

## Caractéristiques biochimique et sensorielle du niébé (*Vigna unguiculata*) conservé au moyen des huiles essentielles extraites de plantes de la famille des Myrtaceae

### [ Biochemical and sensorial Characteristics of cowpea (*Vigna unguiculata*) stored with essentials oils extracted from plants of Myrtaceae family ]

Rose de Lima F. Houinsou<sup>1</sup>, Euloge S. Adjou<sup>2</sup>, Edwige Dahouenon Ahoussi<sup>3</sup>, Dominique C. K. Sohounhloué<sup>4</sup>,  
and Mohamed M. Soumanou<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doctorante, Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

<sup>2</sup>Docteur, Département de Génie de Technologie Alimentaire, Université d'Abomey Calavi, Bénin

<sup>3</sup>Maitre de conférences des Universités CAMES, Bénin

<sup>4</sup>Professeur Titulaire des Universités CAMES, Bénin

<sup>5</sup>Professeur Titulaire des Universités CAMES,  
Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire,  
Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée,  
Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi,  
Université d'Abomey-Calavi, Bénin

---

Copyright © 2014 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:** Cowpea storage showed a big problems in post-harvest systems and the synthetic antimicrobials using are dangerous for the population. The object of this study has been to develop effective method of cowpea preservation by essential oils. In this context, the essays of cowpea preservation with essential oils extracted from *Pimenta racemosa* and *Syzygium aromaticum* were investigated. The biochemical and sensory characteristics of seeds after preservation by the products were then estimated. The results of the microbiological analyses revealed that a significant reduction ( $p > 5\%$ ) of the fungal flora in the samples of cowpea seeds preserved with essential oil, compared with untreated samples. The nutritional analyses indicated that both varieties of cowpea studied are rich in proteins and in minerals. The seeds of cowpea preserved by essential oils improve its organoleptic characteristics with an incidence on the taste and the aroma of products.

**KEYWORDS:** Cowpea, essential oils, biochemical, sensory characteristics, Benin.

**RESUME:** La conservation du niébé demeure encore un problème récurrent dans les systèmes post-récolte. Ainsi, face aux nuisances associées à l'utilisation des antimicrobiens de synthèse chimique, la présente étude vise à développer une méthode efficace de conservation du niébé au moyen d'huiles essentielles. Dans ce cadre, des essais de conservation du niébé avec les huiles essentielles de *Pimenta racemosa* et *Syzygium aromaticum* ont été effectués. Les caractéristiques biochimique et sensorielle des graines conservées et des produits dérivés ont été ensuite évaluées. Les résultats des analyses microbiologiques ont révélé une réduction significative ( $p > 5\%$ ) de la flore fongique dans les échantillons de niébé conservés avec les huiles essentielles, comparativement aux échantillons témoins. Les analyses nutritionnelles ont indiqué que les deux variétés de niébé étudiées sont riches en protéines et en matières minérales. La conservation du niébé au

moyen d'huiles essentielles améliore aussi ses caractéristiques organoleptiques avec une incidence sur le goût et l'arôme des produits dérivés.

**MOTS-CLES:** niébé, huiles essentielles, caractéristiques biochimiques et sensorielles, Bénin.

## 1 INTRODUCTION

En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation des produits chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les moisissures nuisibles, les insectes, les ravageurs des légumineuses en post récolte [1]. L'emploi intensif et inconsidéré de ces produits a provoqué une contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire, une éradication des espèces non cibles telles que la faune auxiliaire et l'apparition des microorganismes résistants. Ces dangers ont conduit l'OMS à interdire l'usage de certains insecticides et fongicides chimiques [2]. La recherche de nouvelles molécules, prenant en compte d'autres critères que l'efficacité uniquement, est devenue un souci majeur du temps actuel. Depuis quelques années, l'utilisation des substances naturelles connaît un regain d'intérêt. Parmi celle-ci, se trouvent les huiles essentielles, qui sont des extraits volatils à pouvoirs antimicrobien, insecticide, antiparasitaire très intéressants [3, 4]. Ainsi, leur utilisation comme bio-conservateurs constitue une alternative crédible, parce que garant de la préservation de la santé des consommateurs [5]. Selon Cseke et Kaufman [6], les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyens de défense contre les ravageurs phytophages. D'autres études ont montré que les huiles essentielles ont une activité insecticide indéniable vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus* F. [7, 8]. Ces huiles essentielles agissent par diffusion, ce qui leur permet d'atteindre toutes les interstices dans la masse de graines stockées. Le niébé *Vigna unguiculata* (L), Walp. est l'une des principales légumineuses d'importance dans le monde [9, 10]. Il est susceptible de combler les nombreux déficits protéiques enregistrés dans les pays en développement [11]. La production annuelle mondiale varie entre 3,1 et 3,3 millions de tonnes de graines sèches [10] dont plus de 64% sont produits en Afrique. La valeur réelle des déperditions notées lors du stockage est depuis fort longtemps sujette à polémique. Selon Coulibaly et Lowenber-Deboer [12], l'Afrique Occidentale est actuellement loin de couvrir ses besoins en niébé par sa propre production. Malgré les initiatives prises de part et d'autre pour accroître la production, le contexte d'insécurité alimentaire est toujours marqué par des pertes post-récoltes non négligeables. La faiblesse du rendement est due au complexe parasitaire associé à cette culture [13]. Ainsi, au cours du stockage, les graines sont exposées aux insectes qui causent des dégâts considérables et des pertes de post-production variant de 50 à 90% [14]. Un autre aspect inhérent à l'établissement des insectes est la colonisation des stocks par des champignons [15, 16, 17, 18]. Il s'avère important face à ces problèmes, de rechercher d'autres méthodes de lutte respectueuses de l'environnement et qui garantissent la santé des consommateurs. Ainsi, la présente étude vise à évaluer les caractéristiques biochimiques et les propriétés organoleptiques des graines de niébés conservées au moyen des huiles essentielles de *Pimenta racemosa* et de *Syzygium aromaticum*.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 COLLECTE DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué des feuilles fraîches de *Pimenta racemosa* récoltées à Adjarra (Sud-Bénin), de bourgeons floraux de *Syzygium aromaticum* à Kraké (Sud Bénin) et des graines de niébé appartenant à deux variétés locales (Dannoukoun et Kpayo). Les feuilles fraîches collectées ont été ensuite identifiées à l'herbier national puis envoyées au laboratoire pour l'extraction des huiles essentielles.

### 2.2 EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES

Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation grâce à un appareil de type Clevenger. L'huile essentielle séparée de la phase aqueuse est été séchée sur le sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) et conservé à 5°C à l'obscurité. Après extraction, les huiles essentielles sont recueillies dans un flacon sombre et ont été conservées à 4°C pour les utilisations ultérieures. Les rendements en huiles essentielles ont été calculés selon la formule :  $R = (\text{MHE} / \text{MS}) \times 100$  (R : rendement d'extraction en % ; MHE : masse d'huile essentielle obtenue en g ; Ms : masse de matière végétale utilisée pour l'extraction et exprimée en g).

### **2.3 COMPOSITION CHIMIQUE DES HUILES ESSENTIELLES**

Les huiles essentielles ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à un Spectromètre de Masse. Le chromatographe en phase gazeuse VARIAN CP.3380 est équipé de deux colonnes capillaires (apolaire et polaire) et relié à un intégrateur Varian (Model C-R4A°). Le couplage CPG/SM a été réalisé sur un appareil de type Hewlett Packard-Quadruple (Model 5970). Le gaz vecteur (l'hélium) était réglé à un débit de 0,6mL/min. Les calculs d'indices de rétention ont été réalisés par comparaison des temps de rétention des constituants avec ceux d'un mélange d'alcane ( $C_9-C_{20}$  pour DB-1 et  $C_9-C_{26}$  pour CWX 20M) obtenues dans les mêmes conditions expérimentales [19].

### **2.4 DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE CONSERVATION DES GRAINES DE NIEBE AVEC LES HUILES ESSENTIELLES**

Ces essais ont été réalisés en utilisant une méthode de conservation par ensachage avec introduction de disques de papier buvard imprégnés d'huiles essentielles. En tenant compte des propriétés antifongiques avérées des huiles essentielles abondamment rapportées dans la littérature, les sacs ainsi traités sont remplis à raison de 0,625  $\mu$ L par gramme d'huile essentielle. Des échantillons témoins (sans adjonction d'huiles essentielles) sont également réalisés. Des inspections périodiques sont effectuées afin de suivre l'évolution de la qualité du niébé au cours du stockage.

### **2.5 EVALUATION DE LA MYCOFLORE DES ECHANTILLONS**

Afin d'évaluer l'efficacité du processus de conservation, la mycoflore des échantillons conservés au moyen d'huiles essentielles et celle des échantillons témoins a été déterminée après 3 mois de conservation. La technique de l'ensemencement direct (*Direct Plating*) décrit par Pitt et al. [20] a été utilisée. C'est l'une des méthodes appropriées pour détecter, évaluer le taux de contamination des échantillons et isoler des mycètes des denrées alimentaires [21]. Par échantillon, cinquante (50) graines de niébé ont été prélevées puis désinfectées en surface grâce à une solution chlorée (0,4%) pendant 1min à température ambiante. Elles sont ensuite placées sur le milieu de culture PDA (Patato Dextrose Agar) préalablement coulé dans des boîtes de pétrie de 90 mm de diamètre. Les boîtes de pétri ainsi ensemencées sont ensuite incubées à 25°C pendant 5 jours. Cette méthode permet d'isoler la flore fongique se trouvant à l'intérieur des graines. Le taux de contamination ( $T_c$ ) par échantillon a été calculé selon la formule :  $T_c = (N_t / N_r) \times 100$ , avec  $N_t$  désignant le nombre de graines présentant un développement de moisissures et  $N_r$  le nombre total de graines ensemencées.

### **2.6 ETUDE DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET NUTRITIONNELLES**

Les caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles évaluées sont essentiellement la teneur en eau des graines [22], l'acidité titrable [23], la teneur en protéines selon la méthode Kjeldahl [24] et la matière minérale totale selon la méthode AOAC [23].

### **2.7 ANALYSE SENSORIELLE (TEST HÉDONIQUE) [25]**

L'analyse sensorielle a pour but d'analyser et d'interpréter les caractéristiques organoleptiques d'un produit telles qu'elles sont perçues par les organes de sens [26]. Dans le cadre de cette étude, les analyses effectuées ont pour but d'étudier l'effet des HE sur la couleur, l'odeur, la texture et le goût des produits dérivés. Ainsi, après une durée de trois mois de conservation, les graines de niébé ont fait l'objet de transformations technologiques afin d'apprécier l'effet de la conservation au moyen d'huiles essentielles sur ses caractéristiques sensorielles. A cet effet, et en tenant compte des habitudes culinaires des populations de la localité, les graines conservées ont été réparties en trois lots. Le premier lot à été bouilli, le second lot à été transformé en purée de niébé et le troisième lot en beignets de niébé. Les produits ainsi obtenus ont fait l'objet de test hédonique auquel ont participé 40 dégustateurs de sexes, âges et milieux différents. A la fin de ce test, les notations numériques allant de 1 à 9 (où 1 correspond à «extrêmement mauvais» et 9 à «extrêmement bon», sont présentées sous formes de tableaux et analysées au moyen du test de l'analyse de la variance.

### **2.8 ANALYSES STATISTIQUES**

Les analyses et les extractions ont été faites en triplicata. Les résultats ont été analysés par la méthode de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel STATISTICA (Stat, Soft ; Inc, 1995). La comparaison des moyennes est effectuée par le test de la plus petite différence significative LSD (Least Significant Difference). Cette méthode d'analyse consiste à chercher les moyennes qui diffèrent significativement les unes des autres. Les différences sont significatives lorsque  $P < 0,05$ .

### 3 RESULTATS

Le tableau 1 présente les rendements d'extraction en huiles essentielles des plantes étudiées. De l'analyse de ces résultats, il ressort que les rendements d'extraction varient en fonction du type de matériel végétal. Le rendement le plus élevé (17,80%) est obtenu avec les bourgeons floraux de *Syzygium aromaticum*. Par contre, les feuilles de *Pimenta racemosa* ont un rendement en huile essentielle relativement plus faible (3,87%).

La composition chimique de ces huiles essentielles varient également en fonction de l'espèce végétale (Tableaux 2 et 3). L'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* est dominée par des structures de type *p*-menthane et est caractérisée par un pourcentage relativement élevé en eugénol (60,1%) suivi de trans- $\beta$ -caryophyllène (24,0%) et 10% d'acétate d'eugénol. Au total 19 composés représentant 99,4% parmi lesquels 60,4% de monoterpènes oxygénés, 0,2% de monoterpènes hydrogénés 38,1% de sesquiterpènes hydrogénés et 0,7% de sesquiterpènes oxygénés ont été identifiés (Tableau 2). Les principaux constituants chimiques présents dans l'huile essentielle de *Pimenta racemosa* analysée sont : l'eugénol (51,1%), le myrcène (25,1%), le chavicol (7,5%), le limonène (3,0%), et le 1,8-cinéole (2,7%). Cet échantillon contient en forte proportion de composés aromatiques (56,6%) suivis de monoterpènes hydrocarbonés (29,9%) (Tableau 3).

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les échantillons de niébé (Tableau 4), indiquent une diminution significative de la flore fongique dans les échantillons après trois mois de conservation en présence d'huiles essentielles. Par contre, dans les échantillons témoins, on remarque que le taux de contamination est très élevé (87,32 - 92,5%).

Les résultats de l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques des échantillons de niébé conservés (Tableau 5) indiquent que la teneur en eau des échantillons varie très peu ( $p < 0,05$ ) et est comprise entre 12,033 et 12,079%. Quant à l'acidité des échantillons conservés, les résultats obtenus montrent qu'il y a une légère augmentation de l'acidité au niveau des échantillons de niébé conservés avec l'huile essentielle de *Pimenta racemosa*, contrairement aux échantillons témoins et ceux conservés avec l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum*.

Au niveau de la teneur en protéine, on remarque qu'il n'y a pas de différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les échantillons de niébé conservés au moyen d'huiles essentielles et les échantillons témoins au niveau de la même variété locale. Par contre, en comparant les valeurs obtenues au niveau des deux variétés utilisées, on remarque que la variété locale *Dannoukoun* a une teneur en protéine plus élevée ( $22,88 \pm 0,03\%$ ) que celle de la variété locale *Kpayo* ( $21,40 \pm 0,01\%$ ).

Les résultats obtenus au niveau de la teneur en cendre indiquent que la variété locale *Kpayo* a une teneur en cendre ( $4,564 \pm 0,427\%$ ) plus élevée que celle de la variété locale *Dannoukoun* ( $4,177 \pm 0,033\%$ ). Cependant, les résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre les échantillons conservés au moyen d'huiles essentielles et les échantillons témoins ( $p < 0,05$ ).

Les résultats des tests sensoriels (Figure 1) indiquent d'une part que tous les produits testés, notamment les graines de niébé bouillies, la purée de niébé et les beignets de niébé obtenus à partir des échantillons de niébé conservés au moyen d'huiles essentielles, ont obtenu des scores supérieurs à 5 sur l'échelle d'intensité, en ce qui concerne les paramètres sensoriels évalués. Cependant, au niveau de l'arôme des différents produits, on remarque des différences significatives entre les scores obtenus, ce qui indique que la conservation du niébé au moyen d'huiles essentielles a d'effet sur l'arôme des produits dérivés. Toutefois, les scores obtenus au niveau des échantillons conservés au moyen d'huiles essentielles sont nettement supérieurs à ceux obtenus au niveau des échantillons témoins. Ces résultats montrent que l'arôme des échantillons conservés au moyen d'huile a été plus apprécié que celui des échantillons témoins.

### 4 DISCUSSION

Les deux plantes investiguées dans la présente étude, appartiennent à la famille botanique comme l'indique le tableau 1, mais ont des rendements d'extraction en huile essentielle différentes. Ces résultats indiquent donc que les rendements d'extraction de métabolites secondaires des plantes dépendent aussi d'autres paramètres tels que la période de collecte, le stade de développement de la plante, la nature du sol [27]. Le rendement le plus élevé est obtenu avec *Syzygium aromaticum* (17,80%). Selon British Pharmacopée [28], les rendements en huile essentielle de *S. aromaticum* se trouvent dans la fourchette de 15 et 18 %. Ce rendement est supérieur à ceux obtenus par [29] et [30]. Quant à *Pimenta racemosa* le rendement d'extraction (3,87%) est supérieur à celui obtenu par Yèhouénou [29].

Tableau1 : Rendements d'extraction des plantes étudiées

Matériel végétal	Famille botanique	Partie utilisée	Rendements (%)
<i>Syzygium aromaticum</i> L.	Myrtaceae	Bourgeon florale	17,80±0,06 <sup>a</sup>
<i>Pimenta racemosa</i> (Mill.) J. W. Moore	Myrtaceae	Feuille	3,87±0,02 <sup>b</sup>

Les valeurs sont des moyennes (n= 3) ± SD. Les valeurs portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes (p < 0,05)

Ces deux huiles essentielles ont une composition caractérisée par la présence de de monoterpènes oxygénés avec une forte proportion d'eugénol (60,1% pour l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* et 51,1% pour *Pimenta racemosa*). En tenant compte de la composition chimique de ces huiles essentielles on pourrait donc prévoir une activité antimicrobienne, compte tenu aussi de leur proportion élevée en alcool monoterpénique et en composés aromatiques oxygénés [31].

Tableau 2 : Composition chimique de l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum*

Nom des composés	KI	%
furfural	831	0,2
<b>Eugénol</b>	1370	<b>60,4</b>
<b>trans-β-caryophyllène</b>	1423	<b>24,0</b>
β-Duprezianene	1438	0,1
α-Guaiene	1442	0,1
(Z)-β-Farnesene	1451	0,1
α-imachalene	1463	0,1
α-umulene	1473	0,1
γ-uurolene	1494	1,4
germacrene D	1514	0,1
<b>eugénol acetate</b>	1517	<b>10,0</b>
β-Sesquiphellandrene	1537	1,7
δ-cadinene	1560	0,2
10-epi-α-Cubebol	1569	0,1
Isolongifolanone	1616	0,1
davanol D <sub>2</sub> (isomère 2)	1639	0,2
davanol acetate	1697	0,1
Heptadecane	1708	0,1
Cedroxyde	1724	0,1
<b>Monoterpènes hydrogénés</b>		<b>0,2</b>
<b>Monoterpènes oxygénés</b>		<b>60,4</b>
<b>Sesquiterpènes hydrogénés</b>		<b>38,1</b>
<b>Sesquiterpènes oxygénés</b>		<b>0,7</b>
<b>Total</b>		<b>99,4</b>

Les résultats de la caractérisation physico-chimique des échantillons de niébé indiquent d'une part que les deux variétés locales utilisées, sont riches en protéines (21,40±0,01 - 22,88 ±0,03%) et en matières minérales (4,177 ± 0,033 - 4,564 ± 0,427%). Cependant la variété locale *Dannoukoun* à une teneur en protéine supérieure à celle de la variété locale *Kayo*. Par contre, la teneur en matière minérale de la variété *Dannoukoun* est plus faible que celle de la variété *Kpayo*. Selon Alzouma [32] le taux de protéine des légumineuses, notamment le niébé est compris entre 20 et 25%, avec quelques variations de teneurs qui pourraient être liées à la nature des sols, aux variétés cultivées et les types de traitements de culture (utilisation d'engrais). Cependant, les résultats obtenus au niveau de la teneur en eau des deux variétés locales investiguées, montrent qu'une attention particulière doit être accordée à ce paramètre afin d'éviter la prolifération de la flore fongique, notamment la flore toxigène.

Tableau 3: Composition chimique de l'huile essentielle de feuilles de *Pimenta racemosa*

Noms des composés	KI	(%)
α-pinène	940	0,4
octèn-3-ol	974	2,4
β-pinène	982	0,1
<b>Myrcène</b>	<b>993</b>	<b>25,1</b>
α-terpinène	1018	0,1
p-cymène	1022	0,7
<b>Limonène</b>	<b>1034</b>	<b>3,0*</b>
<b>1,8-cinéole</b>	<b>1041</b>	<b>2,7*</b>
(E)-β-ocimène	1043	0,2
γ-terpinène	1058	0,1
Terpinolène	1089	0,2
Linalol	1092	0,6
terpinène-4-ol	1178	0,8
α-terpinéol	1188	0,7
<b>Chavicol</b>	<b>1250</b>	<b>7,5</b>
<b>Eugénol</b>	<b>1368</b>	<b>51,1</b>
β-caryophyllène	1440	0,1
α-humulène	1489	0,1
(E,E)-α-farnesène	1502	0,2
δ-cadinène	1533	0,1
Torréyol	1638	0,1
T-cadinol	1665	0,1
Diterpène (M+=272)	1941	0,6
Diterpène (M+=272)	1981	0,2
<b>Monoterpènes hydrocarbonés</b>		<b>29,9</b>
<b>Monoterpènes oxygénés</b>		<b>4,8</b>
<b>Sesquiterpènes hydrocarbonés</b>		<b>0,5</b>
<b>Sesquiterpènes oxygénés</b>		<b>0,2</b>
<b>Dérivés aliphatiques</b>		<b>2,4</b>
<b>Composés aromatiques</b>		<b>56,6</b>
<b>Total</b>		<b>96,4</b>

Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de niébé conservés au moyen d'huiles essentielles

Graines de niébé/Variétés locales	Type d'extraits végétaux	Teneurs en eau (%)	Acidité (g/L)	Teneur en protéines (%)	Teneur en cendre (%)
Dannoukoun	<i>Pimenta racemosa</i>	12,069 <sup>a</sup>	0,83±0,10 <sup>b</sup>	22,81±0,03 <sup>a</sup>	4,194±0,100 <sup>a</sup>
	<i>Syzygium aromaticum</i>	12,071 <sup>a</sup>	0,71±0,09 <sup>a</sup>	22,87±0,03 <sup>a</sup>	4,191±0,040 <sup>a</sup>
	Témoin (sans extrait)	12,079 <sup>a</sup>	0,70±0,10 <sup>a</sup>	22,88±0,03 <sup>a</sup>	4,177±0,033 <sup>a</sup>
Kpayo	<i>Pimenta racemosa</i>	12,031 <sup>a</sup>	0,81±0,10 <sup>b</sup>	21,16±0,01 <sup>b</sup>	4,680±0,306 <sup>b</sup>
	<i>Syzygium aromaticum</i>	12,030 <sup>a</sup>	0,72±0,09 <sup>a</sup>	20,90±0,01 <sup>b</sup>	4,710±0,601 <sup>b</sup>
	Témoin (sans extrait)	12,033 <sup>a</sup>	0,68±0,09 <sup>a</sup>	21,40±0,01 <sup>b</sup>	4,564±0,427 <sup>b</sup>

Les valeurs sont des moyennes (n= 3) ± SD. Les valeurs portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes (p < 0,05)

Ces résultats confirment ceux obtenus au niveau de la flore fongique des échantillons témoins (conservés sans adjonction d'huiles essentielles), où les taux de contamination fongique sont très élevés. Par contre, dans les échantillons de niébé conservés au moyen d'huiles essentielles, on observe une diminution totale de la flore fongique. Ces résultats montrent donc l'efficacité des huiles essentielles utilisées dans la conservation du niébé au Bénin. Cette efficacité serait due à la présence dans ces huiles essentielles de molécules bioactives tels que les terpénoïdes. Ces agents antimicrobiens détruisent la membrane plasmique de manière irréversible conduisant ainsi à la mort cellulaire par un processus lytique [33]. Cette propriété facilite leur insertion entre les phospholipides membranaires et assure leur solubilisation dans la bicouche lipidique. Il s'ensuit une déstabilisation de la structure de la membrane plasmique et une modification de sa perméabilité aux ions, protons et autres constituants cellulaires [34]. En plus des altérations membranaires provoquées, ces molécules peuvent franchir la bicouche lipidique, pénétrer à l'intérieur des cellules et interagir avec des cibles intracytoplasmiques [35]. De plus, selon Arras et Usai [36] et De Billerbeck [37], les phénols terpéniques des huiles provoquent au niveau des champignons, plusieurs dégâts tels que des perturbations morphologiques des hyphes mycéliens, la rupture de la membrane plasmique et l'altération de la structure des mitochondries.

**Tableau 4 : Taux de contamination fongique des échantillons de niébé conservés**

Variétés locales	Taux de contamination fongique (%)		
	Conservation aux huiles essentielles		Témoins (sans huiles essentielles)
	<i>Pimenta racemosa</i>	<i>Syzygium aromaticum</i>	
<i>Dannoukoun</i>	00	00	92,5
<i>Kpayo</i>	00	00	87,32

L'évaluation des caractéristiques physico-chimiques des échantillons de niébé conservés avec les huiles essentielles indique que cette conservation n'a pas d'effets significatifs sur les caractéristiques physico-chimiques des échantillons conservés. Cependant, les résultats de l'analyse sensorielle (Figure1) indiquent que l'utilisation des huiles essentielles influence significativement l'odeur et le goût des échantillons de niébé conservés et augmente la préférence des consommateurs. Toutefois, cette préférence varie en fonction de l'espèce végétale, comme rapporté par Tsigarida et al. [38]. Au regard de ces résultats, les huiles essentielles de *Pimenta racemosa* et de *Syzygium aromaticum* peuvent être considérées comme des produits naturels de protection des graines niébé. En effet, selon Glitho [39], des programmes de recherches en Afrique s'intéressent à l'approche de valorisation des plantes dans les stocks des graines pour limiter les pertes post-récolte. Ces plantes à usages alimentaire et médicinale constituent donc une alternative pour la conservation des denrées stockées, et ce d'autant plus qu'ils sont pour la plupart été classés "généralement reconnus comme sains" (Generally Recognized As Safe GRAS), ou approuvés comme additifs alimentaires.

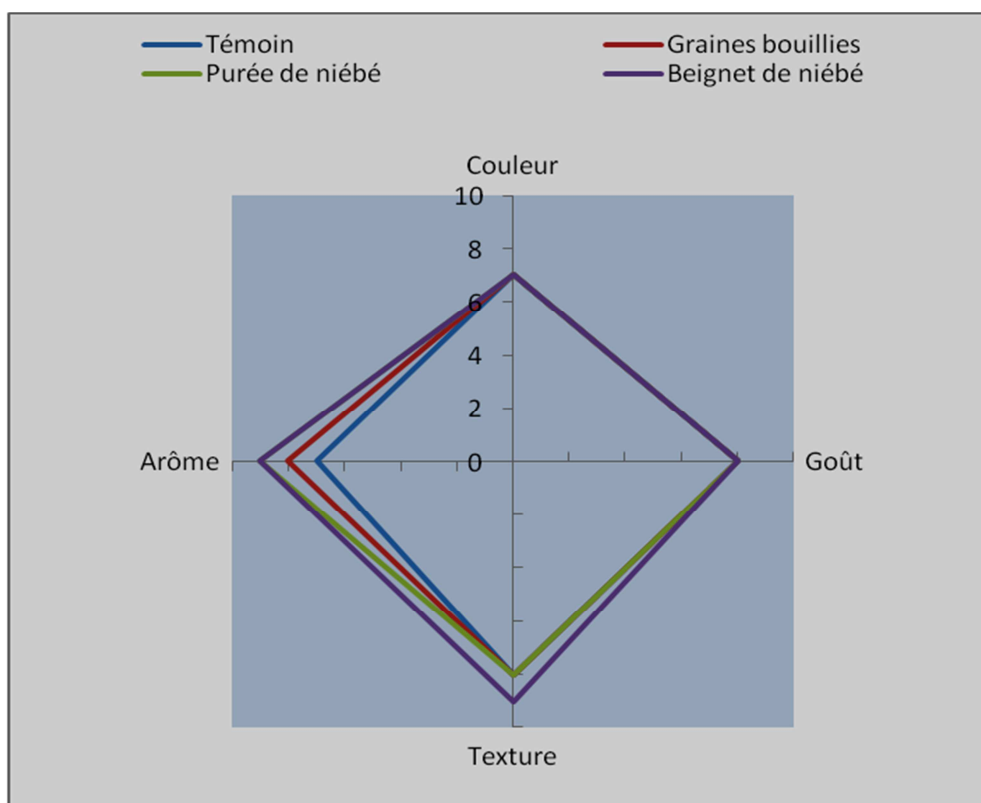


Figure 1 : Profil sensoriel des produits dérivés des graines de niébé conservées

## 5 CONCLUSION

Les huiles essentielles extraites des feuilles de *Pimenta racemosa* et *Syzygium aromaticum* possèdent des propriétés antifongiques avérées et améliorent les caractéristiques sensorielles, notamment l'arôme des produits traités. Elles pourraient donc constituer une alternative efficace dans la conservation du niébé, en remplacement des antifongiques de synthèse chimique, qui ne sont pas sans conséquences sur la santé du consommateur.

## REFERENCES

- [1] Magan, N. et Olsen, M., "Mycotoxines in food: Detection and control, Wood head" Publishing in Food Science and Technology. P:190-203, 2004.
- [2] Khelil, M.A., "Influence de la chaleur utilisée comme moyen de lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleopterae: Bruchidae) sur les différents états et stades de développement". Thèse Ing. Agr. INA, 77p, 1977.
- [3] Houinsou, R., Ahoussi, E., Sessou, P., Yèhouénou, B., Sohounhloué D., "Antimicrobial activities of essential oil extracted from leaves of *Ocimum gratissimum* L. against pathogenic and adulterated microorganisms associated to tomato in Benin" Int. J. Biosci. Vol. 2, No. 11, p. 90-100, 2012.
- [4] Adjou, E.S., Kouton, S., Dahouenon-Ahoussi, E., Sohounhloué D. C.K., Soumanou M. M., "Antifungal activity of *Ocimum canum* Essential oil against Toxinogenic Fungi isolated from Peanut Seeds in postharvest in Benin", *International Research Journal of Biological Sciences* 1, 20-26, 2012.
- [5] Bankolé, S.A. "Effect of essential oil from Nigerian medicinal plants (*Azadirachta indica* and *Morinda lucida*) on growth and aflatoxin B, production in maize grain by toxigenic *Aspergillus flavus*". Letters in Applied Microbiology 24, p: 190-192, (1997).
- [6] Cseke, L.J. et Kaufman, P.B. "How and why these compounds are synthesized by plants". In Kaufman, P.B., Cseke, L.J., Warber, S., Duke, J.A. et Brichmann, H.L., (eds), Natural Products from plants. CRC Press, Boca Raton, F.L. 37-90, 1999.
- [7] Gakuru, S. et Foua-Bi, K., "Effet comparé des huiles essentielles de 4 espèces végétales contre la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* Fab.) et le charançon du riz (*Sitophilus oryzae* L.)". *Tropicultura* 13 (4), 143-146, 1995.



- [8] Glitho, .A. I., Ketoh, K.G. et Koumaglo, H.K. "Effet de quelques huiles essentielles sur l'activité reproductrice de *Callosobruchus maculatus* Fab". Ann. Univ. Ouagadougou,5: 175-184, 1997.
- [9] FAO., On line FAO statistical Database, 2001/2002. [http:// appsfoa, org/default](http://appsfoa.org/default), 2001.
- [10] Kouakou, C., Harold Roy-Macauley, Mame Coudou Gueye, Marie Claire Otto,, Jean- François Rami,, Ndiaga Cissé., Diversité génétique des variétés traditionnelles de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] au Sénégal : étude préliminaire. Plant Genetic Resources Newsletter, 2007.
- [11] Capo-Chichi D. B. E., "Influence des associations de cultures *Vigna- Sesbania* sur la dynamique des populations de *Maruca vitrata*. Etude de l'attraction olfactive exercée par les organes de ces plantes sur les larves de cet insecte". Thèse d'ingénieur agronome Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques. Abomey-Calavi : Bénin, 124p, 2005.
- [12] Coulibaly, O. et Lowenber-Deboer J., "The economics of cowpea in west Africa: 354- 366. In: Fatokun, C. A., Tarawali, S. A, Singh, B. B, Kormawa, P. M. etTamo, M. Challenge and Opportunites for enhancing sustainable cowpea production. Proceeding of the World Cowpea" Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 4-8 September, 2002.
- [13] Agboton, C., "Potentialités biologiques et écologiques de *Ceranisus femoratus* (Gahan) (Hymenopzera: Eulophidae) un nouvel ennemi naturel pour lutter contre *Megalurothripsjostedti* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) ravageur du niébé au Bénin". Thèse pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies. Université d'Abomey-Calavi : Abomey-Calavi. 95 p, 2004.
- [14] Ngamo, L.S.et Hance, T., "Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical". Tropicultura, vol 25 (n)4) : 215-220, 2007.
- [15] Zhang, BQ, Yang, XB., "Pathogenicity of Pythium populations from corn-soybean rotation fields". Plant Disease 84 (1): 94-99, 2000.
- [16] Elmer, WH., Yang, HA., Sweetingham, MW., "Characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from ornamental lupines in Connecticut". Plant Disease, 85: p:216-219, 2001.
- [17] Anastasios, S., Dimitrios, G., Christos, A., "Inheritance of resistance to sclerotinia stem rot (*Sclerotinia trifoliorum*) in faba beans (*Vicia faba* L.)". Field Crops Research 9: 125-130, 2005).
- [18] Wen, Z., W. Liao and Chen, S., "Production of cellulase/ $\beta$ -glucosidase by the mixed fungi culture of *Trichoderma reesei* and *Aspergillus phoenicis* on dairy manure". Applied Biochem. Biotechnol., 121: 93-104, 2005..
- [19] Adams, R.P., "Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry", 4 th edition, Allured Publishing Corporation Carol Stream, IL, 2007.
- [20] Pitt, J.I., Hocking, A.D., Bhudhasamai, K., Miscamble, B.F., Wheeler, K.A. & Tanboon, E.K.P., "The normal mycoflora of commodities from Thailand. 2: Beans, rice, small grains and other commodities". International Journal of Food Microbiology 23: 35– 53, 1994.
- [21] N'guyen, M., "Identification des espèces de moisissures potentiellement productrices de mycotoxines dans le riz commercialisé dans cinq provinces de la région centrale du Vietman – Étude des conditions pouvant induire la production de mycotoxines". Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT). Thèse de doctorat. 147 p, 2007.
- [22] AOAC., "Official methods of analyses". 15th edn. Washington, DC: Association of Official analytical chemist, 1995.
- [23] A.O.A.C., "Official Methods of Official Analysis", 15th ed, Kenneth Helrich edit, published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc.,Virginia, USA, 1990.
- [24] AOAC., "Official Methods Of Analysis" 16th Ed Association of Official Analytical Chemists, 1997.
- [25] Watts, L., Lyon, R., and Mead, C., "A bidirectional analog VLSI cochlear model". In Sequin, C. (ed), Advanced Research in VLSI, Proceedings of the 1991 Santa Cruz Conference, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 153–163, 1991.
- [26] Daudin, D., "Technique mathématique pour l'industrie agro-alimentaire". Collection Science et Techniques agroalimentaire. Edition Lavoisier 500p, 2002.
- [27] Adjou, E. S. et Soumanou, M., "Efficacité des extraits de plantes dans la lutte contre les moisissures toxigènes isolées de l'arachide en post-récolte au Bénin". P :7-10, 2013.
- [28] British pharmacopoeia London: HMSO, 2: 137-138, 1988.
- [29] Yèhouéno, B. B., "Composition chimique et activités antimicrobiennes d'extraits végétaux du Bénin contre les pathogènes et altérants des denrées alimentaires". Thèse de Doctorat Université d'Abomey Calavi. Bénin. 163p, 2012.
- [30] Sessou, P., Farougou S., Yèhouéno B., Agniwo B., Alitonou G., Azokpota P., Youssao I., Sohounhloue D., "Biological control of spoilage and pathogens moulds in culture medium and Beninese traditional cheese wagashi by *Syzygium aromaticum* essential oil"; African Journal of Microbiology Research; Vol. 7(21), pp. 2454-2463, 2013.
- [31] Hyldgaard, M., Mygind T., Meyer R. L., "Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components". Front Microbiology, 3, 12. doi: 10.3389/fmicb.2012.00012, 2012.

- [32] Alzouma., "Connaissance et contrôle des coléoptères Bruchidae ravageurs des légumineuses alimentaires au sahel". Sahel IPM N°1 pp. 4, 10-11, 1995.
- [33] Razzaghi-Abyaneh, M., Shams-Ghahfarokhi, M., Yoshinari ,T., Rezaee, MB., Jaimand, K., Nagasawa, H., Sakuda, S., "Inhibitory effects of *Satureja hortensis* L. essential oil on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*". International Journal of Food Microbiology, 123: 228-233, 2008.
- [34] Carson, CF., Hammer, KA., Riley, TV., "*Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil": a review of antimicrobial and other medicinal properties. Clin. Microbiol. Rev. 19: 50-62, 2006.
- [35] Cristani, M., d'Arrigo, M., Mandalari, G., Castelli, F., Sarpietro, M.G. & Micieli, D., "Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with modal membranes: Implications for their antibacterial activity". Journal of Agricultural and Food Chemistry 55, 6300-6308, 2007.
- [36] Arras, G. et Usai, M., "Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest Citrus pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions". J. Food Prot., 64, 1025-1029, 2001.
- [37] De Billerbeck, G., "Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*". Can. J. Microbiol., 47, 9- 17, 2001.
- [38] Tsigarida, E., P. Skandamis, and G. J. E. Nychas., "Behaviours of *Listeria monocytogenes* and *autochthonous flora* on meat stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5°C". J. Appl. Microbiol. 89:901-909, 2000.
- [39] Glitho, A. I., La., "Post-récolte et biopesticides en Afrique". In Regnault-Roger, c., Philogène, B.JR. et Vincent, C. (oos). Biopesticide d'origine Végétale litre édition. Lavoisier, TEC & DOC, Paris, 313-321, 2002.