



Inventaire et analyse des pratiques endogènes de conservation du *wagashi*, un fromage traditionnel produit au Bénin

Philippe SESSOU^{1,3}, Souaïbou FAROUGOU^{1*}, Paulin AZOKPOTA²,
Issaka YOUSAO¹, Boniface YEHOUENOU³, Serge AHOUNOU¹ et
Dominique CODJO KOKO SOHOUNHLOUE³

¹Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Unité de Recherche en Biotechnologie de la Production et Santé Animales, Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin.

²Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie Alimentaire, Département de Nutrition et Sciences Alimentaires 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

³Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin.

*Auteur correspondant, E-mail: farougou@gmail.com, souaibou.farougou@uac.bj

RESUME

L'objectif de cette étude est d'inventorier et d'analyser les méthodes traditionnelles de conservation du *wagashi* en usage au Bénin. Les informations ont été collectées par entretiens individuels chez 318 productrices, 164 revendeuses et 464 consommateurs de *wagashi* choisis au hasard dans six zones agro-écologiques. Le test de Z a été utilisé pour comparer les pourcentages deux à deux et le test de t pour la comparaison des moyennes deux à deux. Le séchage solaire et la conservation au lactosérum utilisés respectivement par 62,26% et 21,07% des productrices, la cuisson journalière à 80-100 °C pratiquée par 86,58% des revendeuses et le fumage traditionnel du *wagashi* pratiqué par 28,8% des consommateurs constituent des pratiques paysannes dominantes de conservation du *wagashi* d'une durée inférieure à 12 jours hormis le fumage. Les mauvaises conditions de transport et de vente du *wagashi* constituent des facteurs limitant la bonne conservation du *wagashi*. La cuisson du *wagashi* en altération avec ou sans les feuilles de *Vitellaria paradoxa*, *Pennisetum polystachion* et *Piliostigma thonningii* par les acteurs pour sa désodorisation et décontamination microbienne n'y exclut pas la présence des dangers. Ainsi, l'hypothèse d'une contamination du *wagashi* vendu au Bénin par des pathogènes associée à sa faible valeur nutritionnelle pourrait être envisagée.

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Peuhl, Lait, lactosérum, *wagashi*, pathogènes, décontamination microbienne.

INTRODUCTION

L'économie des pays africains au Sud du Sahara dont le Bénin, est essentiellement basée sur l'agriculture et l'élevage qui y tiennent une place de choix (Diao et al., 2006). Parmi les produits d'élevage, le lait de

vache a une grande importance socio-économique. En effet, au Bénin, le lait contribue à plus de 50% aux revenus annuels des ménages peulh (Dossou et al., 2006). Du fait de sa forte teneur en eau et en éléments nutritifs, le lait subit une dégradation rapide

sous l'effet des microorganismes dont les conditions de développement sont optimales dans les pays comme le nôtre.

En l'absence d'une chaîne de froid, cette situation impose aux acteurs de la filière «lait» le développement des techniques de conservation ou de transformation plus ou moins adaptées au contexte socio-économique et environnemental (Kèkè et al., 2009).

Au Bénin, le lait est aussi transformé en divers produits dérivés tels que le yaourt, le lait caillé et surtout le *wagashi*, un fromage issu d'un procédé artisanal maîtrisé par le groupe ethnique Peuhl. Le *wagashi* est le produit dérivé le plus répandu et le plus consommé (Aissi et al., 2009). Ce fromage constitue une importante source de protéines animales, notamment pour les populations à faibles revenus et pourrait valablement contribuer à la résolution des problèmes liés au déficit protéique dans les régimes alimentaires de ces populations (Kèkè et al., 2008). Malheureusement, le *wagashi* est un milieu privilégié de développement de microorganismes, susceptibles d'altérer ses qualités marchande et sanitaire.

Plusieurs travaux de recherche se sont intéressés à sa technologie de production, à sa qualité microbiologique et à sa conservation par les additifs chimiques et traitements thermiques ainsi que par des souches fermentaires. En effet, Aworth et al. (1985) et Kees et al. (1996) ont mené leurs travaux de recherche sur la technologie de production du *wagashi*, sa stabilisation par traitement thermique et additifs chimiques tels que l'acide propionique et les sorbates. Kora (2005) a aussi travaillé à l'amélioration de la technologie de production du *wagashi*; de même que Kèkè et al. (2008) qui ont inoculé des souches de *Lactobacillus plantarum* en vue de la conservation dudit produit. Dossou et al. (2006) ont confectionné un guide de bonnes pratiques de production et de transformation du lait en *wagashi*.

Aissi et al. (2009) ont évalué la qualité microbiologique du *wagashi*. Les techniques de conservation du *wagashi*, expérimentées *in vitro* et en milieu contrôlé qui se résument à l'utilisation des souches telles que *Lactobacillus plantarum* pour l'une et des conservateurs chimiques tels que les sorbates et l'acide propionique et nitrate de sodium pour les autres, ne sont malheureusement pas transférables aux productrices et transformatrices compte tenu de leurs conditions de vie (insuffisance d'hygiène dans le cadre de la production, niveau d'instruction très bas, etc...). La technique de conservation du *wagashi* par des souches microbiennes acidophiles a un effet négatif sur la qualité organoleptique du produit.

Les pratiques empiriques de conservation du *wagashi*, utilisées en milieu paysan, perdurent dans le temps et permettraient de préserver la qualité organoleptique du produit pour une durée limitée. L'inventaire exhaustif de toutes ces techniques qui restent jusque là à notre connaissance non disponibles, ainsi que leurs limites et les méthodes paysannes de décontamination microbienne et de désodorisation de cet aliment, s'avèrent indispensables afin de les apprécier en relation avec la qualité du *wagashi*. Cette investigation permettra de proposer aux acteurs de la filière, des pratiques efficaces de conservation du *wagashi* adaptées au contexte socio-économique et préservant ses caractéristiques organoleptique, nutritionnelle et sanitaire. Le présent travail vise principalement à valoriser le *wagashi*. De façon spécifique, l'étude consiste d'abord à inventorier les pratiques traditionnelles de conservation du *wagashi* au Bénin et ensuite à les analyser dans la perspective de l'amélioration de la qualité du produit.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée au Bénin de Mai à Septembre 2011 dans 8 communes réparties dans six zones agro-écologiques du Bénin (Tableau 1 et Figure 1).

Choix des zones d'enquête

Le choix de ces zones se justifie par le fait que les communes de Pehunco, Gogounou, Kandi, Djougou et Savè sont reconnues comme de grandes zones d'élevage bovin et de forte production de lait et de *wagashi*. En effet, les tailles en cheptel bovin en 2011 dans ces communes sont respectivement de 3,18%, 6,47%, 7,38%, 2,16% et 0,92% (FAO, 2012). Aussi, les communes de Pehunco et de Gogounou disposent-elles respectivement d'une fromagerie moderne et d'une mini-laiterie qui permettent la transformation du lait et dérivés notamment le *wagashi* (Chopra et Ouauouich, 2009). La commune de Savè, située dans la zone cotonnière du centre Bénin, est reconnue particulièrement comme une zone de production de *wagashi* de petites pièces. Les municipalités de Parakou, de Cotonou et d'Abomey-Calavi sont des villes cosmopolites et constituent des pôles particuliers de consommation de *wagashi* (Dossou et al., 2006).

Echantillonnage des enquêtés

Il a été réalisé dans un premier temps un échantillonnage avec comme critère de sélection, toute personne produisant, vendant ou consommant du *wagashi* compte tenu de la non existence d'une base de données sur les différents acteurs ciblés. Pendant la phase d'enquête proprement dite, les enquêtés ont été choisis de façon aléatoire suivant les critères d'accessibilité et leur disponibilité à fournir les informations. Au total, 318 productrices réparties dans 37 campements, 164 revendeuses dans 15 marchés et ruelles (pour les revendeuses ambulantes), 464

consommateurs de *wagashi* dans le milieu d'étude ont été interviewés.

Méthodes de collecte des données

La méthodologie adoptée dans le cadre de l'étude est celle de l'enquête par entretien avec l'enquêté. Les informations contenues dans le guide d'entretien étaient : les méthodes traditionnelles de conservation et de décontamination microbienne du *wagashi* ainsi que les limites de ces méthodes, la durée de conservation du *wagashi* selon la méthode traditionnelle utilisée, la provenance du coagulant utilisé, la qualité de l'eau de production et/ou de conservation, les attributs d'un *wagashi* mal conservé, les méthodes de transport du *wagashi* par les revendeuses et consommateurs, les pratiques de conservation du *wagashi* lors de la vente et l'acceptabilité d'une méthode améliorée de conservation. Les entretiens ont été réalisés conformément au guide d'entretien élaboré à cet effet.

Analyse statistique des données

Les données collectées ont été dépouillées et enregistrées dans une base de données conçue sur le logiciel Excel et analysées avec le logiciel SAS (1996). Les pourcentages des méthodes de conservation ont été calculés par acteur de la filière (productrice, revendeuse et consommateur) et par zone. Les comparaisons entre ces différents pourcentages ont été faites deux à deux par le test bilatéral de Z. Les durées de conservation ont été calculées par catégorie de la filière (productrice, revendeuse, consommateur). La significativité des méthodes de conservation a été déterminée par le test de F à la suite d'une analyse de variance. Les moyennes de la durée de conservation ont été calculées par méthode de conservation pour chaque catégorie de la filière et comparées deux à deux par le test t de student.

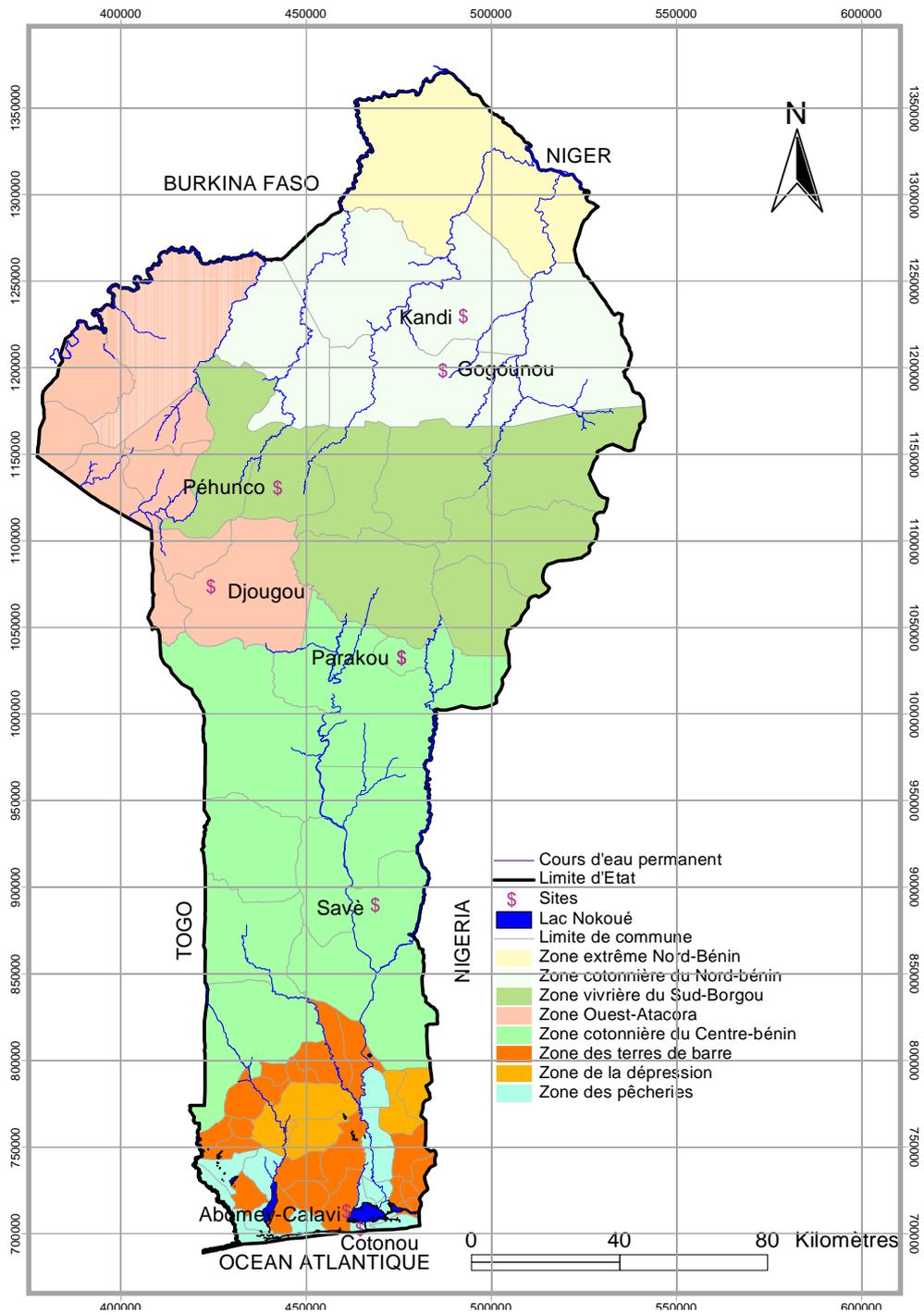


Figure 1 : Carte présentant les zones agro-écologiques du Bénin et les sites d'enquête.

Tableau 1 : Répartition géographique des sites d'enquête.

Zones agro-écologiques	Départements	Communes	Latitude de la commune	Longitude de la commune
Zone A	Atacora	Pehunco	10°13'42.00''N	2°00'7.00''E
Zone B	Donga	Djougou	9°42'0.00''N	2°18'57.00''E
Zone C	Alibori	Gogounou	10°47'20.36''N	2°37'8.14''E
		Kandi	11°07'43.36''N	2°56'13.00''E
Zone D	Borgou	Parakou	9°21'00.00''N	2°37'0.00''E
	Collines	Savè	8°01'48.00''N	2°29'24.00''E
Zone E	Atlantique	Abomey-Calavi	06°27'0.00''N	2°21'0.00''E
Zone F	Littoral	Cotonou	6°21'45.00''N	2°25'31.80''E

Zone A = Zone vivrière du Sud Borgou ; Zone B = Zone Ouest Atacora ; Zone C = Zone cotonnière du Nord-Bénin ; Zone D = Zone cotonnière du centre Bénin ; Zone E = Zone des terres de barre ; Zone F = Zone des pêcheries.

RESULTATS

Méthodes de conservation

Plusieurs méthodes traditionnelles sont utilisées par les productrices, revendeuses et consommateurs au Bénin pour la conservation du *wagashi* (Tableau 2). Au nombre de ces méthodes chez les productrices, nous avons le séchage solaire appliqué par 62,26% des répondants, une pratique dominante surtout chez les productrices des communes de Pehunco et de Djougou. Il y a également la conservation du fromage au lactosérum appliquée par 21,07% des productrices dont 100% des enquêtées à Savè. La conservation du *wagashi* dans de l'eau de coloration obtenue à base de *Sorghum vulgare* et/ou *Sorghum caudatum* est utilisée par 8,49% des répondants, une méthode dominante à Gogounou. On a également répertorié la méthode de conservation du produit dans de l'eau simple, notamment utilisée par les campements peuhl de Parakou investigués et pratiquée par 8,17% des productrices. Chez les revendeuses, la cuisson journalière pratiquée par 86,58% des répondants demeure la méthode de conservation la plus utilisée dans toutes les zones prospectées, suivie de la méthode de conservation dans de l'eau simple (8,54% des répondants) et le séchage solaire appliqué par 3,66% des revendeuses. Par contre, le séchage solaire pratiqué par 35,13% des consommateurs surtout dans les zones cotonnières du Nord-Bénin et dans l'Ouest Atacora (Kandi, Gogounou et Djougou), le

fumage traditionnel (28,8% des consommateurs), la cuisson journalière et la friture (respectivement 25,86% et 6,03%) sont les méthodes de conservation chez les acteurs de cette catégorie. Par ailleurs, au niveau des revendeuses et consommateurs, d'autres méthodes de conservation non endogènes (réfrigération et congélation) ont été évoquées.

Durée de conservation

La durée de conservation du *wagashi* par les différentes méthodes ne dépasse guère un mois. Toutefois, certaines méthodes sont, selon les analyses des informations recueillies auprès des différents acteurs, plus efficaces que d'autres en fonction du groupe d'acteurs. En effet, au niveau des productrices, le séchage solaire d'une durée de conservation égale à $8,48 \pm 0,49$ jours est la méthode la plus efficace de conservation du *wagashi*. Au niveau des revendeuses, par contre, la cuisson journalière d'une durée de conservation égale à $8,26 \pm 0,42$ jours reste la méthode la plus pratiquée et la plus efficace pendant que le fumage artisanal dont la durée de conservation est de un mois, est reconnue comme méthode de conservation la plus efficace chez les consommateurs. Il existe une différence significative ($p < 0,001$) entre les durées de conservation du *wagashi* des différentes méthodes chez les productrices et les consommateurs. Par ailleurs, aucune des méthodes utilisées par les revendeuses et

productrices n'arrive à garder l'intégrité physique sensorielle du *wagashi* pendant plus de 12 jours (Tableau 3). Les facteurs mis en cause par rapport à la brièveté de la durée de conservation du *wagashi* par ces différentes techniques selon les acteurs sont par ordre décroissant la pourriture rapide du *wagashi* (100%), la qualité du lait hautement périssable à partir duquel la denrée est obtenue (88%), le défaut de production du *wagashi*, la méconnaissance de méthode appropriée de conservation du *wagashi* (56%), la présence de moisissures (51,5%), la qualité des aliments du bétail dont la matière première est issue (35%), l'interdiction familiale d'une longue conservation du fromage (25%) chez une catégorie de productrices.

Qualité de l'eau utilisée pour la production ou conservation du *wagashi*

L'eau utilisée par les productrices, revendeuses et consommateurs pour la production ou la conservation du *wagashi* est souvent de mauvaise qualité hygiénique. En effet, 69,81% environ des productrices utilisent l'eau de puits dans les communes de Pehunco lors de la production du *wagashi*, l'eau de marigot à Sambo-gah dans Djougou, l'eau d'affluents de fleuve en saison pluvieuse dans les collines et 30,19% de ces acteurs utilisent l'eau de forage.

Conditions de transport et de vente du *wagashi*

Le conditionnement et le transport du *wagashi* par les revendeuses se font dans de mauvaises conditions d'hygiène. Emballé dans des sachets de fortune et entreposé dans des bassines ou des paniers et des bidons coupés, le *wagashi* est transporté à température ambiante (25-45 °C) depuis les sites de production jusqu'au domicile de la revendeuse et ceci peut durer environ huit heures de temps. Au niveau des consommateurs, le même constat est observé où ce sont les sachets de fortune qui sont les plus utilisés. Au cours de la vente, la conservation du *wagashi* se fait souvent par immersion dans de l'eau simple surtout à Cotonou (95% des revendeuses recourent à cette pratique), et le client acheteur y plonge

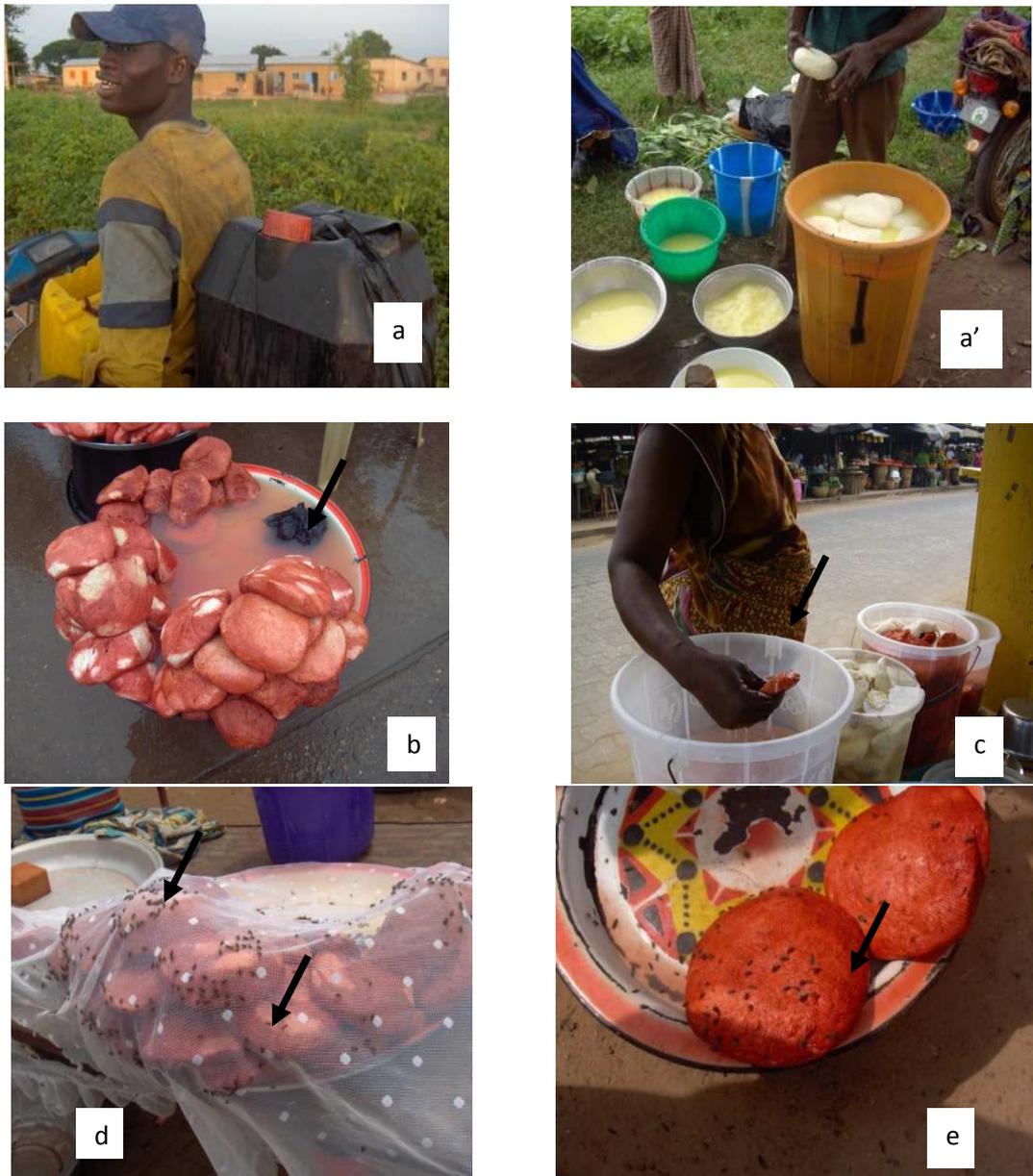
ses mains, n'effectuant son choix qu'après plusieurs palpations. A Gogounou par exemple, le *wagashi* reste immergé dans l'eau colorée aux extraits de *Sorghum vulgare* et/ou *Sorghum caudatum* pendant toute la période de vente. Chez 99% des revendeuses de Pehunco, Parakou, Djougou et Savè, le *wagashi* reste entreposé sur des étagères à ciel ouvert, exposé aux mouches, à la poussière, aux intempéries (pluies, vents), aux insectes et à d'autres parasites tout le temps de vente (Figure 2).

Pratiques de décontamination microbienne et de désodorisation du *wagashi*

Les acteurs de la filière recourent à plusieurs techniques pour la décontamination microbienne et la désodorisation du *wagashi* en début d'altération qu'ils jettent rarement. Ces techniques sont entre autres la cuisson à l'eau simple du *wagashi* à 80-100 °C couplée au séchage pratiquée par 62,89% des productrices, la cuisson simple pratiquée par 100% des revendeuses et 61,89% des consommateurs, la cuisson couplée à l'utilisation des feuilles de *Vitellaria paradoxa* ou *Pennisetum polystachion* ou *Piliostigma thonningii* et au séchage solaire du *wagashi* pratiquée par 19,18% des productrices et la friture et le fumage pratiqués respectivement par 0,22% et 9,27% des consommateurs.

Modélisation des méthodes endogènes de conservation

Les limites des différentes méthodes de conservations du *wagashi* nous amènent à imaginer un modèle hypothétique basé sur le concept HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) dans lequel nous faisons une étude des dangers potentiels liés à chaque modèle de conservation et proposons des mesures préventives et correctives (méthode améliorée de conservation du *wagashi* faisant usage des extraits de plantes accepté pour expérimentation et adoption par 98% des acteurs si préservant sa qualité organoleptique) en adéquation avec les conditions socio-économiques des populations rurales du Bénin (Tableau 4).



- a- *wagashi* transporté dans des bidons découpés et seaux plastiques (a et a').
- b- *wagashi* sans emballage inondé d'eau de pluie.
- c- Palpations du *wagashi* par l'acheteur avant le choix.
- d- *wagashi* couvert par un linge transparent envahi par les mouches.
- e- *wagashi* non protégé et envahi par les mouches.

Figure 2 : Conditions de transport et de mauvaises conditions de vente du *wagashi*.

Tableau 2: Effectif des répondants (%) afférents aux méthodes traditionnelles de conservation du *wagashi* dans les différentes zones d'enquête.

Zone	Pourcentage de répondant (%)													
	N	Productrices				Revendeuses				Consommateurs				
	SS	CL	CES	CEC	N	CJ	CES	SS	N	F	CJ	FuT	SS	
Pehunco	143	97,20 a	2,80 b	0,00	0,00	22	100 a	0,00	0,00	50	2,00 b	36,00 b	28,00 a	30,00 b
Djougou	49	95,92 a	0,00	0,00	4,08 b	21	95,24 a,b	4,76 a	0,00	36	5,56 a,b	5,56 c	27,78 a	52,78 a
Parakou	33	27,70 b	3,03 b	69,70 a	0,00	60	86,66 a,b	8,32 a	3,33 a,b	104	4,80 b	32,69 b	27,50 a	25,96 b
Gogounou	33	9,09 b	6,06 b	9,09 b	75,76 a	03	100 a	0,00	0,00	52	0,00	1,92 c	28,8 a	67,31a
Kandi	-	-	-	-	-	09	77,78 b	0,00	22,22 a	59	0,00	0,00	32,20 a	67,80 a
Savè	60	0,00	100 a	0,00	0,00	16	81,25 b	06,25 a	12,50 a,b	38	0,00	57,89 a	26,31 a	21,05 b
Abomey-Calavi	-	-	-	-	-	04	75,00 b	25,00 a	0,00	49	14,28a	44,90 a,b	30,60 a	8,16 b,c
Cotonou	-	-	-	-	-	29	79,31 b	20,69 a	0,00	76	17,10 a	27,63 b	28,94 a	19,74 b,c
Moyenne	318	62,26	21,07	8,17	8,49	164	86,58	8,54	03,66	464	6,03	25,86	28,88	35,13

Les pourcentages de la même colonne suivie des lettres différentes, diffèrent significativement au seuil de 5%.

SS : séchage solaire ; CL : Conservation au lactosérum ; CES : Conservation dans de l'eau simple ; CEC : conservation dans de l'eau colorée au *Sorghum* ; CJ : Cuisson journalière ; F : Friture ; FuT: Fumage traditionnel ; N= taille de l'échantillon.

Tableau 3: Durée de conservation du *wagashi* par les différentes méthodes enregistrées.

	Méthodes de conservation	Taille de l'échantillon	Durée de conservation	Erreur type	Test de significativité
Productrices	Séchage solaire	198	8,48 a	0,49	
	Dans l'eau simple	26	2,57 c	1,37	
	Dans du Petit lait	67	3,04 b, c	4,74	***
	Dans l'eau de coloration	27	4,74 b	1,34	
Revendeuses	Cuisson journalière	142	8,26 a	0,42	
	Dans de l'eau simple	14	5,50 b	1,34	NS
	Séchage solaire	6	6,16 b	2,06	
Consommateurs	Friture	28	4,62 c	2,01	
	Fumage traditionnel	134	30,00 a	0,00	
	Séchage solaire	163	11,73 b	9,77	***
	Cuisson journalière	120	7,14 c	2,82	

Les moyennes de la même colonne par acteur suivies des lettres différentes, diffèrent significativement au seuil de 5%.

Tableau 4 : Modélisation HACCP des méthodes traditionnelles de conservation du *Wagashi*.

Méthodes de conservation	Nature du risque	Mesures préventives	Mesures correctives
Séchage solaire	Dangers microbiologiques : Microorganismes provenant des déjections d'oiseaux, d'insectes et autres parasites, du manipulateur, de l'environnement de séchage (spores de <i>Bacillus</i> , de moisissures etc...), du lait, du <i>Calotropis procera</i> , du colorant (<i>Sorghum vulgare</i> ou <i>Sorghum caudatum</i>) et des ustensiles utilisés.	Mode de conservation exclusivement réservée au temps d'ensoleillement (saison sèche surtout), recouvrir les produits avec un grillage propre. Poser les <i>wagashi</i> sur étalage surélevé à une hauteur raisonnable, environ à 1 m du sol et disposer le séchoir de manière à faire couler l'eau.	Traiter le <i>wagashi</i> avec des extraits de plantes à fort pouvoir bioconservateur (extraits possédant des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes) après l'avoir débarrassé des dangers physiques.
	Dangers physiques : débris de bois et de feuilles, grains de sable, insectes et autres parasites vivants ou morts. Dangers chimiques inhérents au lait (résidus d'intrants vétérinaires, pesticides), au <i>Calotropis procera</i> .	Sécher le produit en veillant à son exposition à la direction contraire du vent. Faire le séchage dans un environnement salubre ;	

Conservation dans le lactosérum	<p>microorganismes provenant du manipulateur, du lactosérum, des ustensiles utilisés</p> <p>Dangers chimiques inhérents au lait, au <i>Calotropis procera</i>.</p>	<p>Traitement du lactosérum (faire bouillir par exemple et laisser refroidir avant immersion des <i>wagashi</i>), entreposage sécurisant. Opérer dans de bonnes conditions d'hygiène.</p>	
Conservation dans de l'eau simple	<p>Microorganismes provenant du manipulateur, de l'eau utilisée (eau de marigot, de puits surtout), des ustensiles utilisés.</p> <p>Dangers chimiques inhérents au lait au <i>Calotropis procera</i>, à l'eau (métaux lourds et résidus de pesticides).</p>	<p>Faire bouillir l'eau ou utiliser de préférence l'eau de distribution. Entreposage sécurisant. Opérer dans de bonnes conditions d'hygiène, filtrer le coagulant sur un linge propre et bien lavé et ensuite l'utiliser à la dose optimale à étudier.</p>	
Conservation à l'eau colorée au Sorghum	<p>Microorganismes provenant du manipulateur, des ustensiles utilisés, du colorant et du <i>Calotropis procera</i>.</p> <p>Dangers chimiques inhérents au lait au <i>Calotropis procera</i>.</p>	<p>Filtrer le colorant sur un linge propre et bien lavé et faire la coloration à chaud</p> <p>Faire bouillir l'eau ou utiliser de préférence l'eau de distribution. Entreposage sécurisant. Opérer dans de bonnes conditions d'hygiène.</p>	<p>Laisser égoutter puis traiter le <i>wagashi</i> avec des extraits de plantes à fort pouvoir bioconservateur (extraits possédant des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes) mais qui n'induisent pas la décoloration du <i>wagashi</i> après traitement.</p>
Cuisson journalière	<p>Dangers microbiologiques : microorganismes thermorésistants (spores de <i>Bacillus</i>, de moisissures).</p> <p>Dangers chimiques inhérents au lait (résidus d'intrants vétérinaires, pesticides), au <i>Calotropis procera</i></p> <p>Autres : altération des qualités nutritionnelles du <i>wagashi</i> (lessivage des vitamines hydrosolubles, hydrolyse de la matière grasse, formation des radicaux libres entraînant une oxydation de la matière et rancissement du produit, dégradation de l'aliment)</p>	<p>Faire une pasteurisation basse entre 65 °C et 70 °C pendant 20 minutes. Emballer les <i>wagashi</i> avec des feuilles de plantes douées de propriétés bioconservatrices et qui permettent d'éliminer l'eau résiduelle (comme dans le cas de l'emballage d' Akassa).</p> <p>Faire un entreposage sécurisant. Opérer dans de bonnes conditions d'hygiène.</p>	

Friture	<p>microorganismes provenant du manipulateur, des ustensiles utilisées, dangers post-friture.</p> <p>Dangers chimiques inhérents au lait (résidus d'intrants vétérinaires, pesticides), au <i>Calotropis procera</i>, formation de benzopyrènes.</p>	<p>Choix d'une bonne huile de friture contenant moins d'acides gras saturés et polyinsaturés.</p> <p>Faire l'entreposage dans un endroit sec et aseptique et une manipulation post production dans de bonnes conditions d'hygiène.</p>	<p>Traiter le <i>wagashi</i> avec des extraits de plantes à fort pouvoir bioconservateur post-production.</p>
Fumage traditionnel	<p>microorganismes provenant du manipulateur des ustensiles utilisés, dangers post-fumage.</p> <p>Dangers chimiques inhérents au lait (résidus d'intrants vétérinaires, pesticides), au <i>Calotropis procera</i>, au bois utilisés (résines et autres produits chimiques toxiques), formation de benzopyrènes.</p>	<p>Faire une manipulation post production dans de bonnes conditions d'hygiène. Eviter un fumage à température élevée et à fumé nocive (choisir des espèces de bois qui confèrent au produit un arôme particulier)</p> <p>Incorporer la dose optimale de Coagulant lors de la fabrication.</p>	

DISCUSSION

De l'analyse des différentes méthodes traditionnelles d'usage pour la conservation du *wagashi*, nous pouvons dire que les potentiels dangers qui relèvent du séchage solaire du *wagashi* se résument principalement d'une part à réduire l'activité exclusivement à la saison sèche où le temps d'ensoleillement est plus long et des risques de contamination microbiologique induits par des spores de *Bacillus* et de moisissures, de microcoques, de staphylocoques et autres germes « Gram positifs » véhiculés par l'air ambiant, les grains de poussières et certains « Gram négatif » tels que les *Pseudomonas*, les *Acetobacter* et certaines entérobactéries issues des déjections des insectes, oiseaux et parasites lors du séchage d'autre part. Cette méthode présente, cependant, l'avantage de réduire l'activité de l'eau (Aw) du *wagashi* à condition que le séchage ait été conduit à terme. Le nombre de cellules microbiennes après un temps de séchage solaire efficace aurait été drastiquement réduit compte tenu de l'action du séchage sur l'un des facteurs

intrinsèques c'est-à-dire l'activité de l'eau qui est un facteur déterminant la croissance bactérienne (Lahlali et al., 2008 ; Medved'ová et al., 2009). Il aurait fallu améliorer cette méthode traditionnelle en agissant surtout sur l'intégrité du *wagashi* pendant tout le temps de séchage en limitant le contact direct du produit avec les contaminants précités et en veillant à son positionnement par rapport à la direction du vent et à un ensoleillement maximal.

La conservation au lactosérum et à l'eau simple présente les limites ci-après : les deux méthodes font intervenir l'usage des mains, de l'eau et des ustensiles de conservation. Les mains (non désinfectées ou non protégées), constituent sûrement une cause immédiate de contamination microbienne ; l'eau utilisée, souvent de mauvaise qualité hygiénique, est susceptible de regorger des contaminants microbiologiques, physiques et chimiques. En effet, l'eau de puits comme celles du marigot et du fleuve peuvent véhiculer certains pathogènes tels que *E. coli*, *Klebsiella*,

Salmonella spp, *Citrobacter*, *Enterobacter* puis *Enterococcus*, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella spp*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* et virus entériques humains (Payment et al., 2000 ; Degbey et al., 2010, 2011) .

Aussi, les eaux béninoises utilisées pour cette activité peuvent elles constituer également le véhicule de métaux lourds toxiques tels que le mercure, l'arsenic, le cadmium et le plomb (Degbey et al., 2010) et pesticides tels que l'endosulfan, le DDT, le dieldrine, l'heptachlore et le lindane (Degbey et al., 2010 ; Agbohessi et al., 2012). La salubrité des ustensiles ne garantit pas non plus une asepsie du produit étant donné les contaminations croisées qui peuvent survenir lors de la conservation à l'eau simple et au lactosérum. Ce dernier n'offre certainement pas toutes les qualités microbiologiques requises d'un produit dont la composition chimique en glucides, lipides, sels minéraux et traces de protéines constitue un facteur favorable de multiplication des microorganismes.

La méthode de conservation à l'eau colorée pratiquée par 8,49% des personnes enquêtées représente une méthode à double facette : l'utilisation de l'eau constitue un écart signalé précédemment. Néanmoins, l'extraction et l'utilisation des colorants de *Sorghum vulgare* et *Sorghum caudatum* ont été signalées par Akande et al. (2010), Khallil et al. (2010), Agbangnan (2011) et Kayodé et al. (2011, 2012) comme source potentielle d'antioxydants tels que les polyphénols, le 3-deoxyanthocyanidine et les flavonoïdes retrouvés dans les extraits. Malheureusement, ces colorants qui possèdent des propriétés anticancéreuses et de lutte contre les maladies cardiovasculaires (Kayode et al., 2011, 2012), hépatoprotectrices, hématopoïétiques (Akande et al., 2010), ne détiennent pas de propriétés antimicrobiennes (Belew et al., 2005 ; Agbangnan, 2011) et les contaminations microbiennes issues de l'eau peuvent affecter

la qualité du produit à la fin. De plus, les colorants eux-mêmes peuvent véhiculer des spores de *Bacillus* et certaines moisissures pathogènes, de microcoques et autres microorganismes inhérents au mode de leur extraction.

Les revendeuses représentent l'intermédiaire de la chaîne de conservation entre les productrices et les consommateurs. Le mode de conditionnement et de transport du *wagashi* par ces dernières présente des écarts importants dans le maintien de l'intégrité de la qualité du produit. L'utilisation d'emballages peu recommandés pour le transport du *wagashi* à température variant entre 25-45 °C peut être préjudiciable à la qualité du *wagashi* étant donné la multiplication microbienne occasionnée par le transport. Le *wagashi* débarqué au domicile des revendeuses subit une cuisson journalière jusqu'à épuisement du stock auprès de 86,58% des revendeuses. La cuisson journalière à laquelle est soumis le produit au domicile des revendeuses, si elle permet de réduire la charge microbienne résiduelle de celui-ci, pourrait détruire les éléments nutritifs dans le *wagashi* pour la plupart thermolabiles. En effet, le traitement thermique répété pourrait lessiver ou détruire les nutriments contenus dans le produit (protéine, vitamines et sels minéraux, les gras faisant place à des radicaux libres ce qui induirait des oxydations et un rancissement rapide du produit) et altérer ses qualités organoleptiques (Nout et al., 2003).

Chez les consommateurs, les quatre modes de conservation du *wagashi* se résument à la friture, au fumage traditionnel, au séchage solaire et à la cuisson journalière du produit. Ce groupe constitue le groupe névralgique à qui le produit est destiné, lequel doit requérir la globalité des qualités tant nutritionnelles qu'hygiéniques. Des quatre techniques de conservations, deux retiennent particulièrement notre attention, à savoir :

- la friture qui est une méthode de conservation relativement bonne car présentant l'avantage de détruire la flore

microbienne du produit tout en le gardant dans un état gras qui limite sa recontamination par les microorganismes non lipophiles. Cependant, la qualité de l'huile de friture peut être préjudiciable au maintien de sa qualité nutritionnelle : la composition en acides gras saturés pourrait conférer au produit le véhicule des triglycérides, précurseurs des lipoprotéines et du cholestérol dans le *wagashi* (Nout et al., 2003). Dans le cas où le consommateur fera frire plusieurs fois le même produit, il pourrait l'exposer à la survenue des benzopyrènes dans le produit, qui risquent d'être cancérigènes à son consommateur (Li Shuguang et al., 1994)

- le fumage traditionnel, bien qu'offrant une durée de conservation plus longue au produit, l'exposerait au risque de contamination par des benzopyrènes (Gomaa et al., 1993 ; Garcia, 1999 ; Kazerouni et al., 2001). Aussi, cette méthode risque d'entraîner une perte considérable des nutriments (acides gras, tocophérol et vitamines surtout) du *wagashi* (Espe et al., 2002).

Les pratiques de décontamination microbienne utilisant les feuilles de *Vitellaria paradoxa*, *Pennisetum polystachion* et de *Piliostigma thonningii* pour la désodorisation du *wagashi* en cas de pourriture avancée du produit par les acteurs, bien qu'ayant des actions de désodorisation et de remise en forme du produit en voie de détérioration selon les productrices et à vérifier par des études, peuvent constituer des facteurs aggravants d'intoxications qui méritent d'être investigués.

Conclusion

La présente étude nous a permis de faire l'inventaire des pratiques traditionnelles de conservation du *wagashi* utilisées par les productrices, les consommateurs et les revendeuses du produit. Au niveau des productrices, le séchage solaire utilisé par 62,26% des actrices semble être la méthode de conservation la plus usitée. Elle pourrait offrir plus de garanties pour la salubrité du produit si ce procédé était amélioré. Chez les

revendeuses, la cuisson journalière bien qu'en prolongeant la durée de conservation du produit, pourrait nuire aux éléments nutritifs thermolabiles. Le séchage solaire et le fumage traditionnel sont les modes de conservation généralement utilisés par les consommateurs, mais ils ne sont pas sans risque sur leur santé. La combinaison de quelques méthodes de conservation chez les uns et les autres avec l'utilisation des extraits de plantes médicinales aromatiques comestibles que nous envisageons pourraient prolonger la durée de conservation de ce produit et garantir sa qualité hygiénique et nutritionnelle.

REFERENCES

- Agbangnan CP. 2011. Extraction et concentration d'extraits polyphénoliques naturels bioactifs et fonctionnels par procédés membranaires : caractérisation des structures moléculaires d'extraits du sorgho (*Sorghum caudatum*) du Bénin. Thèse unique des Universités d'Abomey-Calavi (Bénin) et de Pau des pays de l'Adour (France), 354p.
- Agbohessi TP, Toko II, Kestemont P. 2012. État des lieux de la contamination des écosystèmes aquatiques par les pesticides organochlorés dans le Bassin cotonnier béninois. *Cah. Agric.*, **21**: 46-56.
- Aïssi VM, Soumanou MM, Bankolé H, Toukourou F, de Souza CA. 2009. Evaluation of hygienic and mycological quality of local cheese marketed in Benin. *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, **3**(3): 2397-2404.
- Akande IS, Oseni AA, Biobaku OA. 2010. Effects of aqueous extract of *Sorghum bicolor* on hepatic, histological and haematological indices in rats. *J. Cell Anim. Biol.*, **4**(9): 137-142.
- Aworh OC, Egounlety M. 1985. Preservation of West African soft cheese by chemical treatment. *J. Dairy Res.*, **52**: 189-195.
- Belewu MA, Belewu KY, Nkwunonwo CC. 2005. Effect of biological and chemical preservatives on the shelf life of West

- African soft cheese. *Afr. J. Biotechnol.*, **4**(10): 1076-1079.
- Chopra S, Ouauouch A. 2009. Rapport de synthèse sur l'étude pour l'identification des filières agroindustrielles prioritaires dans les pays membres de l'UEMOA. Programme de Restructuration et de Mise à Niveau de l'Industrie des Etats membres de l'UEMOA, 105p.
- Degbey C, Makoutode M, Fayomi B, De Brouwer C. 2010. La qualité de l'eau de boisson en milieu professionnel à Godomey en 2009 au Bénin Afrique de l'Ouest. *J. Int. Santé Trav.*, **1**: 15-22.
- Degbey C, Makoutode M, Agueh V, Dramaix M, De Brouwer C. 2011. Facteurs associés à la qualité de l'eau de puits et prévalence des maladies hydriques dans la commune d'Abomey-Calavi (Bénin). *Santé*, **21**: 47-55.
- Diao X, Hazell P, Resnick D, Thurlow J. 2006. *The Role of Agriculture in Development: Implications for Sub-Saharan Africa*. IFPRI Research Report No. 153. (International Food Policy Research Institute): Washington, DC.
- Dossou J, Hounzangbe Adote S, Soulé H. 2006. Production et transformation du lait frais en fromage peulh au Bénin : Guides de bonnes pratiques, version validée lors de l'atelier national du 14 juillet 2006. Consulté le 21 Mars 2012 à l'adresse suivante: http://www.repol.info/IMG/pdf/Fiche_wagashi_VF.pdf
- Espe M, Nortvedt R, Lie Ø, Hafsteinsson H. 2002. Atlantic salmon (*Salmo salar*, L) as raw material for the smoking industry. II: Effect of different smoking methods on losses of nutrients and on the oxidation of lipids. *Food Chem.*, **77**: 41-46.
- FAO. 2012. Estimation des effectifs d'animaux vivants (bovins) au Bénin en 2011. Consulté 04/2012 à l'adresse : <http://www.Countrystat.org/ben/cont/pxwebquery/ma/053spd135/fr>
- Garcia FMS. 1999. Determination of benzo[a]pyrene in some Spanish commercial smoked products by HPLC-FL. *Food Add. Cont.*, **16**(1): 9-14.
- Gomaa EA, Gray JI, Rabie S, Lopez-Bote C, Booren AM. 1993. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked food products and commercial liquid smoke flavourings. *Food Add. Cont.*, **10**(5): 503-521.
- Kayodé APP, Nout MJR, Linnemann AR, Hounhouigan DJ, Berghofer E, Siebenhandl-Ehn. 2011. Uncommonly High Levels of 3-Deoxyanthocyanidins and Antioxidant Capacity in the Leaf Sheaths of Dye Sorghum. *J. Agric. Food Chem.*, **59**(4): 1178-1184.
- Kayodé APP, Bara CA, Dalodé-Vieira G, Linnemann AR, Nout MJR. 2012. Extraction of antioxidant pigments from dye sorghum leaf sheaths. *LWT - Food Sci. Technol.*, **46**(1): 49-55.
- Kazerouni N, Sinha R, Che-Han H, Greenberg A, Rothman N. 2001. Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food Chem. Toxicol.*, **39**: 423-436.
- Kees M. 1996. Le fromage peulh : facile à produire et bien apprécié, une technologie à vulgariser. Rapport de recherche GTZ, Université Eschborn, RFA, p. 8-25.
- Kèkè M, Yèhouéno B, Dahouéno E, Ossou J, Sohounhloué DCK. 2008. Contribution à l'amélioration de la technologie de fabrication et de conservation du fromage peulh waragashi par injection de *Lactobacillus plantarum*. *Ann. Sci. Agron. Bénin*, **10**(1): 73-86.
- Kèkè M, Yèhouéno B, de Souza C, Sohounhloué DCK. 2009. Evaluation of hygienic and nutritional quality of peulh cheese treated by *Sorghum vulgare* (L) and *Pimenta racemosa* (Miller) extracts. *Scientific Study & Research*, **10**(1):29-46.
- Khalil A, Baltenweck-Guyot R, Ocampo-Torres R, Albrecht P. 2010. A novel symmetrical pyrano-3-deoxyanthocyanidin from a *Sorghum* species. *Phytochem. Lett.*, **3**(2): 93-95.

- Kora S. 2005. Contribution à l'amélioration de la technologie de production du fromage peulh au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- Lahlali R, Bajji M, Najib Serrhini, Haïssam Jijakli M. 2008. Modelling the effect of temperature, water activity and solute on the *in vitro* growth of the biocontrol yeast *Pichia anomala* strain K. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **12**(4): 353-359.
- Li Shuguang MS, Pan D, Wang G. 1994. Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Cooking Oil Fumes. *Arch. Environ. Health*, **49**(2): 119-122.
- Medved'ová A, Valík L, Studeničová A. 2009. The Effect of Temperature and Water Activity on the Growth of *Staphylococcus aureus*. *Czech J. Food Sci.*, **2**: S2-28–S2-35.
- Nout R, Hounhouigan DJ, van Boekel T. 2003. *Les Aliments: Transformation, Conservation et Qualité*. Backhuys Publishers: Leiden, Netherlands; 279p.
- Payment P, Berte A, Prévost M, Ménard B, Barbeau B. 2000. Occurrence of pathogenic microorganisms in the Saint Lawrence River (Canada) and comparison of health risks for populations using it as their source of drinking water. *Can. J. Microbiol.*, **46**: 565–576.