

Étude socio-économique, physico-chimique et microbiologique des pulpes de tamarin (*Tamarindus indica*) vendues à Adjamé et à Boundiali (Côte d'Ivoire)

Solange AKA¹, Franck Kouamé YAO², Laurent-Simon Tiemele AMOIKON³, Ballo BALLA¹, Jean-Paul BOUATENIN¹

(Reçu le 31/01/2025; Accepté le 01/03/2025)

Résumé

En Côte d'Ivoire, les connaissances sur les différents types de tamarin commercialisés restent insuffisantes. L'objectif du présent travail était de connaître les caractéristiques socio-économiques, physico-chimiques et microbiologiques des différents types de pulpes de tamarin commercialisés sur les marchés pour une meilleure valorisation. Une enquête de commercialisation a donc été réalisée dans les communes d'Adjamé et de Boundiali. Ensuite, 360 échantillons de tamarin ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques et microbiologiques. L'enquête a montré que 76,7 % des enquêtés commercialisent deux types de pulpes de tamarin à savoir le tamarin brun et le tamarin noir. Le prix d'achat varie de 300 à 350 FCFA.kg⁻¹ et le prix de vente est compris entre 500 et 550 FCFA.kg⁻¹. Les teneurs en protéines, lipides et sucres totaux des tamarins bruns sont plus élevées que celles des tamarins noirs. Les charges en germes aérobies mésophiles et bactéries lactiques sont plus élevées dans les tamarins noirs que dans les tamarins bruns. Il a été noté l'absence de *Salmonella* dans tous les échantillons. Les deux types de tamarin sont peu sujets des contaminations microbiennes. La présence de bactéries lactiques et de teneurs élevées en macromolécules favoriserait la valorisation de ces produits dans l'alimentation humaine.

Mots clés: Pulpes de tamarin, commercialisation, physico-chimie, microbiologie, Côte d'Ivoire

Socio-economic, physico-chemical and microbiological study of tamarind pulps (*Tamarindus indica*) sold in Adjamé and Boundiali (Côte d'Ivoire)

Abstract

In Côte d'Ivoire, knowledge about different types of marketed tamarind remains inadequate. The aim of the present study was to determine the socio-economic, physico-chemical and microbiological characteristics of the different types of tamarind pulp sold on the markets, with the aim of enhancing their value. A marketing survey was carried out in the communes of Adjamé and Boundiali. This was followed by physico-chemical and microbiological analyses of 360 tamarind samples. The survey showed that 76.7% of respondents market two types of tamarind pulp: brown tamarind and black tamarind. The purchase price varies between 300 and 350 FCFA.kg⁻¹ and the selling price between 500 and 550 FCFA.kg⁻¹. The protein, lipid and total sugar contents of brown tamarinds are higher than those of black tamarinds. The loads of aerobic mesophilic germs and lactic acid bacteria are higher in black tamarinds than in brown tamarinds. *Salmonella* was absent from all samples. Both types of tamarind are not very susceptible to microbial contamination. The presence of lactic acid bacteria and high levels of macromolecules made these products ideal for human consumption.

Keywords: Tamarind pulp, marketing, physico-chemical characteristics, microbiological characteristics, Côte d'Ivoire

INTRODUCTION

Le tamarinier (*Tamarindus indica*) est un arbre fruitier présent dans les zones tropicales du monde (Pinar, 2014). Il occupe une place importante dans la vie socio-économique des populations asiatiques et africaines (Samarou *et al.*, 2022a). Plusieurs parties de la plante sont utilisées à des fins alimentaires et médicamenteuses (racine, écorce, feuilles, fruits). Le fruit du tamarinier, appelé le tamarin, est une gousse indéhiscence de forme allongée droite ou recourbée, plus ou moins bosselée et aux extrémités arrondies. La gousse dispose d'un épicarpe externe écaillé, gris clair ou marron, appelé cosse. A l'intérieur se trouve une pulpe ferme mais douce, épaisse et de couleur brune. Celle-ci est cernée de trois fibres rigides, branchées depuis la base jusqu'à l'apex. La pulpe est traversée de cavités contenant des graines aplatis, marron et à l'aspect brillant (Samarou *et al.*, 2022b).

Le tamarin se distingue des autres fruits secs par son potentiel économique et son usage dans l'alimentation humaine et thérapeutique (Hamacek *et al.*, 2013; Pinar, 2014; Devi et Boruah, 2020). En effet, le tamarin est un fruit tropical

largement apprécié pour ses propriétés culinaires et médicinales, notamment dans les pays d'Afrique de l'Ouest, où il occupe une place importante dans l'alimentation. Il est riche en macronutriment et en micronutriment et représente une excellente source de vitamine C (Devi et Boruah, 2020; Samarou *et al.*, 2022b; Bakayoko *et al.*, 2024a). De même, le tamarin est riche en acides aminés essentiels (Pinar, 2014).

Bien que la valeur nutritionnelle du tamarin dépende des régions agro-écologiques du tamarinier, sa richesse en métabolites primaires et secondaires permet de pallier certaines pathologies (Ahodegnon *et al.*, 2018). Les travaux de Havinga *et al.* (2010), Bhadoriya *et al.* (2011) et Devi et Boruah (2020) confirment que la pulpe de tamarin possède des propriétés antipaludiques, antidiarrhéiques, antioxydantes et antimicrobiennes. Cependant, il est préféré comme support nutritif pour les patients souffrant de malnutrition (Ushie *et al.*, 2016).

En Côte d'Ivoire, particulièrement dans les villes d'Abidjan et du nord, la pulpe de tamarin est utilisée dans diverses préparations culinaires. Elle sert à confectionner une boisson

¹ Laboratoire de Biotechnologie et de Microbiologie des Aliments, Université NANGUI Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire

² Laboratoire de Biochimie et Sciences des Aliments, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

³ Institut Pierre Richet de Bouaké, Côte d'Ivoire

appelée *tomidji* prisée par la population (Kouassi, 2018; Yao et al., 2021; Samarou et al., 2022b). Elle sert également à confectionner des repas comme la bouillie de mil, le tchep et les sauces (Konan et al., 2022; Bakayoko et al., 2024a). La boisson et la bouillie sont consommées à tout moment de la journée tandis que les repas sont consommés au déjeuner et au dîner. En outre, la vente de la pulpe de tamarin est devenue une véritable activité économique génératrice de revenus dans tout le pays (Kouassi, 2018; Bakayoko et al., 2024a).

Cependant, en Côte d'Ivoire, les études se sont focalisées sur le produit fini mais très peu sur la matière première qu'est la pulpe de tamarin et à notre connaissance, aucune d'entre elles ne mentionne le type de pulpe de tamarin utilisé pour la confection des aliments. Le présent travail avait pour objectif de connaître les caractéristiques socio-économiques, physico-chimiques et microbiologiques des différents types de pulpes de tamarin commercialisés sur les marchés de Boundiali et d'Adjamé pour une meilleure valorisation.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Matériel biologique

Le matériel biologique était constitué de pulpes de tamarin (*Tamarindus indica*) plus précisément du tamarin brun ou nouveau tamarin et du tamarin noir ou ancien tamarin prélevés chez les commerçants des communes d'Adjamé et de Boundiali.

Enquête

Une enquête de commercialisation des pulpes de tamarin a été réalisée dans les communes d'Adjamé et de Boundiali. Ces deux localités ont été choisies du fait qu'Adjamé est une commune d'Abidjan, la capitale économique de la Côte d'Ivoire qui possède un grand marché de gros recevant les pulpes de tamarin provenant des zones de production. Par contre, Boundiali est une ville de production de tamarin située au nord de la Côte d'Ivoire. A Adjamé, le marché Gouro et le forum ont été sélectionnés; tandis qu'à Boundiali, le grand marché a été sélectionné. Dans chaque commune, 30 commerçants ont été interrogés à l'aide d'un questionnaire en utilisant la méthode de boule de neige. Le questionnaire s'articulait autour du statut socio-culturel de l'enquête (sexe, âge, région d'origine), la commercialisation des différents types de tamarin, l'approvisionnement, le coût d'achat, la disponibilité saisonnière, la connaissance des mois de récoltes, des modes de conservation et la durée de conservation des pulpes de tamarin. L'enquête s'est effectuée du 31 Juin au 15 Juillet 2019.

Échantillonnage

Les différents échantillons de pulpes de tamarin ont été collectés au marché Gouro et au forum d'Adjamé et au grand marché de Boundiali. A cet effet, 30 commerçants ont été choisis au hasard dans chaque commune. Deux types d'échantillons de pulpes de tamarin à savoir le tamarin brun et le tamarin noir ont été prélevés trois fois chez chaque commerçant par mois pendant trois mois. Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'une spatule stérile puis conditionnés en lot de 500 g dans les sachets stomachers, étiquetés et transportés dans une glacière contenant de la glace au laboratoire du Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS) pour des analyses. Au total, 180 échantillons de pulpes de tamarin brun et 180 échantillons de pulpes de tamarin noir ont été prélevés.

Analyses physico-chimiques

Deux essais ont été réalisés pour chaque paramètre et pour chaque échantillon.

- La détermination du pH a été réalisé selon la méthode d'AOAC (1990) modifiée. Dix grammes de pulpes de tamarin ont été broyés et délayés dans 90 ml d'eau distillée et centrifugés à 4000 tours par minute pendant dix minutes. Ensuite, 5 ml du surnageant ont été prélevés et le pH a été déterminé directement à l'aide d'un pH-mètre (pH mètre ANNA Hi 2211).
- L'acidité titrable a été déterminée en utilisant la méthode d'AOAC (1990) modifiée. Ainsi, 5 ml de filtrat de tamarin obtenu précédemment ont été titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1 N jusqu'au virage à la coloration rose après ajout au préalable de 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine. Le taux d'acidité titrable est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$A.T. = (V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times 0,15 \times 100) / V_{Ei} \quad (1)$$

Où A.T. = acidité titrable (% d'acide tartrique); V_{NaOH} = volume de NaOH (ml) ; N_{NaOH} = normalité de NaOH (méq-g.l⁻¹); V_E = Volume de la solution d'échantillon prélevé (ml); 0,15: méq-g.l⁻¹ d'acide tartrique (mg).

- La teneur en eau et le taux de matière sèche ont été déterminés en utilisant la méthode de AOAC (1990) par dessiccation des échantillons à l'étuve (Mettler UL 30, Allemagne) à 105 °C jusqu'à une masse constante. Dans un creuset de masse connue (m_0), 5 g de l'échantillon du tamarin ont été pesés (m_1) et placés à l'étuve à 105 °C jusqu'à une masse constante. L'échantillon sec a ensuite été pesé (m_2). Les teneurs en eau et en matière sèche ont été calculées selon les formules suivantes:

$$\text{Teneur en eau (\%)} = [(m_1 - m_2) / (m_1 - m_0)] \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Matière sèche (\%)} = 100 - \text{teneurs en eau} \quad (3)$$

- La teneur en protéines a été déterminée selon la méthode de Kjeldahl (AOAC, 1990). Un échantillon de pulpe de tamarin de 1 g a été chauffé à 400 °C pendant 150 min en présence d'une pincée du mélange de catalyseur (sélénium + sulfate de potassium (K_2SO_4)) et 20 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) 97 %. Le minéralisat obtenu a été complété à 60 ml avec de l'eau distillée. A ce volume, ont été ajoutés 50 ml de soude (40% p/v) avant d'être porté à ébullition dans un distillateur de type Legallais. L'ammoniac qui se dégageait a été piégé dans un vase doseur contenant 10 ml du mélange acido-basique (4% p/v) indicateur mixte (rouge de méthyle + vert de bromocrésol) à pH 4,4 - 5,8. Le dosage a été réalisé avec une solution d'acide sulfurique (0,1 N). Un blanc a été traité dans les mêmes conditions sauf que l'échantillon y était remplacé par de l'eau distillée. La teneur en protéine a été calculée avec la formule suivante:

$$\text{Protéines (g.100g}^{-1}\text{)} = [(V_e - V_b) / PE] \times N \times 14,0 \times 6,25 \times 100 \quad (4)$$

Avec V_e : Volume (ml) de H_2SO_4 versé; V_b : Volume (ml) de H_2SO_4 versé pour le blanc; N: Normalité de H_2SO_4 (0,1 N); PE: Prise d'essai (g); 14,0: Masse molaire de l'azote (g.mol⁻¹); 6,25: Facteur de conversion.

- Les lipides totaux ont été dosés selon la méthode AOAC (1990). Un échantillon de 5 g de pulpes de tamarin (ME) a été pesé et introduit dans une cartouche de Whatman préalablement tarée. Un volume de 200 ml d'hexane a été déposé dans un ballon d'extraction préalablement pesé. Le ballon contenant l'hexane (M_1) a été déposé sur la calotte

chauffante (110 °C) pendant 8 h. Après ce temps d'extraction, le ballon a été retiré du Soxhlet et mis à l'étuve à 130 °C pendant 1 h pour l'évaporation totale du solvant. Le ballon a été repesé (M_2). Le taux de lipides a été déterminé à partir de l'équation suivante:

$$\text{Taux de lipides (g.100g}^{-1}\text{)} = [(M_2 - M_1)/ME] \times 100 \quad (5)$$

- L'extraction des sucres éthanolsolubles des pulpes de tamarin a été réalisée selon la technique décrite par Martinez-Herrera *et al.* (2006), modifiée. Un échantillon de 1 g a été pesé et mis dans un tube à centrifuger. Ensuite, 10 ml d'éthanol (80 %, v/v) y ont été ajoutés. Le mélange a été homogénéisé et centrifugé à 4000 tours pendant 10 min dans une centrifugeuse de marque Ortoalresa. Le surnageant recueilli a été conservé dans un erlenmeyer de 50 ml. Le culot a été repris dans 10 ml d'éthanol (80%, v/v). Le mélange a été homogénéisé et centrifugé dans les mêmes conditions que précédemment. Le nouveau surnageant a été ajouté au premier contenu dans l'erlenmeyer de 50 ml. L'éthanol contenu dans ce mélange a été évaporé au bain de sable pendant 10 min. Le surnageant total recueilli a servi aux dosages des sucres éthanolsolubles.

- Les sucres totaux ont été dosés selon la méthode de Dubois *et al.* (1956). Pour ce faire, 150 µl d'extrait éthanolsoluble ont été prélevés et mis dans un tube à essai. A ce volume, ont été ajoutés respectivement 1 ml de phénol (5%, p/v) et 1 ml d'acide sulfurique concentré (97%). Le milieu réactionnel a été homogénéisé et laissé refroidir pendant 5 min. La lecture de la densité optique a été réalisée à 490 nm au spectrophotomètre JASCO V530 contre un témoin contenant tous les produits excepté l'extrait éthanolsoluble. La densité optique a été convertie en quantité de sucres totaux grâce à un courbe étalon obtenu à partir d'une solution de glucose (2 mg/ml).

- Les sucres réducteurs ont été dosés selon la méthode de Bernfeld (1955). Ainsi, 150 µl L'extrait éthanolsoluble ont été prélevés et mis dans un tube à essai. A ce volume, ont été ajoutés 300 µL de la solution de DNS. Le mélange a été porté au bain marie bouillant pendant 5 min. Après refroidissement sur la paillasse pendant 5 min, 2 ml d'eau distillée ont été ajoutés au milieu réactionnel. La lecture de l'absorbance a été réalisée à 540 nm au spectrophotomètre JASCO V530 contre un témoin contenant tous les produits excepté l'extrait éthanolsoluble. L'absorbance a été convertie en quantité de sucres réducteurs grâce à une courbe étalon obtenue à partir d'une solution de glucose (2 mg/ml).

Analyses microbiologiques

- La préparation de la suspension mère a été réalisée selon la norme ISO 6887-1 (2017). Ainsi, 25 g de pulpe de tamarins ont été prélevés dans des conditions stériles et homogénéisés dans un sachet «Stomacher» contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT, Laboratoire COMBOURG France) stérilisée à l'aide d'un vortex. A partir de la suspension mère ainsi obtenue, une série de dilutions décimales a été effectuée jusqu'à la dilution 10^{-5} .

- Les germes aérobies mésophiles (GAM) ont été dénombrés selon la norme ISO 4833-1 (2013). L'ensemencement a été fait par incorporation dans la masse de 1 ml de dilution décimale dans une boîte de Pétri. Ensuite, 15 ml de la gélose Plate count Agar (PCA; Oxoid LTD, Basingstore, Hampshire, England) en surfusion à 45 °C ont été coulées dans la boîte contenant l'*inoculum*. Le mélange a été homogénéisé par agitation puis laissé refroidir sur la paillasse à

la température ambiante. Après solidification, il a été ajouté une deuxième couche de 5 ml de PCA. Les boîtes de Pétri ont été ensuite incubées à 30 °C pendant 72 heures. Après incubation, toutes les colonies présentes dans des boîtes contenant entre 30 à 300 colonies ont été dénombrées.

- Les coliformes totaux et les coliformes thermotolérants ont été dénombrés sur gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (gélose VRBL) selon les normes ISO 4832 (2006) et NF V08-060 (1996). L'ensemencement a été fait par incorporation dans la masse de 1 ml de la suspension mère et des dilutions décimales dans des boîtes de Pétri stériles. Il a été coulé ensuite 15 ml de milieu de culture en surfusion à 45 °C dans les boîtes de Pétri contenant l'*inoculum* puis le mélange a été homogénéisé. Après solidification, une deuxième couche (5 ml) de VRBL y a été coulée. L'incubation a été faite pendant 24 heures à 30 °C pour les coliformes totaux et 44 °C pour les coliformes thermotolérants. Les colonies apparaissant rouge violacé, rond d'un diamètre de 0,5 mm ont été dénombrées dans des boîtes contenant 15 à 150 colonies.

- Les bactéries lactiques ont été dénombrées en utilisant la norme ISO 15214 (1998). Ainsi, 0,1 ml de la suspension mère et des dilutions retenues ont été déposés à la surface de la gélose Man Rogosa Sharp (MRS) préalablement coulée et solidifiée dans les boîtes de Pétri. L'*inoculum* a été ensuite étalé à l'aide d'un râseau étaleur stérile. Ensuite, les boîtes de Pétri ont été incubées pendant 48 heures à 30 °C dans une jarre anaérobie contenant une bougie. Les colonies caractéristiques présentes dans les boîtes de Pétri contenant 15 à 150 colonies ont été dénombrées.

- La recherche de *Salmonella* a été faite selon la norme ISO 6579-1 (2017) en quatre étapes. Elle a consisté à réaliser un pré-enrichissement dans l'eau peptonée tamponnée, ensuite un enrichissement dans du bouillon Rappaport Vassilliadis, un isolement sur la gélose *Shigella-Salmonella* et enfin une identification biochimique avec le portoir de Leminor.

- Après le dénombrement, le nombre N de germes, exprimé en ufc.g⁻¹ de pulpes de tamarins a été déterminé par la formule suivante:

$$N = \frac{\Sigma C}{V(n_1 + 0,1n_2) \times d} \quad (6)$$

Où ΣC: somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives; V: Volume de l'*inoculum*; n_1 : nombre de boîtes de Pétri ensemencées à la 1^{ère} dilution considérée; n_2 : nombre de boîtes de Pétri ensemencées à la 2^{ème} dilution considérée; d: 1^{ère} dilution retenue.

Analyses statistiques

Les informations collectées sur les fiches d'enquête ont été analysées avec le logiciel SPSS version 20.0. En outre, les tests statistiques ont été réalisés en utilisant le logiciel R version 4.3.2. Le test de Kruskal-Wallis qui est un test non paramétrique a été utilisé sur les données ne suivant pas une loi normale (Charges en GAM, Bactéries lactiques) pour savoir s'il existait une différence significative au seuil de 5% suivi du test post hoc de Dunn pour déterminer à quel niveau se situait les différences observées. Sur les variables suivant une loi normale (l'ensemble des variables physico-chimiques), des tests paramétriques de comparaison des moyennes par une analyse de variances (ANOVA) ont été réalisés. La différence entre deux valeurs était considérée comme significative à $P < 0,05$. Lorsqu'une différence significative était observée, le test post hoc de Student-Newman-Keul (SNK) a été effectué pour montrer à quel niveau se trouve les différences observées.

RÉSULTATS

Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés et connaissance socio-économique du tamarin

Plus de la moitié des enquêtés impliquées dans la commercialisation du tamarin étaient des femmes (56,7 %). Également, 53,4 % des commerçants avaient une tranche d'âge comprise entre 26 et 40 ans. Les enquêtés étaient en majorité des Boundialikas (habitants de Buondiali), des Nigériens et des Maliens (Tableau 1). Environ 76,7 % des enquêtés ont affirmé commercialiser deux types de pulpe de tamarin à savoir le tamarin brun ou nouveau tamarin et le tamarin noir ou ancien tamarin. Selon les enquêtés, le tamarin brun sert généralement à la confection des boissons tandis que le tamarin noir est utilisé généralement pour la confection de mets en particulier des bouillies. Pour la commercialisation de la pulpe de tamarin, 73,3 % des commerçants obtenaient les pulpes par livraison pour un prix d'achat compris entre 300 et 350 FCFA.kg⁻¹ pendant la période d'abondance. Par contre, le prix de vente varie de 500 à 550 FCFA.kg⁻¹ en grande partie selon la disponibilité et la saison. Selon 78,3 % des enquêtés, le tamarin se vend en détail contre 21,7 % qui le commercialise en gros (Tableau 2).

Par ailleurs, l'enquête a révélé que le tamarin est plus récolté durant la période d'octobre à Mars (Tableau 3). Le principal mode de conservation est le conditionnement en sac fermé et conservé à la température ambiante selon 71,7 % des enquêtés. La durée de conservation du tamarin selon 45% des enquêtés est de deux ans ; ensuite viennent ceux qui ont affirmé que la pulpe de tamarin peut durer jusqu'à trois ans voire plus. Selon ces derniers, le tamarin est conservé jusqu'à épuisement du stock à vendre. Selon eux, le tamarin neuf est brun. Quand il est conservé longtemps, il change de couleur et devient noir sans toutefois être altéré.

Caractéristiques physico-chimiques des pulpes de tamarin collectées

Les résultats des analyses physico-chimiques des pulpes de tamarin ont indiqué que tous les échantillons de tamarins analysés avaient un pH acide qui variait de 2,3 à 2,5 pour les tamarins bruns d'Adjamé et de Boundiali et de 2,7 à 2,8 pour les tamarins noirs d'Adjamé et de Boundiali (Tableau 4). L'analyse statistique a montré qu'il n'y avait pas de différence significative entre le pH du tamarin noir d'Adjamé et celui de Boundiali. Cependant, il y'avait une différence significative entre le pH du tamarin brun et celui du tamarin noir quel que soit le lieu de collecte. L'acidité titrable des tamarins bruns était significativement élevée (4,05 - 4,86% d'acide tartrique) que celle des tamarins noirs (2,85 - 3,06% d'acide tartrique). Par ailleurs, la teneur en eau du tamarin brun (19,6 - 20,2%) était plus élevée que celle du tamarin noir (13,8 - 14,6%).

La teneur en protéines la plus élevée a été observée au niveau du tamarin brun de Boundiali (9,66 g.100g⁻¹). Cette teneur diminue faiblement dans le tamarin noir (9,16 g.100 g⁻¹) de Boundiali. Cette faible diminution est significative. De même, cette diminution est significative au niveau du tamarin noir d'Adjamé (8,92 g.100g⁻¹).

Les teneurs en lipides les plus faibles ont été observées au niveau des tamarins noirs (4,25 – 4,53 g.100g⁻¹). Néanmoins, la teneur en lipides du tamarin noir d'Adjamé était significativement différente de celle du tamarin brun de Boundiali (4,88 g.100 g⁻¹). Les teneurs en sucres totaux

Tableau 1: Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés et connaissance du tamarin

Paramètres	Effectifs	Pourcentage (%)
Sexe (n=60)		
Masculin	26	43,3
Féminin	34	56,7
Classe d'âge (n=60)		
15-25 ans	14	23,3
26-40 ans	32	53,4
41 ans et plus	14	23,3
Origine (n=60)		
Boundiali	21	35,0
Burkina Faso	1	1,6
Mali	15	25
Niger	16	26,7
Odienné	4	6,7
Touba	2	3,4
Katiola	1	1,6
Connaissance du tamarin (n=60)		
Oui	60	100
Non	0	0
Type de tamarin (n=60)		
Un	14	23,3
Deux	46	76,7
Type de tamarin vendu (n=60)		
Tamarin brun (neuf)	10	16,6
Tamarin noir (ancien)	4	6,70
Tamarin brun et Tamarin noir	46	76,7

Tableau 2: Mode d'obtention et de commercialisation des pulpes de tamarin à Abidjan et à Boundiali

Paramètres	Effectifs	Pourcentage (%)
Approvisionnement (n=60)		
Livraison	44	73,3
Déplacement	16	26,7
Prix à l'achat franc CFA.kg⁻¹(n=60)		
[225-275]	18	30,0
[300-350]	40	66,7
[375-425]	2	3,3
Prix à la vente franc CFA.kg⁻¹ (n=60)		
[500-550]	46	76,7
[600-650]	12	20,0
[700-750]	2	3,3
Mode de vente (n=60)		
Aux détails	47	78,3
En gros	13	21,7

des tamarins bruns étaient significativement élevées (66,9 – 68,5 g.100g⁻¹) que celles des tamarins noirs (52,3 – 54,4 g.100 g⁻¹). Toutefois, ces teneurs n'étaient pas significativement différentes entre les mêmes types de tamarins. En revanche, la teneur en sucres réducteurs du tamarin noir était plus élevée que celle du tamarin brun dans les deux communes. En outre, la teneur en sucres réducteurs du tamarin brun d'Adjamé était plus élevée (23,3 g.100g⁻¹) que celle du tamarin brun de Boundiali (22,9 g.100 g⁻¹), mais il n'avait pas de différence significative.

Tableau 3: Récolte et conservation des graines de tamarin

Paramètres	Effectifs	Pourcentages (%)
Mois de récolte (n=60)		
Octobre-Novembre	14	23,3
Décembre-Janvier	16	26,7
Février-Mars	29	48,3
Aucune réponse	1	1,7
Mode de conservation (n=60)		
En sac	43	71,7
Dans les cuvettes	16	26,7
En sac ou dans les cuvettes	1	1,7
Durée de conservation (n=60)		
Un an	7	11,7
Deux ans	27	45,0
Trois ans et plus	25	41,7
Aucune réponse	1	1,7

Caractéristiques microbiologiques des pulpes de tamarin collectées

Les germes dénombrés, à savoir les GAM et les bactéries lactiques, étaient présents dans tous les échantillons de pulpes de tamarin analysés. En revanche, les coliformes totaux et les coliformes thermotolérants n'ont pas été dénombrés dans ces échantillons. Il a également été noté l'absence de *Salmonella* dans tous ces échantillons (Tableau 5).

Les charges en GAM variaient de 2,4.10⁵ ufc.g⁻¹ à 2,9.10⁵ ufc.g⁻¹ pour les tamarins noirs respectivement de Boundiali et d'Adjamé contre 2,7.10⁴ ufc.g⁻¹ à 2,8.10⁵ ufc.g⁻¹ pour les tamarins bruns de Boundiali et d'Adjamé. La statistique H, obtenu avec le test de Kruskal-Wallis, était de 43,0 avec 3 degrés de liberté (p-value = 0,05). Le test post-hoc de Dunn a montré qu'il n'existe aucune différence significative entre les tamarins bruns collectés à Adjamé et ceux collectés à Boundiali; de même pour les tamarins noirs. Par contre, il existe une différence significative entre les échantillons de tamarin brun et ceux de tamarin noir.

Par ailleurs, les charges en bactéries lactiques des pulpes de tamarin variaient de 1,3.10² ufc.g⁻¹ à 7,1.10² ufc.g⁻¹ pour les tamarins bruns respectivement d'Adjamé et de Boundiali et de 4,8.10³ ufc.g⁻¹ à 8,7.10³ ufc.g⁻¹ pour les tamarins noirs respectivement de Boundiali et d'Adjamé. Quel que soit la localité de collecte, les pulpes de tamarin noir présentaient des charges supérieures par rapport à celles des pulpes de tamarin brun. La statistique H, obtenu avec le test de Kruskal-Wallis, était de 49,4 avec 3 degrés de liberté (p-value = 0,05). Le test post-hoc de Dunn a montré qu'il existait une différence significative entre les tamarins bruns collectés à Adjamé et ceux collectés à Boundiali.

Tableau 4: Caractéristiques physico-chimiques des pulpes de tamarin collectées

Communes	Tamarin collectés	pH	Acidité titrable (% d'acide tartrique)	Teneur en eau (%)	Matière sèche (%)	Protéines (g.100 g ⁻¹)	Lipides (g.100 g ⁻¹)	ST (g.100 g ⁻¹)	SR (g.100 g ⁻¹)
Adjamé	PTBA	2,5 ± 0,24 ^b	4,0 ± 0,15 ^b	19,6 ± 0,53 ^b	80,4 ± 0,53 ^c	9,3 ± 0,46 ^b	4,48 ± 0,28 ^{bc}	66,9 ± 1,92 ^a	23,3 ± 0,63 ^c
	PTNA	2,7 ± 0,12 ^a	3,1 ± 0,95 ^c	14,6 ± 0,30 ^c	85,3 ± 0,30 ^b	8,9 ± 0,42 ^c	4,25 ± 0,35 ^c	52,3 ± 5,30 ^b	25,8 ± 0,41 ^b
Boundiali	PTBB	2,3 ± 0,2 ^c	4,9 ± 0,88 ^a	20,2 ± 1,18 ^a	79,8 ± 1,18 ^d	9,7 ± 0,21 ^a	4,88 ± 0,3 ^a	68,5 ± 1,08 ^a	22,9 ± 1,36 ^c
	PTNB	2,8 ± 0,16 ^a	2,8 ± 0,64 ^c	13,8 ± 0,58 ^d	86,2 ± 0,58 ^a	9,2 ± 0,4b ^c	4,53 ± 0,30 ^b	54,4 ± 7,02 ^b	27,9 ± 1,37 ^a

Dans une même colonne, les valeurs moyennes ± écarts types suivies d'une lettre alphabétique différente sont statistiquement différentes ($P \leq 0,05$). PTBA: Pulpes de tamarins brun d'Adjamé; PTNA: Pulpes de tamarins noir d'Adjamé; PTBB: Pulpes de tamarins brun de Boundiali; PTNB: Pulpes de tamarins noir de Boundiali; ST: sucres totaux; SR: sucres réducteurs

Tableau 5: Caractéristiques microbiologiques des pulpes collectées

Communes	Tamarin collectés	Charges des microorganismes (ufc.g ⁻¹)				
		GAM	CT	CTH	BL	Salmonella
Adjamé	PTBA	(2,8 ± 0,5).10 ^{4a}	<1	<1	(1,3 ± 0,4).10 ^{2a}	Abs
	PTNA	(2,9 ± 2,6).10 ^{5b}	<1	<1	(8,7 ± 6,4).10 ^{3c}	Abs
Boundiali	PTBB	(2,7 ± 0,5).10 ^{4a}	<1	<1	(7,1 ± 3,1).10 ^{2a}	Abs
	PTNB	(2,4 ± 2,5).10 ^{5b}	<1	<1	(4,8 ± 2,8).10 ^{3bc}	Abs

Dans une même colonne, les valeurs moyennes ± écart type suivies d'une lettre alphabétique en exposant différente sont statistiquement différents ($P \leq 0,05$). CT: Coliformes totaux; CTH: Coliformes thermo-tolérants; BL: Bactéries lactiques; PTBA: Pulpes de tamarins brun d'Adjamé; PTNA: Pulpes de tamarins noir d'Adjamé; PTBB: Pulpes de tamarins brun de Boundiali; PTNB: Pulpes de tamarins noir de Boundiali

DISCUSSION

Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés et connaissance socio-économique du tamarin

La vente de la pulpe de tamarin constitue un revenu d'appoint pour de nombreux ménages tenus par les femmes (Soloviev *et al.*, 2004; Konan *et al.*, 2022). Ce résultat est en accord avec les travaux de Samarou *et al.* (2022a) qui ont montré dans leur étude portant sur la valeur socio-économique du tamarin au Togo que, la commercialisation des fruits de tamarin est réalisée par des femmes. La tranche d'âge comprise entre 26 et 40 ans représente la population active (INS, 2015). Le fait que les enquêtés soient représentés en majorité de Boundialikas, les Nigériens et les Maliens s'expliquerait par le fait que le tamarinier pousse dans les régions du nord de la Côte d'Ivoire précisément à Boundiali et dans les pays sahéliens comme le Mali, le Burkina et le Niger grands producteurs du tamarin en Afrique (Grollier *et al.*, 1998; Stege *et al.*, 2011; Pinar, 2014; Kouassi, 2018; Bakayako *et al.*, 2024a). La dominance des Nigériens et des Maliens dans la commercialisation du tamarin s'expliquerait par le fait que traditionnellement les Nigériens et les Maliens sont connus pour être de grands commerçants en Afrique de l'Ouest (Gandah, 2011). Environ 76,7% des enquêtés ont affirmé connaître deux types de pulpe de tamarin à savoir le tamarin brun et le tamarin noir. Cette affirmation est confirmée par les travaux de Bakayoko *et al.* (2024a) dans deux villes (Korhogo et Abidjan) de la Côte d'Ivoire qui ont révélé que 93% des ménages consommaient le tamarin après l'avoir transformé en boisson tandis que 57,6% des enquêtés utilisaient le tamarin comme assaisonnement dans les repas. De même, Konan *et al.* (2022) ont identifié les aliments à base de fruits de tamarin consommés dans la région des savanes en Côte d'Ivoire parmi lesquels la bouillie de mil était l'aliment le plus connu et le plus consommé. Les résultats ont montré que la vente au détail est le mode de commercialisation dominant, probablement en raison des préférences des consommateurs pour des achats en quantités réduites pour des raisons économiques. Contrairement à nos résultats, ceux obtenus par Samarou *et al.* (2022a) ont montré que, parmi les enquêtés, 64% sont des grossistes-détaillants et 36 % des détaillants; aussi une différence au niveau du prix moyen pendant la période d'abondance auprès des récolteurs était compris entre 135 et 220 FCFA.kg⁻¹. Sadou (2024) a également montré que le tamarin est l'un des fruits les plus conservés après la cueillette. Grollier *et al.* (1998) ont affirmé que deux méthodes simples de conservation peuvent être utilisées soit un séchage au soleil ou soit une addition de sucre. Le changement de couleur du tamarin, passant de brun à noir, peut être attribué à des processus naturels tels que le brunissement enzymatique et le brunissement non enzymatique comme la caramélisation du sucre contenu dans la pulpe de tamarin. Le brunissement enzymatique est une transformation enzymatique des composés phénoliques en polymères colorés le plus souvent en noir ou brun (Nout *et al.*, 2003). Ces réactions pourraient se produire lorsque le tamarin est séché au soleil et exposé à l'air pendant sa commercialisation, à la lumière ou à des variations de température au cours de la conservation. Ce résultat est en accord avec les travaux de Sadou (2024) qui a affirmé que les fruits du tamarinier sont des gousses de couleur brun-roux persistante et devenant noirâtre.

Caractéristiques physico-chimiques des pulpes de tamarin collectées

La différence du pH entre le tamarin brun et le tamarin noir observée serait due à la durée de conservation. En effet, la pulpe de tamarin noir, conservée plus longtemps, peut avoir subi des modifications chimiques au cours desquelles sa teneur en acides organiques diminue par rapport au tamarin brun (Grollier *et al.*, 1998; Hamacek *et al.*, 2013; Roch, 2018). La différence entre les teneurs en eau du tamarin brun et du tamarin noir peut s'expliquer par le fait qu'au cours du séchage du tamarin brun, il y'a une perte d'eau. Ces résultats sont inférieurs à ceux de Hamacek *et al.* (2013) qui ont trouvé une teneur en eau de 35,3% du tamarin au Brésil. Cette différence s'expliquerait par les variations des conditions climatiques et biologiques et les techniques de séchage. La diminution de la teneur en protéines entre le tamarin brun et le tamarin noir de Boundiali pourrait indiquer que le séchage et la conservation favorisent la dénaturation des protéines par des mécanismes telles que la dégradation thermique et la réaction de Maillard (Machiels *et al.*, 2002). Nos résultats sont supérieurs à ceux de Ahodegnon *et al.* (2018), dont les travaux de recherche sur les fruits de *Tamarindus indica* acclimaté, ont obtenu une teneur moyenne en protéine de 5,39%. La teneur en protéines du tamarin pourrait contribuer à améliorer le régime alimentaire des populations consommatrices en particulier des patients souffrant de malnutrition (Pinar, 2014, Ushie *et al.*, 2016; Duquenne, 2019).

La variation des teneurs en lipides serait due aux conditions de séchage et de stockage. Le tamarin brun, qui n'a pas encore subi un séchage prolongé, conserve une plus grande proportion de ses lipides. L'étude d'Aboubakar *et al.* (2008) sur l'évolution des caractéristiques chimiques des huiles au cours du stockage a montré que, le temps et les conditions de conservation ont une influence significative sur la teneur en acides gras libres des huiles. La baisse significative des sucres totaux dans le tamarin noir par rapport au tamarin brun serait attribuée aux effets combinés du séchage au soleil et de la caramélisation, qui entraînent la dégradation des sucres complexes. En revanche, l'absence de différence significative entre les teneurs en sucres réducteurs des tamarins noirs et bruns indique que, bien que les sucres complexes soient dégradés, ils sont soit transformés en sucres simples, soit réduits par d'autres mécanismes chimiques (comme la volatilisation ou la caramélisation). Comparativement à l'étude réalisée au Sénégal, Soloviev *et al.* (2004) ont rapporté des teneurs en sucres totaux oscillant de 21,4% à 30,9%. Cette différence serait due probablement à la variété de tamarin utilisé et ou aux caractéristiques biologiques de ces fruits.

Caractéristiques microbiologiques des pulpes de tamarin collectées

L'absence de coliformes totaux, de coliformes thermotolérants et de *Salmonella* pourrait s'expliquer par le fait que les pulpes de tamarin analysées avaient un pH acide. Cette acidité crée un environnement défavorable pour de nombreux pathogènes et des bactéries d'altération (Aka-Gbezo *et al.*, 2016). Les GAM sont des microorganismes indicateurs de bonnes pratiques d'hygiène (AFSSA, 2008). Nos résultats sont supérieurs avec ceux de Yao *et al.* (2021) qui ont trouvé que dans les jus extraits à froid, la charge en GAM

variait entre $9,9.10^2$ et $2,7.10^3$ ufc.ml⁻¹. Cette différence de charge serait due au fait que pour obtenir le jus, la pulpe de tamarin est diluée dans de l'eau. La présence des bactéries lactiques serait due à la richesse en composés organiques et en sucres des pulpes de tamarin. Nos résultats sont en accord avec ceux de Bakayoko *et al.* (2024b) qui ont trouvé une diversité de bactéries lactiques impliquées dans la fermentation du tamarin. Ce sont les genres *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Lacococcus* et *Weissella*. Ces bactéries lactiques pourraient contenir des souches probiotiques utiles pour la santé de l'hôte.

CONCLUSION

La présente étude a permis de collecter des informations sur la commercialisation de deux types de pulpes de tamarin vendues sur les marchés de gros d'Adjamé et de Bوندiali en Côte d'Ivoire et d'évaluer leurs caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques. Ces pulpes de tamarin représentent un bon moyen de subsistance pour les populations productrices. Les deux types de tamarin sont consommés mais pas de la même façon. Le tamarin brun sert généralement à la confection des boissons tandis que le tamarin noir est utilisé généralement pour la confection de mets. Ces deux types de tamarin sont peu sujets des contamination microbiennes. La présence de bactéries lactiques et de teneurs élevées en protéines, lipides et en sucres totaux favorise la valorisation de ces produits dans l'alimentation humaine.

Remerciements

Les auteurs remercient les autorités universitaires pour avoir financé la mission d'enquête sur le terrain et également les enquêtés pour leur disponibilité à étude.

RÉFÉRENCES

Aboubakar D., Tchiegang C., Parmentier M. (2008). Évolution de quelques paramètres de qualité physico-chimique de l'huile de la pulpe des fruits de *Canarium schweinfurthii* Engl, au cours du stockage. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2: 249-257.

AFSSA (2008). Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux critères microbiologiques exigibles pour le lait cru de bovin livré en l'état et destiné à la consommation humaine. Éd. Maisons-Alfort, Val-de-Marne, Saisine n° 2007-SA-0149, 10 p.

Aka-Gbezo S., Lathro J.S., Dolourou D., Nanga Y.Z., Loukou Y.G., Bonfoh B., Dje K.M. (2016). Evaluation of the microbiological quality of *tchapalo* process products, an Ivoirian traditional beverage. *Agronomie Africaine*, 28: 33-46.

Ahodegnon K.D., Gnansounou M., Bogninou R.G.S., Kanfon E.R., Chabi B., Dossa P.C.A., Anago E.A., Ahoussi E., Wotto V., Sohounhloue D.C.K. (2018). Biochemical profile and antioxidant activity of *Parkia biglobosa* and *Tamarindus indica* fruits acclimated in Benin. *International journal of advanced research*, 6: 702-711.

AOAC (1990). Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists. Ed. Washington DC (USA), 684p.

Bakayoko N.L., Tiekoura K.B., Soumahoro S., Toure A., Nathalie Kouadio Guessennd K.N., Camara-Koussemon C. (2024a). Utilisations alimentaire et thérapeutique du fruit du tamarinier dans les villes de Korhogo et d'Abidjan, Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 24: 47-59.

Bakayoko N.L., Soumahoro S., Tiekoura K.B., Ouattara M.B., Guede K.B., Coulibaly A.M., Guessennd K.N., Koussemon-Camara M. (2024b). Diversité des bactéries lactiques impliquées dans la fermentation du fruit du tamarin (*Tamarindus indica*) Côte d'Ivoire.

International Journal of Advanced Research, 12: 766-774.

Bernfeld P. (1955). Alpha and beta-amylases. In: Colowick S.P et Kaplan N., eds. *Methods in Enzymology*. Academic Press, New York (USA), 149-158.

Bhadoriya S.S., Ganeshpurkar A., Narwaria J., Rai G., Jain A.P. (2011). *Tamarindus indica*: Extent of explored potential. *Pharmacognosy Reviews*, 5: 73-81.

Devi B., Boruah T. (2020). Tamarind (*Tamarindus indica*). In Nayik: G.A., Gull A., eds. *Antioxidants in fruits: properties and health benefits*, Springer Nature.

Dubois M., Cailles K., Hamilton D. (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical chemistry*, 350-356.

Duquenne A. (2019). Chrononutrition: lien entre horloge biologique, métabolisme, alimentation et environnement. Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Lille (France).

Gandah N.H. (2011). Commerçants ultramarins et levantins du Niger (1920-1930). *Outre-mers, revue d'histoire*, tome 98, 205-231.

Grollier C., Debien C., Dornier L., Reynes M. (1998). Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin. *Fruits*, 53: 271-280.

Hamacek F.R., Santos P.R.G., Cardoso L.D.M., Pinheiro-Sant'ana H.M. (2013). Composition nutritionnelle du tamarin (*Tamarindus indica* L.) du Cerrado brésilien (Minas Gerais, Brésil). *International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture*, 68: 381-395.

Havinga R.M., Hartl A., Putscher J., Prehler S., Buchmann C., Christian R. Vogl C.R. (2010). *Tamarindus indica* L. (Fabaceae): patterns of use in traditional. *Journal of Ethnopharmacology*, 127: 573-588.

INS (Institut national de la statistique de Côte d'Ivoire) (2015). Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014 de Côte d'Ivoire. Conseil des ministres de rentrée gouvernementale Mercredi 03 septembre 2014. Abidjan-Palais de la Présidence de la République.

ISO 15214 (1998). Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles - Technique par comptage des colonies à 30 °C. Genève, Suisse.

ISO 4832 (2006). Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies. Genève, Suisse.

ISO 4833-1 (2013). Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes - Partie 1: Comptage des colonies à 30 °C par la technique d'ensemencement en profondeur. Genève, Suisse.

ISO 6579-1 (2017). Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement et le stéréotypage des *Salmonella* - Partie 1: Recherche des *Salmonella* spp. Genève, Suisse.

ISO 6887-1 (2017). Microbiologie de la chaîne alimentaire - Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique Partie 1: Règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales. Genève, Suisse.

Konan G.A.J., Nimaga D., Kouassi K.N., N'dri Y.D., Amani N.G. (2022). Identification of the main dishes made from the pulp of *tomi* (*Tamarindus indica* L.) consumed in the savannah region of Côte d'Ivoire. *Journal of Experimental Agriculture International*, 44: 224-237.

Kouassi K.A., 2018. Étude de la valeur nutritive de la pulpe de fruits de trois espèces fruitières sauvages comestibles en Côte d'Ivoire et caractérisation biochimique et sensorielle des nectars dérivés: *Adansonia digitata* L. (Baobab), *Tamarindus indica* L. (Tomi) et *Parkia biglobosa* L. (Néré). Thèse de Doctorat, Université Jean Lorougnon Guedé (Côte d'Ivoire).

Machiels D., Istasse L. (2002). La réaction de Maillard: importance et applications en chimie des aliments. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 146: 347-352.

Martinez-Herrera J., Siddhuragu P., Francis G., Davila-Ortiz G. (2006). Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curas* L, from Mexico. *Food chemistry*, 96: 80-86.

NF V08-060 (1996). Microbiologie des aliments - Dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 degrés Celsius - Méthode de routine, France, AFNOR.

Nout R., Hounhouigan J.D., Van Boekel T. (2003). Les aliments: transformation, conservation et qualité. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 263p.

Okello J., Eilu G., Nyekp P., Obua J. (2018). Morphological variations in *Tamarindus indica* fruits and seed traits in the different agroecological zones of Uganda. *International Journal of Ecology*, 5: 1-12.

Pinar K. (2014). *Tamarindus indica* and its health-related effects. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4: 676-681.

Roch L. (2018). Étude intégrative et comparative du métabolisme primaire des fruits au cours du développement. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux (France).

Sadou I. (2024). Fruits locaux comestibles dans la région de l'extrême-nord Cameroun. In Livre Fruits locaux Éd. Universitaires Européennes, 120 High Road, East Finchley, London, N2 9ED, United Kingdom, Republic of Moldova, Europe, 1 – 48.

Samarou M., Atakpama W., Atato A., Mamoudou M.P., Batawila K., Akpagana K. (2022a). Valeur socio-économique du tamarin (*Tamarindus indica*) dans la zone écologique I du Togo. *Revue marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 10: 272-281.

Samarou M., Atakpama W., Komlan., Koffi A. (2022b). État de connaissance sur le tamarinier (*Tamarindus indica* L.) (Fabaceae). *Agronomie Africaine Sp.*, 34 : 313 – 323.

Soloviev P., Niang T., Gaye A., Totte A. (2004). Variabilité des caractères physico-chimiques des fruits de trois espèces ligneuses de cueillette, récoltés au Sénégal: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*. *Fruits*, 59: 109-119.

Stege V.D.C., Prehsler S., Hartl A., Vogl C.R. (2011). Tamarind (*Tamarindus indica* L.) in the traditional West African diet: not just a famine food. *Fruits*, 66: 171-185.

Ushie O.A., Egwaikhide P.A., Longbab B.D. (2016). Phytochemical screening and antimicrobial activity of *Tamarindus indica*. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 1: 10-17.

Yao K.M., Kambire O., Coulibaly K.R., Diomande A., Koffi-nervy R. (2021). Qualité microbiologique et physico-chimique du «Tomi»: une boisson artisanale à base de pulpe de *Tamarindus indica*, vendue à Korhogo (Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 34: 551-560.