



African Food Tradition rEvisited by Research
FP7 n°245025

Start date of project: **01/09/2010**

Duration: **45 months**

Deliverable number: D3.2.1.2

Title of deliverable: simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

Deliverable type (Report, Prototype, Demonstration, Other): Report

Dissemination level (PU, PP, RE, CO)*: PU

Contractual date of delivery: April 2014

Actual date of delivery: December 2014

Work-package contributing to the deliverable: WP3

Organisation name of lead contractor for this deliverable: CIRAD

Authors: Nicolas AYEISSOU (ESP-UCAD), Thierry GOLI (CIRAD), Mathilde BOUCHER (CIRAD)

This document has been sent to:

The coordinator by WP Leader	Date: July 2014
To the Commission by the Coordinator	Date: August 2014

* PU: Public; PP: Restricted to other programme participants (including the Commission Services); RE: Restricted to a group specified by the consortium (including the Commission Services); CO: Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)

Table des matières

RESUME.....	2
INTRODUCTION.....	2
METHODOLOGIE.....	4
RESULTATS	4
CONCLUSION	8

RESUME

Le fumage du poisson *Arius heudelotii* ou kong est réalisé à petite échelle selon une technique traditionnelle de fumage à chaud. Cette technique ne garantit pas une qualité suffisante. Ainsi la qualité microbiologique est souvent médiocre et les taux d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) non conformes à la norme (CE) 835/2012. A la suite du diagnostic des étapes du fumage, une réorganisation du diagramme traditionnel de production est proposée pour une amélioration de la qualité du kong fumé, pour ce qui est de la réduction des résidus HAP.. Pour se faire, la séparation des opérations unitaires de séchage et de fumage proprement dit, combinée à l'utilisation de combustibles propres a été introduite et testée. Ces améliorations sont validées à la suite de contrôles chimiques des produits obtenus. Néanmoins l'exécution et l'appropriation de cette réorganisation du fumage doit s'accompagner du respect des bonnes pratiques d'hygiène sur les sites de transformation.

Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

INTRODUCTION

Le diagnostic de la filière de poisson fumé *Arius heudelotii* a conduit à la constatation d'une qualité biochimique et microbiologique médiocre mais nettement améliorable, avec notamment une flore microbienne élevée et un risque d'apparition de germes pathogènes au cours de la distribution ainsi qu'un taux d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dépassant les normes de sécurité sanitaire en la matière. Ces travaux confinés dans les rapports précédents ont suscité l'étude de l'impact des opérations unitaires sur les modifications chimiques et microbiologiques. Cette dernière permet l'identification des points critiques lors des procédés de fabrication pour ainsi proposer de nouvelles méthodes de fumage qui tiennent compte du niveau d'activités, des connaissances traditionnelles, des règles d'hygiène et du respect de l'environnement local.

Le présent rapport entre dans le cadre de la sous-tâche 3.2.1 intitulé « réorganisation des diagrammes de production ». Il décline un diagramme amélioré proche du diagramme traditionnel (figure 1) du poisson fumé dans les conditions opératoires optimales. Il met l'accent essentiellement sur la nature des combustibles pouvant garantir une meilleure qualité totale du produit fini, et sur le raccourcissement de la phase de fumage. Cette dernière est réalisée au moyen de bourre de coco ou de sciure de bois.

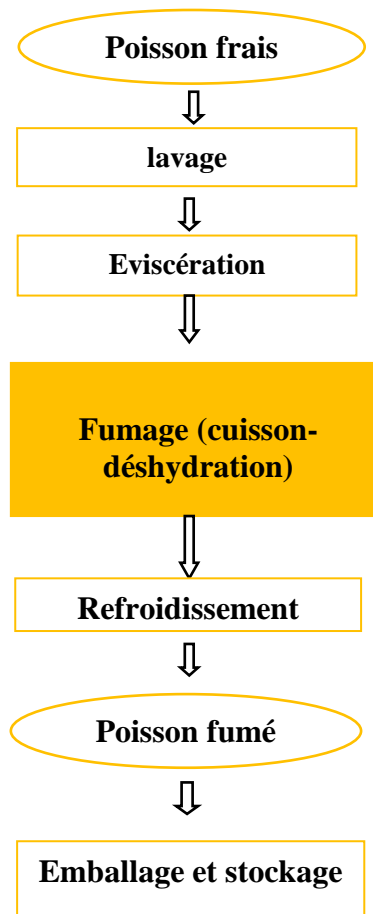


Figure 1 : rappel diagramme de fabrication traditionnel

Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

METHODOLOGIE

Le fumage du “kong” permet d’obtenir deux types de produits finis: le kong fumé humide et le kong fumé sec. Cependant la caractérisation des process sur plusieurs sites permet de mettre l’accent sur des points communs des deux types de process pouvant servir de leviers à une amélioration. La méthodologie utilisée est celle présentée dans le delivvable D3.2.1.1 « SOPs 3.2.1.1 strategy for re-organisation of the manufacture diagrams ». Elle se déroule chronologiquement en trois (4) étapes que sont :

- ✓ Étape 1 : Identification et hiérarchisation des points à améliorer suite à l’analyse de la qualité des produits finis. Pour cette étape, les résultats des delivrables D.1.2.2.2, D.1.2.4.2 et D.1.2.5.2 sont exploités pour renseigner les tableaux des «points critiques/produits » et celui de «quantification et hiérarchisation ».
- ✓ Étape 2 : Identification et hiérarchisation des points à améliorer en matière de durabilité suite à l’analyse des sites de transformation. Cette étape se traduit par les résultats du tableau des « causes et actions correctives ».
- ✓ Étape 3 : Proposition d’un plan de réingénierie (incluant les notions de faisabilité et de durabilité). A l’issue d’une analyse critique des propositions pour une ou de nouvelles voies de fumage dans le respect des connaissances locales sont faites. Ensuite, pour cette étape, les résultats des déivrables D.3.1.1.1, D.3.1.1.2 et D.3.1.1.3 sont exploités pour renseigner le tableau de «faisabilité et de durabilité des actions».
- ✓ Étape 4 : validation des propositions par des essais suivis d’analyses chimiques et microbiologiques

RESULTATS

Les déivrables D.1.2.2.2, D.1.2.4.2 et D.1.2.5.2 renseignent sur la qualité totale du kong fumé au Sénégal. Ainsi, les caractéristiques de ce dernier présentées dans le tableau 1 sont une forte contamination microbienne, (avec la présence de germes pathogènes susceptibles de se développer), une teneur en eau pouvant varier selon le type de produit fini mais affichant des valeurs d’aw très proches et > 0,8, ainsi qu’une charge en HAP totaux supérieure à 12ppb et en benzo (a) pyrène supérieure dans 50% des cas à 2ppb.

Tableau I : Principales caractéristiques du kong fumé (humide et sec)

Paramètres	Valeurs moyennes
Humidité (%)	15- 57,31
Aw	> 0,8
ABVT (mg NH ₃ /100g)	19,2 – 28,4
HAPs totaux (ppb)	32 - 128
Benzo (a)pyrène (ppb)	3,26 - 13,72
Flore mésophile aérobie totale (ufc/g)	2,2.10 ⁴ - 3.10 ⁸

Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

La qualité microbiologique et biochimique du poisson fumé dépend des paramètres du procédé de fabrication et apparaissent ici comme étroitement liées aux différentes opérations unitaires appliquées au produit ; en particulier aux opérations de fumage en termes de nature des combustibles et de la durée du fumage. En plus de ces résultats, ceux obtenus lors des enquêtes, des diagnostics et de l'étude des diagrammes permettent d'établir un recueil des points à améliorer en les classant en deux catégories (Tableau II).

Tableau II : Les différents points critiques

Points critiques en matière de :	
<p>Qualité sanitaire : impact négatif sur la santé humaine lié à des risques microbiologiques, biochimiques ou nutritionnels</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flore microbienne importante dans le produit fini - Teneur en eau élevée favorisant la prolifération microbienne - Forte concentration en HAP 	<ul style="list-style-type: none"> - Opération d'éviscération - Durée de l'égouttage - Durée du fumage
<p>Qualité marchande/commerciale: impact négatif pour la commercialisation du produit à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teneur en eau élevée limitant la durée de conservation - Température de stockage et de vente favorisant la dégradation protéinique - Absence d'emballage exposant le produit aux vecteurs de pathogènes 	<ul style="list-style-type: none"> - Durée du fumage - conditionnement du produit fini et température de stockage - condition de vente dans les marchés

L'étude d'impact technologique montre que quel que soit le procédé traditionnel appliqué (Poisson fumé humide ou sec), on retrouve une forte concentration en HAPs dans les produits finis ainsi qu'une forte teneur en amines biogènes. La qualité microbiologique du produit est satisfaisante lorsque le fumage est maîtrisé. Cependant, l'activité en eau du Poisson fumé reste élevée ($a_w \approx 0,9$).

Trois opérations unitaires ont été identifiées en tant que points critiques: les étapes d'éviscération, d'égouttage et le fumage (la durée et la température). Leur maîtrise est en lien avec l'évolution des paramètres microbiologiques, de l'humidité du produit, ainsi que sa teneur en amines biogènes et en HAPs. Cependant une évaluation qualitative (gravité notamment sur la santé du personnel/des consommateurs potentiels) et quantitative (fréquence d'apparition) des différents risques cités précédemment est nécessaire pour chiffrer le degré de criticité et donc de nécessité d'une action de réingénierie (tableau III).

Tableau III : Evaluation des points critiques

Points à améliorer	Risque de non-conformité sanitaire et/ou commerciale (Note de 1 à 3)*	Fréquence d'apparition (Note de 1 à 3)*	Criticité Note globale : Risque x fréquence
Flore microbienne	2	3	6
Teneur en eau	2	2	4
Teneur en HAP	2	3	6
Emballage	3	3	9
Présentation à l'étalage	3	3	9

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.2.1.2

Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

* 1 faible / 2- moyenne /3- forte

Les résultats montrent que tous les points identifiés présentent un degré de criticité élevé et doivent être pris en compte dans le cadre de la réingénierie. Les dispositions post productions participent ainsi énormément à garantir une qualité de produit pour le consommateur.

En dehors de la qualité intrinsèque du produit, les aspects de durabilité ou ‘développement durable’ (développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs) sont pris en compte. Ces différents aspects sont liés aux risques de nuisance environnementale :

- La nature et la quantité des combustibles utilisés.
- La pénibilité du travail
- La ressource halieutique proprement dite

En reprenant chaque étape du diagramme de fabrication, le tableau IV suivant vise à mettre en évidence les points qui seraient à améliorer en matière de durabilité :

Tableau IV: Evaluation des points critiques au regard d'un développement durable (en dehors de la qualité produit)

Étapes du process	Surconsommation-Gaspillage d'une ou plusieurs utilités en intrants ou en extrants (si oui préciser*)	La tâche est-elle jugée pénible par les opérateurs ?	Autre(s) source(s) de nuisance(s)
Lavage et tri		non	
Eviscération	Viscères	non	
Lavage et égouttage		non	
Fumage	Surconsommation de combustibles	oui	Génération de fumée
Autres critères	Matière première	-	Accroissement de l'effort de pêche

* Utilités : Électricité, Eau, Gasoil, Gaz, Bois, Matière première, Autres ingrédients...

L'analyse « terrain » des sites de transformation, de la qualité des produits et de l'étude d'impact des opérations unitaires sur le produit fini permet d'élaborer les propositions d'un plan de réingénierie en liaison avec l'aspect réglementaire. Les notes globales allant de « 6 » à « 9 » (cf. tableau III) seront retenues pour réfléchir sur une démarche de réingénierie ou d'implantation d'une nouvelle opération unitaire. Seront également prises en compte que les points d'action à engager en lien avec la notion de durabilité (concept qui vise à préserver le capital économique, social et naturel de manière à répondre aux besoins du présent, sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs).

Le tableau suivant basé sur le diagramme de cause à effet ou diagramme d'Ishikawa ou encore méthode des 5M, permet d'identifier les causes possibles d'un problème ou un défaut (effet). Les actions correctives appropriées constituent ainsi les actions éventuelles de réingénierie ou les nouvelles opérations unitaires à intégrer (tableau V).

Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

Tableau V: Désignation des causes et actions correctives

"Danger identifié et/ou problème de durabilité	Opération unitaire concernée	Cause possible ¹	Actions correctives proposées (réingénierie/implantation d'une Opération Unitaire)	Note de Faisabilité ²
Microbiologique	Eviscération	Matière première	Trempage dans des extraits végétaux aqueux à action bactériostatique	1
Microbiologique	Conditionnement et stockage»	Milieu du produit fini	Emballage primaire et stockage en congélation, amélioration des conditions de vente locale	1
Physique (teneur en eau)	Fumage	Méthode	exécution d'une phase de déshydratation sans génération de fumée	1
Chimique (HAP)	Fumage	Méthode	Diminution de la durée du fumage	1
Combustible	Fumage	Matériel	Charbon, gaz, sciures et bourres de coco	1
Matière première	Produit fini	Management	Modélisation pour une gestion préventive	3

¹Les domaines standards de causes possibles sont désignés ci-dessous :

- **Matières** : matières premières, ingrédients, stockage, qualité
- **Matériel** : machines, outils, équipements, capacité, âge, nombre, maintenance, qualité
- **Main d'œuvre** : formation/compétence, absentéisme, motivation, hygiène du personnel, pénibilité des tâches, ergonomie...
- **Milieu** : environnement physique, utilités (eau, énergie), éclairage, bruit, aménagement, température, climat,
- **Méthodes** : instructions, manuels, procédures, modes opératoires
- **Mesures** : contrôles
- **Management** : organisation
- **Produit fini** : élément sortant

²Faisabilité :

1- dans le cas d'actions correctives très faciles à mettre en œuvre

2-dans le cas d'actions correctives nécessitant un minimum d'investissement humain et matériel

3- dans le cas d'actions correctives nécessitant beaucoup de temps et de moyens, difficiles à mettre en œuvre rapidement

A l'issue de ces résultats, les propositions faites sous forme d'actions correctives visent à

- ✓ Améliorer la qualité microbiologique du produit fini. Il est proposé un lavage à l'eau javellisée après l'éviscération et un trempage dans une saumure à 5% pendant 30 minutes. Ce traitement constituerait une étape nouvelle par rapport au procédé traditionnel, aussi, il sera abordé et testé dans le cadre du D3224&334.
- ✓ Réduire la charge en hydrocarbures polycycliques du produit fini en séparant la phase de cuisson/déshydratation de celle de fumage proprement-dit et en raccourcissant la durée totale du fumage. Les combustibles préconisés sont le charbon ou le gaz suivi de

Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

la sciure de bois ou des bourres de coco. Le test de cette modification fait l'objet du présent délivrable.

En se basant sur les conclusions de l'étude des procédés traditionnels (D3.1.2.2), le diagramme de production a pu être repris et chaque étape optimisée, tel que :

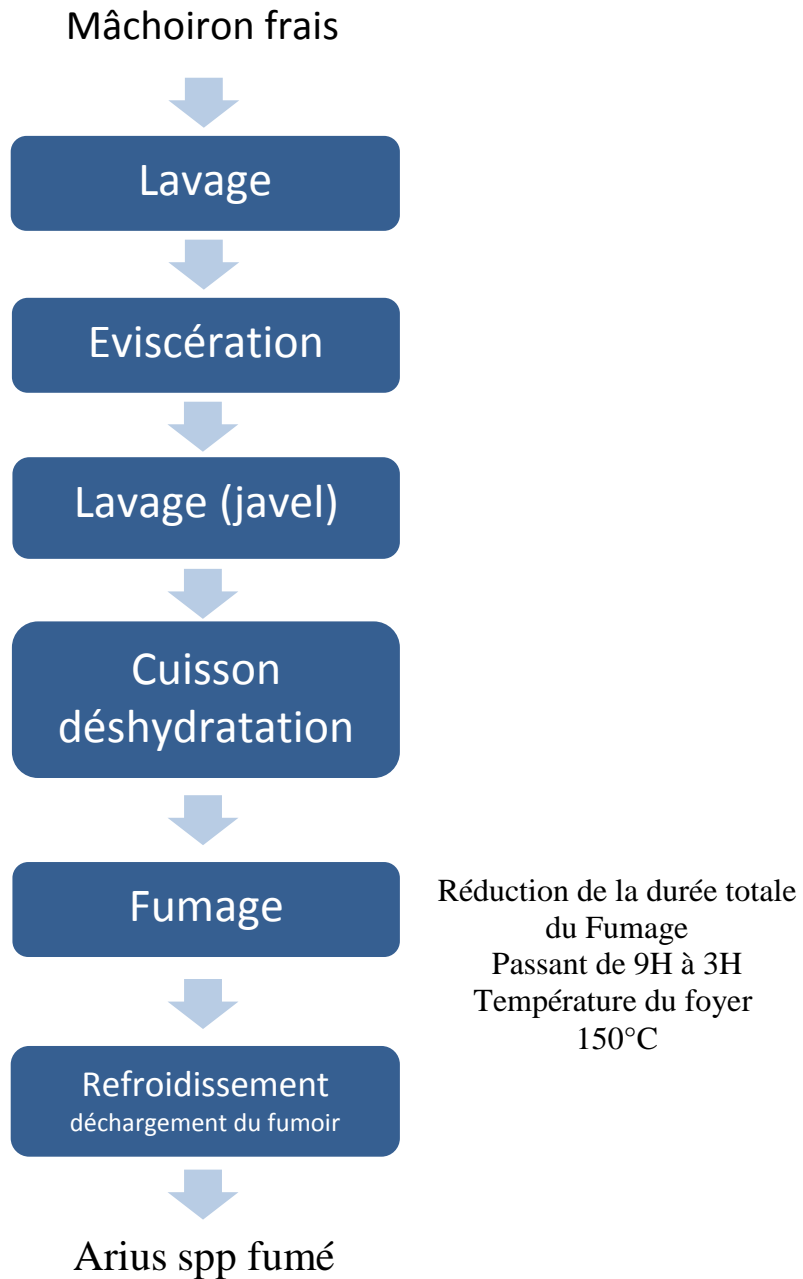


Figure 2 : Diagramme amélioré du fumage traditionnel

L'essentiel des résultats chimiques enregistrés à la suite des essais pour en valider la pertinence sont les suivants (tableau VI).

Tableau VI : Résultats chimiques après amélioration du procédé traditionnel

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.2.1.2
Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

Combustibles	Phénols (mg/100g MS)	HAPs totaux (ppb MS)	Benzo(a)pyren (ppb MS)
Charbon /Sciure	1,03	4,8 - 3,8	0,8 – 0,6
Charbon /Coco	2,42	1,9 - 2,6	0,2– 0,5
Gaz /Sciure	1,46	2,8 - 4,8	1,0 - 0,8
Gaz /Coco	1,22	2,6 - 3,0	0,6- 0,6

Les teneurs en phénols qui indiquent que le degré de dépôt de fumée sont faibles dans tous les échantillons du fait de la réduction de la durée de fumage. Ces données sont proportionnelles à la charge en hydrocarbures polycycliques aromatiques totaux et en benzo (a)pyrènes. Ces dernières sont inférieures aux valeurs de références qui sont respectivement de 12 et 2 ppb (règlements de l’(UE) N °835/2011). Ainsi, pour une durée totale de fumage de 3 heures (2h de séchage + 1h de fumage), l’objectif de diminution des composés HAP dans le poisson fumé est donc atteint.

La séparation des phases du fumage a l’avantage de présenter un fort degré de faisabilité, ne nécessitant pas d’investissement supplémentaire en équipement lourd de la part des opérateurs. Par ailleurs, elle permet :

1. Une meilleure gestion de la fumée. Lors de la phase de cuisson/déshydratation les combustibles utilisés ne génèrent guère des HAP. En effet, si le gaz butane ne génère aucun HAP, le charbon quant à lui est issu d’un processus de combustion incomplète du bois au cours duquel 60% des composés chimiques sont éliminés (Nakajima *et al.*, 2007 ; Barbosa *et al.*, 2006; McGrath *et al.*, 2001). Ces résultats confirment aussi les travaux de Goli (2006), de Maherzi (2009) et Rivier *et al.*,(2010) sur l’usage du charbon.
2. Une meilleure gestion de la température à l’attaque du produit car la sur-combustion des graisses pendant le fumage serait un facteur aggravant la charge en HAP (Viegas *et al.*, 2012), au même titre que l’utilisation de combustibles tels le bois frais (Chomanee *et al.*, 2009 ; Goli, 2006).

Une comparaison des résultats en fonction de la nature des combustibles pendant la phase de fumage permet de déduire d’une façon globale que le fumage avec les bourres de coco génèrent moins de HAP que la sciure de bois. Des travaux menés par Viegas *et al.* (2012) confirment aussi la faible production de HAP par les bourres de coco, comparativement à d’autres combustibles.

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.2.1.2
Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

CONCLUSION

Les actions correctives proposées pour améliorer le procédé traditionnel de fumage du kong sous l'angle de la réduction des résidus de HAP, bien que simples se sont avérées efficaces. Elles ont consisté à séparer les phases de séchage/cuisson et de fumage. La première s'est effectuée au moyen de charbon de bois ou de gaz, non générateurs de HAP ; la seconde au moyen de sciure de bois à température modérée, et en réduisant la durée au juste nécessaire.. Les mesures de teneur en eau, en HAP et en phénols ont permis de valider ce nouveau diagramme de cuisson, séchage et fumage. Pour garantir une meilleure qualité microbiologique du produit, il est nécessaire de rajouter des étapes de rinçage à la javel, de salage, de séchage complémentaires, qui seront testés dans des études complémentaires (cf. D3224&334) Par ailleurs,, dans la perspective de garantir une meilleure sécurité des consommateurs, il demeure important aussi d'améliorer les conditions de distribution (manutention, emballage et température de conservation).

BIBLIOGRAPHIE

- BARBOSA J. M., RÉ-POPPI N. and M. SANTIAGO-SILVA, 2006. Polycyclic aromatic hydrocarbons from wood pyrolysis in charcoal production furnaces. *Environmental Research*, 101 (3), 304–311.
- CHOMANEE J., TEKASAKUL S., TEKASAKUL P., FURUUCHI M., Y. OTANI, 2009. Effects of moisture content and burning period on concentration of smoke particles and particle-bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from rubber- wood combustion. *Aerosol and Air Quality Research*, 9: 404-411.
- GOLI T., 2006. Contrôle de la teneur en HAP dans les poissons fumés en côte d'ivoire, rapport d'expertise, Abidjan, 20p.
- GUEYE A., 2011. Qualité microbiologique et caractérisation biochimique du poisson *Arius heudelotti* fumé au Sénégal. Mémoire d'ingénieur, Univ. De Dakar, 129p.
- MAHERZI, M. L. 2009. Etude et amélioration de la fabrication traditionnelle de poisson fumé au Sénégal. Mémoire d'ingénieur, Montpellier Sup. agro. 77p.
- MCGRATH T., SHARMA R., HAJALIGOL M., 2001. An experimental investigation into the formation of polycyclic-aromatic hydrocarbons (PAH) from pyrolysis of biomass materials. *Fuel* 80:1787–1797.
- NAKAJIMA D., NAGAME S., KURAMOCHI H., SUGITA K., KAGEYAMA S., SHIOZAKI T., TAKEMURA T., SHIRAISHI F., and S. GOTO, 2007. Polycyclic Aromatic

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.2.1.2

Simplified manufacture diagram to conduct a traditional Kong process in respect with Africa knowhow

Hydrocarbon Generation Behavior in the Process of Carbonization of Wood. Bull Environ Contam. Toxicol. 79: 221–225.

RIVIER M. KEBE F., SAMBOU V., AYEISSOU N., AZOUMA Y. et T. GOLI., 2010. Fumage de poissons en Afrique de l'ouest pour les marchés locaux et d'exportation. Rapport Final d'activités du GP3A. 59p.

VIEGAS O., NOVO P., PINTO E., PINHO O. and I.M.P.L.V.O. FERREIRA, 2012. Effect of charcoal types and grilling conditions on formation of heterocyclic aromatic amines (HAs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in grilled muscle foods. Food and Chemical Toxicology, 50 (6), 2128–2134.

ZURANDA I., SUKARNO and BUDIJANTO S., 2011. Antibacterial activity of coconut shell liquid smoke (CS-LS) and its application on fish ball preservation. International Food Research Journal, 18: 405-410.