



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Essais de production de "vin" pétillant rouge à l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Kokou AZIATO¹, Ekpetsi Chantal BOUKA^{1,2*}, Povi LAWSON-EVI², Aly SAVADOGO³
et Eklu-Gadgbeku KWASHIE²

¹Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA) BP 1163 Lomé, Togo.

²Laboratoire de Physiologie/Pharmacologie, Faculté des Sciences - Université de Lomé BP 1515 Lomé
Togo.

³Centre de Recherche en Sciences Biologiques Alimentaires et Nutritionnelle - Université Ouaga I-Pr
Joseph KI-ZERBO.

*Auteur correspondant ; E-mail : got_chant@yahoo.fr; Tél. 00228 90 07 26 80

Received: 18-09-2020

Accepted: 26-12-2020

Published: 31-12-2020

RESUME

Les calices rouges d'*Hibiscus sabdariffa* L. sont beaucoup utilisés dans la production de boisson rafraîchissante en Afrique. Les pigments anthocyaniques des calices confèrent une couleur rouge aux boissons très appréciées par les populations. L'objectif de cette étude était de mettre au point une boisson pétillante qui a des caractéristiques similaires au vin rouge. Les essais de production ont été réalisés en utilisant les calices d'*Hibiscus sabdariffa* L. communément appelées « Bissap » et trois types de fermentation dont une à base de la lie du vin de palme, une seconde à partir de *Saccharomyces cerevisiae* et une troisième par une fermentation endogène ou témoin. Les analyses physico-chimiques ont montré que le vin obtenu à partir de la lie du vin de palme au 17^{ème} jour a un pH de $2,77 \pm 0,07$, une acidité de $116,99 \pm 13,03$ (mmol H⁺ /L), un degré brix de $7,5 \pm 0,25$ %, un degré d'alcool de $7,05 \pm 0,24$ % et une valeur énergétique de $74,27 \pm 2,77$ (Kcal/100 ml). Les tests de dégustation ont révélé que le « vin au bissap » obtenu avec le ferment de la lie de vin de palme a des caractéristiques organoleptiques très proches des vins rouges du commerce.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Fermentation, vin de bissap, brix, lie de vin de palme, pasteurisation.

Sparkling " wine " production tests from extract of *Hibiscus sabdariffa* L. flowers

ABSTRACT

The red calyces of *Hibiscus sabdariffa* L. are widely used in the production of soft drinks in Africa. The anthocyanin pigments of the calyx give a red color to the drinks which are very appreciated by populations. The aim of this study was to develop a sparkling drink with characteristics similar to those of red wine. The production tests were carried out with the calyces of *Hibiscus sabdariffa* L. commonly called "Bissap" and three types of fermentation: one based on palm wine lees, another by *Saccharomyces cerevisiae* and a third by endogenous fermentation or control wine. Physicochemical analyzes showed that the wine obtained from palm wine lees at 17th days had a pH of 2.77 ± 0.07 , an acidity of 116.99 ± 13.03 (mmol H⁺ /L).

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i9.20>

8663-IJBCS

L), a degree Brix of $7.5 \pm 0.25\%$, an alcohol degree of $7.05 \pm 0.24\%$ and energy value of 74.27 ± 2.77 (Kcal / 100 ml). Sensorial tests revealed that the "bissap wine" obtained with fermentation based on palm wine lees had organoleptic characteristics very similar to grape wine.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Fermentation, bissap wine, palm wine lees, pasteurization.

INTRODUCTION

L'oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa* L) est une plante originaire de l'Inde et de la Malaisie, très répandue dans les pays de l'Afrique de l'Ouest (Cisse et al., 2009; Mohamed et al., 2012). C'est un arbuste du règne des Plantae appartenant à la famille des Malvaceae, du genre *Hibiscus* et d'espèce *sabdariffa* (Mohamed et al., 2012). La caractérisation morphologique et agronomique permet de distinguer deux variétés de l'espèce *sabdariffa* dont les phénotypes sont complémentaires. *Hibiscus sabdariffa* L., variété *sabdariffa*, caractérisée par une forte vigueur végétative juvénile, une faible productivité de calices et fruits, une sensibilité faible à la photopériode et une couleur rouge des organes. *Hibiscus sabdariffa* L. variété *altissima* a une forte vigueur végétative adulte, une productivité plus élevée, une grande sensibilité à la photopériode et une couleur verte des organes (Cisse, 2010). La plante est très répandue dans les régions tropicales et en particulier en Afrique de l'Ouest où elle est beaucoup consommée (Sié et al, 2009). Les calices rouges sont beaucoup utilisés dans la production de boisson rafraîchissante tandis que les calices et les feuilles de type vert très riches en vitamine C et en calcium (Atta et al., 2010 ; Diouf et al. 2017) sont utilisées dans les soupes et les ragoûts de légumes (Babalola, 2001). Plusieurs études ont été menées pour l'amélioration de la croissance végétative des différents organes de la plante de *Hibiscus sabdariffa* L qui jouent d'importants rôles dans la sécurité alimentaire en Afrique (Lepengue et al., 2012a ; Lepengue et al., 2012b ; Kaka Kiari et al., 2019). *Hibiscus sabdariffa*, variété *sabdariffa* encore appelé

oseille de Guinée ou bissap en Wolof (Cisse et al., 2009) est beaucoup utilisé dans la production des boissons en Afrique tropicale (Chumsri et al., 2008). Les pigments anthocyaniques des calices de *Hibiscus sabdariffa* confèrent une couleur rouge aux boissons très appréciées par les populations. L'amélioration de cette boisson a permis d'obtenir un vin africain grâce à une bonne fermentation (Alobo and Offonry, 2009). Le vin revêt une grande importance dans l'accompagnement des repas en Afrique et constitue des pertes de devises pour l'économie de plusieurs pays tropicaux qui ne produisent pas les fruits de la vigne. La fabrication du vin devient un défi pour les pays en voie de développement dans la mesure où les fruits cultivés ne permettent pas d'obtenir des vins de même qualité que ceux produits par les raisins sur le plan saveur gustative, arôme, couleur (Alobo and Offonry, 2009; Ribeiro et al., 2015). Les calices de l'oseille de Guinée possèdent des avantages tant sur le plan nutritionnel que thérapeutique (Faraji and Tarkhani, 1999; Babalola et al., 2001; Alarcon-Aguilar et al., 2007) et peuvent être valorisés dans la production des boissons pétillantes grâce à la technique de champagnisation modérée des vins rouges importés avec des qualités hygiéniques et nutritionnelles bien maîtrisées. L'objectif de cette étude était de produire un vin rouge pétillant à base des calices d'*Hibiscus sabdariffa* L. et d'étudier les caractéristiques physico-chimiques du vin obtenu.

MATERIEL ET METHODES

Cadre d'étude

Les essais de production de vin ont été réalisés aux laboratoires du Centre de

Recherches en Sciences Biologiques Alimentaires et Nutritionnelles (CRSBAN) de l'Université de Ouagadougou (Burkina-Faso) de septembre 2014 à février 2015. Les analyses physicochimiques ont été effectuées à l'institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA).

Matériel

Les fleurs de bissap (Figure 1) et le substrat constitué de saccharose ont été achetés sur les marchés de Ouagadougou au Burkina Faso. Les ferments de vin de palme (*Elaeis guineensis*), provenant des boissons locales de vin de palme en fin de fermentation, ont été collectés dans les fermes de Tsévié, Mission-Tové et Assahoun au Togo. La levure (*Saccharomyces cerevisiae*) de marque STK ROYAL Instant Dry Yeast et la gomme alimentaire xanthane de marque MYSTIC MOMENT ont été achetées à Lomé au Togo.

Méthodes

Préparation de l'extrait de bissap

Une quantité de 300 g de calice de bissap séchés et triés a été pesée puis lavée rapidement à l'eau de robinet. 5 litres d'eau ont été ajoutés aux 300 g de calice puis portés à ébullition pendant 20 minutes. Le mélange a été filtré sur du tissu mousseline blanche. Les calices recueillis ont été chauffés de nouveau successivement avec 3 litres et 2 litres d'eau pendant 10 minutes puis filtrés. Les filtrats ont été recueillis pour obtenir un extrait de bissap à 3%. A cet extrait est additionné du sucre ou saccharose à la dose de 150 g/l qui a porté la teneur en matière sèche soluble ou brix du moût au bissap à 15% (Cisse et al., 2009).

Ensemencement et fermentation du moût au bissap

Le moût au bissap a été réparti en trois lots : un lot témoin qui n'a reçu aucun ferment ; un lot fermenté avec la lie de vin de palme en fin de fermentation de brix 4% à une dose de 0,5% ; et un lot fermenté à une dose

de 0,2% avec de la levure (*Saccharomyces cerevisiae*) déshydratée puis réactivée en solution. Les trois lots obtenus ont été soumis à deux types de fermentation. D'abord une fermentation aérobie à 35 °C pendant 24h pour permettre la multiplication des microorganismes. Ensuite une fermentation à vase clos ou micro-aérobie entre 27 °C et 40 °C pendant 15 à 30 jours. Au cours de cette deuxième fermentation la teneur en matière sèche est relevée à chaque 6h.

Une dégustation a été organisée à partir du 5^{ème} jour de fermentation après chaque mesure de matière sèche jusqu'à obtention d'un moût au bissap fermenté ayant les caractéristiques de vin entre le 15^{ème} et le 30^{ème} jour et un brix de 6 à 7%.

La gomme alimentaire a été ajoutée au moût de bissap des 3 lots dans une proportion de 0,01% (1g pour 10 litres) pour modifier la densité diminuer le dépôt et et du saccharose portant le brix de tous les moûts au bissap fermenté à 8%. Ces derniers ont été ensuite conditionnés dans des bouteilles hermétiquement fermées avec des bouchons de liège ou de plastique sécurisés. Les produits embouteillés ont été soumis à une fermentation contrôlée pendant 24 à 48h selon la technique champenoise de vinification modérée aboutissant à un Brix final de 6 à 7%.

Pasteurisation et Stabilisation

Les trois types de vin soutirés en bouteille en verre cassable, fermées et trempé dans de l'eau a été portée au chauffage progressif. La température à cœur du vin a été contrôlée tous les 5 minutes à l'aide d'une sonde thermocouple de modèle GECP089AB. La pasteurisation est effective lorsque la température à cœur des vins a atteint 70 °C à 80 °C pendant 15 à 20 minutes. Les bouteilles retirées de l'eau chaude ont subi un refroidissement lent avant d'être étiquetées.

Evaluation sensorielle

Les vins au bissap obtenus ont été soumis à une évaluation sensorielle par un

panel naïf de 50 personnes composées d'hommes et de femmes de 20 à 55 ans. Cette évaluation a été réalisée sur neuf (9) caractéristiques organoleptiques en se basant sur le test de cotation notation à neuf (9) échelles hédoniques selon ISO-ICS 67.240. Les paramètres étaient l'apparence, l'arôme, le goût sucré, la sensation alcoolique, la saveur acide, la couleur, la viscosité, la mousse et l'acceptabilité générale en fonction des ferments utilisés. Les panélistes n'avaient aucune information sur l'origine du vin soumis à la dégustation.

Analyses de laboratoire

Les trois types de vin au bissap obtenus [sans ferment (témoin), à base de ferment de la lie de vin de palme et de levure (*Saccharomyces cerevisiae*)] ont été soumis à des analyses physicochimiques. La teneur en matières sèches solubles a été déterminée selon les recommandations de l'AOAC à

l'aide d'un réfractomètre EUROMEX 0-32. Le pH a été mesuré directement par un pH mètre de marque HANNA. L'alcool a été dosée selon la norme AOAC Vol II, 28.1.07 au pycnomètre, l'acidité titrable selon la norme NF EN 12147 de mars 1997 et la teneur en matière sèche selon la norme NF EN ISO 665 de Novembre 2000. Les matières minérales ou cendres ont été déterminées conformément à la norme NF EN ISO 3593 :1994 et la teneur en protéines par la méthode de Kjeldahl selon la norme NF V18-100 octobre 1977.

Analyses statistiques

Les résultats obtenus ont été analysés par le test statistique ANOVA à un facteur de Fischer au seuil de significativité $P < 5\%$ au moyen du logiciel tableur Microsoft Excel 2007.



Figure 1 : Fleurs ou calices d'*Hibiscus sabdariffa*.

RESULTATS

Évolution du brix en fonction du temps de fermentation et de l'atténuation limite des vins

La dégradation de la matière sèche soluble des vins à base de bissap augmente en fonction du temps de fermentation (Figure 2). Le vin à base de ferment saccharomyces a présenté un temps de latence de 12 heures avant le début de la dégradation de la matière sèche soluble qui a été stabilisée au 18^{ème} jour pour un brix de 6%. Le vin à base de ferment de lie de palme a eu un temps de latence de 24 à 48 heures (Figure 2) pour se stabiliser au 24^{ème} jour avec un brix de 5%. Le témoin ou vin à fermentation spontanée a montré un temps de latence de 5 à 6 jours et une dégradation lente de la matière sèche soluble qui a été stabilisée à partir du 28^{ème} jour pour un brix de 6%. Au 10^{ème} jour, 50% de la matière sèche a été convertie en alcool dans les vins ensemencés par des ferments alors que pour le témoin. C'est seulement une conversion de 15% qui a été observé au cours de la même période de temps (Figure 2).

Le Tableau 1 montre une atténuation de 66% du vin à base de ferment de lie de palme au 25^{ème} jours tandis que pour le vin à base de ferment saccharomyces une atténuation de 60% a été observée au 21^{ème} jour. L'atténuation de 60% du vin témoin n'a été observée qu'après 30 jours.

Échelle de pasteurisation

L'évolution de la température relevée dans les vins de bissap embouteillés a montré une stabilisation de la température à cœur du vin entre 70 et 75 °C entre 25 et 40 minutes (Figure 3). A partir de la 25^{ème} minute, la

température a commencé par se stabiliser dans les bouteilles jusqu'à la 40^{ème} minute.

Caractéristiques organoleptiques des trois vins

La Figure 4 montre que le vin à base de saccharomyces a présenté une plus forte sensation alcoolique alors que le vin à base de ferment de lie de palme a des caractéristiques dominantes en arôme, viscosité, saveur acide et acceptabilité générale reconnues par les dégustateurs. Quant au vin témoin, il a été marqué par une apparence claire, une couleur rouge vive et une saveur sucrée persistante.

Caractéristiques physico-chimiques des vins stabilisés

Le Tableau 2 montre que les pH des trois échantillons de vins de bissap ont des valeurs inférieures à 7 et compris entre 2,77 et 3,58. Seul le vin à base de saccharomyces a montré un pH de 3,58 conforme à la norme (3,5–4,0). Le vin à base de ferment de vin de palme a présenté le plus faible pH ($2,77 \pm 0,07$) et une acidité titrable comprise entre celle du vin témoin et du vin à base de saccharomyces ($104,16 \leq 116,99 \leq 118,66$). La teneur en matière sèche du vin témoin ($14,10 \pm 2,87$ %) a été 2,3 fois supérieures à celle des deux vins ensemencés avec des ferments ($5,93 \pm 0,61$ %). La charge minérale ou cendre des trois échantillons de vins de bissap n'a pas présenté de variation significative. Le taux d'alcool du vin à base de saccharomyces est conforme à la norme pour les vins secs (9-15% vol) alors que le taux d'alcool du vin témoin est très faible (4% vol).

Tableau 1 : Atténuation limite des différents vins.

Echantillon	Brix initial (%)	Brix final	Atténuation (%)
Vin témoin (30 jours)	15	6	60
Vin à base de Saccharomyces (21 jours)	15	6	60
Vin à base de ferment vin de palme (25 jours)	15	5	66

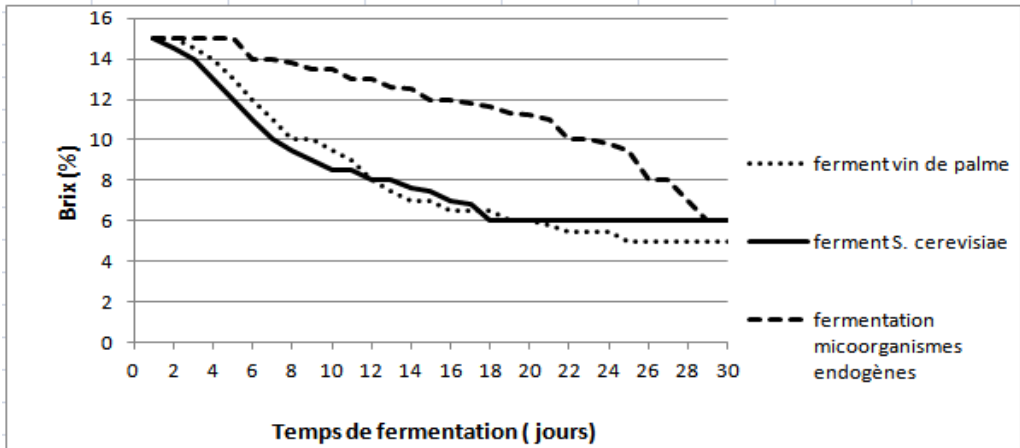


Figure 2 : Évolution du prix dans le vin de bissap en fonction du temps de fermentation.

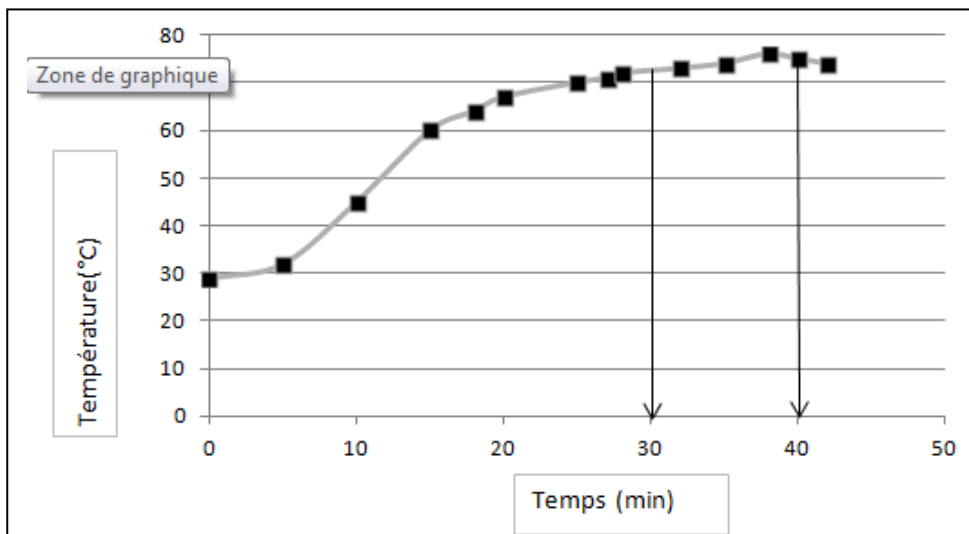


Figure 3 : Évolution de la température du vin embouteillé en fonction du temps.

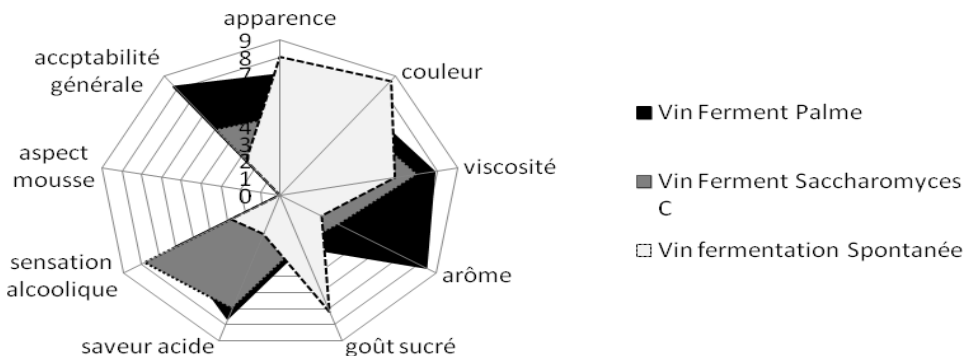


Figure 4 : Appréciation des caractéristiques organoleptiques des vins.

Tableau 2 : Caractéristiques physicochimiques des vins au 17^{ème} jour de fermentation.

N=12	pH	Acidité Titrable (mmol H ⁺ /L)	Degré brix(%)	Degré alcool % vol	Matières sèches (%)	Cendres (%)	Protéine (%)
Vin témoin (sans ferment)	2,9 ± 0,12	104,16 ± 0,97	11 ± 0,2	4 ± 0,82	14,10 ± 2,87	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,04
Vin à base de saccharomyces	3,58 ± 0,04	118,66 ± 7,36	6 ± 0,00	9,93 ± 0,09	5,93 ± 0,61	0,13 ± 0,02	0,16 ± 0,05
Vin à base de ferment vin de palme	2,77 ± 0,07	116,99 ± 13,03	7,5 ± 0,25	7,05 ± 0,24	5,93 ± 0,61	0,15 ± 0,01	0,18 ± 0,041
Norme*	3,5-4			4-14			

*Amérine, 1980.

DISCUSSION

Les différentes cuissons réalisées pendant 20, 10, et 10 minutes à des volumes d'eau respectifs 5, 3, et 2 litres, ont permis d'extraire au maximum les pigments anthocyaniques donnant la couleur rouge à l'extrait de bissap qui s'apparente au vin à base de raisin. Les travaux de Cisse et al. (2009) et Aलोbo et Offonry, (2009) recommandent cette technique de préparation des extraits de bissap. L'addition de saccharose à l'extrait de bissap a permis de relever la teneur en matière sèche qui a favorisé le métabolisme des microorganismes lors de la fermentation. L'ajout de ferment de lie de vin de palme et de levures instantanées de *Saccharomyces cerevisiae* ont enrichi l'extrait de bissap en microorganismes appropriés qui ont activé la fermentation à une température qui varie entre 27 °C et 40 °C pendant 15 à 20 jours (Figure 2). La technique de la fermentation a permis de convertir les sucres en alcool et en dioxyde de carbone grâce à l'activité des levures et autres microorganismes présents dans les vins ensemencés (Swami et al., 2014).

La réduction progressive de la vitesse de fermentation à partir du 12^{ème} jour est due à

une diminution de plus de 50% du substrat qui a été converti en alcool dans les vins ensemencés (Figure 2). L'arrêt de la fermentation montre que le sucre fermentescible dans les vins a été utilisé complètement par les levures des différents ferments.

La conversion de la matière sèche soluble dans les vins ensemencés a été très rapide. Plus de 60% des sucres de vin à base de ferment de palme ont été convertis en alcools et métabolites secondaires. L'efficacité et l'aptitude des activités des microorganismes fermentaires ont permis la conversion des matières sèche solubles de 15 à 5% de brix pour le vin à base de lie de palme et de 15 à 6% pour le vin à base de *Saccharomyces cerevisiae* (Tableau 1). Les mêmes observations ont été faites par Aलोbo et Offonry (2009) dans les essais de production de vin de bissap par *Saccharomyces cerevisiae*. Le vin à base de ferment de palme a été stabilisée à 5% de brix montrant ainsi la richesse de ce ferment en plusieurs variétés de bactéries qui prolongent la fermentation alcoolique (Boboye et al., 2008).

La seconde fermentation réalisée après le soutirage et le sertissage a été réalisée selon

la technique champenoise de vinification qui a permis d'obtenir un vin pétillant presque similaire aux vins mousseux modernes. Cette technique a permis d'initier une fermentation secondaire contrôlée pendant 24 à 48 heures et d'obtenir des vins pétillants modérés avec des bulles sous atmosphère de CO₂ empêchant le développement des microorganismes aérobies (Mishra, 2016).

La pasteurisation a détruit les microorganismes et la flore végétative présents dans les vins comme démontré par Chillet (2011). Ce traitement thermique des vins embouteillés a permis de fixer le barème de pasteurisation entre 70 et 75 °C pendant 15 à 20 minutes (Figure 3). Ndiaye et al. (2015) ont trouvé des barèmes de pasteurisation similaires (80°C pendant 20 minutes) qui ont permis d'obtenir une bonne conservation des boissons de bissap au Sénégal. La pasteurisation réalisée a arrêté les activités des microorganismes qui ont induit les réactions microbiologiques et physicochimiques et stabilisé les différents types de vins pétillants obtenus. Son action a également permis de prolonger la durée de conservation des vins de bissap de 6 à 12 mois après la conservation et dégustation de ces vins à différentes températures comme exposé dans le commerce.

Les caractéristiques physicochimiques (Tableau 2) montrent que les vins à base de lie de palme et le témoin ont des pH (2,77 – 2,9) inférieurs à la norme. Ces valeurs confirment les travaux de Alobo et Offonry (2009) qui ont recommandé de faibles valeurs de pH dans le processus de maturation du vin à cause de l'inhibition de l'activité des microorganismes indésirables. Le taux d'alcool du vin à base de ferment de lie de palme ($7,05 \pm 0,24$) est similaire aux taux d'alcool obtenu à partir des vins fabriqués à base de fruit tropicaux comme papaye et mangue (Mishra, 2016 ; Swami et al., 2014). Le vin de bissap obtenu par *Saccharomyces cerevisiae* a présenté une teneur en alcool ($9,93 \pm 0,09$) qui respecte la norme (9-14 %vol) des vins de table secs fabriqués à base raisin (Mishra, 2016; Swami

et al., 2014). Quant au témoin son degré d'alcool est faible avec une teneur en matière sèche très élevée ($14,10 \pm 2,87$) montrant que peu de substrat contenu dans la boisson témoin a été converti en alcool et dérivés secondaires.

La teneur en cendres est très faible (0,13 - 0,15%) dans les trois échantillons (Tableau 2) et n'a pas présentée de différence significative. Ces valeurs sont très inférieures à celles trouvées par Alobo et Offonry (2009) dans les vinsensemencés par *Saccharomyces cerevicea* (0,43%). Cette différence peut être due à la concentration du jus de bissap et du substrat utilisé par Alobo et Offonry (2009), et qui étaient supérieures à la concentration utilisée dans cette étude. La faible teneur en protéine observée ($0,16 \pm 0,05 - 0,20 \pm 0,04$) confirme les travaux de Diouf et al. (2017) qui ont trouvé des valeurs similaires dans plusieurs cultivars de *Hibiscus sabdariffa L.* au Sénégal.

Les tests de dégustation (Figure 4) ont montré que le vin à base de ferment de vin de palme a présenté les meilleures caractéristiques de vin sur le plan arôme, viscosité, saveur acide et acceptabilité générale et a été retenu par les dégustateurs. Comme Boboye et al. (2008) l'ont démontré, le ferment de la lie de vin de palme contient une richesse de flore végétative et plusieurs variétés de levures qui permettent d'obtenir des produits dérivés de meilleur goût et arôme.

Conclusion

Il ressort de cette étude que le vin rouge, malgré qu'il soit dérivé des fruits de raisins, peut être apparenté au vin de bissap par sa couleur due aux pigments anthocyaniques et par ses arômes secondaires grâce au processus de fermentation. L'utilisation des ferments appropriés comme la lie de vin de palme s'avère capitale pour le développement des arômes caractéristiques du vin. La fermentation en bouteille a permis d'obtenir un vin pétillant et la durée de vie des

vins obtenus a été prolongée grâce à la pasteurisation. Il serait souhaitable de caractériser les composantes de ce vin obtenu avec les vins à base de raisin pour une étude comparative.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêts en rapport avec cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

KA et ECB ont initié les travaux de recherche. KA a réalisé les travaux de laboratoire. P L-E et ECB ont traité les données et rédigé le manuscrit. AS a supervisé les travaux de laboratoire. E-GK a supervisé la rédaction du manuscrit.

REFERENCES

Alarcon-Aguilar FJ, Zamilpa A, Perez-Garcia MD, Almanza-Perez JC, Romero-Nunez E, Campos-Sepulveda EA, Vazquez-Carrillo LI, Roman-Ramos R. 2007. Effect of *Hibiscus sabdariffa* on obesity in MSG mice. *Journal of Ethnopharmacology*, **114**: 66–71. DOI: 10.1016/j.jep.2007.07.020

Alobo A, Offonry SU. 2009. Characteristics of coloured wine produced from roselle (*Hibiscus sabdariffa*) calyx extract. *Journal of the Institute of Brewing*, **115** (2): 91–94.

Amerine AAM. 1980. *The Technology of Wine Making* (4th ed). Amerine Ltd.

Atta S, Diallo AB, Sarr B, Bakasso Y, Saadou M, Glew RH. 2010. Variation in Macro-Elements and Protein Contents of Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) from Niger. *AJFAND*, **10**(6): 2707 - 2718.

Babalola SO, 2001. Chemical composition of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) leaf, in: Proceedings of the 24th Annual Conference of the Nigerian Institute of Food Science and Technology. *The Journal of Food Technology in Africa*, **4**: 133–134.

Babalola SO, Babalola AO, Aworh OC. 2001. Compositional attributes of the calyces of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Innovative Institutional Communications*, **5**(1-5). <http://www.bioline.org.br/request?ft0103>

Boboye B, Dayo-Owoyemi I, Akinyosoye FA. 2008. Organoleptic analysis of doughs fermented with yeasts from a Nigerian palm wine (*Elaeis guineensis*) and certain commercial yeasts. *The Open Microbiology Journal*, **2**: 115. DOI: 10.2174/1874285800802010115

Chillet P. 2011. *La pasteurisation* (ed). CRDP d'Aquitaine: Bordeaux- Paris.

Chumsri P, Sirichote A, Itharat A. 2008. Studies on the optimum conditions for the extraction and concentration of roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) extract. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, **30**(1): 133-139.

Cisse M. 2010. Couplage de procédés membranaires pour la production d'extraits anthocyaniques: application à *Hibiscus sabdariffa*. PhD Thesis, Montpellier SupAgro.

Cisse M, Dornier M, Sakho M, MarDiop C, Reynes M, Sock O. 2009. La production du bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.) au Sénégal. *Fruits*, **64**: 111–124. DOI: 10.1051/fruits/2009006

Diouf M, Gueye M, Samb PI. 2017. Utilisation des paramètres biochimiques pour la détermination de la date optimale de récolte des feuilles de bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.) au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(5): 2306-2314. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.28>

Faraji MH, Tarkhani AH. 1999. The effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa*) on essential hypertension. *Journal of Ethnopharmacology*, **65**: 231–236.

Kaka Kiari BK, Moussa M, Inoussa MM, Abasse AT, Atta S, Bakasso Y. 2019. Effet d'un apport de Di-Ammonium Phosphate sur les paramètres

- agromorphologiques des écotypes d'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.) dans deux zones agro-climatiques du Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(3): 1596-1612. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i3.31>
- Lepengue AN, Ngomanda A, Engone N, Mavoungou JF, Mouaragadja I, Ake S, M'Batchi B. 2012. Augmentation de la biomasse de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) par des traitements à l'acide borique, au Gabon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(1): 202-209. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i1.18>
- Lepengue AN, Bomisso L, Mambe AB, Ake S, M'Batchi B. 2012. Effet de l'eau oxygénée (H₂O₂) sur la germination et la croissance de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) au Gabon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(3): 1253-1262. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i3.28>
- Mishra R. 2016. Article on wine production from different fruits. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, **5**(6): 384-388. DOI: 10.5281/zenodo.55516
- Mohamed BB, Sulaiman AA, Dahab AA. 2012. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Sudan, Cultivation and Their Uses. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.*, **1**(6): 48 - 54.
- Ndiaye NA, Dieng M, Kane A, Cisse M, Montet D, Toure NC. 2015. Diagnostic et caractérisation microbiologique des procédés artisanaux de fabrication de boissons et de concentrés d'*Hibiscus sabdariffa* L. au Sénégal. *Afrique SCIENCE*, **11**(3): 197-210. <http://www.afriquescience.info>
- Ribeiro LS, Duarte WF, Dias DR, Schwan RF. 2015. Fermented sugarcane and pineapple beverage produced using *Saccharomyces cerevisiae* and non-*Saccharomyces* yeast. *Journal of the Institute of Brewing*, **121**: 262–272. DOI 10.1002/jib.218
- Sié RS, Akaffou DS, Séka D, Konan KJL, Toueix Y, Charles G, Djè Y, Branchard M. 2009. Caractérisation de la diversité et évaluation agromorphologique d'une collection d'*Hibiscus sabdariffa* L. en Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE*, **05**(3): 65 - 76.
- Swami SB, Thakor NJ, Divate AD. 2014. Fruit wine production: a review. *J. Food Res. Technol.*, **2**: 93–100.