

Effet des cinq filtrats de cendre utilisés comme condiment en cuisine congolaise sur la préservation de la chlorophylle dans les légumes feuilles après cuisson

Awah-Lekaka N. N. J¹., Mpika Joseph¹, Moyen Rachel², Okiémy-Akéli Marie-Génévieve³, Attibayéba^{1*}

1. Laboratoire de Biotechnologie et Physiologie végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, République du Congo, B.P. 69

2. Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire, Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, République du Congo, B.P. 69

3. Laboratoire de Biochimie, Ecole Normale Supérieure, Université Marien Ngouabi, République du Congo, B.P. 69

*Email du correspondant : pattibayeba@gmail.com

Mots clés : chlorophylle, préservation, feuilles de manioc, filtrat des cendres, plantains, palmier à huile, sésame.

Keywords: chlorophyll, preservation, cassava leaves, ashes filtrate, plantain, palm oil tree, sesame

Publication date 29/02/2020, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

1 RÉSUMÉ

But de l'étude est d'identifier le filtrat des cendres de cinq végétaux préservant mieux la chlorophylle dans les légumes-feuilles après cuisson. Les cendres sont obtenues après séchage et incinération des fragments de la hampe du régime de plantain (*Musa paradisiaca* L. G. Saw & R. B. R), de la pelure de plantain, du régime et inflorescences mâles de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) ainsi que les plants de sésame (*Sesamum indicum* L.). Les filtrats sont extraits des cendres de résidus végétaux. Le filtrat de 7,50 mg/ml ; 8,75 mg/ml et 10 mg/ml est assaisonné dans les feuilles de manioc bouillies pendant 15 min. Après extraction, la teneur en chlorophylle est déterminée du 1^{er} au 4^e jour après cuisson. La chlorophylle de 1 mg/g enregistrée sur les légumes cuits en présence du filtrat de pelure de plantain est élevée par rapport à 0,02 mg/g obtenue sur les feuilles cuites sans filtrat des cendres. La teneur en chlorophylle des feuilles cuites avec le filtrat de plantain est importante comparée à celles observée chez les autres filtrats testés. Elle décroît au 4^e jour après cuisson. Le filtrat de la pelure de plantain très riche en potassium est un condiment préservant la qualité organoleptique de légume feuille et servirait à prévenir les maladies cardiovasculaires.

ABSTRACT

The aim of this study is to identify which ash filtrates of the five plants preserve better the chlorophyll in leaf-legumes after cooking. Ashes obtained after drying and incineration of fragments of the scape or stalk of the plantain stem (*Musa paradisiaca* L. G. Saw & R. B. R), the peels of plantain, the fragments of the stem and male inflorescences of palm oil tree (*Elaeis guineensis* Jacq.) as well as the whole of sesame plant (*Sesamum indicum* L.). Filtrates are extracted from ashes of plant residues. The filtrate of 7.50 mg/ml, 8.75 mg/ml and 10 mg/ml is seasoned in cassava leaves boiled during 15 min. After extraction, chlorophyll content is determined from the first to the fourth day after cooking. The content of 1 mg/g of chlorophyll recorded on legumes cooked with filtrate of plantain peels is higher than that of 0.02 mg/g obtained in leaves cooked without ash filtrates. Chlorophyll content of leaves cooked with filtrate from plantain is important compared to contents observed in other tested

filtrates. The content decreases at the fourth day after cooking. Rich in potassium, filtrate of plantain skin is a condiment preserving organoleptic quality of leaf legumes and could serve to prevent cardiovascular diseases.

2 INTRODUCTION

L'aspect que présentent certains aliments après cuisson joue un rôle important dans l'appréciation des mets par les consommateurs (Boutrolle, 2007). Pour les légumes feuilles par exemple, ils ne sont appréciés par les consommateurs, au moment du repas, quand leur couleur verte est conservée. La coloration verte est due à la présence des chlorophylles, pigments impliqués dans les réactions primaires de la photosynthèse ((Heller *et al.*, 2004)). Outre l'aspect organoleptique, la chlorophylle exerce une influence sur la formation des globules rouges. L'association chlorophylle – cuivre est utilisée dans le traitement des anémies. De plus, elle est couramment employée en médecine vétérinaire dans le traitement des plaies chirurgicales ou traumatiques, des eczéma rebelles et de certains ulcères chez les petits animaux (Tachino *et al.*, 1994 ; Yunch *et al.*, 1995 ; Dextrei, 1998 ; Dringley *et al.*, 2003). Mais, la cuisson à l'eau de ces légumes feuilles disloque la chlorophylle et livre que des produits de dégradation. Cette dislocation entraîne une perte considérable de la coloration verte quelques heures après. Pour satisfaire le goût des consommateurs, les ménages congolais des grandes agglomérations font souvent recours à certains produits chimiques comme le bicarbonate de sodium et l'hydrocarbonate de sodium. Ces deux sels sont ajoutés sur les légumes feuilles afin de préserver leur couleur verte pendant plusieurs heures après la cuisson. Le danger encouru quant à l'usage des produits chimiques dont le sel de bicarbonate de sodium est mal connu par les populations congolaises. En effet, le bicarbonate de sodium est reconnu dans l'engraissement des porcs (Dourmad et Lebret, 2000) tandis qu'aucune littérature ne mentionne l'utilisation de ce produit dans l'alimentation humaine. Son utilisation pourrait engendrer des problèmes de santé publique. Ces produits chimiques tels le bicarbonate de sodium

sont utilisés par les ménages congolais pour palier à la production artisanale du « sel indigène » insuffisante aux besoins de consommation.

Dans la tradition africaine et congolaise en particulier, le sel d'origine végétale ou « sel indigène » est utilisé pour le ramollissement des aliments, le goût et la conservation de la couleur verte des légumes feuilles après cuisson. Le « sel indigène » est un produit naturel obtenu à partir des filtrats de cendres de certains organes des plantes. Plusieurs espèces végétales permettent l'obtention des filtrats de cendres. Porteres (1950, 1957) a inventorié et dénombré plus de 128 plantes.

Au Congo, les organes de trois plantes, notamment le bananier, le palmier et le sésame servent pour la fabrication des filtrats de cendres. Parmi ces organes, il y a la hampe et les pelures de plantain, les inflorescences mâles du palmier et les plants entiers de sésame. Ces filtrats sont extraits de façon artisanale et commercialisés principalement sous la forme liquide et rarement sous forme de cristaux. Actuellement, un intérêt croissant est noté à l'usage de ce « sel indigène » dans les grandes agglomérations. Cependant, les conditions d'extraction traditionnelle de ceux-ci suscitent beaucoup d'inquiétudes sanitaires et hygiéniques. De plus, les doses d'usage de ces « sel indigène » sont mal connues dans les ménages congolais. Awah-Lekaka *et al* (2016) a identifié les doses de 7,50 mg/ml ; 8,75 mg/ml et 10 mg/ml des filtrats de cendres issus de la hampe de régime de bananier (*Musa paradisiaca* L. G. Saw & R. B. R.). Ces doses préservent mieux la couleur verte des légumes pendant quatre jours après cuisson des feuilles de manioc cuits à l'eau. Mais, l'efficacité de ces doses à la préservation de la coloration verte des légumes feuilles n'est mal connue pour les filtrats de cendres provenant de la pelure de plantain, de

régimes et inflorescences mâles du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) ainsi que des plants de sésame (*Sesamum indicum* L.). Cette étude est

menée afin d'identifier le filtrat des cendres de cinq végétaux préservant mieux la chlorophylle dans les légumes-feuilles après cuisson

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Matériel végétal : Le matériel végétal est constitué d'une hampe de régime de plantain Corn 1 (*Musa paradisiaca*), de la pelure de plantain, de régimes et inflorescences mâles du palmier à huile (*Elaeis guineensis*) ainsi que des plants de sésame (*Sesamum indicum*). Pour le dosage de la teneur en chlorophylle après cuisson, le matériel est composé des feuilles de manioc (*Manihot esculenta* Crantz). Elles font partie des légumes-feuilles les plus consommés en République du Congo grâce à leur richesse en nutriments (Henk, 2004 ; Tchiengang and Kitikil, 2004 ; Mialoundama *et al.*, 2005).

3.2 Méthodes

3.2.1 Préparation des cendres de plantes utilisées pour la préservation de la chlorophylle au cours de la cuisson de légumes verts : La hampe de régime du plantain, la pelure de plantain, les plants de sésame ainsi que le régime et inflorescence de palmier à huiles sont séchés à l'étuve de Marque Thermosi SR 3000 à 80 °C pendant 72 heures pour débarrasser le plein d'eau. Après séchage, les fragments sont incinérés dans un four à moufle (Thermolyne Type 48000 furnace) à 550° C pendant cinq heures jusqu'à obtention des cendres de couleur grise, claire ou blanchâtre. Les cendres sont laissées refroidir sur la paille (Afnor, 1998). Des cendres résultantes de cette incinération sont recueillies dans des flacons et conservées à la température du laboratoire avant l'usage.

3.2.2 Extraction des filtrats de cendres : Après incinération, un aliquote de 5 g des cendres de chaque échantillon végétal est dissout dans 40 ml d'eau distillée puis homogénéisée à l'aide d'un agitateur magnétique de type Cimarec 1 pendant 20 min. Après l'homogénéisation, la suspension est centrifugée à 5000 tours/min pendant 15 min. Le surnageant est recueilli et le culot éliminé. Ce surnageant est filtré sur un papier filtre. Le filtrat de cendre ainsi obtenu

constitue la solution mère du filtrat des cendres de concentration 0,125 g/ml.

3.2.3 Evaluation du taux d'extraction : Après incinération, un aliquote de 10 g des cendres de chaque échantillon végétal est prélevé pour servir à l'extraction des filtrats qui seront utilisés comme condiment pour la préparation des légumes verts. Le taux d'extraction à l'eau est obtenu par la relation suivante :

$$\text{Taux d'extraction (\%)} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100$$

Où M_i = masse de l'échantillon avant extraction et M_f = masse de l'échantillon après extraction

3.2.4 Evaluation des teneurs en chlorophylles chez les feuilles de manioc cuits en présence des filtrats des cendres

3.2.4.1 Préparation des concentrations des filtrats de cendres : Une série de dilutions est réalisée à partir de la solution mère de chaque filtrat de cendres de concentration 0,125 g/ml. Le principe consiste à mettre en suspension un volume connu de la solution mère du filtrat de cendre dans de l'eau de robinet, afin d'avoir un volume final de 100 ml. Des concentrations en filtrat des cendres de 1,25 mg/ml, 2,50 mg/ml, 3,75 mg/ml, 5,00 mg/ml, 6,25 mg/ml, 7,50 mg/ml, 8,75 mg/ml, 10,00 mg/ml, 11,25 mg/ml et 12,50 mg/ml ont été préparées ainsi qu'un témoin où la solution de filtrat des cendres est remplacée par de l'eau de robinet. Les concentrations de C6 (7,50 mg/ml) ; C7 (8,75 mg/ml) et C8 (10 mg/ml) retenues permet de comparer l'effet de 5 filtrats de cendre issus de la hampe de régime de plantain Corn 1 (*Musa paradisiaca*), de la pelure de plantain, de régimes et inflorescences mâles de palmier à huile (*Elaeis guineensis*) ainsi que des plants de sésame (*Sesamum indicum*).

3.2.4.2 Cuisson des feuilles de manioc : Pour la cuisson, 10 g de feuilles de manioc sont bouillies dans 100 ml des différentes concentrations des filtrats des cendres. Pour

chaque concentration, la cuisson a duré 15 minutes. Cette durée est le temps optimal à la cuisson de la plupart des légumes verts. Après la cuisson, les teneurs en chlorophylles dans les feuilles de manioc sont déterminées à 30 min après cuisson. Aussi, les teneurs en chlorophylles sont estimées sur les feuilles de manioc cuites avec les filtrats des cendres mais conservées à l'obscurité à 24 h, 48 h et 72 h après cuisson. Ceci permet de déterminer le temps nécessaire de la préservation de la couleur verte due à la chlorophylle chez les légumes cuits en présence du filtrat des cendres.

3.2.4.3 Extraction des pigments chlorophylliens: Pour déterminer les teneurs en chlorophylles chez les feuilles de manioc préparées en présence du filtrat des cendres ; 0,1 g de feuilles sont broyées dans un mortier en porcelaine en présence de 10 ml d'alcool à 90° et d'une pincée de carbonate de calcium pour éviter la formation de la phéophytine tel que décrit par (Attibayéba *et al.*, 2007). L'extrait de pigments obtenu est filtré sur papier filtre. Cet extrait est

$$\text{Chl } a \text{ (mg. g}^{-1}\text{)} = [(12.7 \times A663) - (2.6 \times A644)] \times \text{ml acétone} / \text{mg feuille}$$

$$\text{Chl } b \text{ (mg. g}^{-1}\text{)} = [(22.9 \times A645) - (4.68 \times A663)] \times \text{ml acétone} / \text{mg feuille}$$

Total Chl = Chl *a* + Chl *b*.

4 RESULTATS

4.1 Détermination de la teneur en eau : Les résultats de la teneur en eau des filtrats de cendres de trois plantes sont illustrés dans la figure 1. Ces résultats révèlent que les plants de *Sesamum indicum* L. présentent les plus fortes teneurs en eau (81,96 %). Les teneurs les plus

repris plusieurs fois avec de petites quantités d'alcool (3 ml environ à chaque fois), jusqu'à l'entraînement complet des pigments. Le filtrat est recueilli dans une fiole jaugée de 25 ml puis complété à trait de jauge avec l'alcool. Ce mélange sert à la détermination quantitative des teneurs en chlorophylles *a* et *b* (Fig. 2). Pour chaque échantillon, trois extractions indépendantes sont effectuées.

3.2.4.4 Détermination des teneurs en chlorophylles a et b : Après le filtrage, les filtrats de pigments chlorophylliens sont homogénéisés à l'aide d'un agitateur magnétique. Puis, les densités optiques sont lues au spectrophotomètre à 663 nm et 644 nm respectivement pour la chlorophylle *a* et *b*. Les teneurs en pigments chlorophylliens chez les feuilles cuites sont déterminées en fonction de chacune des 3 concentrations de filtrats ; et de la durée de conservation des feuilles à 30 min, 24 h, 48 h et 72 h après cuisson. Les teneurs en chlorophylle dans les feuilles sont déterminées selon l'équation d'Arnon (1949) ci-après :

faibles sont enregistrées dans les inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis* (8,60 %). Pour les hampes de *Musa paradisiaca*, les pelures de *Musa paradisiaca* et les régimes d'*Elaeis guineensis*, les teneurs en eau sont presque similaires, oscillant entre 72,38 % et 73,11 %.

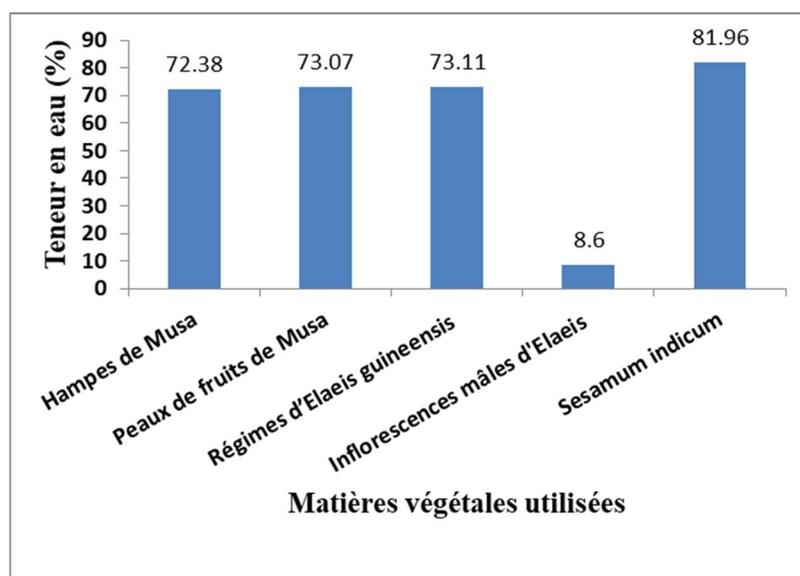


Figure 1 : Teneur en eau de cinq plantes utilisées pour extraire les filtrats de cendres servant la préservation de la chlorophylle de légume feuille

4.2 Détermination du taux d'extraction des filtrats de cendres : La figure 2 présente le taux d'extraction des filtrats de cendres. Le taux d'extraction le plus élevé est observé chez le filtrat des hampes de *Musa paradisiaca*. Ce taux est estimé à 87,59 %. La plus faible teneur de 59,03

% est enregistrée dans les filtrats des pelures fruits de *Musa paradisiaca*. Les taux d'extraction sont de 72,04% et 72,86% respectivement pour les filtrats de cendres issus des régimes d'*Elaeis guineensis*, des inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis* et de *Sesamum indicum* (Fig. 2)

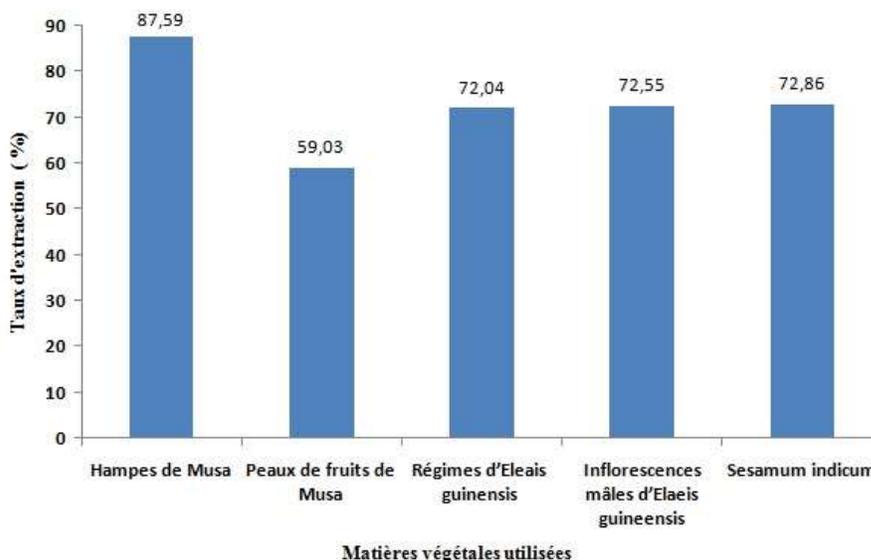


Figure 2 : Variation du taux d'extraction des filtrats de cendres servant à la préservation de la chlorophylle des légumes feuilles

4.3 Teneur en chlorophylle de légumes feuilles cuit avec les filtrats de cendres à la

concentration C6 (7,50 mg/l) : Pour les 4 périodes de conservation après cuisson, les

fortes teneurs en chlorophylles sont enregistrées avec les filtrats de cendres des pelures de *Musa paradisiaca* du premier jusqu'au quatrième jour de conservation (Fig. 3). Au premier jour de conservation, la teneur en chlorophylle de 0,089 mg/g est obtenue avec ces pelures de *Musa paradisiaca*. Les teneurs en chlorophylle de 0,080 mg/g, 0,077 mg/g, 0,75 mg/g et 0,071 mg/g sont respectivement enregistrées avec les filtrats de cendre issus des régimes d'*Elaeis guineensis*, des inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis*, des hampes de *Musa paradisiaca* (bananier) et de *Sesamum indicum*. Du deuxième au quatrième

jour, il est noté une diminution progressive des teneurs en chlorophylle. Mais les teneurs les plus élevées sont observées avec les filtrats de cendre issus des peaux de bananes. A la concentration 7,50 mg/ml, les analyses de variance révèlent l'effet significatif de la nature du filtrat de cendre sur la préservation de la chlorophylle après cuisson de *Manihot esculenta*. Elles mettent en évidence l'existence de 4 à 5 groupes homogènes de type du filtrat de cendre. L'effet le plus marqué dans la préservation de la chlorophylle est observée avec les pelures de plantains à 15 min après cuisson (groupe a) (Fig. 3).

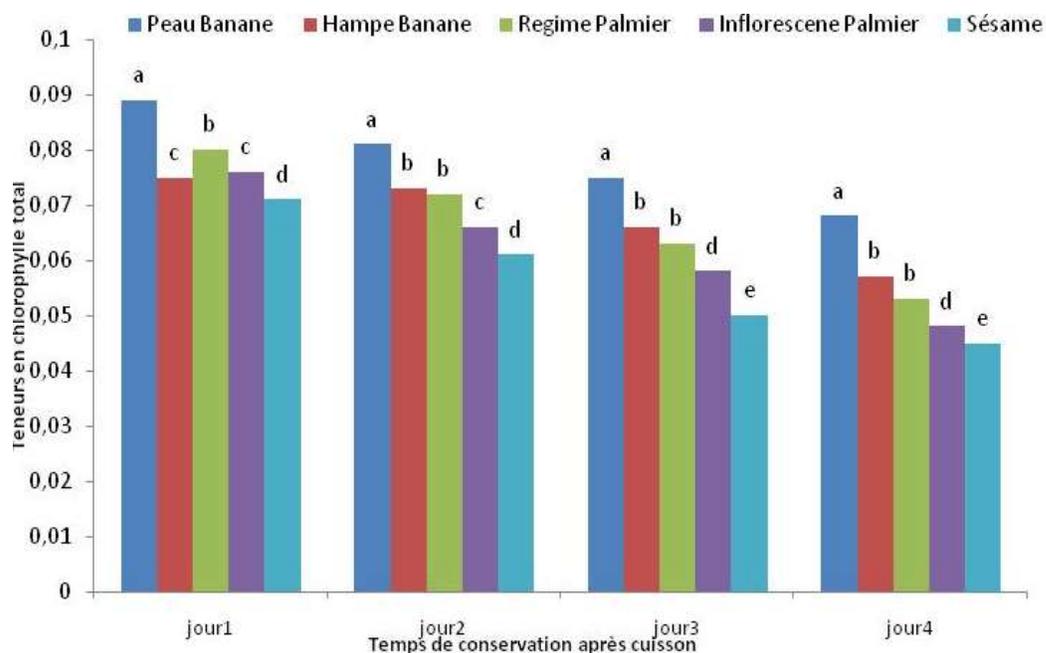


Figure 4 : Influence de la durée de conservation des feuilles de manioc cuites pendant 15 minutes en présence des filtrats des cendres de concentration 7,50 mg/ml, issus des 5 échantillons végétaux, sur la préservation des chlorophylles.

(Les valeurs moyennes sur l'histogramme remplacées par des lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman & Keuls ($p < 0,05$))

4.4 Teneur en chlorophylle de légumes feuilles cuits avec les filtrats de cendres à la concentration C7 (8,75 mg/ml) : La préservation de la chlorophylle à la concentration C7 (8,75 mg/ml) de cendres est illustrée dans la figure 4. Au premier jour, la teneur en chlorophylle de 0,096 mg/g est obtenue avec les filtrats des cendres des peaux de *Musa paradisiaca*. Cette teneur est plus

importante comparée aux autres filtrats de cendre provenant des hampes de *Musa paradisiaca* et de régimes d'*Elaeis guineensis*. Pour ces deux derniers filtrats, les teneurs des chlorophylles enregistrées sont respectivement de 0,088 mg/g et 0,087 mg/g. Cette teneur en chlorophylle de 0,085 mg/g est observée avec le filtrat de *Sesamum indicum*. La plus faible teneur en chlorophylle est enregistrée avec les filtrats de

cendres des inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis* avec la teneur de 0,081mg/g. Au deuxième jour de conservation, les teneurs en chlorophylle dans les feuilles de manioc cuites diminuent pour les 5 types des filtrats de cendre testés. La teneur en chlorophylle de 0,088 mg/g est obtenue avec les filtrats des pelures de *Musa paradisiaca*. Ces teneurs en chlorophylle de 0,080 mg/g, 0,079 mg/g et 0,066 mg/g sont respectivement enregistrées avec les régimes d'*Elaeis guineensis*, les hampes *Musa paradisiaca* et le sésame puis les inflorescences mâles de palmiers. Au quatrième jour, la teneur en chlorophylle des légumes de 0,074 mg/g est observée avec les filtrats des pelures de plantain. Les teneurs en chlorophylle de 0,063 mg/g, 0,062 mg/g et 0,060 mg/g sont respectivement enregistrées avec les filtrats de cendre issus des régimes d'*Elaeis guineensis*, *Sesamum indicum* et les hampes de *Musa paradisiaca*. La plus faible teneur en chlorophylle est 0,058 mg/g (d) avec

les filtrats des inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis*. Les résultats de l'analyse de variance montrent qu'à la concentration 8,75 mg/ml l'effet type des filtrats des cendres significatif au seuil de 5 % selon le test de Student Newman & Keuls avec $p < 0,05$ pour la durée de conservation de la chlorophylle après cuisson des feuilles de manioc. Les analyses de variance discriminent les types de filtrat de cendre et les classent en quatre groupes homogènes (a, b, c, d) des teneurs des chlorophylles dans ces légumes préparés avec les différents filtrats des cendres à 15 min après cuisson pour les jours 1 et 2, trois groupes pour le jour 3 puis cinq groupes homogènes (a, b, c, cd et d) au quatrième jour de conservation (Fig. 6). Pour la durée de conservation des feuilles de manioc cuites, le filtrat de cendre issu des pelures de plantain à concentration 8,75 mg/ml est plus marqué dans la préservation des chlorophylles (groupe a) (Fig. 4)

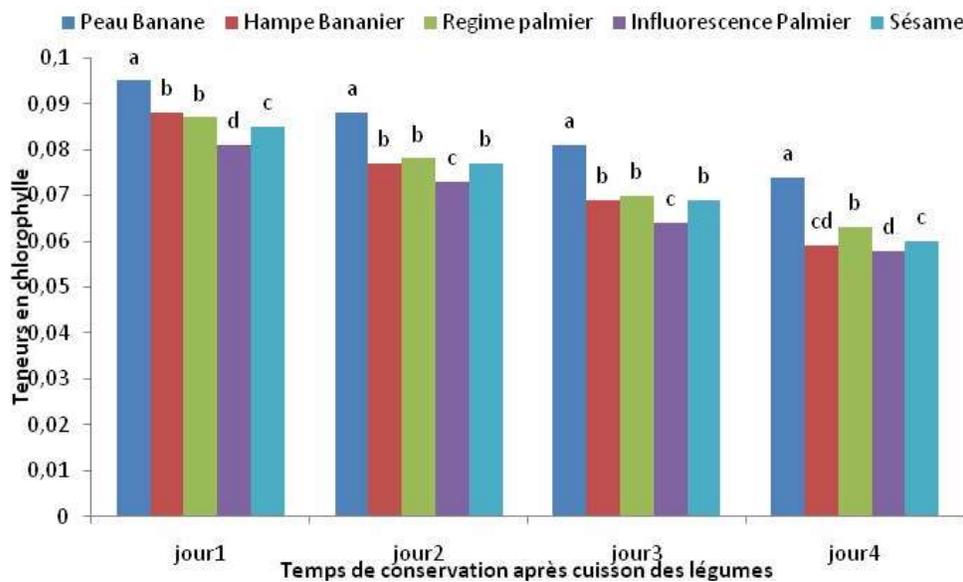


Figure 4: Influence de la durée de conservation des feuilles de manioc cuites pendant 15 minutes en présence des filtrats des cendres de concentration 8,75 mg/ml, issus des 5 échantillons végétaux, sur la préservation des chlorophylles

(Les valeurs moyennes sur l'histogramme remplacées par des lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman & Keuls ($p < 0,05$))

4.5 Teneur en chlorophylle de légumes feuilles cuits avec les filtrats de cendres à la concentration C8 (10 mg/ml): La

préservation de la chlorophylle par les filtrats de cendres à la concentration C8 (10 mg/ml) est illustrée dans la figure 5. Au premier jour, la

teneur en chlorophylle de 0,1 mg/g est obtenue avec les filtrats des cendres des pelures de *Musa paradisiaca*. Cette teneur est plus importante comparée aux autres filtrats de cendre provenant des hampes de *Musa paradisiaca* et *Sesamum indicum*. Pour ces deux derniers filtrats, les teneurs des chlorophylles enregistrées sont respectivement de 0,098 mg/g et 0,090 mg/g. Avec le filtrat des inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis*, la teneur en chlorophylle observée est 0,085 mg/g. La plus faible teneur en chlorophylle est enregistrée avec les filtrats de cendres des régimes d'*Elaeis guineensis*. Cette teneur en chlorophylle est de 0,081mg/g. Au deuxième jour de conservation, les teneurs en chlorophylle dans les feuilles de manioc cuites diminuent pour les 5 types des filtrats de cendre testés. La teneur en chlorophylle de 0,090 mg/g est obtenue avec les filtrats des pelures de *Musa paradisiaca*. Ces teneurs en chlorophylle 0,088 mg/g, 0,082 mg/g, 0,080 mg/g et 0,0775 mg/g sont respectivement enregistrées avec des hampes de *Musa paradisiaca*, de *Sesamum indicum*,

des inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis* et des régimes d'*Elaeis guineensis*. Au quatrième jour, la teneur en chlorophylle des légumes de 0,70 mg/g est observée avec les filtrats des pelures de plantain. Les teneurs en chlorophylle de 0,068 mg/g; 0,061 mg/g et 0,060 mg/g sont respectivement enregistrée avec les filtrats de cendre issus des hampes de *Musa paradisiaca*, de *Sesamum indicum*, des inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis*. La plus faible teneur en chlorophylle est 0,058 mg/g avec les des régimes d'*Elaeis guineensis*. A la concentration de 10 mg/ml, les analyses de variance révèlent l'effet significatif de type de filtrat de cendre sur la préservation de la chlorophylle après cuisson chez les feuilles de manioc. Elles mettent en évidence l'existence de cinq groupes homogènes (a, b, c, d, e) de type de filtrat de cendre dans la conservation de la teneur en chlorophylle après cuisson pour les jours 1 et 2, quatre groupes (a, b, c, c et d) pour les jours 3 et 4 (Fig. 5). L'effet significatif est observé avec les filtrats issus des pelures de plantain (groupe a) (Fig. 5).

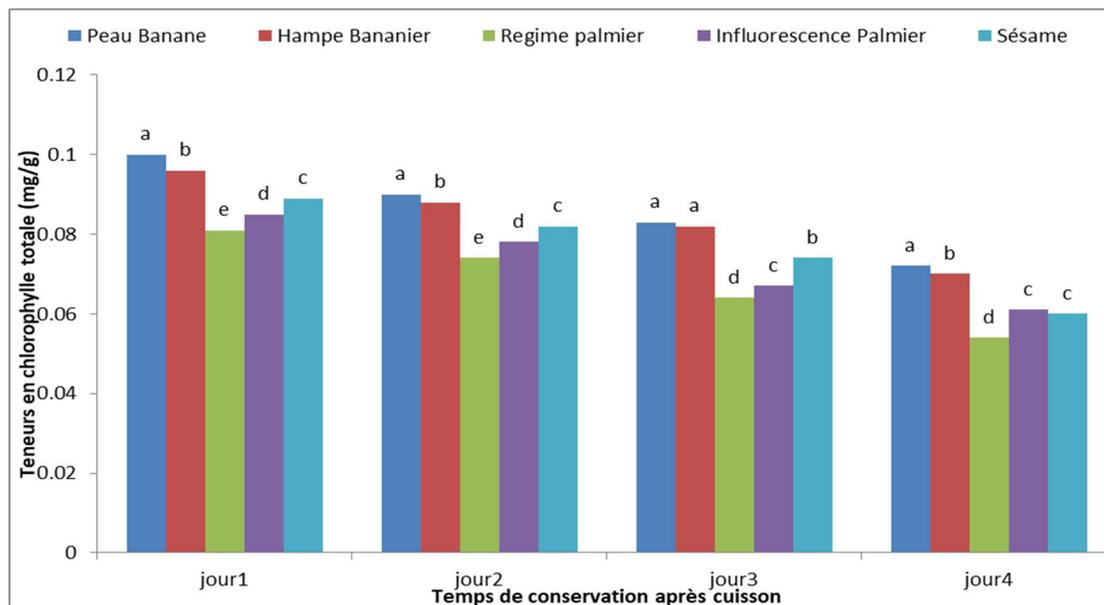


Figure 5 : Influence de la durée de conservation des feuilles de manioc cuites pendant 15 minutes en présence des filtrats des cendres de concentration 10 mg/ml, issus des 5 échantillons végétaux, sur la préservation des chlorophylles.

(Les valeurs moyennes sur l'histogramme remplacées par des lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman & Keuls ($p < 0,05$))

5 DISCUSSION

Cette étude révèle que le filtrat de cendre issue de la pelure de plantain, quelle que soit la dose testée et la durée de conservation, préserve mieux la chlorophylle des légume-feuilles après cuisson. Avant le séchage, la pelure de plantain est riche en eau avec une teneur 74 %. Cette teneur accroît la conductivité du filtrat voire du compost ou de la potasse issue de la pelure plantain. Les résultats corroborent à ceux obtenus par Alla *et al.* (2018) indiquant une conductivité de 22,50 dS/m et 27,45 dS/m observée respectivement sur le compost et la potasse de pelures de plantain. Les teneurs en eau varient de 72,38 % à 81,96 % pour la pelure de plantain, la hampe du régime de bananier, le régime de palmier à huile, l'inflorescence mâle du palmier à huile ainsi que les plants de sésame utilisés pour l'obtention des filtrats de cendre. La teneur en eau de la pelure de plantain (74 %) est inférieure à 81,96 % enregistrée chez plants de sésame mais supérieure à 8,6 % notée chez les inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis*. La différence significative observée entre la teneur en eau des inflorescences mâles d'*Elaeis guineensis* et les autres échantillons est due à l'état du matériel végétal. En effet, les inflorescences mâles du palmier à huile sont récoltées à l'état desséché ou mort. La teneur en eau entraînerait la plus faible teneur d'extraction notée chez la pelure de plantain. Ainsi, la teneur d'extraction de 59,03 % obtenue avec le filtrat des cendres des pelures de plantain est inférieure à 87,59 % indiquée chez les hampes de plantain. Cette différence s'expliquerait par l'homogénéité de la poudre obtenue après l'incinération. Les cendres des hampes sont sous forme de poudre homogène tandis que celles de pelures de plantain ne le sont pas.

La **meilleure** préservation de la chlorophylle dans les feuilles après cuisson est observée avec le filtrat de cendre issue de la pelure de plantain. A 1 jour après la cuisson de légume, la teneur en chlorophylles de 0,087 mg/g, 0,096 mg/g et 0,1 mg/g est respectivement enregistrée avec les concentrations 7,50 mg/ml 8,75 m/l, 10 mg/ml de filtrat de cendre issue de la pelure de plantain. Cette préservation de la coloration verte s'étend à 4 jours après cuisson avec les teneurs

supérieures à 0,05 mg/g par rapport à 0,02 mg/g observé sur les légumes cuits sans apport des filtrats de cendre. Cette coloration peut se maintenir au-delà d'une semaine même si elle peut diminuer. Cette aptitude à la préservation de la chlorophylle serait due à un taux élevé en potassium du filtrat des cendres de la pelure de plantain par rapport aux autres échantillons. Les analyses de la composition minéralogique faites par Awah-Lekaka *et al.* (2019) révèlent une teneur élevée en potassium de 34,54 % dans les cendres issues de la pelure de plantain. La richesse en éléments minéraux notamment le potassium (65,38%), le calcium (2,37%) et magnésium (2,85%) sur la potasse de la pelure de plantain a été dénombrée par Alla *et al.* (2018). L'abondance du potassium K^+ , cation monovalent, serait impliqué indirectement à la stabilité du noyau de la chlorophylle. En solution, les ions potassium doués d'une grande mobilité neutralisent la formation des acides organiques à l'origine de la sortie du magnésium (Mg^{2+}) du noyau de la chlorophylle. Sous l'effet de la chaleur, le départ du magnésium (Mg^{2+}) du noyau pyrrolique des chlorophylles favorise la formation de la phéophytine (couleur vert olive-brun). Dans ces conditions, les ions potassium faciliteraient la réintégration du magnésium (Mg^{2+}) par le phénomène de co-transport maintenant ainsi la structure du noyau de la chlorophylle donc la coloration verte de légume après cuisson.

La forte coloration verte est observée sur les légumes feuilles cuits assaisonnés avec 10 mg/ml de chaque filtrat des cendres issues plantain, du palmier à huile et du sésame. Ces résultats sont analogues à ceux obtenus par Awah-Lekaka *et al.* (2016). A cette concentration, quelle que soit la durée de conservation de légume feuille après cuisson, les filtrats des cendres de plantain préservent mieux la chlorophylle que ceux issus du régime de palmier à huile. Outre sa teneur en potassium, le filtrat des cendres issues du régime de palmier contient une faible concentration de magnésium. La disponibilité insuffisante de l'ion magnésium entraînerait la faible teneur de la chlorophylle dans légume feuille cuit avec ce filtrat. Par contre, à la faible concentration (7,50

mg/ml), les filtrats de palmier préservent mieux la chlorophylle que ceux issus du sésame. La moindre préservation de la chlorophylle par le filtrat issu des cendres de sésame résulterait de sa faible composition en potassium et en magnésium. En effet, bien qu'ayant la même teneur en potassium, en calcium et en phosphore, la teneur de 2,6 % en magnésium chez les cendres de sésame est inférieure 9,79 % dosée sur les cendres de l'inflorescence du palmier à huile (Awah-Lekaka *et al.*, 2019). Toutefois, pour une concentration donnée, il est noté une variation d'action de filtrats issus de l'inflorescence mâle et du régime de palmier par rapport aux autres filtrats testés. Les filtrats des cendres de l'inflorescence mâle et du régime de

palmier ont des proportions inverses de la teneur en potassium et magnésium. La teneur de la chlorophylle diminue avec le délai de conservation quelle que soit la nature et la concentration du filtrat testé. Ces teneurs de la chlorophylle sont plus faibles au quatrième jour après cuisson. La réduction de la teneur en chlorophylle proviendrait d'une libération accrue des acides organiques après ce délai cuisson des légumes feuilles. Ces acides résulteraient d'une fermentation alcoolique ou lactique des sucres totaux constituants des légumes feuilles. L'action des acides organiques libérées dégraderait des chlorophylles en phéophytine réduisant ainsi l'effet des filtrats des cendres issus des pelures de plantainplantain, palmier à huile et du sésame.

6 CONCLUSION

Cette étude révèle que les cinq filtrats de cendres retenus, une fois jointes à la cuisson des légumes, préserve la couleur verte due à la chlorophylle des légumes feuilles pendant 4 jours après cuisson. La chlorophylle est mieux préservée dans les légumes cuits en présence des concentrations de 7,5 mg/ml pour les filtrats des cendres du régime du palmier à huile et de la pelure de plantain, 8,75 mg/ml pour les filtrats

des cendres des hampes de plantain et 10 mg/ml pour les filtrats des cendres de plants de sésame et des inflorescences mâles du palmier à huile. Les filtrats des cendres de la pelure de plantain préservent mieux la chlorophylle dans les légumes cuits par rapport aux autres filtrats. L'aptitude des cinq filtrats des cendres à préserver de la chlorophylle dans les légumes feuilles diminue à 4 jours après la cuisson.

6 REFERENCES

- Afnor 1998. Détermination de la teneur en huile (méthode de référence). 10 p.
- Attibayéba, Ngantsoué L., Essamambo F. and Nkourissa A. C. 2007. Changes in chemical composition of the fruits of *Grewia coriacea* Mast. during development and ripening Fruits 62:369-375.
- Awah-Lekaka N. N. J., Mpika J., Okiemy-Akeli M. G. and Attibayéba. 2016. Effets de la potasse de la hampe du régime de plantain Corn 1 (*Musa esculenta*) sur la préservation de la chlorophylle des légumes verts après cuisson : cas des feuilles de manioc. Journal of Applied Biosciences 102 : 9777-9783.
- Awah-Lekaka N. N. J., Mpika J., Moyen R., Okiemy-Akeli M. G. and Attibayéba. 2019. Elementary composition of ashes from three plants used as a condiment in the Republic of Congo. Research Journal of Chemical Science, 9(4) : 1-10
- Boutrolle I. 2007. Mesure de l'appréciation des aliments par les consommateurs : état des pratiques et propositions méthodologiques (Etat des pratiques et propositions méthodologiques). Ecole doctorale ABIÉS 312p.
- Dextreit R. 1998. Les cinq merveilles naturelles. In : la voie de la sante. Vivre en harmonie (Eds).100p.
- Dourmad J. Y. and Lebret B. 2000. Influence de l'incorporation de bicarbonate de sodium dans l'aliment sur les performances du porc à l'engraissement. Journées Rech. Porcine en France 32:163-168.
- Dringley K. H., Ubick E. A. and Chiouappa-Zucca M. L. 2003. Effet of dietary

- contituents with chemopreventif potential on adduct formation of a low dose of a low dose of the heterocyclic amines PhIP and IQ and phase III hepatic enzymes. *Nutr cancer* 46:212-221.
- Heller R., Esnault R., Lance C. 2004. *Physiologie Végétale. Tome I. Nutrition.* Paris. Dunod; 323P. ISBN: 2-10-048710-8
- Henk W. 2004. Le jardin potager dans les zones tropicales. Page 74 in J. Reijnders, editor. *Fondation Agromisa. Digigrafi, Wageningen.*
- Mialoundama, F., Nkandza, J., Nsika M.E., Loubelo, E. et Attibayéba 2005. Potentiel des produits forestiers non ligneux (PFNL), fonctionnement des filières actuelles et contexte légal au Congo Brazzaville. *Rapport Provisoire de l'étude (PRN°31466), Brazzaville.*
- Porteres R. 1950. The alimentary salts, vegetal ashes, ash salts as substitute of sodium chloride and catalogue of saliferous plants of occidental Africa and Madagascar. General Direction of Public Health, General Government of Occidental Africa, Dakar, Senegal. p.
- Porteres R. 1957. Alimentary salt and vegetal ashes not from Africa. *J. Trop. Agric. Applied Bot.* 4: 157-158.
- Tachino N., Cuo D., Daswood W. M., Yamane S., Larsen R. and Dashwood R. 1994. Mechanisms of the in vitro antimutagenic action of chlorophyllin againststbenzo (alpyrene: studies of enzyme inhibition, molecular. Complex formation and degradation of the ultimate carcinogen. *Mutat Res* 308:191-203.
- Tchiengang C. and Kitikil A. 2004. Données ethno nutritionnelles et caractéristiques physico- chimiques des légumes feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura* 22:11-18.
- Yunch, H.G. J., Jhoun J. W. and Guengerics F. P. 1995. Non-specific inhibition of cytochrome P450 activities by chlorophyllin inhuman andrats liver microsomes carcinogenesis. 1995 16:1437-1440.