

Caractérisation des procédés traditionnels de recettes à base de légumes mucilagineux utilisés comme compléments alimentaires au Bénin

Léandre GANDJI^{1,2*}, Akouavi Léa AÏTONDJI¹, Evariste MITCHIKPE² et Julien Gaudence DJEGO¹

¹ Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire d'Ecologie Appliquée, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

² Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire de Nutrition Humaine, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

* Correspondance, courriel : lgandji@yahoo.fr

Résumé

Les légumes mucilagineux indigènes négligés sont de potentiels succédanés dans la formulation de compléments alimentaires en période de soudure en milieu rural au Bénin. L'objectif de cette étude est de caractériser les procédés traditionnels de recettes à base de légumes mucilagineux utilisés comme compléments alimentaires au Bénin. Les modes de séchage et de préparation des sauces de quatre légumes [feuilles de *Adansonia digitata* L., *Bombax brevicuspe* Sprague, *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn et des fleurs de *Grewia venusta* Frasen], connus des populations rurales du centre Bénin ont été répertoriés. Quarante-seize (96) ménages sélectionnés sur la base de la fréquence de consommation des légumes dans quatre groupes socioculturels ont été suivis. Les opérations unitaires des différents modes de séchage et procédés de préparation des sauces ont été dégagées. Les analyses ont été réalisées avec le logiciel R version 3.4.4. Les résultats révèlent que la conservation des légumes se fait en règle générale par séchage au soleil alors que leur mode de préparation varie selon les groupes socioculturels. La température et la durée de cuisson des sauces oscillent autour de 100°C et entre 3 et 35 mn, respectivement. Pour préparer les sauces, les ingrédients tels que *afitin* (pâte de néré fermenté), poissons et piment sont utilisés. Les procédés traditionnels ont des effets sur la qualité organoleptique des sauces formulées. Il importe d'évaluer l'incidence des modes de séchage et de cuisson sur la valeur nutritionnelle des légumes mucilagineux indigènes en vue de leur amélioration.

Mots-clés : légumes mucilagineux négligés, procédés traditionnels, valeur nutritionnelle, Bénin.

Abstract

Characterization of traditional processes of recipes based on mucilaginous vegetables used as dietary supplements in Benin

Neglected natives mucilaginous vegetables are potential substitutes in the formulation of food supplements during the lean season in rural Benin. The objective of this study is to characterize the traditional processes of recipes based on mucilaginous vegetables used as dietary supplements in Benin. The methods of drying and preparation of soups of four vegetables [leaves of *Adansonia digitata* L., *Bombax brevicuspe* Sprague, *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn and flowers of *Grewia venusta* Frasen], known to the rural populations of central Benin were recorded. Ninety-six (96) households selected on the basis of frequency of vegetable consumption

in four socio-cultural groups were monitored. The unit operations of the different drying methods and soups preparation processes were identified. The analyses were carried out with the software R version 3.4.4. The results show that vegetables are generally preserved by sun drying, while their preparation method varies according to the socio-cultural groups. The temperature and cooking time of the soups oscillate around 100°C and between 3 and 30 min, respectively. To prepare the soups, ingredients such as “afitin” (fermented néré paste), fish and pepper are used. Traditional processes have effects on the organoleptic quality of the formulated soups. It is important to evaluate the impact of drying and cooking methods on the nutritional value of native mucilaginous vegetables in order of their improvement.

Keywords : *neglected mucilaginous vegetables, traditional processes, nutritional value, Benin.*

1. Introduction

En Afrique subsaharienne, les premiers compléments alimentaires sont le plus souvent des bouillies à base de céréales, racines ou tubercules accompagnées ou non de sucre, donc riches en glucides et pauvres en protéines [1]. De tels compléments alimentaires entraînent des dommages sur la santé infantile. Au Bénin, l'alimentation complémentaire précoce (avant 6 mois) et inadéquate des nourrissons constitue un problème de santé publique [2]. Des enquêtes récentes montrent que seulement 15 % des enfants ont atteint un régime alimentaire minimum acceptable avec 52 % et 25 % des enfants recevant la fréquence minimale des repas et la diversité alimentaire minimale, respectivement [3]. L'alimentation de complément de qualité médiocre expliquerait la prévalence de 34 % du retard de croissance observées chez les jeunes enfants béninois [3]. Les plantes jouent un rôle essentiel dans la formulation d'aliments complémentaires. Par exemple, 85,59 % des ressources alimentaires utilisées comme ingrédients potentiels d'aliments complémentaires au Bénin, sont d'origine végétale [4]. Si les bouillies locales traditionnelles produites en milieu rural servent à l'alimentation de complément, il existe aussi des résilients qui constituent les sauces à base de légumes mucilagineux mises au point par les mères ou gardiennes d'enfants pour accompagner les aliments de base en période de précarité. Les bouillies utilisées en compléments alimentaires sont pour la plupart des bouillies simples de maïs et/ou de sorgho fermenté ou non, des bouillies obtenues avec des pâtes de maïs recyclées [2]. Les légumes mucilagineux indigènes appartiennent au groupe des plantes forestières non ligneuses (PFNLs).

Il s'agit des feuilles de *A. digitata* et *Bombax costatum* Pellegr. & Vuillet, graine de *Irvingia gabonensis* (Aubry. Lec. ex O. Rorke) Baill., fruit et fleur de *Grewia* spp. qui constituent une source importante en nutriments et antioxydants [5 - 8]. Une association des bouillies infantiles indigènes avec des sauces à base de légumes mucilagineux serait plus bénéfique dans la complémentation alimentaire des enfants. En effet, la diversification de nourritures est reconnue comme une approche efficace pour réduire les déficiences en nutriments chez les jeunes enfants [9]. Les légumes qui constituent les espèces mucilagineuses représentent 21 % des légumes-feuilles et sont faciles à préparer et ne nécessitent que très peu de condiments [10]. Ces légumes appartiennent au groupe des légumes-feuilles neutres [11]. Une étude réalisée au Bénin sur des légumes mucilagineux indigènes pérennes (LMIPs) a révélé que ces légumes sont riches en fer, en calcium, en magnésium en vitamine C et en métabolites secondaires comme les polyphénols, véritables antioxydants qui jouent un rôle important dans la prévention de certaines maladies [11]. Au Nigéria, une étude phytochimique sur les extraits des feuilles de *Adansonia digitata* a révélé que les feuilles fraîches de cette espèce contiennent une grande quantité de vitamine C ainsi que d'autres éléments nutritifs tels que l'alpha et le bêta-carotène, le rhamnose, l'acide uronique, le potassium, le calcium, l'acide glutamique, le mucilage et autres sucres [12]. Sur le plan thérapeutique, les feuilles du baobab ont plusieurs avantages; elles ont des propriétés anti-histaminiques et hyposensibles [12]. Les légumes contiennent des micronutriments qui remplissent de

nombreuses fonctions dans l'organisme et améliorent le système immunitaire [11, 13]. En effet, vers trois mois après la naissance, la concentration d'anticorps est basse, car la plupart des anticorps maternels ont été éliminés et la production d'anticorps par le jeune enfant est encore réduite. Le nourrisson possédant donc une protection relativement faible, mais avec un système immunitaire fonctionnel, il est apte à réagir à la pénétration d'allergènes contenus dans les légumes d'où l'évolution de son phénotype immunitaire. En dépit de leur importance nutritionnelle et fonctionnelle, les légumes mucilagineux traditionnels de cueillette sont souvent négligés par la communauté scientifique et sous-utilisés par les populations. Aussi, malgré les caractéristiques parfois favorables de ces matières premières, est-il établi que les procédés technologiques sont des facteurs déterminants de la qualité nutritionnelle des aliments et ne doivent pas être négligés [14]. Ainsi, la variabilité des aliments n'est pas un facteur suffisant pour améliorer l'état nutritionnel des enfants [9]. Les légumes mucilagineux indigènes négligés sont de potentiels succédanés dans la formulation de compléments alimentaires en milieu rural au Bénin. Mais, ils restent peu documentés et valorisés. Cette étude vise à caractériser les procédés traditionnels de séchage et de cuisson des LMIPs telles que les feuilles de *Adansonia digitata*, *Bombax costatum*, *Ceiba pentandra* et fleurs de *Grewia venusta* en vue de leur amélioration.

2. Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée sur la base d'enquête et de suivi du mode de consommation pour l'identification et la caractérisation des principaux procédés de séchage et de préparation des feuilles de *A. digitata*, *B. brevicuspe*, *C. pentandra* et des fleurs de *G. venusta*.

2-1. Zone d'étude

Le département des Collines, au Bénin, est situé entre les 7°27' et 8°46' de latitude nord et entre 1°39' et 2°44' de longitude est. Il regroupe les communes de Savè, Ouèssè, Dassa, Glazoué, Savalou et Bantè (*Figure 1*).

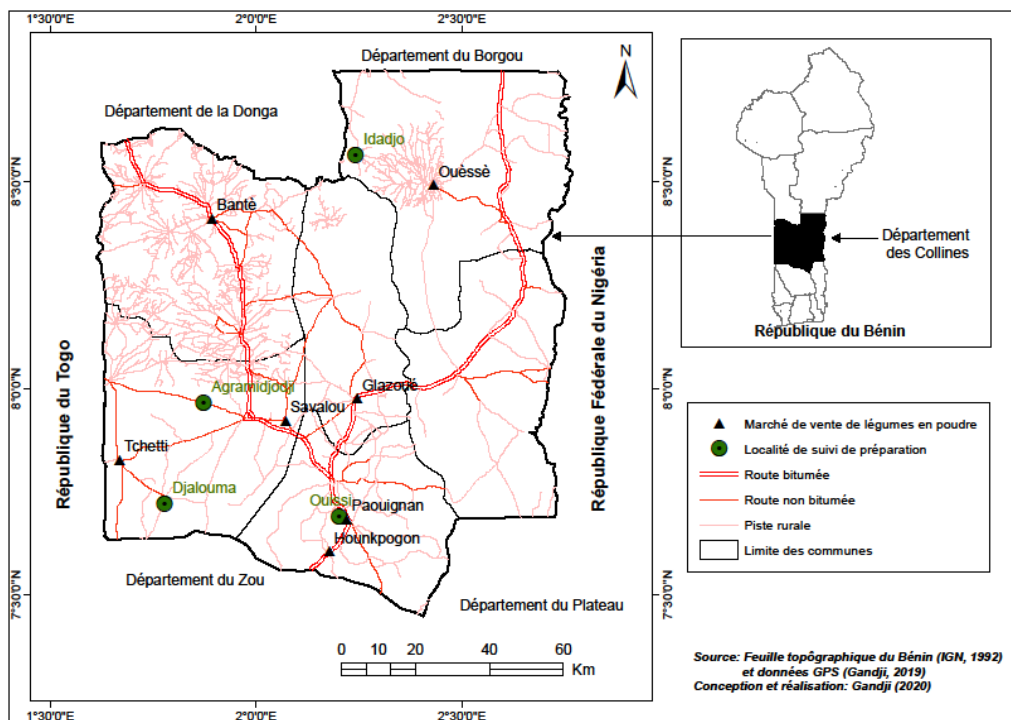


Figure 1 : Localités d'étude au Bénin

2-2. Sélection des sites et enquêtes

Une enquête de suivi de cuisson de chaque légume mucilagineux a été menée dans quatre groupes socioculturels situés dans quatre villages à savoir les *Fè* (Djalouma), *Idasha* (Ouissi), *Tchabè* (Idadjo) et *Mahi* (Agramidjodji) situés au centre du Bénin. Les groupes socioculturels ont été sélectionnés sur la base des travaux préliminaires qui ont montré la fréquence de consommation des feuilles de *A. digitata*, *B. brevicuspe*, *C. pentandra* et des fleurs de *G. venusta* au sud et au centre Bénin. Les matières premières ont été cueillies ou achetées. Les autres ingrédients ont été préalablement achetés au marché et les sauces ont été préparées par des mères recrutées suivant leur connaissance dans la préparation. Au total, 96 ménages ont été suivis au cours de la préparation des différentes sauces, soient 6 ménages par groupe socioculturel (04) et par légume (04) [15]. Au cours de chaque suivi réalisé dans les ménages, la nature de chaque ingrédient utilisé, la chronologie, la durée des opérations unitaires et les températures de traitements thermiques ont été enregistrées. Une fiche de suivi de préparation a été élaborée pour la collecte des données. La synthèse de ces données a permis d'établir les diagrammes technologiques de préparation des sauces. Après avoir déterminé les différentes variantes du procédé de formulation des sauces à base des mucilagineux, la pré-cuisson des feuilles de *B. brevicuspe* et de *C. pentandra* a été reproduite dans quelques ménages en vue de modéliser la durée de pré-cuisson. Les critères d'éligibilité des ménages retenus dans l'échantillon ont été d'avoir au moins un nourrisson au cours de l'enquête et de donner aux nourrissons des aliments à base de légumes mucilagineux indigènes en dehors du lait maternel. Aussi, quatorze (14) commerçants de légumes mucilagineux séchés et réduits en poudre ont-ils été enquêtés dans les marchés locaux (02 commerçants par marché) de la zone étudiée (Bantè, Tchetti, Glazoué, Savalou, Ouèssè, Paouignan et Hounkpogon).

2-3. Analyses statistiques

Les recettes ont été décrites à travers des diagrammes qui rendent compte des procédés et formulations traditionnelles des sauces à base de LMIPs. Les modes de séchage et de préparation sont diverses. Aussi l'accent a-t-il été mis sur les fréquences des opérations unitaires de formulation des sauces et des ingrédients. Les fréquences relatives des variables du mode de séchage, du mode de cuisson et des ingrédients utilisés dans la préparation des légumes étudiés ont été calculées et présentées sous forme d'histogrammes groupés et de radars suivant les espèces et les groupes socioculturels. Une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été effectuée pour décrire les relations entre les groupes ethniques, les espèces, le mode de séchage, le mode de cuisson et les ingrédients utilisés. Afin de réduire les variables pour une bonne interprétation des résultats, l'ACM a été effectuée uniquement sur les variables dont les fréquences relatives des modalités ne sont pas proches de 0 et 100 %. Par ailleurs, au cours du traitement des données, certaines modalités des variables ayant subi l'ACM ont été encodés en « oui » et « non ».

3. Résultats

Cette étude consiste à caractériser les procédés traditionnels de formulation des recettes à base de légumes mucilagineux à travers une analyse des opérations unitaires.

3-1. Modes de séchage des LMIPs

Les séchages au soleil et à l'ombre pendant l'harmattan constituent les deux modes de séchage pratiqués par les quatre groupes socioculturels enquêtés. Toutefois le séchage au soleil est la méthode courante utilisée pour la conservation de ces légumes. Le séchage au soleil se fait à l'air libre sur les rochers, le toit des maisons et parfois sur des nattes et souvent sans lavage préalable des légumes. La durée de séchage au

soleil des légumes mucilagineux varie entre 48 et 72 heures alors que celle du séchage à l'ombre pendant l'harmattan oscille autour de 36 heures avec conservation de la couleur initiale. Une fois séchés, ces légumes sont réduits en poudre par pilage et tamisage avec des tamis à maille variable (**Figure 2**). La poudre tamisée est enfin conservée.

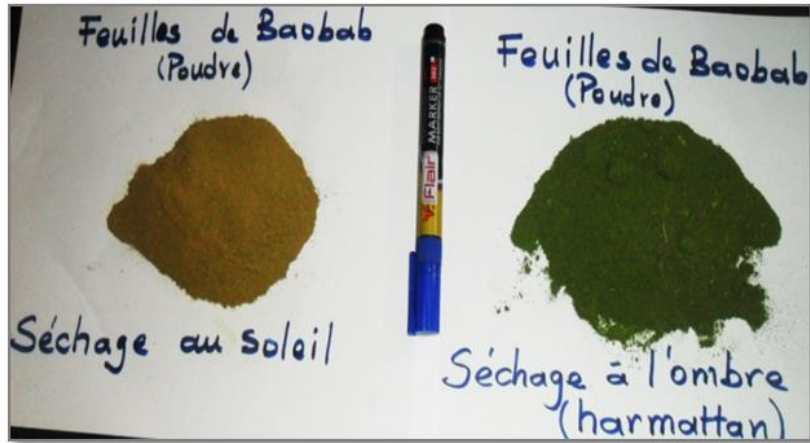


Figure 2 : Couleur de la poudre des feuilles de baobab selon le mode de séchage

3-2. Modes de préparation des LMIPs

Les feuilles de *A. digitata*, *B. brevicuspe*, *C. pentandra* et les fleurs de *G. venusta* sont utilisées fraîches ou séchées pour la préparation des sauces. La préparation des légumes sous forme fraîche est prédominante. Les légumes mucilagineux sont préparés sous forme de sauces gluantes. D'une manière générale, le mode de préparation varie selon les groupes socioculturels. Il existe cinq procédés traditionnels pour la préparation des sauces à base de chacun des quatre légumes mucilagineux résumés en deux variantes. La première variante (**Figure 3**) est basée sur le mélange presque simultané de tous les ingrédients avec l'eau avant la cuisson à 100°C pendant 3 à 15 mn. Le mélange est précédé des étapes unitaires communes telles que le lavage (**Figures 3a**) et (**Figure 3b**), l'écrasement (**Figure 3b**) ou pilage (**Figure 3c**) au niveau des différentes espèces. Parfois, les jeunes feuilles de baobab sont découpées en petites tranches avant le mélange (**Figure 3a**).

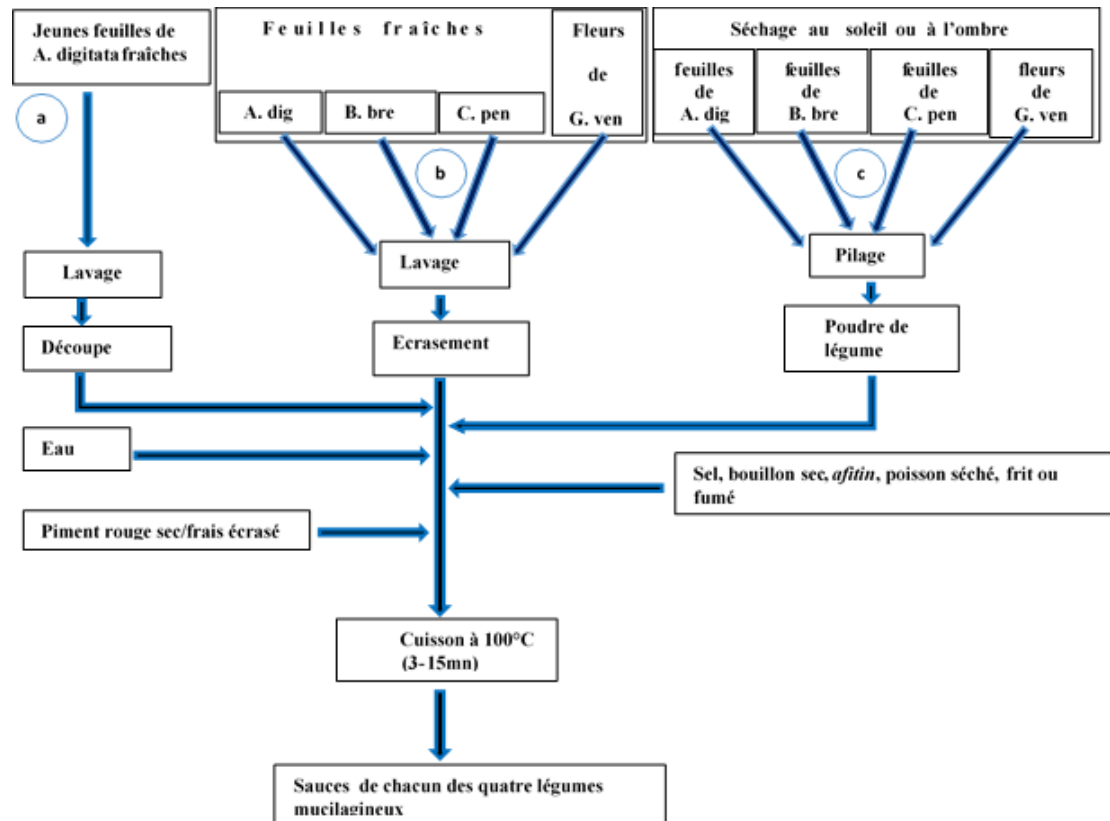


Figure 3 : Diagramme de la première variante des procédés de préparation des sauces à base de chacun des quatre légumes mucilagineux indigènes pérennes frais ou séchés

Légende : A. dig : *Adansonia digitata* ; B. bre : *Bombax brevispice* ; C. pen : *Ceiba pentandra* ; G. ven : *Grewia venusta*

La deuxième variante (**Figure 4**) est axée sur une cuisson à 100°C pendant 15 à 20 mn de l'ensemble sel, piment, *afitin* et/ou poisson, bouillon sec dans l'eau suivie d'une incorporation des légumes mucilagineux frais écrasés ou séchés en poudre (**Figure 4a**) avec poursuite de la cuisson à 100°C pendant 3 à 15 mn. On note parfois la pré-cuisson à 100°C des feuilles du Kapokier de clôture et du fromager pendant environ 5 à 15 mn suivie de l'égouttage avec rejet de l'eau de pré-cuisson (**Figure 4b**). Au total, les deux variantes des procédés de préparation des sauces se font à une température de 100°C. Toutefois, la durée des procédés de préparation de la deuxième variante est plus longue (18 à 35 mn) (**Figure 4**) que celle de la première (3 à 15 mn) (**Figure 3**). Par ailleurs il est de coutume que, pour conférer la texture gluante aux autres sauces, les sauces à base des mucilagineux sont aussi souvent mélangées aux sauces tomate, arachide ou sésame dans tous les groupes socioculturels.

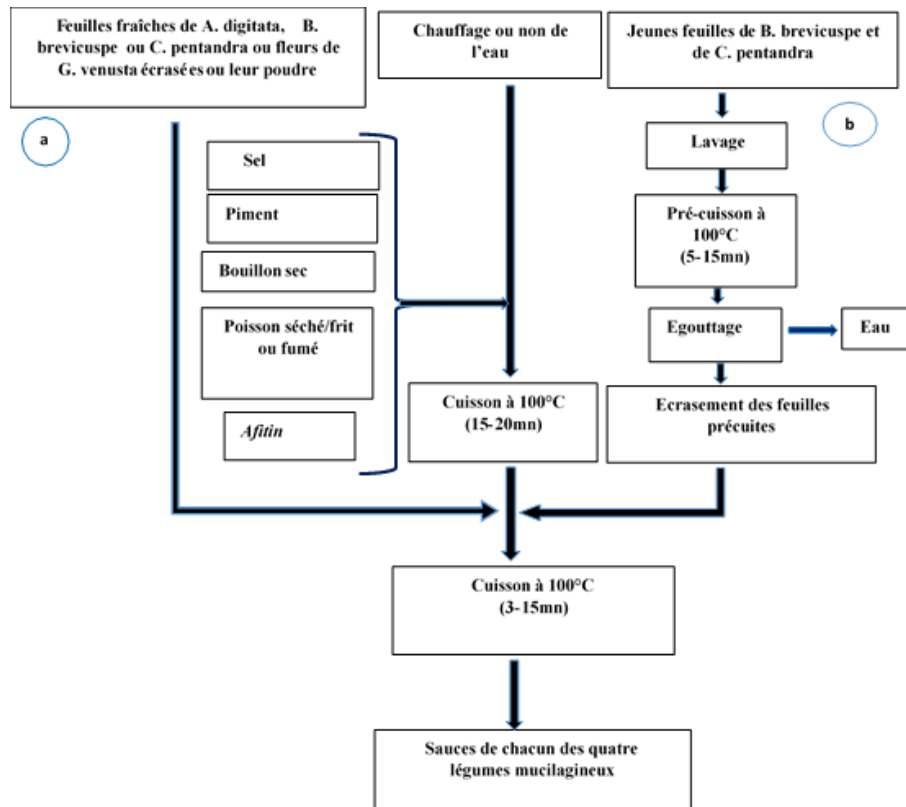


Figure 4 : Diagramme de la deuxième variante des procédés de préparation de chacun des quatre légumes mucilagineux indigènes pérennes

3-3. Simulation de la pré-cuisson des feuilles de *B. brevicuspe* et de *C. pentandra*

La raison qui motive le choix de la pré-cuisson selon les consommateurs, est le brunissement des feuilles écrasées (Figure 5). Mais une simulation de cette pré-cuisson avec réduction de la durée jusqu'à une (1) mn a permis de préserver la couleur verte de ces légumes (Figure 6).



Figure 5 : Couleur des feuilles fraîches écrasées de *B. brevicuspe* (a) et *C. pentandra* (b)

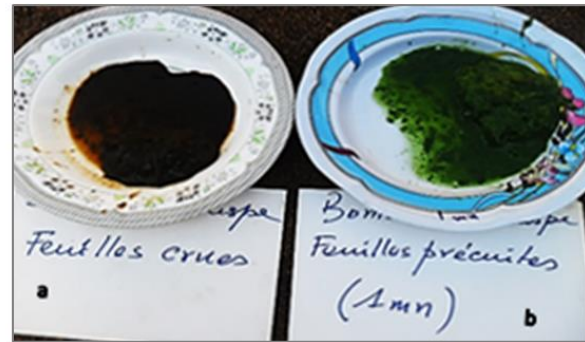


Figure 6 : Couleur des feuilles fraîches (a) et feuilles pré-cuites (1 mn) (b) écrasées de *B. brevicuspe*

3-4. Modes de séchage, de cuisson des LMIPs et utilisation des ingrédients en fonction des espèces et des groupes socioculturels

Les modes de séchage, de cuisson et d'utilisation des ingrédients varient d'un groupe socioculturel à un autre et d'une espèce à une autre.

3-4-1. Fréquence des modes de séchage des LMIPs

En ce qui concerne le mode de séchage (**Figure 7**), le séchage des légumes mucilagineux se fait uniquement au soleil (100 % des individus) pour *A. digitata* et *B. brevicuspe* dans les groupes socioculturels *Fè* et *Tchabè*, alors que pour les mêmes espèces le séchage se fait au soleil par 83 % des individus des groupes socioculturels *Idasha* et *Mahi* pour *A. digitata* et 67 % et 83 % respectivement des individus des groupes socioculturels *Idasha* et *Mahi* pour *B. brevicuspe*. Pour *C. pentandra*, le séchage se fait au soleil par au moins 67 % des individus de tous les groupes socioculturels alors que pour *G. venusta* le séchage se fait au soleil par au moins 50 % des individus de toutes les ethnies avec 100 % des individus de l'ethnie *Tchabè*.

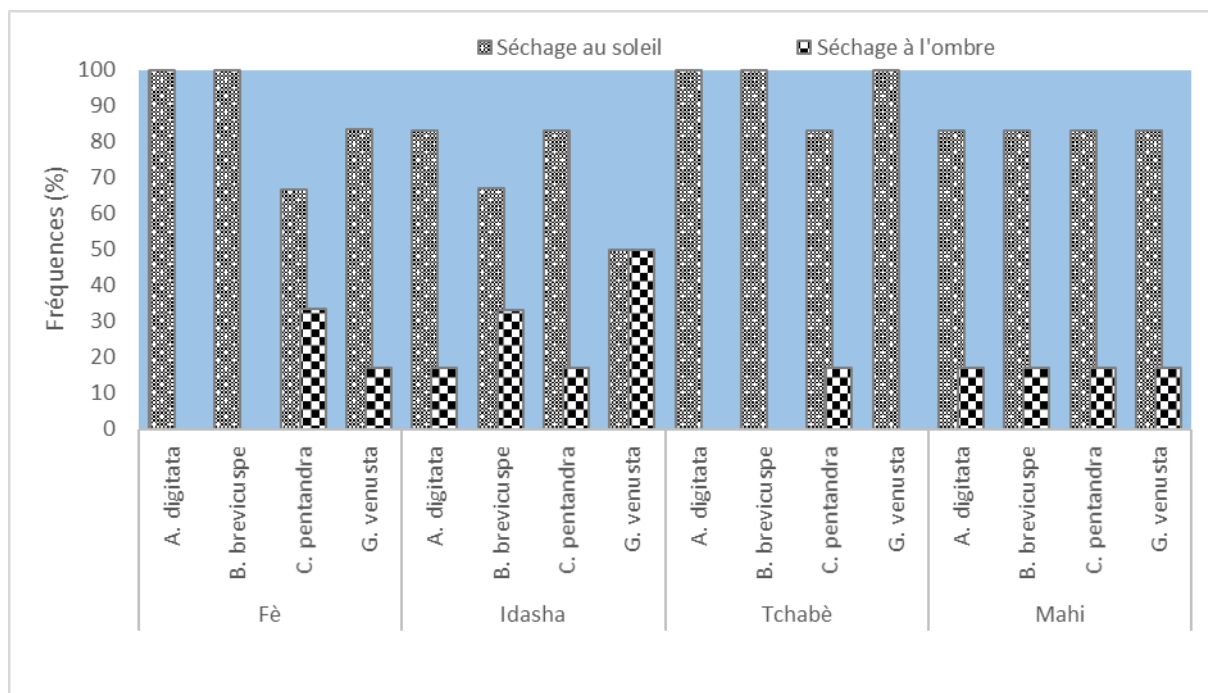


Figure 7 : Fréquences relatives du mode de séchage LMIPs suivant les groupes socioculturels *Fè*, *Idasha*, *Tchabè* et *Mahi*

3-4-2. Fréquences des modes de cuisson des LMIPs

Avant la cuisson, les légumes frais sont lavés par la majorité des individus (au moins 83 %) de tous les groupes socioculturels (**Figure 8**). La pré-cuisson n'est généralement pas effectuée pour les légumes à l'exception de *B. brevicuspe* (17 à 33 % des individus) et *C. pentandra* (33 à 67 % des individus). *B. brevicuspe* et *C. pentandra* sont précuits par les groupes socioculturels *Fè*, *Idasha* et *Tchabè*. Le temps de cuisson des espèces de légumes varie d'un groupe socioculturel à un autre. En effet, la majorité des individus de tous les groupes socioculturels (50 à 100 %) fait la cuisson des légumes pendant moins de 5 minutes. Par contre peu d'individus (< 50 %) font la cuisson des légumes pendant plus de 5 minutes.

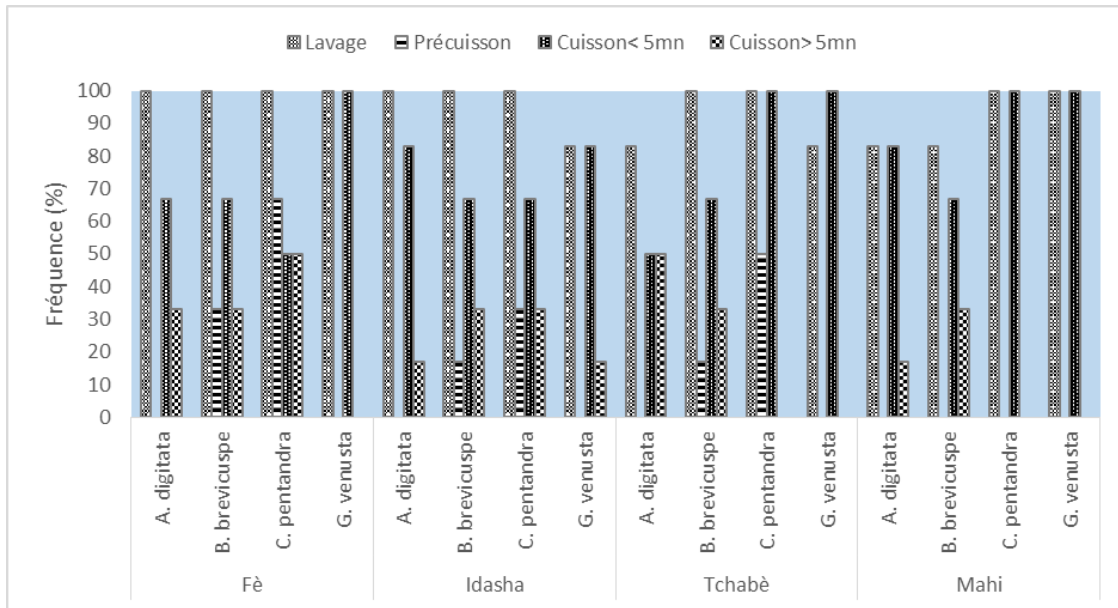


Figure 8 : Fréquences relatives du mode de cuisson des LMIPs suivant les groupes socioculturels Fè, Idatcha, Tchabè et Mahi

3-4-3. Fréquence d'usage des ingrédients pour la préparation des LMIPs

Les ingrédients utilisés dans la préparation des sauces mucilagineuses sont similaires entre les différents groupes socioculturels. Toutefois, on note une différence dans la fréquence d'usage des différents ingrédients au sein des différents groupes socioculturels (**Figure 9**). L'*afitin* constitue l'ingrédient le plus utilisé chez les *Fè*, *Idasha* et les *Mahi* (83 à 100 %) et pour toutes les espèces. Le bouillon sec présente la même importance d'usage (83 %) pour la préparation de la sauce à base de *C. pentandra* au sein des groupes socioculturels *Fè*, *Idatcha* et *Tchabè*. La fréquence d'usage du poisson est moins importante (moins de 67 %) que celle du bouillon sec et de *afitin* au sein de tous les groupes socioculturels sauf chez les *Tchabè* où elle est de 83 % pour la préparation de *A. digitata*. Pour les mucilagineux étudiés, la potasse n'est pas généralement utilisée à l'exception des espèces *B. brevicuspe* et *C. pentandra* pour lesquelles elle est utilisée par seulement 17 % des individus du groupe socioculturel *Idasha*. L'huile de palme n'est utilisée dans aucun des groupes socioculturels pendant la cuisson des quatre mucilagineux quoiqu'importante pour le nourrisson. Le piment est utilisé pour la préparation des mucilagineux dans tous les groupes socioculturels à la fréquence de 100 %.

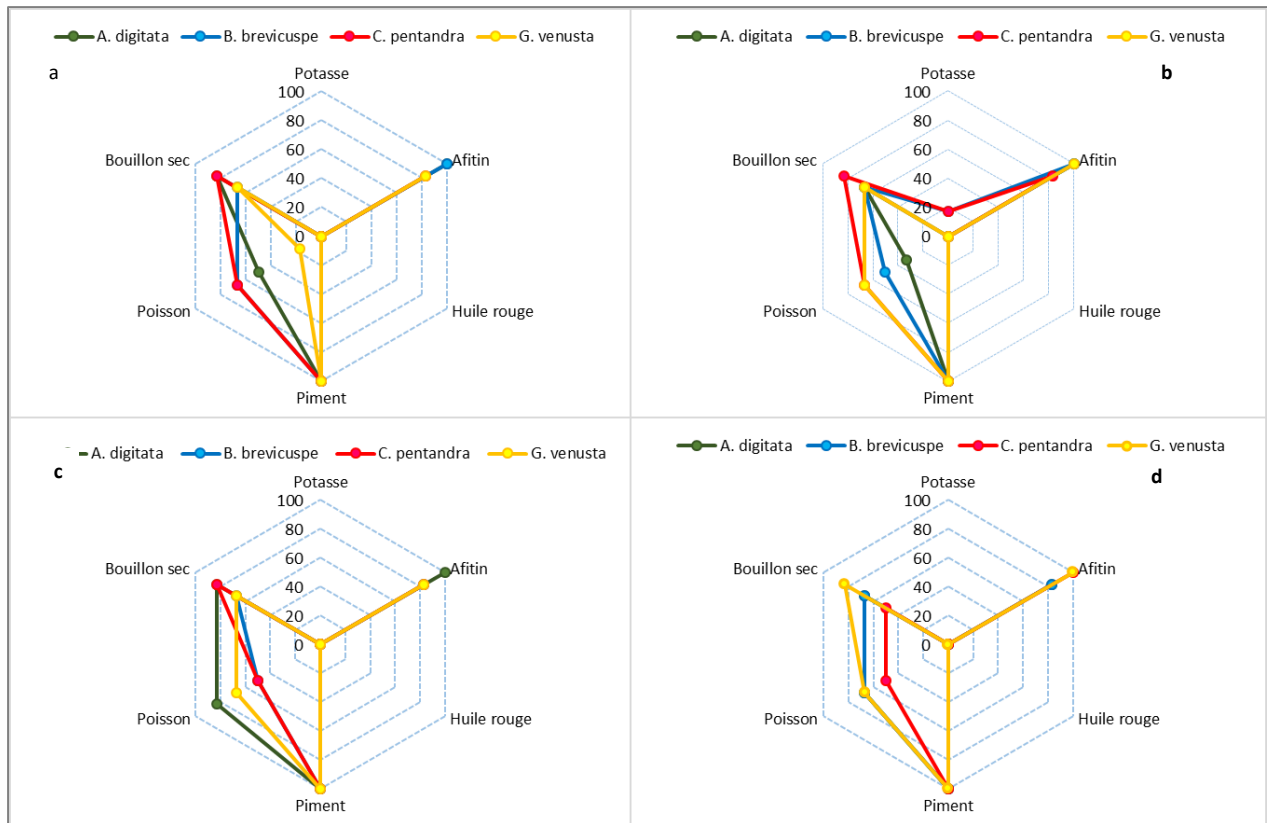


Figure 9 : Fréquences relatives d'utilisation des ingrédients dans la préparation des LMIPs suivant les groupes socioculturels Fè (a), Idasha (b), Tchabè (c) et Mahi (d)

3-5. Modes de séchage, de cuisson et d'utilisation des ingrédients en relation avec les espèces et les groupes socioculturels

L'analyse des correspondances multiples décrivant les relations entre les groupes socioculturels, les espèces, le mode de séchage, le mode de cuisson et les ingrédients utilisés a révélé que 50,66 % de la variation initiale était représenté par les trois premiers axes factoriels. Sur la base des plus importants contributeurs sur chaque axe (**Tableau 1**), il ressort de l'analyse de l'axe 1 (**Figure 10**) que dans le groupe socioculturel Fè, les feuilles de *C. pentandra* sont d'abord précuites puis cuites généralement pendant plus de 05 minutes avec une utilisation de *afitin* plus ou moins fréquente. Sur le même axe, dans le groupe socioculturel Mahi, les fleurs de *G. venusta* ne sont pas précuites et leur cuisson dure moins de 05 minutes avec une utilisation fréquente et régulière du *afitin*. Sur l'axe 2 (**Figure 10a**), les résultats révèlent que les *Idasha* sèchent les feuilles de *C. pentandra* à l'ombre sans lavage préalable sont précuites et ensuite cuites pendant moins de 05 minutes avec du bouillon sec et du poisson. Par contre, sur l'axe 2, chez les *Tchabè*, les feuilles de *A. digitata* sont lavées et séchées au soleil et cuites pendant plus de 05 minutes avec du bouillon sec et du poisson. Sur l'axe 3 (**Figure 10b**), dans le groupe socio-culturel *Idasha*, les fleurs de *G. venusta* après être lavées et séchées à l'ombre, elles sont cuites avec du bouillon sec et par moment avec du *afitin*. Après le séchage au soleil sans lavage préalable, les feuilles de *B. brevicuspe* sont cuites avec du *afitin* et du bouillon.

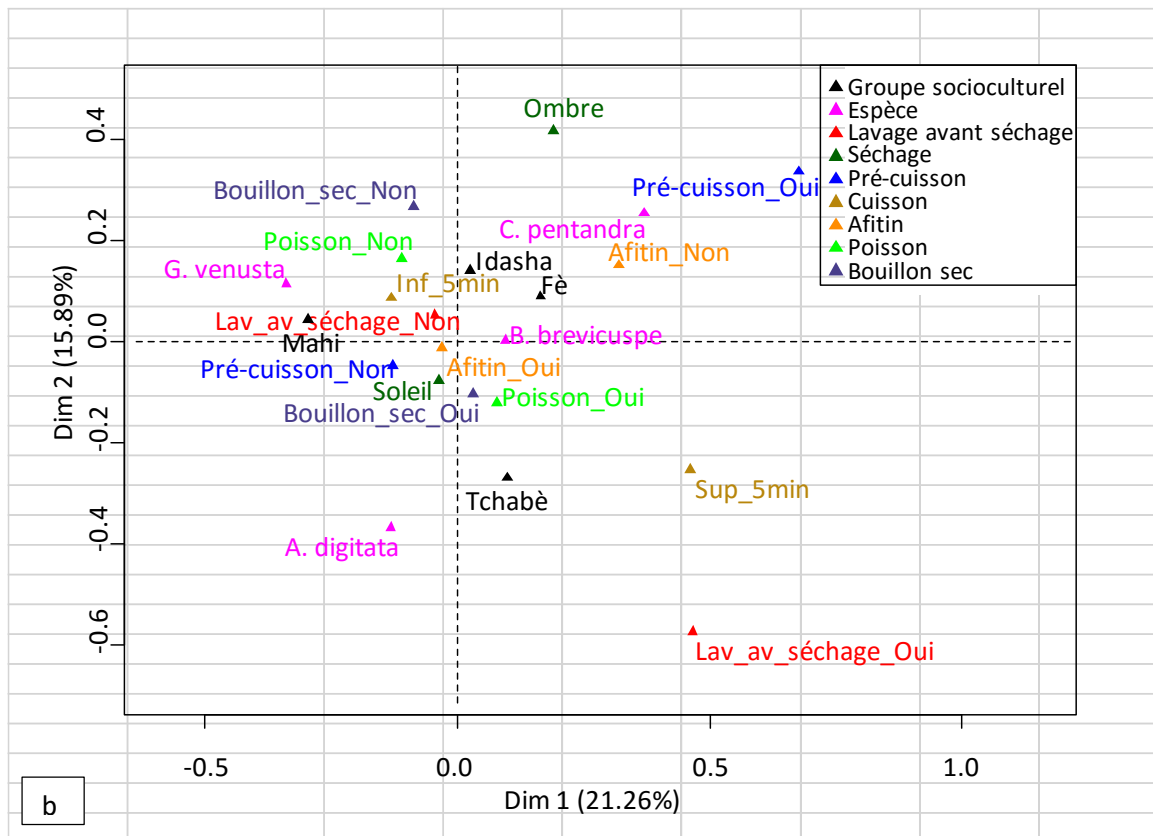


Figure 10b : Représentation des variables sur les axes factoriels de l'analyse des correspondances multiples

4. Discussion

Cette étude a consisté à analyser les procédés de formulation des recettes à base de légumes mucilagineux à travers le suivi des opérations unitaires. Les opérations unitaires de séchage et de cuisson ont été dégagées puis discutées. En milieu rural au Bénin, les mères ou les gardes d'enfants ont hérité d'une perception traditionnelle selon laquelle « plus un aliment est semi-solide ou solide plus il procure une santé solide aux nourrissons ». En effet, selon la perception des mères, les sauces mucilagineuses à base des feuilles de *Adansonia digitata*, *Cerathoteca sesamoides* (Endl) et *Sesamum radiatum* (Schumach. & Thonn.) formulées pour accompagner les aliments de base, facilitent la bonne croissance, la dentition et la solidification des os chez les enfants [10]. Au Bénin, *A. digitata*, *B. brevicuspe*, *C. pentandra* et *G. venusta* constituent des légumes mucilagineux riches en micronutriments et en antioxydants [11]. Pour apprécier la qualité nutritionnelle des aliments, les consommateurs en général et ceux des milieux ruraux en particulier, se servent des organes de sens comme outils d'appréciation. En effet en dehors de la valeur économique, la qualité organoleptique constitue le critère dont dispose le consommateur pour le choix d'un légume. La sauce à base des mucilagineux comme le baobab est considérée en milieu rural comme une recette peu onéreuse, riche en nutriments et ayant des propriétés médicinales. Les caractéristiques sensorielles des légumes constituent donc les principaux facteurs déterminant la satisfaction du consommateur [16]. L'aspect gluant qui caractérise ces légumes indigènes constitue un critère de choix spécifique approprié aux nourrissons. Compte tenu du fait que le réflexe de déglutition chez les jeunes enfants est très peu développé, les mères ou gardes d'enfants ont considéré la sauce gluante comme un véhicule du bol alimentaire donc facilitateur de la déglutition au cours de l'ingestion des aliments de base. C'est un moyen, selon elles, d'éviter les fausses routes et d'augmenter les quantités consommées au cours d'un repas. Mais il se pose souvent le problème de disponibilité et d'accessibilité des légumes mucilagineux en période de soudure d'où leur séchage.

4-1. Modes de séchage des LMIPs

Le seul procédé connu du milieu paysan pour augmenter la durée de vie des légumes et désaisonnaliser leur consommation est le séchage. Parmi les facteurs organoleptiques recherchés par le consommateur, la couleur est le facteur le plus important de l'apparence attribuée aux aliments, puisqu'elle influence l'acceptabilité du produit par le consommateur [17]. Mais beaucoup de réactions peuvent affecter la couleur durant les traitements des aliments et leurs dérivés. Il s'agit du brunissement enzymatique [17] observé lors du séchage au soleil des feuilles de *A. digitata*, *B. brevicuspe*, *C. pentandra* ou au niveau de la feuille fraîche écrasée de *B. brevicuspe* et *C. pentandra*. Le maintien de la couleur des légumes après séchage à l'ombre constitue l'une des caractéristiques de la préservation de leur qualité nutritionnelle selon les enquêtés. En effet, l'échantillon séché au soleil contenait le moins de cendres, d'humidité, de protéines brutes et qu'en revanche, l'échantillon séché à l'ombre était celui qui contenait le moins de fibres brutes et le plus de cendres [7]. En Egypte, le séchage solaire direct a entraîné une diminution significative de la teneur totale en composés phénoliques, donc en antioxydants des feuilles [18]. Les changements chimiques dans les pigments tels que le carotène et la chlorophylle sont produits par la chaleur et l'oxydation pendant le séchage [19]. Au Burkina Faso, le séchage des légumes feuilles à l'ombre a entraîné moins de perte de β -carotène que les autres formes de séchage [20]. Au Nigéria, les feuilles de baobab séchées à l'ombre avaient la teneur en fer la plus élevée [7]. Cette pratique est très peu utilisée par les ménages (moins de 20 %) et commerçants (environ 7,14 %) au Bénin. On peut donc atténuer les pertes des qualités organoleptique et nutritionnelle en réduisant au maximum le temps, les températures et le niveau d'humidité pendant le séchage [21]. A cet effet, le séchage à l'air chaud à 50°C a eu les effets négatifs les plus faibles sur les capacités anti-oxydantes des feuilles de *Portulaca oleracea* [18]. Mieux, les études effectuées au Cameroun sur les feuilles de *Moringa oleifera* ont révélé que le séchage à température modérée (50°C) pendant 16 heures permet la préservation de la plupart des nutriments et composés bioactifs, et constitue un moyen simple et facilement reproductible de s'assurer un approvisionnement régulier en aliments de qualité [22]. Quoique le séchage soit bien fait, si la poudre issue de la mouture n'est pas ou est mal tamisée, elle présente une texture grossière très riche en fibre insoluble parfois difficile à digérer. Le non lavage des légumes avant séchage et les conditions de séchage constituent des déterminants de l'intoxication physique, chimique ou microbienne.

4-2. Modes de préparation des LMIPs

La température et la durée élevées de cuisson constituent un moyen naturel d'atténuer la viscosité du mucilage et de retrouver un arôme caractéristique des légumes [23]. Toutefois, elles peuvent affecter la qualité nutritionnelle des légumes mucilagineux. Un temps de cuisson plus long (plus de 15 minutes) à la température de 100°C avait un impact négatif par réduction de la valeur nutritionnelle et fonctionnelle, mais un impact positif en réduisant les facteurs antinutritionnels [24]. Aussi, le traitement thermique avoisinant 100°C réduit significativement la charge microbienne dans les légumes, mais certaines formes (comme les spores) résistent. La thermo-résistance de certains micro-organismes dépend du milieu dans lequel ils se trouvent. C'est ainsi que le pH a une influence sur la résistance des spores à la chaleur : plus le milieu est acide, moins la résistance à la chaleur est élevée. Or les légumes mucilagineux en générale et les feuilles de *A. digitata*, *B. brevicuspe*, *C. pentandra* et les fleurs de *G. venusta* en particulier ont un pH neutre [11, 25]. Cette propriété physique des mucilagineux leur confère donc une résistance aux micro-organismes qui s'y trouvent. Malheureusement, il est de coutume que les légumes mucilagineux ne soient pas lavés avant séchage et sont dans une moindre mesure nettoyés par frottement entre les mains [26]. Il apparaît alors nécessaire d'évaluer la charge microbienne de ces mucilagineux afin d'apprécier leur qualité sanitaire après le processus de préparation. En ce qui concerne la pré-cuisson des légumes, il est établi que les mucilagineux n'en subissent pas généralement. Toutefois, pour des raisons de conservation des caractères organoleptiques comme la

couleur et la flaveur, certains consommateurs procèdent à la pré-cuisson des feuilles de *B. brevicuspe* et *C. pentandra* inhibant ainsi le brunissement découlant de l'oxydation des polyphénols après écrasement. Le blanchiment des légumes neutralise la polyphénol oxydase, enzyme responsable de l'oxydation des polyphénols [19]. Si la pré-cuisson permet d'améliorer la couleur et la flaveur, elle a aussi une incidence sur la valeur nutritive des légumes. Une cuisson prolongée a entraîné une perte plus importante de la plupart des nutriments, surtout si l'eau de cuisson est jetée, car la plupart des nutriments, selon lui, s'y infiltrent par lessivage [27]. Toutefois, une pré-cuisson des feuilles a entraîné une diminution significative des facteurs antinutritionnels avec une augmentation du temps de cuisson à 3mn par rapport au témoin [28]. Il est établi en milieu d'études que même avec 1 mn de pré-cuisson la couleur verte des feuilles de *B. brevicuspe* et *C. pentandra* est maintenue après traitement.

4-3. Ingrédients entrant dans la préparation des sauces à base des LMIPs

Les ingrédients utilisés pour la formulation des sauces à base des LMIPs, sont fréquemment le piment, bouillon sec et *afitin*, parfois le poisson (protéine d'origine animale) et très rarement la potasse. L'huile de palme n'est pas du tout utilisée par les mères des jeunes enfants. L'absence de l'huile de palme parmi les ingrédients utilisés s'explique selon les enquêtés par des raisons socioculturelles et le souci de conserver la couleur verte (feuilles de *A. digitata*, *B. brevicuspe* et *C. pentandra*) ou jaune d'œuf (fleurs de *G. venusta*) synonyme de la présence d'éléments nutritifs. Ceci justifie d'ailleurs la pré-cuisson des feuilles de *B. brevicuspe* et de *C. pentandra* notées dans certains ménages pour la conservation de la couleur verte de ces légumes. Par ailleurs, les mères supposent que le gras n'est pas bénéfique pour les nourrissons. Toutefois, la consommation des sauces à base de l'huile de palme contribue à la couverture de 71 à 129 % des apports journaliers recommandés en vitamine A pour les jeunes enfants au Bénin [14]. Un apport en lipide, conformément aux recommandations est adéquat pour assurer une croissance optimale du nourrisson [29]. En effet, la durée et la température élevées de cuisson engendrées parfois par la pré-cuisson et au recyclage de la sauce du lendemain auraient des effets délétères sur la teneur en β -carotène des mucilagineux d'où l'importance de l'ajout de l'huile de palme vers la fin de la cuisson. Les ménages enquêtés n'utilisent pas le *kanwu* (potasse) au cours de la préparation des légumes mucilagineux étudiés. Ceci s'explique par le fait que la texture gélatineuse recherchée par le consommateur est obtenue sans cet additif. Mais en dehors de son rôle d'attendrisseur d'aliments, le *kanwu* est aussi un moyen efficace pour réduire les niveaux des anti-nutriments (phytates, oxalates, saponines et tannins) dans les légumes à des niveaux tolérables [30]. Cependant, le niveau et le mode d'utilisation associés à son origine constituent une autre question en termes de risques toxicologiques associés [31]. L'usage régulier du piment comme ingrédient par les mères pour la formulation des sauces atteste que ce sont les mêmes plats familiaux qui sont utilisés comme compléments alimentaires. Les piments sont riches en minéraux tels que calcium, sodium, potassium et en antioxydants [32]. Mais le goût piquant qui caractérise la plupart des piments entraîne une irritation de l'intestin ce qui augmente la sensation de satiété réduisant ainsi l'apport alimentaire au niveau des nourrissons. Il serait donc intéressant que les mères des jeunes enfants utilisent les variétés non piquantes de piments. L'usage irrégulier et facultatif de poisson par les mères s'explique par son accessibilité financière difficile. Ceci pourrait donc constituer un handicap à la biodisponibilité du fer non hémérique contenu dans le LMIPs. Le fer non hémérique est très peu soluble dans l'intestin et il est facilement perturbé par d'autres éléments présents dans les aliments [33]. La présence de protéines d'origine animale (poisson, viande) ou de la vitamine C améliorent l'absorption du fer [33, 34]. *Afitin* est l'un des exhausteurs de goût le plus utilisé par les mères. Dans les familles pauvres, le *afitin* pourrait trouver sa place comme substitut de la viande ou poisson [35]. Le *afitin* à base de graines fermentées de néré est très riche en minéraux, protide et lipide [36]. Mais bien que *afitin* soit réputé comme un puissant exhausteur de goût, les consommateurs indiquent que cet additif ne peut pas remplacer le bouillon sec. Le bouillon sec est l'ingrédient le plus utilisé dans tous les groupes

socioculturels et ménages. C'est un exhausteur de goût caractérisé par son accessibilité physique et financière. Cependant, cet exhausteur de goût est un produit industriel nocif décrié par les nutritionnistes [37] et qui serait déconseillé aux consommateurs en général et aux nourrissons en particulier. Les différences observées dans les fréquences d'utilisation de chaque ingrédient entre les localités confirment que l'espace géographique et/ ou l'identité culturelle ou l'origine influence la fréquence de consommation des légumes mucilagineux [10] et par conséquent celle des ingrédients. La tendance des consommateurs à consommer des légumes négligés à haute valeur nutritive est à la hausse pendant la période de soudure et constitue un avantage, même si elle n'est pas très populaire. Seulement, les outils utilisés en milieu rural pour apprécier la qualité des recettes formulées à base de LMIPs restent toujours rudimentaires et ne permettent pas d'avoir des compléments alimentaires de qualité. Alors que le complément alimentaire doit avoir une composition proche de celle du lait maternel constitué des ingrédients du carré alimentaire tels que les aliments de base, les protéines d'origine végétale et animale, les vitamines et minéraux et la source énergétique telle que l'huile ou la graisse. En plus de ses qualités nutritionnelles, les sauces préparées doivent répondre également aux critères sanitaires. Pour cela, les incidences des modes de conservation et de cuisson sur les qualités organoleptiques, nutritionnelles et sanitaires des LMIPs doivent être élucidées grâce aux analyses physicochimiques en vue d'améliorer les procédés et formulations des recettes à base de LMIPs destinés aux jeunes enfants.

5. Conclusion

Cette étude permet de déterminer l'incidence des différents modes de séchage et de cuisson sur les propriétés organoleptiques des LMIPs. Les sauces à base de LMIPs sont préparées à partir des feuilles ou fleurs fraîches ou séchées de *A. digitata*, *B. brevicuspe*, *C. pentandra* et *G. venusta*. Le séchage au soleil, la durée et la température de cuisson élevées constituent les caractéristiques du mode de préparation des sauces. Les résultats de cette étude peuvent avoir des implications pour la formulation des compléments alimentaires, étant donné que les paramètres de qualités nutritionnelles et fonctionnelles sont susceptibles d'être conservés selon les modes de séchage et de cuisson appropriés. Il est donc important de déterminer les caractéristiques physicochimiques de ces légumes après préparation afin de déterminer l'influence des différents modes de séchage et de préparation sur leurs profils nutritionnels et fonctionnels en vue de leur amélioration.

Références

- [1] - S. KONÉ, D. SORO and E. K. KOFFI, Formulation et caractérisation physicochimique de la farine infantile composée : Attiéké déshydraté-Amande de cajou. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 25 (2) (2019) 700 - 708
- [2] - S. E. KOUTON, W. A. HOUNKPATIN, V. Y. BALLOGOU, J. H. LOKONON and M. M. SOUMANOU, Caractérisation de l'alimentation des jeunes enfants âgés de 6 à 36 mois en milieu rural et urbain du Sud - Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 110 (2017) 10831 - 10840
- [3] - INSAE, Enquête par grappes à indicateurs multiples (MICS) - rapport de résultats clés Bénin, (2015) 4 - 15 p.
- [4] - F. J. CHADARE, Y. E. MADODE, N. FANOU-FOGNY, J. O. AYOSSO, A. E. SACLA, J. E. DEKPEMADOHA, R. IDOHO, S. ADJADOGBEDJI-AVOUZOUKAN, A. P. P. KAYODE and D. J. HOUNHOUGAN, Guide de choix nutritionnel des ressources alimentaires locales (RAL) dans les zones agro-écologiques (ZAE) du Bénin. Cotonou, Bénin, (2017) 60 p.
- [5] - O. Y. ASSI, D. SIDIBE and P. KOUAKOU, Characterization of the Mucilages of Four Food Plants, *Abelmoschus esculentus*, *Beilschmiedia mannii*, *Corchorus olitorius*, and *Irvingia gabonensis*, from Côte d'Ivoire. *Biotechnology Journal International*, 19 (2) (2017a) 1 - 10

- [6] - K. V. KONAN, J. A. MAMYRBEKOVA-BEKRO, P. GUIFFREY, D. VIRIEUX, J. L. PIRAT and Y. A. BEKRO, Composition organique et activité anti-radicalaire de *Bombax brevicuspe* de Côte d'Ivoire. *Revue CAMES- Série Pharm. Méd. Trad. Afr.*, 18 (2) (2017) 21 - 27
- [7] - C. C. OGBAGA, F. A. NURUDEEN, O. O. ALONGE and O. F. NWAGBARA, Phytochemical, Elemental and Proximate Analyses of Stored, Sun-Dried and Shade-Dried Baobab (*Adansonia digitata*) Leaves. doi:10.20944/preprints201711.0148.v1
- [8] - N. M. E. SATI and F. A. M. AHMED, Botanical Overview and Chemical Composition of some *Grewia spp.* "Gudeim Plant" in Sudan. *Open Science Journal*, 3 (1) (2018) 1 - 12
- [9] - F. G. HONFO, K. HELL, N. AKISSOE, R. DOSSA and J. D. HOUNHOUIGAN, Diversity and nutritional value of foods consumed by children in two agro-ecological zones of Benin. *Afr. J. food Sci.*, 4 (4) (2010) 184 - 191
- [10] - A. DANSI, A. ADJATIN, H. ADOUKONOU-SAGBADJA, V. FALADE, H. YEDOMONHAN, D. ODOU and B. DOSSOU, Traditional leafy vegetables and their use in the Benin Republic. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(8) (2008) 1239 - 1256
- [11] - L. GANDJI, C. E. S. MITCHIKPE and J. G. DJEGO, Nutritional and Functional Properties of Four Traditional Mucilaginous Vegetables used by Rural Populations in Benin Republic. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2 (2019) 076 - 086
- [12] - A. I. ZAGGA, I. A. ABDULJABBAR, M. B. A. GARKO, B. TSOHO and S. GBANDE, Phytochemical Composition of *Adansonia digitata* L. Leaf Extracts. Proceedings of 6th NSCB Biodiversity Conference; *Uniuyo*, (2018) 300 - 304
- [13] - T. N. TUMWET, E. K. KANG'ETHE, W. KOGI-MAKAU and A. M. MWANGI, Diversity and immune boosting claims of some african indigenous leafy vegetables in western Kenya. *African journal of food, agriculture, nutrition and development*, 14 (1) (2014) 8529 - 8544
- [14] - W. AMOUSSA-HOUNKPATIN, C. MOUQUET-RIVIER, R. A. M. DOSSA, C. PICQ and S. AVALLONE, Contribution of plant-based sauces to the vitamin A intake of young children in Benin. *Food Chemistry*, 131 (2012) 948 - 955
- [15] - V. GREFFEUILLE, C. MOUQUET-RIVIER, C. ICARD-VERNIERE, S. AVALLONE, OUATTARA L, J. HOUNHOUIGAN, P. KAYODE, W. AMOUSSA and B. F. HAMA, Traditional recipes of millet, sorghum and maize-based dishes and related sauces frequently consumed by young children in Burkina Faso and Benin. ISBN number: 978-90-8585-903-3. Wageningen University Publisher, The Netherlands, (2010) 136 p.
- [16] - H. NATABIRWA, J. MUKIIBI, E. ZZIWA and J. KABIRIZI, Nutritional and physicochemical properties of stored solar-dried cowpea leafy vegetables. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, 17 (1) (2016) 1 - 10
- [17] - H. MAKHLOUF, Propriétés physico-chimiques et rhéologiques de la farine et de l'amidon de taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) variété Sosso du Tchad en fonction de la maturité et du mode de séchage. Thèse de doctorat de l'université de Lorraine, (2012) 245 p.
- [18] - K. M. YOUSSEF and S. M. MOKHTAR, Effect of Drying Methods on the Antioxidant Capacity, Color and Phytochemicals of *Portulaca oleracea* L. Leaves. *J. Nutr. Food Sci.*, 4 (2014) 322
- [19] - R. P. F. GUINE, The Drying of Foods and Its Effect on the Physical-Chemical, Sensorial and Nutritional Properties. *International Journal of Food Engineering*, Vol. 4, N° 2 (2018)
- [20] - K. TRAORE, C. PARKOUDA, A. SAVADOGO, F. BA/HAMA, R. KAMGA and Y. TRAORE, Effect of processing methods on the nutritional content of three traditional vegetables leaves : Amaranth, black nightshade and jute mallow. *Food Sci Nutr.*, 5 (2017) 1139 - 1144
- [21] - R. P. F. GUINE, Food Drying and Dehydration : Technology and Effect on Food Properties, Germany : LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co, (2015)
- [22] - R. Y. YANG, L. C. CHANG, J. C. HSU, B. B. C. WENG, M. C. PALADA, M. L. CHADHA and V. LEVASSEUR, Nutritional and functional properties of moringa leaves—from germplasm to plant, to food, to health. In *Moringa Leaves : Strategies, Standards and Markets for a better impact on nutrition in Africa*. Moringanews, Moringa and Plant Resources Network : Paris, (2007) 9 p.

- [23] - B. ZAHRA'U, A. S. MOHAMMED, H. M. GHAZALI and R. KARIM, Baobab Tree (*Adansonia digitata* L) Parts: Nutrition, Applications in Food and Uses in Ethno-medicine - A Review. *Ann. Nutr. Disord. & Ther.*, 1 (3) (2014) 1011
- [24] - P. D. OULAI, L. T. ZOUE, M. E. BEDIKOU, R. MEGNANOU and S. L. NIAMKE, Impact of cooking on nutritive and antioxidant characteristics of leafy vegetables consumed in northern Côte d'Ivoire. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4 (3) (2014) 576 - 585
- [25] - C. TCHIEGANG and A. KITIKIL, Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicicultura*, 22 (1) (2004) 11 - 18
- [26] - C. N. A. SOSSA-VIHOTOGBE, N. H. AKISSOE, B. V. ANIHOUVI, B. C. AHOHUENDO, A. AHANCHEDE, A. SANNI and J. D. HOUNHOUIGAN, Endogenous knowledge on four leafy vegetables used by rural populations in Benin. *Ec. Food Nutr*, 51 (2012) 1 - 18
- [27] - O. M. FUNKE, Evaluation of nutrient contents of amaranth leaves prepared using different cooking methods. *Food Sci. Nutr.*, 2 (2011) 249 - 252
- [28] - K. PATEL, B. NEEHARIKA, S. W. JESSIE, K. B. ANILA, P. B. NEERAJA, L. V. Vijaya and M. K. UMA, Effect of blanching on anti-nutritional factors of bathua leaves. *The Pharma Innovation Journal*, 7 (4) (2018) 214 - 216
- [29] - EFSA, Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 8 (2010) 1 - 107. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/doc/1461.pdf> (consulté le 24 Mars 2020)
- [30] - A. R. EJOH, N. R. V. DJUIKWO and C. M. MBOFUNG, Mineral profile and the effect of processing of some leafy vegetables indigenous to Cameroon. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.*, 17 (3) (2017) 12362 - 12376
- [31] - F. K. NGOUALEM, R. M. NGUIMBOU and R. NDJOUENKEU, Variability and Functionalities of Salts Used in Traditional African Food Preparations. *Journal of Scientific Research & Reports*, 24 (3) (2019) 1 - 14
- [32] - S. N. LITORIYA, K. GANDHI and J. G. TALATI, Nutritional Composition of Different Chilli (*Capsicum annum* L.) Varieties. *Indian J Agric Biochem*, 27 (1) (2014) 91 - 92
- [33] - R. HURRELL and I. EGLI, Iron bioavailability and dietary reference values. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91 (5) (2010) 1461S - 1467S
- [34] - B. TEUCHER, M. OLIVARES and H. CORI, Enhancers of iron absorption: ascorbic acid and other organic acids. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research*, 74 (6) (2004) 403 - 419
- [35] - R. SOARE, M. DINU, C. BABEANU, M. POPESCU and A. POPESCU, Nutritional value and antioxidant activities in fruit of some cultivars of pepper (*Capsicum annum* L.). *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 23 (4) (2017) 217 - 222
- [36] - C. FATOUMATA, S. SORONIKPOHO, T. SOULEYMANE, B. KOUAKOU and D. K. MARCELLIN, Caractéristiques biochimiques et microbiologiques de moutardes africaines produites à base de graines fermentées de *Parkia biglobosa* et de *Glycine max*, vendues en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (2) (2016) 506 - 518
- [37] - A. KA, « Manger en milieu rural sénégalais », *Revue d'ethnoécologie* [En ligne], 16 (2019), consulté le 28 Mars 2020 URL : <http://journals.openedition.org/ethnoecologie/5502>