus riches en lipide que les variétés indiennes et philippines. Le rendement en jus est de 53 %. Son pH varie de 3,54 à 3,7, le brix de 11,7 à 13,5, la densité à 20°C de 1,058 à 1,061 ; l'acidité est évaluée à 5,3 et les cendres brutes à 0,1965. Ces caractéristiques sont conformes aux normes françaises et canadiennes. La FAMT (2,5x10² UFC/ml) et *E. coli* (indétectable dans 1 ml) sont satisfaisants. Les levures (18 UFC/100 ml) et moisissures (2 UFC/100ml) sont acceptables par rapport aux normes européennes. Le jus rouge-grenat est limpide, avec une odeur et un arome caractéristique des fruits frais et une saveur légèrement astringente au goût de jamblon prononcé. Il est apprécié par 80¨% des consommateurs. Sa valorisation en vin ou liqueur fera suite à la présente recherche.

Mots clés : Rotra ou Jamblon, *Eugenia jambolana*, composition des fruits, qualités du jus, Tsiroanomandidy.

Abstract

Eugenia jambolana or rotra or jamblon has rendered enormous services to Malagasy socioeconomical and ecological life. Annual production of the Tsiroanomandidy District exceeds local self-consumption, but no valuation of overproduction has been undertaken to date. The objective of this study is to establish the composition of the edible part of the fruit, then to analyze physicochemical, microbiological and organoleptical qualities of the juice, with the view of its industrial development. After documentation and webography, surveys and sampling were undertaken in Tsiroanomandidy and Antananarivo. Experimentations were carried out in the laboratories of food control of the CNRE, the Livestock and the Food Industries Departments of ESSA. The data were processed by Word and Excel 2010 softwares. Results showed that it was introduced from tropical Asia, cultivated and naturalized in Madagascar but its introduction into the Bongolava Region was not archived. Local variety is Ra

ISSN: 2709-8192-1. https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

jaman from India, with fruits of 4 cm long and 2.8 cm in diameter. Its cultural calendar runs from August to February, with a production of 50 kg/tree. The fruits are self-consumed fresh, sold locally or expedied to neighboring areas. The skin and pulp are edible and represent 77 ± 2% of the fruit. Its composition is: water (84%), carbohydrate (13.5%), protein (0.17%), fat (0.8%), crude ashes (0.2%) and fiber (1.0%); its energy value is 64 ± 2 kcal / 100g. The fruits of Antananarivo are more fibrous and rich in lipids than those of Tsiroanomandidy but the Malagasy fruits are poorer in crude ashes but richer in lipids than the Indian and Filipinian varieties. The juice yield is 53%. Its pH varies from 3.54 to 3.7, brix from 11.7 to 13.5, the density at 20°C from 1.058 to 1.061; the acidity is evaluated at 5.3 and the crude ash at 0.1965. These characteristics comply with French and Canadian standards. The aerobic mesophilic flora (2.5×10^{2} CFU/ml) and *E. coli* (undetectable in 1 ml) are satisfactory. Yeasts (18 CFU/100 ml) and molds (2 CFU/100ml) are acceptable by European standards. Garnet-red color juice is limpid, with a characteristical fresh fruit odor and aroma, a slightly astringent flavor with a pronounced jamblon taste. It is appreciated by 80¨% of the consumers. Its valuation in wine or liqueur will follow this research.

Key words: Rotra or Jambolan, *Eugenia jambolana*, fruit compositions, juice qualities, Tsiroanomandidy.

Introduction

L'Eugenia jambolana appelé jamblon ou « rotra » est rencontré presque dans toutes les régions de Madagascar (Rakotoarimanana et Styger, 1996). Il est très populaire et a rendu d'énormes services à la vie socioéconomique et écologique malgache, notamment à la santé grâce à la valorisation médicale de leurs noyaux pour le traitement de diabète (Rafamantanana, 2004). Dans le District de Tsiroanomandidy. La production annuelle des plantes productives, estimées à plus de 30.000 pieds, dépasse largement l'autoconsommation locale (CIREF Tsiroanomandidy, 2004) mais aucune valorisation de la surproduction n'a été entreprise jusqu'à ce jour. Une hypothèse a été formulée : « la fabrication de jus de jamblon vendable est faisable dans le District Tsiroanomandidy». La présente étude a ainsi pour objectif d'établir la composition de la partie comestible des fruits puis d'analyser les qualités physico-chimique, microbiologique et organoleptique du jus pour sa valorisation industrielle.

Matériels et Méthodes

La Région de Bongolava ou le Moyen-ouest a été choisie comme zone d'études car elle est une grande productrice de jamblons et propice à un développement agro-alimentaire. Elle est desservie par la Route Nationale n°1 et se trouve à 219 km à l'ouest de la Capitale (UPDR/MINAGRI, 2003).

Après les documentations et webographies, des enquêtes et prélèvements d'échantillons ont été réalisés à Tsiroanomandidy et dans les zones suburbaines d'Antananarivo. Les expérimentations sur l'évaluation du rendement en partie comestibles, la fabrication du jus, ainsi que les analyses et les contrôles de ses qualités physico chimiques ont été réalisées dans les laboratoires de contrôle des aliments du Centre National de la Recherche sur l'Environnement (CNRE), du Département Industries Agricoles et Alimentaires (IAA) et du Laboratoire de Nutrition du Département Elevage de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA). Les analyses microbiologiques des produits finis ont été entreprises dans le Laboratoire de microbiologie du CNRE. Les matériels et les méthodes d'analyses sont donnés **en Annexe**. Les données ont été traitées et publiées par des ordinateurs munis de

logiciels Word et Excel 2010. Les paramètres suivants ont été étudiés :

- Pour la plante : systématique, historique et caractéristiques botaniques ;
- Pour les fruits : la description (variété et dimension des fruits en cm) et l'analyse de la valeur nutritionnelle (partie comestible, teneurs en eau, glucide, protéine, lipide, cendres brutes, fibres et la valeur énergétique en kcal/100g);
- Pour le jus : la technologie (rendement et processus de fabrication) et les analyses physico-chimiques (pH, brix, la densité à 20°C, l'acidité et cendres brutes), microbiologiques (flore aérobie mésophile, E. coli et la flore fongique : levures et moisissures) et sensorielles (limpidité, couleur, odeur, arome, saveur et goût, ainsi que l'acceptation des consommateurs) des produits finis.

Résultats

Les résultats obtenus concernent (1) la systématique et caractéristiques de la plante *Eugenia jambolana*, (2) son historique et ses importances socioéconomiques dans le District de Tsiroanomandidy, (3) la valeur nutritionnelle de ses fruits, (4) le processus de fabrication de jus de jamblon, ainsi que (5) ses qualités physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques.

Systématique et caractéristiques de la plante

Le jamblon fait partie des petits fruits tropicaux appartenant au genre *Eugenia* qui comprend plus de 600 espèces. Cinq espèces ont été identifiées à Madagascar : *E. jambolana, E. jambos, E. lokhensis, E. sp1 et E. sp2* (Rakotoarimanana et Styger, 1996). Sa systématique et les caractéristiques de la plante sont synthétisées dans le tableau n°1 suivant :

Tableau n°1 : Systématique et caractéristiques d'*Eugenia jambolana*

Systématique	Caractéristiques de la plante
Règne : *Plantae*	***Port :*** jusqu'à 30 m de hauteur et 60 à 90 cm de diamètre
Division : *Magnoliophyta* Ordre : *Magnoliospida*	***Feuilles :*** odorante, 10 – 15 cm de long, 4 – 6 cm de large, entière, ovales, oblongues parfois lancéolées et acuminées, texture lisse, brillante, extrémité pointue
Classe : *Myrtales* Famille : *Myrtaceae*	***Inflorescences :*** sur la partie défeuillée des rameaux et sont étalées en panicules terminales, blanche verdâtre
Genre : *Eugenia*	***Fleurs :*** parfumées et petites, d'environ 5 mm de diamètre
Espèce : *Eugenia jambolana*	***Fruits :*** oblongs, ovoïdes, verts au départ, virent au rose, et enfin au noir et au pourpre brillant lors de leur maturation ; Sucré, légèrement acide et astringent et noircit la langue.
Noms vernaculaires Rotra ou robazaha (malgache), Jamblon, jamblong ou jamelong (français), jambolan, jamun, java plum ou jambul (anglais).	***Noyau :*** unique formé d'amande verte, recouverte d'une enveloppe plus ou moins blanche, polyembryon (séparé en plusieurs morceaux, souvent en deux)

Source : Perrier De La Bathie, 1953 ; Morton, 1987

Le jambolanier est de type forestier. Son cycle végétatif comprend la floraison, la fructification, la maturation et le repos végétatif. Les trois premières phases s'étendent d'août à février à Tsiroanomandidy et d'octobre à avril à Antananarivo. Les vecteurs de dissémination sont les chauves-souris, les civettes, les roussettes et l'homme. La plante peut vivre jusqu'à 100 ans.

Historique, aire de distribution et importances socioéconomiques

Le jamblon est une plante importée, originaire de l'Asie tropicale, cultivé et naturalisé à basse altitude à Madagascar. Il est prospère sur les rives, dans les cuvettes et souvent planté par la population des hauts plateaux malgaches mais son introduction dans la Région de Bongolava n'a pas été archivée (Morton, 1987 ; CIRAD-GRET, 2000 ; Rakotoarimanana et Stiger, 1996).

A cause de son taux de croissance plus rapide que les autres essences forestière et son taux de

ISSN: 2709-8192-1. https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

viabilité élevé, sa culture régionale a été vulgarisée entre 1994 et 1996, en vue de la protection des bassins versants. Environ 120.000 plants ont été ainsi cultivés, fructifiant depuis 2004 La variété locale est la Ra jaman de l'Inde, avec des fruits de 4 cm de longueur et 2,8 cm de diamètre. Son calendrier cultural s'étale de juillet à février, avec une production moyenne de 50 kg/pied. La production annuelle de cette année a été projetée à 6.000 tonnes (CIREF Tsiroanomandidy, 2004).

Les fruits sont autoconsommés frais, vendus localement et/ou expédiés vers les Régions limitrophes. Le prix de vente d'un gobelet varie de 100 à 200 Ariary. Toutefois, une grande partie de la production pourrissent sur place car les fruits sont très périssables et sa récolte coïncide avec celle des mangues plus appréciées. Cette concurrence incite les paysans à pratiquer sa transformation artisanale en eau de vie, vendue à environ 1.200 Ar/litre Razafindrajaona et Rakotonirina, 2019).

Les feuilles sont utilisées comme fourrage pour le bétail, pour la production d'huiles essentielles et comme remède traditionnel contre la diarrhée. A part cette même propriété, les écorces sont antidiabétiques. Les graines sont hypoglycémiantes et ont une vertu pour traiter le diabète gras hépatique. Le tronc est utilisé pour les constructions. Finalement, ses feuilles denses justifient son utilisation comme arbre écologique d'ombrage ou de décoration d'habitation et des bords de route (Morton, 1987, Rafamantanana, 2004).

Valeur nutritionnelle des fruits d'*Eugenia jambolana*

La pulpe et la peau constituent la partie comestible des fruits de jamblon. Sa valeur nutritionnelle des fruits mûrs de jamblon est donnée dans le tableau n°2 ci-après.

Tableau n°2 : Valeur nutritionnelle des fruits de jamblon de Tsiroanomandidy et d'Antananarivo

Désignation	**Tsiroano-mandidy**	**Antana-narivo**	**Moyenne**	% (par rapport à la Matière Sèche)
Partie comestible (%)	75-79	75-79	*77,00±2,3*	
Energie brute (kcal/100g)	66,2–66,5	62,5-63	*64,55±2,09*	
Eau (%)	84,22–84,5	83,6–84,0	*84,08±0,38*	
Glucide (%) (dont sucres réducteurs)	13;4-13,9 (10,8)	13,0-13,3 (10,4)	*13,4±0,37* (10,60± ,3)	84,19 (66,60)
Matière Azotée Totale (%)	0,1-0,3	0,1–0,15	*0,1625* (CV=58,25)	1,02
Matière grasse (%)	0,69–0,75	0,82–0,86	*0,78±0,08*	4,89
Cendre brute (%)	0,16-0,18	0,22–0,24	*0,2±0,04*	1,25
Fibre (%)	0,8-1,0	1,8–1,94	*1,385* (CV=41,07)	8,64

La majeure partie des fruits de jamblon est comestible. Elle est très hydratée mais peu énergétique. La matière sèche est principalement composée de glucide, essentiellement des sucres réducteurs, suivi par les fibres et des matières grasses. Elle est pauvre en cendres brutes et en protéines. Les fruits d'Antananarivo sont plus fibreux que ceux de Tsiroanomandidy mais ces derniers sont plus riches en protéines. La différence de richesse en d'autres composants ~~sont~~ est statistiquement non significative.

Processus de fabrication de jus de jamblon

Le processus de fabrication du jus de jamblon, comprend quatre grandes étapes :

- la préparation des fruits : triage, lavage et blanchiment ;
- l'extraction du jus : dénoyautage et double broyage ;
- la clarification du jus : tamisage, centrifugation et filtration ;
- et la stabilisation du jus : conditionnement, pasteurisation et stockage.

ISSN: 2709-8192-1. https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

Le processus de fabrication est résumé dans le tableau n°3 de la page suivante. Il montre que la fabrication de jus de jamblon est faisable avec un rendement de 53 %. Des produits secondaires sont encore valorisables, tels que les noyaux (23%) pour la fabrication de médicaments, les parties insolubles (16,8%) qui sont fermentescibles et les écarts de triage (5%) qui sont compostables. Les pertes de fabrication sont minimes, évaluées à 2,2% du poids total de la matière première traitée.

Tableau n°3: Processus de fabrication de jus de jamblon.

Etapes	Conditions	Perte de poids à l'issue de l'étape (%)	Poids du produit (en % par rapport au poids initial des fruits)
Pesage	Manuel	0,0	100,0
Triage/lavage	Manuel	5,0	95 ,0
Blanchiment	70°C/1 – 2 min	0,0	95,0
Dénoyautage	Manuel	23,0	72,0
Broyage	Electromécanique	1,5	70,5
Tamisage	Mécanique	14,8	55,7
Centrifugation	3.100 tr/min	1,7	54,0
Filtration	Mécanique	0,3	53,7
Conditionnement	Manuel	0,7	53,0
Pasteurisation	63°C/30 min	0,0	53,0
Stockage	8 à 12 °C	0,0	53,0

Avec ce rendement, la transformation des 25% de la production annuelle de la zone d'études va produire environ 750.000 litres de jus. Ses qualités sont présentées ci-après.

Qualités du jus de jamblon

L'analyse de la qualité du jus de jamblon stabilisé a été portée sur ses qualités physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles ou organoleptiques.

Qualité physico-chimiques

Les caractéristiques physico-chimiques du jus de jamblon sont synthétisées ci-après.

Tableau n°4 : Caractéristiques physico-chimiques du jus de jamblon pasteurisé

Désignation	Valeurs observées	Normes
Acidité (pH)	3,54-3,70	3,0 - 4,0 (AFNOR)
Brix	12,7-13,5	10 - 15 (AFNOR)
Densité à 20°C	1,058-1,061	1,040-1,124 (Raisin, ACIA)
Cendres Brutes (%)	0,1965	0,2 - 0,55 (Raisin, ACIA)

AFNOR : Association Française de Normalisation ; ACIA : Agence Canadienne de l'Inspection des Aliments

Les résultats montrent que le jus de jamblon est acide et emporte presque la totalité (97,76 %) des sucres de la partie comestible. Toutes ses caractéristiques physicochimiques sont conformes aux normes françaises et canadiennes.

Qualités microbiologiques

Les qualités hygiéniques du jus de jamblon sont rapportées dans le tableau n°5 ci-dessous.

Tableau n°5 : Qualités microbiologiques du jus de jamblon pasteurisé

Indicateurs de qualité	Valeurs observées	Normes (IPM)	Conclusion
Flore Aérobie Mésophile Totale	251 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Satisfaisant
E. coli	Indétectable dans 1ml	0 UFC/ml	Satisfaisant
Levures	18 UFC/100 ml	< 20 UFC/l	Acceptable
Moisissure	2 UFC/100 ml	10 UFC/ml	Satisfaisant

IPM : Institut Pasteur de Madagascar (Source : Razafindrajaona, 1997 ; IPM, 2004)

La qualité hygiénique du jus de jamblon est acceptable. En effet, la flore aérobie mésophile et *E. coli* sont satisfaisants, tandis que la flore fongique (levures et moisissures) est acceptable par rapport aux normes européennes. Comme tous les jus de fruit naturel, celui du jamblon comporte également des levures qui des agents naturels de la fermentation alcoolique.

Qualités sensorielles

Les qualités organoleptiques du jus de jamblon comportent l'évaluation hédonique et sa description sensorielle. Les résultats de son évaluation hédonique sont donnés par les figures n°1 ci-après.

ISSN: 2709-8192-1. https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

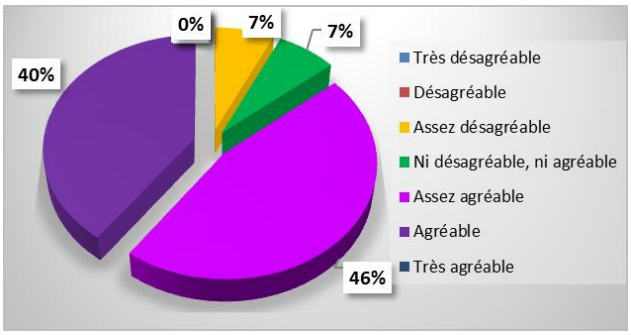

Figure 1 : Evaluation hédonique du jus de jamblon pasteurisé

Le jus de jamblon est apprécié par la majorité des consommateurs. Il est donc consommable et vendable. Son analyse descriptive est décrite par la figure 2 ci-dessous.

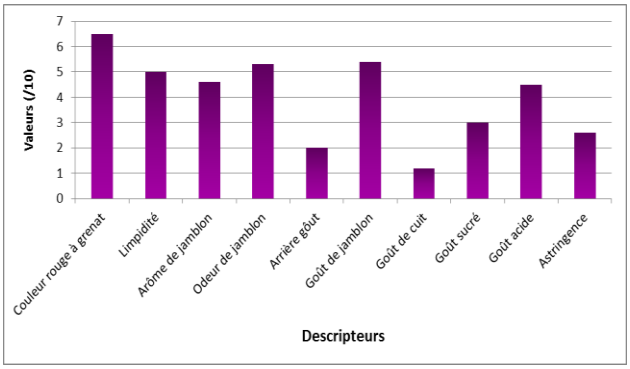

Figure 2 : Analyse descriptive du jus de jamblon pasteurisé

Le jus de jamblon pur est limpide de couleur rouge-grenat avec une odeur et un arome caractéristiques des fruits frais. Il a une saveur acide, légèrement astringente avec un goût de jamblon très prononcé. Le goût sucré est masqué par l'acidité du jus.

Discussion

La rapidité de la naturalisation du jamblon à Madagascar est comparable à celle des autres pays tropicaux de l'Asie du Sud-Est (Philippines, Birmanie) et/ou de l'Amérique (Floride, Brésil, Suriname), étant donné qu'il se disperse spontanément et facilement dans la nature car ses fruits sont appréciés par la population et très recherchés par divers oiseaux jouant, comme partout ailleurs, le rôle de disséminateurs. Son adoption dans le Moyens Ouest a été facilitée par une vulgarisation pluriannuelle et les multiples utilités des différentes parties de la plantes dans la vie socioéconomique de la population. Les mêmes constats ont été rencontrés dans les mêmes pays cités précédemment (Morton, 1987 ; Perrier De La Bathie, 1953).

Par rapport à celui de Tsiroanomandidy, le calendrier du cycle végétatif d'Antananarivo est décalé de deux mois, voire jusqu'à six mois dans les pays asiatiques ou du continent américain (CIREF, 2004 ; Morton, 1987). Toutefois, les utilisations de la plante sont universellement similaires notamment dans les principaux pays adoptifs et de l'Océan Indien: environnementale (ornementation, ombrage, antiérosives), agro-alimentaires (consommation directe, confiture, gelée, jus, vin, vinaigre), pharmaceutiques (nutrithérapie, médecine alternative et moderne), constructions (habitation, traverse de chemin de fer, poteau, …) (IMRA, 2004, Joseph *et al.*, 2012 ; Noumea et Peters, 1957; Morton, 1987 ; Blanchard et al., 2001).

Excepté les teneurs en protéines et les fibres, la composition de la partie comestible des fruits des deux régions est identique. Mais les fruits malgaches sont plus pauvres en cendres brutes (0,2% contre 0,32 à 0,4 %) mais plus riches en lipide (0,78 contre 0,13 à 0,3) que les variétés indiennes et philippines (Noumea et Peters, 1957; Morton, 1987). Le rendement en jus et les caractéristiques physico-chimiques sont acceptables et conformes aux normes françaises et canadiennes (Genest et Malegean, 2003 ; Anonyme, 2004; Ranaivoson,

1993) et les qualités hygiéniques sont acceptables par rapport aux normes européennes (IPM, 2004 ; Razafindrajaona, 1997). Les qualités organoleptiques du jus sont caractéristiques des fruits frais et rappellent la spécificité universelle du jamblon (CTIFL, 2002 ; Morton, 1987).

L'installation d'une unité de transformation des fruits prolongera la chaine de valeur de la filière (Andriamanalina, 2003, Razafindrajaona et Rakotonirina, 2020). Son optimisation pourrait être assurée par la valorisation d'autres fruits saisonniers de complémentarité tels que les mangues, le papaye, l'orange, l'ananas, le goyave, etc. (Ratsimandratra, 2004). Elle contribue ainsi à la concrétisation de l'intégration linéaire et la promotion de la biotechnologie, en particulier à Madagascar (Razafindrajaona, 2010, Scriban, 1999).

Conclusion

Le jamblon est une plante qui s'adapte bien aux conditions biologiques du moyen ouest et toutes ses parties (fruits, feuilles, écorces, graines et l'arbre lui-même) sont utilisées à des fins diverses telles que agro-alimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques, chimie fine, constructions et écologiques. Elles justifient la présente étude.

Compte tenu de la périssabilité des fruits, leur transformation en jus est la première étape de la valorisation de la surproduction du District de Tsiroanomandidy. Les études technologiques ont permis de conclure que les produits élaborés sont capables de faire face à la concurrence car ils sont de bonne qualité et appréciés par la majorité des consommateurs. L'unique hypothèse a été donc confirmée, à savoir « la fabrication de jus de jamblon vendable est faisable à Tsiroanomandidy». L'implantation de telle unité va permettre la valorisation de la biodiversité et la richesse de Madagascar en créant une valeur ajoutée et des emplois. Le prolongement de sa transformation en vin et en liqueur fera suite à la présente recherche.

Bibliographies

Andriamanalina, (2003). Le marché des fruits et légumes transformés de l'Océan Indien, Centre d'Information Technique et Economique.

Anonyme, (2004). Manuel technique de laboratoire, Laboratoire de nutrition, Département Elevage, ESSA., Université d'Antananarivo.

Blanchard, Lusteberger, et Steve, (2001). Plantes hôtes des mouches de fruits, Maurice-Réunion- Seychelles, CIRAD, Réunion, DAF/SPV.

CIREF Tsiroanomandidy, (2004). Rapport d'activités, Document Interne, Circonscription des Eaux et Forêts Tsiroanomandidy, Région de Bongolava, Madagascar

CITE, (1999). Données économiques sur la transformation des fruits à Madagascar, in http://www.cite.mg/donneec_fruit2.htm (consulté le 24 Avril 2005)

CTIFL (2002). Evaluation sensorielle des fruits et légumes frais, Technique et documentation Lavoisier, 14, rue, Provigny.

CIRAD- GRET (2002). Mémento de l'agronome, Ministère des affaires étrangères, JOUVE, Paris, N° 312091 Y.

Genest, J., Malegean, J. (2003). Transformation artisanale des fruits, Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes.

IMRA, (2004). *Eugenia jambolana*, http://www.malagasy.com/imra/eugenia-jambolana.html (consulté le 26/03/2020).

Institut Pasteur de Madagascar, (IPM) (2004). Manuel d'analyses microbiologiques, Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement, Institut Pasteur de Madagascar.

Joseph E., Jr. ND Pizzorno, T Michael, ND Murray (2012). *Textbook of Natural Medicine*, Churchill Livingstone.

ISSN: 2709-8192-1. https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

Morton, J. (1987). Jamblon, Fruits of warm climates, Miami, Florida, p.375-378.

Noumea, F,. et Peters, (1957). La composition chimique des aliments du Pacifique du Sud, Bibliographie analytique, Commission du Pacifique du sud, Nouvelle Calédonie.

Perrier De La Bathie, H. (1953). Flore de Madagascar et des Comores, Myrtacée, Typographie FIRMIN-DIDOT et Cie, 56, rue Jacob, Paris.

Rafamantanana, M. H., (2004), Multiplication d'*Eugenia jambolana* Lamarck (*Myrtaceae*) par la méthode de culture in vitro, Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies– Option Physiologie Végétale, Département Biologie et Ecologie végétale - Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

Ranaivoson, (1993). Les vins naturels malgaches : typologie, méthodes de recherche de falsification s et proposition de normes. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo.

Rakotoarimanana, J. & E. Styger, (1996). Fiches individuelles des arbres fruitiers indigènes de Madagascar.

Ratsimandratra, F., (2004). Contribution à la valorisation d"ananas d"Arivonimamo, cas du jus et des ananas séchés, Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur en Sciences Agronomiques, Département Industries Agricoles et Alimentaires – Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo.

Razafindrajaona, J.M. (2010). La biotechnologie au service de la sécurité alimentaire et de l'innovation agro-alimentaire à Madagascar : Valorisation intégrée des aliments d'origines microbiennes, animales et végétales : spiruline, lait de vache et de chèvre, soja, chanterelle, igname et agrumes. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Département IAA – ESSA, Université d'Antananarivo.

Razafindrajaona, J.M. (1997). Analyse microbiologique des aliments, Département IAA - ESSA. Document interne

Razafindrajaona, J.M. et V.H. Rakotonirina, (2020). Valorisation des fruits du Rotra ou Jamblon (*Eugenia jamblona*) en jus, vin et liqueur dans le District de Tsiroanomandidy, Madagascar, Journées de Recherches des ISTs et partenaires, 5ème édition, Antsiranana.

Razafindrajaona, J.M. et V.H. Rakotonirina, (2019). Enquête d'études préliminaires de la transformation artisanale du Rotra ou Jamblon (*Eugenia jamblona*) dans le District de Tsiroanomandidy, Région de Bongolava, Madagascar, Rapport d'études. Document Interne.

Scriban, R. (1999). Biotechnologie, 5ème édition, édition Tec et Doc, Paris.

UPDR, (2003). Monographie de la Région de Bongolava, Ministère de l'Agriculture.

ISSN: 2709-8192-1. https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

ANNEXES*: Principaux matériels et méthodes de recherches*

Composants nutritionnels	Méthodes	Principaux matériels
Matière sèche	Séchage à 103 ± 1°C jusqu'au poids constant	Etuve, dessiccateur, balance, capsule
Cendres brutes	Incinération 650°C pendant 6 heures	Capsule, four à moufle, étuve, dessiccateur, verrerie
Matière grasse	Extraction par solvant (Ether de pétrole)	Ballon à fond rond, balance, étuve, extracteur, réactifs
Matière Azotée Totale	Méthode de KJELDAHL	Balance, minéralisateur, appareil à distillation, erlen KJELDHAL, Burette de Mohr, verrerie, réactifs
Fibres	Méthode de WEENDE	Fibertech, étuve, verrerie, réactifs
Glucide	Méthode de différence	Ordinateur, EXCEL 2010
Sucres réducteurs	Méthode de LUFF-SHOORL	Réfrigérant à reflux, ballon, réactif
Valeur énergétique	Calorimétrie	Calorimètre, étuve, capsule
Etape de fabrication de jus	**Méthodes**	**Principaux matériels**
Pesage	Manuelle	Balance, cuvette, seaux
Triage/lavage	Manuelle	Cuvette de lavage, tamis, seau
Blanchiment	En discontinu (70°C/1 – 2 min)	Casserole, réchaud à gaz
Dénoyautage	Manuel	Couteaux, cuvettes, seaux
Broyage	Electromécanique	Broyeur électrique
Tamisage	Mécanique	Tamis, seaux, cuvettes
Centrifugation	Automatique (3.100 tr/min)	Centrifugeuse
Filtration	Mécanique	Unité de filtration, papier filtre
Conditionnement	Manuelle	Entonnoir, bouteilles
Pasteurisation	En discontinu (63°C/30 min)	Bain Marie thermostatée
Stockage	Sous réfrigération (8 à 12 °C)	Réfrigérateur
Contrôle de qualité	**Méthodes**	**Principaux matériels**
Brix	Manuelle	Réfractomètre
Température	Manuelle	Thermomètre graduée
pH	Manuelle	pH-mètre électrique, étalons
Poids	Manuelle	Balance de précision
Densité	Manuelle	Mustimètre, thermomètre, table densimétrique, Eprouvette
Flore Aérobie Mésophile Totale	Dans la masse, 30°C/2-3 jours	Labo de Microbiologie + Milieu PCA
E. coli	Dans la masse, 44°C/1-2 jours	Labo de Microbiologie + Milieu EMB
Levure	Filtration sur membrane 0,45□m, culture 25°C/3-5 jours	Laboratoire de microbiologie, Gélose Sabouraud + chloramphénicol
Moisissure		
Qualité organoleptique	Test discriminatif et test descriptif, Approche hédonique	Laboratoire d'Analyse sensorielle Fiches, 15 dégustateurs, 30 consommateurs

ISSN: 2709-8192-1. https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192