

## Qualité microbiologique, caractéristiques Biochimiques et Physico-Chimiques d'un vinaigre artisanal à base des mangues jetées

### [ Microbiological Quality, Biochemical and Physical-Chemical characteristics of artisanal vinegar based piers mangoes ]

Cardi Mbungu<sup>1</sup>, Karl Tshimenga<sup>1</sup>, Pascal Nsambu<sup>2</sup>, Christina Mputu Tshibadi<sup>3</sup>, Joseph Muwawa<sup>4</sup>, and Jean-Noël Mputu Kanyinda<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup>Département de Chimie et Industrie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, BP 190 KinXI, RD Congo

<sup>2</sup>Faculté d'Agronomie, Université Evangélique en Afrique B.P.3323et 266 Bukavu, RD Congo

<sup>3</sup>Clinique d'HEmatologie, Onkologie, Immunologie et médecine tropicale à Klinikum Schwabing. Kölner Platz 1, 80804 München, Germany

<sup>4</sup>Département des Sciences de Base, Institut Supérieur Pédagogique de Bulungu, Bandundu, RD Congo

---

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The vinegar is obtained by a double fermentation of two measures of juice of mango with a measure of water in the presence of the yeast *Saccharomyces Cerevisiae* for the first fermentation and for the second fermentation, the wine obtained in the first fermentation is added to 10 % of its volume by a mother of vinegar containing the bacterium *Acetobacter Aceti*. The fermentation lasted 47 days. From the microbiological point of view, the elaborate vinegar is exempt from any pathogenic germ. In spite of its relatively low acidity pH approximately 3, its rate of soluble solids brought up approximately 5,4 °Brix, its dry matter of 2,3 %, its density of 1,02 g/l, its rate low of ash of 0,20 % and its slightly superior electric conductivity of the order of 3,83 mS / cm compared with the commercial vinegar. The protein content, of the order of 2,26 % remains high compared with the commercial vinegar. The concentration in mineral elements is of the order of 6,012g for Ca<sup>2+</sup> and of 2,917g for Mg<sup>2+</sup>; with a low content in alcohol 0,56 % and a low titratable acidity with regard to the commercial vinegar 5,388 °.

**KEYWORDS:** Craft vinegar, valuation, quality, process, piers mangoes.

**RÉSUMÉ:** Le vinaigre est obtenu par une double fermentation de deux mesures de jus de mangue avec une mesure d'eau en présence de la levure *Saccharomyces Cerevisiae* pour la première fermentation et pour la seconde fermentation, le vin obtenu à la première fermentation est additionné à 10% de son volume par une mère de vinaigre contenant la bactérie *Acetobacter Aceti*. La fermentation a duré 47 jours. Du point de vue microbiologique, le vinaigre élaboré est exempt de tout germe pathogène. Malgré son acidité relativement basse pH environ 3, son taux de solides solubles élevé environ 5,4 °Brix, sa matière sèche de 2,3%, sa densité de 1,02 g/l, son taux de cendre faible de 0,20% et de sa conductivité électrique légèrement supérieure de l'ordre de 3,83 mS/cm par rapport au vinaigre commercial. La teneur en protéines, de l'ordre de 2,26% reste élevée par rapport au vinaigre commercial. La concentration en éléments minéraux de l'ordre de 6,012 pour le Ca<sup>2+</sup> et de 2,917 pour le Mg<sup>2+</sup>; avec une teneur en alcool faible 0,56% et une acidité titrable faible par rapport au vinaigre commercial 5,388°.

**MOTS-CLEFS:** Vinaigre artisanal, valorisation, qualité, procédé, mangues jetées.

## 1 INTRODUCTION

La plupart des produits agricoles des régions tropicales subissent des pertes post-récoltes importantes, avoisinant 30%, pour plusieurs raisons, dont notamment : les mauvaises techniques de récolte, les attaques de parasites et ravageurs, les dépréciations des produits sous l'influence des agents microbiologiques, les difficultés de conservation en absence d'infrastructures appropriées, le faible niveau de transformation par méconnaissance des techniques les mieux indiquées, le manque d'un transport rapide du lieu de la cueillette jusque dans le commerce et la surabondance de fruits sur les marchés engendrant des stocks de produits non vendus [1].

Parmi les produits tropicaux, les fruits sont considérés comme des denrées les plus périssables. Mais, c'est aussi l'un des secteurs où il existe de nombreuses technologies et procédés de transformation susceptibles de réduire considérablement les pertes post-récoltes, d'allonger la durée de vie des fruits ou de produits dérivés, de diversifier les marchés, de créer des emplois et d'améliorer les revenus des acteurs [2,3].

Ce dans ce cadre que nous abordons cette étude pour la valorisation des pertes post-récoltes de la mangue (mangues en voie d'altération) par la fabrication du vinaigre. L'objectif poursuivi est axé sur deux volets à savoir la mise au point d'une technique de transformation de la mangue en vinaigre et la caractérisation physico-chimique et microbiologique du produit fini.

## 2 MATERIELS ET METHODES

### 2.1 MATERIEL VEGETAL

En vinaigrerie traditionnelle, le choix de la matière première est capital car il joue sur la qualité du produit fini. Les mangues qui ont fait l'objet de notre étude sont celles qui sont écartées du commerce c'est-à-dire des mangues trop mûres dont le processus d'altération peut être engagé pour une bonne partie et dont certaines préparations (jus, nectars, confiture,) ne peuvent plus être envisagées.

### 2.2 MATERIEL BIOLOGIQUE

La fabrication du vinaigre est un processus à double fermentation nécessitant les microorganismes (*saccharomyces cerevisiae* et *acétobacter aceti*) comme starter. Ces microorganismes peuvent être présents dans la nature (fruits, air, vin...) [3] ou être apporté à partir d'une souche pure [4]. Pour la fermentation alcoolique nous avons utilisé le *Saccharomyces cerevisiae* (levure de boulangerie) acheter dans le commerce ; tandis que pour la fermentation acétique, nous avons utilisé un *acétobacter aceti* fourni par la vinaigrerie du Clos Saint Antoine de Callas en France, car la souche trouvée dans la nature étant toujours insuffisante pour une transformation complète de l'éthanol en acide acétique.

### 2.3 ELABORATION DU VINAIGRE TRADITIONNEL

Après parage, triage et lavage et broyage des mangues, le jus est récupéré avec de l'eau de robinet. Le mélange obtenu et additionné d'un sirop titrant 60 °Brix pour ramener le jus à une teneur de 18, 13 °brix nécessaire pour la fermentation. Le mélange est mis en fermentation durant dix-sept jours à la température ambiante, dans une jarre bouchée avec un bouchon à téflon mini d'un barboteur pour contrôler la fermentation alcoolique. Après la fermentation, il est procédé au tamisage. Le produit ainsi obtenu additionné de la mère du vinaigre et laissé fermenter pendant un mois à l'air libre. Le produit final est le vinaigre traditionnel.

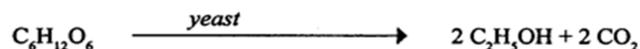
### 2.4 PROCEDE DE FABRICATION

La méthode est basée sur une double fermentation suivant un processus artisanal. La première fermentation (alcoolique) transformant le jus de mangue en alcool par l'action de la levure *saccharomyces cerevisiae* est suivie d'une fermentation acétique transformant l'alcool en acide acétique (vinaigre de mangue), cette deuxième fermentation étant déclenchée par l'action d'une flore bactérienne *acétobacter aceti* apporté par un vinaigre de démarrage par simple ajout dans le vin de mangue.

La fermentation alcoolique, qui convertit le sucre naturel en alcool. La fermentation de l'acide, dans laquelle l'acétobacter, les micro-organismes présents dans l'air que nous respirons, convertissent l'alcool en acide.

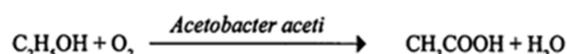
#### 2.4.1 LA FERMENTATION ALCOOLIQUE (ANAEROBIE)

La fermentation alcoolique a eu lieu dans une jarre en plastique hermétiquement fermé muni d'un barboteur pour le dégagement du CO<sub>2</sub> formé au cours de la fermentation. Le seau a été préalablement nettoyé puis rincé à l'eau propre avant son utilisation.



Dans notre jarre de fermentation de 10 litres de capacité, 5,5 litres de jus de mangue à 18,13°Brix ont étéensemencés avec 10g de levure (*saccharomyces cerevisiae*). La fermentation s'est déroulée pendant 17 jours.

#### 2.4.2 LA FERMENTATION ACETIQUE (AEROBIE)



Dans l'ensemble, notre préparation a duré 47 jours (soit 17 jours pour la fermentation alcoolique et 30 jours pour la fermentation acétique), le vinaigre obtenu après préparation était destiné aux différentes analyses.

### 2.5 ANALYSES DU VINAIGRE

#### 2.5.1 DETERMINATION DES PARAMETRES PHYSICO-CIMIQUES ET BIOCHIMIQUES

Enfin d'étudier les caractéristiques du produit obtenu et l'efficacité du procédé de fabrication à travers lequel il est issu, notre vinaigre de mangue est analysé dans les mêmes conditions qu'un vinaigre témoin de marque Leader Price. Ce dernier est un vinaigre de vin rouge de commerce. Dans nos conditions d'étude, les analyses physico-chimiques et biochimiques ont porté sur les paramètres suivants :

**Détermination du pH :** La détermination du pH, elle est importante dans le contrôle de la fermentation microbienne. Sa variation, renseigne sur l'activité métabolique de la microflore présente. La détermination du pH s'effectue dans nos conditions par une lecture directe à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné du type METTLER TOLEDO. **Détermination du taux de solides solubles :** Le taux de solide soluble (TSS) exprimé en degré Brix est déterminé à l'aide d'un réfractomètre de marque Abbé [5]. **Détermination de la matière sèche :** La matière sèche des produits est déterminée par évaporation de leur humidité sans provoquer la volatilisation des substances constitutives du produit. Elle est obtenue par dessiccation à l'étuve BINDER à 105 °C jusqu'à obtention d'un poids constant après une série des pesées successives [5]. **Dosage des protéines :** La teneur en azote total du vinaigre est déterminée par la méthode de Kjeldahl [6]. **Détermination des cendres :**

Les cendres totales sont déterminées par incinération. Un étuvage à 105 °C pendant 24 heures des échantillons, est suivi par une calcination au four à moufle HERAUS (1 heure à 550 °C environ). **Détermination de la conductimétrie :** Elle nous renseigne sur la teneur en éléments minéraux du produit ; elle est mesurée par un conductimètre. Les résultats sont exprimés en milliSiemens/cm [7]. **Détermination de la densité :** La densité renseigne sur l'état des produits par la mise en oeuvre du taux de matière solide et de la viscosité. Elle est donc d'une importance considérable dans la mesure où elle nous renseigne sur l'aptitude des microorganismes vis-à-vis de l'état physique du milieu. Elle est mesurée par lecture directe à l'aide d'un densimètre [8].

**Dosage de l'alcool :** Le dosage de l'alcool par l'alcoomètre. La méthode consiste à distiller le jus alcoolisé des mangues puis à mesurer la densité du distillat à l'aide d'un alcoomètre GIBERTINI à la température ambiante [5]. **Dosage de l'acide titrable :** L'acidité totale titrable d'un vinaigre calculé en acide acétique est dosé par titrimétrie avec une base forte comme la soude à 0,1N en présence de phénophtaléine comme indicateur. La concentration en acide est exprimée en gramme par litre (g/L) [7]. **Dosage de l'acide ascorbique (Vitamine C) :** Il est réalisé en présence d'une solution d'iode (I<sub>2</sub>) de concentration connue avec l'amidon pour déceler le point de fin de titrage [9].

#### 2.5.2 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

L'analyse de la qualité hygiénique se base sur la connaissance de la flore microbienne existant dans le produit alimentaire. Cette appréciation reste de nos jours la meilleure méthode d'appréciation de la qualité d'un aliment [10]. **Recherche de la**

**flore microbienne** : Pour la recherche de la flore microbienne, nous avons adopté le principe de dilution, jusqu'à  $10^{-5}$  [5]. **Recherche des germes totaux** : Pour cette étude le milieu à base de Tryptone, glucose, agar et extrait de viande (TGAE) sont utilisés. Après incubation à 30 °C pendant 72 heures, les germes aérobies et anaérobies sont identifiés [10]. **Recherche des levures et des moisissures** : Le développement des levures dans les produits alimentaires cause l'altération de leurs qualités marchandes, par formation de trouble et apparition d'odeur désagréable. L'altération provoquée par les moisissures conduit à une modification de la qualité nutritionnelle et de la qualité organoleptique. Certaines moisissures arrivent même à produire des toxines. Le milieu utilisé pour la recherche de ces germes est l'oxytétracycline-glucoseagar (OGA) [7].

## 2.6 ANALYSE STATISTIQUE

Les résultats d'analyse de laboratoire ont été insérées dans les logiciels tels que : Origin pour le calcul statistique. Ce même logiciel a servi aux analyses de variance et les tests de comparaison deux à deux. Le niveau de signification des tests est de 5% ( $P < 0,05$ ).

## 3 RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 COMPOSITIONS PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOCHIMIQUES DU VINAIGRE ECHANTILLONNE APRES FERMENTATION

La composition moyenne de notre vinaigre élaboré comparé à un témoin (vinaigre commercial) est consignée dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du vinaigre et du témoin**

Paramètres	Vinaigre	Vinaigre de mangue	Témoin
pH		3,07±0,01	2,43±0,02
Matière sèche (%)		2,27±0,03	2,37±0,06
Cendre (%)		0,20±0,01	0,52±0,03
Densité		1,017±0,02	1,151±0,003
TSS (°Brix)		5,4±1,0	3,0±0,8
Protéines (%)		2,26±0,06	2,06±0,03
CE (mS/cm)		3,83±0,11	3,09±0,09

Ce tableau reprend les valeurs des paramètres physico-chimiques de notre vinaigre produit à partir des mangues comparées à un témoin qui est un vinaigre commercial.

### 3.2 COMPOSITION BIOCHIMIQUE DU VINAIGRE DES MANGUES

#### 3.2.1 DOSAGE DES ELEMENTS MINERAUX

Les teneurs minérales des échantillons de vinaigres étudiés sont consignées dans le tableau suivant.

**Tableau 2 : Teneur en calcium et en magnésium des vinaigres analysés**

Éléments minéraux	Echantillon de vinaigres (mg/L)	
	Vinaigre de mangue	Témoin
Ca <sup>2+</sup>	6,012±0,045	6,092±0,921
Mg <sup>2+</sup>	2,917±0,023	2,33±0,008

Le tableau 2 reprend les valeurs des éléments minéraux du vinaigre à base des mangues comparées au témoin qui est un vinaigre commercial.

### 3.2.2 DÉTERMINATION DE L'ACIDITÉ TITRABLE, DE LA VITAMINE C ET DE LA TENEUR EN ALCOOL DU VINAIGRE DE MANGUES

Les valeurs de la teneur en alcool de nos échantillons sont reprises dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 3 : Acidité titrable des vinaigres analysés**

Echantillon	Acidité titrable		Vitamine C	Teneur en alcool
	g/L	Degré	%	%
Vinaigre de mangue	53,88±3,21	5,39±0,11	0,029±0,001	0,56±0,00
Témoin	71,82±6,22	7,18±0,23	0,032±0,001	1,20±0,10

La législation européenne impose aux vinaigres de vin et d'alcool un minimum de teneur en acidité titrable calculée en acide acétique de 6°, soit 60g d'acide acétique pur par litre. Cette teneur, quoiqu'elle soit inférieure par rapport au témoin, notamment 53,88g/L pour le vinaigre de mangue face à 71,82 g/L pour le témoin, elle est plus proche de la norme.

### 3.2.3 CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DU VINAIGRE DE MANGUES

Les résultats des analyses microbiologiques sont résumés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4. Paramètres microbiologique du vinaigre des mangues**

Echantillon	Paramètres effectués		
	Germes totaux 10 <sup>5</sup> ufc	Levures 10 <sup>2</sup> ufc	Moisissures 10 <sup>2</sup> ufc
Vinaigre de mangue	7	0	0

## 4 DISCUSSIONS

Au regard du **tableau 1** nous observons que notre vinaigre est moins acide que le témoin par leurs valeurs de pH. Ceci peut être justifié en partie par le fait que les deux vinaigres sont issus de deux matières premières et processus différents. Malgré cette valeur de pH de 3,07, il inhibe le développement des microorganismes pathogènes et favorise une bonne conservation du produit. El Hadj *et al.*, 2001 ont trouvé de valeur de pH allant de 3,12 à 3,65 pour les vinaigres de dattes, d'où leurs ph sont faibles par rapport à notre valeur. Le pH du vinaigre est relié à la quantité d'acidité présente ; cependant, la plupart des vinaigres blancs distillés commerciaux contiennent 5% d'acide acétique et ont un pH d'environ 2,4 [10].

Du point de vue de la composition en matière sèche, nous disons que notre échantillon et le témoin présentent des teneurs en matières sèches faibles de l'ordre de 2,4 voir tableau ci-dessus. Les travaux d'El Hadj *et al.* 2001 sur les vinaigres des dattes ont montré des valeurs en matière sèche de l'ordre de 6,59 à 11,26%.

La teneur en cendres nous donne un renseignement sur la composition minérale de notre échantillon. Il est à noter que la teneur en cendres du vinaigre à base de vin rouge est plus élevée (0,52%) que celle du vinaigre de mangue (0,20%). Cet écart serait certainement dû à la composition minérale de la matière première.

La densité d'un liquide nous renseigne sur les matières colloïdales en suspension. Les deux vinaigres ont des valeurs de densité proche à savoir 1,017 et 1,015, la densité du vinaigre commercial de cidre est d'environ 1,01 selon la littérature [10]. La valeur trouvée pour le vinaigre des mangues préparé est quasi identique à la valeur trouvée dans la littérature.

Ces résultats montrent également que le vinaigre à base des mangues, a une teneur en sucre plus élevé comparé au témoin. Mais nos résultats montrent que malgré une fermentation acétique d'un mois, le pourcentage en sucre est passé de 18,13 pour le jus avant fermentation à 5,4 pour le vinaigre. Cela prouve l'efficacité de notre procédé de fermentation artisanale. Nos résultats sont meilleurs que ceux trouvés par El Hadj *et al.* 2001 sur le vinaigre des dattes avec des valeurs comprises entre 7,00 et 10,00%.

La conductivité électrique exprime l'aptitude d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Les valeurs de la conductivité électrique observées pour notre échantillon et le témoin sont proches.

Les vinaigres étant des produits pauvres en protéines, d'où la présence des protéines dans le vinaigre permet de l'enrichir et d'augmenter sa valeur nutritionnelle. Toutefois, la forte acidité et la présence de tanins peuvent conduire à une

coagulation et surtout une dénaturation d'une partie des protéines. Qu'à cela ne tienne, la valeur obtenue pour notre échantillon à savoir 2,26% est intéressante comparée aux valeurs des certaines boissons telles que le jus d'orange 0,6%.

Les teneurs minérales de ces deux échantillons sont proches voir **tableau 2**. Ces valeurs permettent de mettre en avant les valeurs nutritionnelles en micronutriments de notre produit. Les valeurs trouvées pour le vinaigre de mangue sont en partie dues à la composition minérale des matières premières, 20,00 mg/L pour le calcium et 13,00 mg/L pour le magnésium pour la mangue signalée ci-haut par la bibliographie.

Au cours de la fermentation acétique, l'alcool contenu dans le vin est transformé en acide acétique, mais la présence d'une quantité d'alcool résiduel dans le vinaigre produit est nécessaire car il permet d'éviter la suroxydation du produit. C'est ainsi au niveau législation, l'Europe impose que la teneur en alcool ne doit pas dépasser 1° pour les vinaigres de vin et 0,5° pour les autres vinaigres.

Tenant compte de nos résultats, ces exigences semblent être respectées malgré un léger dépassement. Donc par cela, on peut comprendre pourquoi le vinaigre de vin rouge de commerce a une teneur en alcool plus élevée que celle trouvée dans le vinaigre de mangue. Le composant principal du vinaigre, c'est l'acide acétique. Il résulte de l'oxydation de l'éthanol par la présence de bactéries acétiques.

La teneur en vitamine C de notre témoin (vinaigre de commerce) est légèrement supérieure à celle du vinaigre de mangue. La vitamine C est un antioxydant naturel, son existence dans le vinaigre permet de rehausser sa valeur nutritionnelle.

Au travers ces résultats, nous pouvons conclure que la quantité des germes totaux trouvés correspond aux normes, car  $5.10^5$  cfu/ml est la valeur seuil minimale à ne pas dépasser selon les bonnes pratiques de fabrication (BPF) en HACCP pour les aliments (). Concernant les levures et moisissures, notre vinaigre n'en contient pas, ceci est une preuve que notre vinaigre est sain car exempt de toute contamination.

## **5 CONCLUSION**

Notre travail s'était fixé comme objectif, la valorisation des fruits mangues ainsi que la réduction des pertes post-récoltes par la fabrication du vinaigre. Le vinaigre obtenu a subi une batterie d'analyses physico-chimiques, biochimiques et bactériologiques pour s'assurer de sa qualité et de son hygiène pour la consommation humaine. Bien que sa teneur en alcool et son acidité soient faibles par rapport au témoin, les autres paramètres étudiés sont assez voisins. Il a ainsi été montré que le vinaigre fabriqué à partir des mangues a des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques assez proches de notre témoin (vinaigre commercial). Mais la présence des protéines, de la vitamine C et des minéraux ( $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ ) confirme la valeur nutritionnelle de notre vinaigre comparé au témoin. Nous pouvons donc conclure en disant que ces résultats, confirment les hypothèses de l'étude et permettent de proposer un procédé de préparation de vinaigre pour d'autres fruits autres que la mangue.

## **REMERCIEMENTS**

Les auteurs remercient très sincèrement le Recteur de l'Université Evangélique en Afrique pour son soutien matériel ainsi que les Autorités de l'Office Congolais de Contrôle pour la disponibilité du laboratoire.

## REFERENCES

- [1] Louis Ban Koffi, Répertoire de technologies et procédés de transformation de la mangue et de l'ananas, FAO, Rome, Italie, 2008.
- [2] L. S. Tounkara, B. Cheik, N. Cissé, L. Laurent et A. Diop, Réduction des pertes post-récolte de la mangue par la production de vinaigre. Institut de technologie Alimentaire, Université de Liège, Centre Wallon de Technologie Alimentaire. CWBI, 8p, 2011
- [3] E. Baudelaire, Optimisation du broyage des mangues séchées (*Mangifera indica* var Kent) : Influence sur les propriétés physiques et fonctionnelles des poudres obtenues ». Thèse de Doctorat, 2006.
- [4] B. D. Adiba, Etude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnelle du vinaigre à partir de deux variétés de dattes communes cultivées dans le sud algérien » Mémoire de Magister, 2007.
- [5] C.E.H. Albornoz, Microbiological analysis and control of the fruit vinegar production process ». Doctoral Thesis, 2012.
- [6] AFNOR, Determination of total nitrogen content and calculation of the protein content, 2006
- [7] Official Methods of Analysis of AOAC International, 18<sup>th</sup> édition, 2005.
- [8] M.R. Motsara et N.R. Roy, Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis, FAO, Rome, Italie, 219p, 2005.
- [9] K. Peter, C. Vollhardt, et N.E. Schore, Traité de chimie organique, De Boeck Supérieur » 1297 p, 2004
- [10] M.D. Ould El Hadj, A.H. Sebihi et O. Siboukeur, Qualité Hygiénique et Caractéristiques Physico-Chimiques du Vinaigre Traditionnel de Quelques Variétés de Dattes de la Cuvette de Ourgla . Rev. Energ. Ren. : Production et valorisation-Biomasse, 6 p, 2001.