

La conservation du poisson au Sénégal : utilisation d'une souche locale de *Lactococcus lactis*

Michel Bakar Diop¹
Jacqueline Destain¹
Philippe Thonart¹
Robin Dubois-Dauphin¹
Emmanuel Tine²

¹ Centre wallon de biologie industrielle (CWBI)/Gembloux Agricultural University
2, passage des Déportés
B-5030 Gembloux
Belgique
<diopmb@yahoo.fr>

² Université Cheikh Anta Diop (Ucad)
École supérieure polytechnique
BP 5085
Dakar
Sénégal
<emmanueltine@yahoo.fr>

Résumé

L'effet antimicrobien du surnageant de culture neutralisé (SCN) bactéricide issu de *Lactococcus lactis* CWBI-B1410 d'origine locale, utilisé seul ou en combinaison avec du chlorure de sodium (NaCl) comme conservateurs, a été évalué sur poissons maigre (*Pomadasys jubelini*), moyennement gras (*Polydactylus quadrifilis*) et gras (*Arius heudeloti*) au Sénégal. Les poissons ont été achetés dans un marché local, éviscérés, lavés avec de l'eau de robinet potable, puis filetés. Cent millilitres de SCN de CWBI-B1410 non salé et salé ont été additionnés dans 100 grammes de filets (concentration finale de NaCl entre 0 et 7 %) dans des bocaux en verre conservés à 10 °C. L'évolution de la flore mésophile totale (FMT) des filets a été comparée à celles de filets traités avec du SCN non salé et salé (concentration finale de NaCl entre 0 et 7 %), issu de *L. lactis* LMG6890 ne produisant pas de bactériocine. Un niveau de FMT de 10⁶ micro-organismes par gramme (ufc/g) a été considéré comme la fin de la durée de conservation. Le niveau de la flore mésophile totale des filets crus atteignait 5,74 log ufc/g. L'ajout de SCN de CWBI-B1410 dans les filets de poisson maigre réduit la flore mésophile totale de 1 log ufc/g et stabilise la flore pendant 4 jours – correspondant à la durée de conservation de ces filets à 10 °C, contre 0,5 jour pour le contrôle négatif. L'addition de SCN de CWBI-B1410 salé sur les poissons (NaCl, 7 %) réduit davantage la FMT et retarde sa croissance à 10°C, entraînant comme résultat l'augmentation de la durée de conservation de respectivement 12, 7,5 et 8 jours pour le poisson maigre, moyennement gras et gras. Ces résultats suggèrent que cette stratégie peut constituer un moyen convenable d'améliorer la conservation des produits halieutiques tropicaux.

Mots clés : antimicrobien ; bactéricide ; conservation (stockage) ; filet de poisson ; sel ; Sénégal.

Thèmes : technologie agro-alimentaire ; technologie, récolte, transport.

Abstract

Use of *Lactococcus lactis* CWBI-B1410 screened from local food products for conserving fish in Senegal

The antimicrobial effect of the bactericidal neutralized culture supernatant (NCS) from *Lactococcus lactis* CWBI-B1410 screened from local food products and used as a preservative alone or in combination with sodium chloride was evaluated on lean (*Pomadasys jubelini*), moderately fat (*Polydactylus quadrifilis*), and fat (*Arius heudeloti*) fish in Senegal. Fish samples were purchased from a local market, eviscerated, cleaned using drinkable water and filleted. One hundred milliliters each of non-salted and salted CWBI-B1410 neutralized culture supernatant were added to 100 g of fish fillets (NaCl final concentration from 0 to 7%) in separate glass jars which were stored at 10°C. The evolution of the microbial flora [total aerobic mesophilic flora (TMF)] of these fillets was compared to those of fillets treated in using the non-salted and salted (NaCl final concentration from 0 to 7%) NCS from the non-producing bacteriocin *L. lactis* LMG6890 strain. A 10⁶ cfu/g TMF level was considered as the end of shelf-life. The microbial flora of raw fish fillets reached a level of 5.74 log cfu/g. The addition of CWBI-B1410 NCS to the lean fish fillets lowered the TMF counts of 1 log cfu/g and stabilized the flora for four days, corresponding to the shelf-life of the fillets, against 0.5 days for those treated with LMG6890 NCS. The addition of salted CWBI-B1410 NCS to fish (at NaCl final concentration of 7%) enhanced the decrease in TMF of fish and delayed the increase of bacteria counts at 10°C, resulting in an extension of shelf-life of 12, 7.5 and 8 days for lean,

moderately fat, and fat fish, respectively. These data suggest that this strategy can be a suitable means for improving bacterial quality and preservation of tropical fish commodities.

Key words: antimicrobials; bactericides; conservation (storage); fish fillets; salt; Senegal.

Subjects: agrifood technologies; technology, crop, transport.

Le poisson constitue une source de protéines sensiblement identique à celle de la viande (Guiraud, 1998 ; Stansby, 1962) et la principale source de protéines d'origine animale des populations dans de nombreux pays en développement. Il est toutefois une denrée éminemment périssable. Sa dégradation est en effet la résultante de l'activité *in situ* des enzymes et des micro-organismes, notamment des bactéries (Baird-Parker, 2000 ; Gram et Dalgaard, 2002). Or, certains de ces micro-organismes tels que les entérobactéries qui produisent notamment des amines biogéniques, sont la cause de maladies chez l'homme (Olsen *et al.*, 2000).

Les méthodes modernes de conservation du poisson basées sur l'utilisation du froid (réfrigération et congélation) fournissent des produits d'excellente qualité (Boyd *et al.*, 1992). Malheureusement, il s'agit de méthodes industrielles, supposant l'existence d'une infrastructure lourde, coûteuse et dévoreuse d'énergie. Elles sont très peu répandues dans les pays du Sud où la conservation par salage demeure prédominante (Gérard, 1989, Fellows, 1997). Certains travaux ont montré que l'utilisation du sel en combinaison avec des agents antimicrobiens d'origine bactérienne tels que les bactériocines, améliore la stabilité et la qualité microbiologique des produits de pêche conservés à 4-8 °C (Degnan *et al.*, 1994 ; Wessels et Huss, 1996 ; Ghalfi *et al.*, 2006 ; Einarsson *et al.*, 1995).

Les bactériocines sont des substances peptidiques (ou protéines) produites par certaines bactéries et qui ont un effet inhibiteur sur d'autres bactéries (De Vuyst et Vandamme, 1994). Au cours d'une sélection, à partir de produits alimentaires transformés artisanalement, de bactéries lactiques d'origine sénégalaise productrices de bactériocine, la souche *Lactococcus lactis* CWBI-B1410, qui porte le gène codant pour la nisine A, a été sélectionnée, du fait de son activité bactéricide importante dans le surnageant de culture

neutralisé (SCN) (Diop *et al.*, 2006 ; Diop *et al.*, 2007).

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet antimicrobien du SCN issu de *L. lactis* CWBI-B1410, utilisé seul et en combinaison avec du chlorure de sodium comme conservateur sur différents poissons, malgré (sompat [*Podamys jubelini*]), moyennement gras (capitaine [*Polydactylus quadrifilis*]) et gras (mâchoiron [*Arius heudeloti*]) – ces trois espèces de poisson étant prédominantes dans les débarquements de la pêche artisanale au Sénégal (DOPM, 2004).

La contamination microbienne des produits halieutiques destinés à l'alimentation humaine est exprimée en nombre de micro-organismes par gramme (ufc/g) en ce qui concerne la flore mésophile totale (FMT). Pour les produits frais ou congelés, ronds ou en filets, la limite de contamination microbienne généralement acceptable est définie à $< 10^5$ ou 5×10^5 /g (Guiraud, 1998). Par conséquent, un niveau de flore totale de 10^6 ufc/g a été considéré comme la fin de la durée de conservation des filets de poissons au cours des essais de préservation à 10 °C.

Matériel et méthode

Souches lactiques, milieux et conditions de cultures

L. lactis CWBI-B1410, qui présente une activité antibactérienne de type bactéricide et le gène codant pour la nisine A, a été sélectionnée à partir de bactéries lactiques isolées à partir de produits alimentaires artisanaux d'origine sénégalaise (Diop *et al.*, 2006 ; Diop *et al.*, 2007). *L. lactis* subsp. *lactis* LMG6890, qui n'a pas de capacité à produire une bactériocine, a été obtenue à partir de la collection du Laboratoire de microbiologie de l'université de Gand (LMG) (Belgique). Cette

souche est utilisée comme contrôle négatif au cours des essais de conservation des filets de poisson. *Pediococcus pentosaceus*, issu de la collection du Centre wallon de biologie industrielle (CWBI) de l'université de Gembloux (FUSAGx), est utilisé comme souche indicatrice pour évaluer l'activité antibactérienne *in vitro* et *in situ* (sur filet de poisson) des SCN des souches testées, éventuellement additionnés de chlorure de sodium.

Les deux souches CWBI-B1410 et LMG6890, conservées à -80 °C sur billes, ont été repiquées sur gélose de Man, Rogosa, Sharpe (MRS). Deux colonies de chacune des souches ont été inoculées dans 10 mL de bouillon MRS et incubés pendant 12 heures à 30 °C. Cinq millilitres de ces précultures ont été inoculés dans 500 mL de bouillon MRS, incubés pendant 12 heures à 30 °C. Les cultures ont été centrifugées (Sigma 2-4, Germany) à $2\ 282 \times g$ pendant 20 minutes. Le potentiel hydrogène (pH) des surnageants de culture des deux souches a été déterminé par mesure (Eutech instrument, 219 208, Singapour), puis neutralisé à pH 6 par ajout (1 %, v/v) d'une solution de NaOH 5N.

Activité antimicrobienne des SCN des deux souches lactiques

L'activité antibactérienne sur les SCN issus de CWBI-B1410 et LMG6890 a été déterminée par adaptation de la technique de dilution critique décrite par Barefoot et Klahenammer (1983), en utilisant la souche *P. pentosaceus* comme souche indicatrice. Cent dix microlitres d'une culture fraîche (16 heures à 37 °C sur 10 mL de bouillon MRS) de *P. pentosaceus* ont été déposés au fond d'une boîte de Petri stérile, puis suspendus dans 20 mL de gélose MRS en surfusion à 50 °C. Les boîtes ont été incubées pendant 40 minutes, à 4 °C, pour que l'agar se solidifie rapidement, et des puits de 0,65 mm de diamètre ont été

creusés dans la gélose à l'aide d'une pipette Pasteur stérile sous hotte stérile.

Deux cents microlitres de SCN pasteurisé (10 minutes, 80 °C) ont été dilués successivement de 1/2 dans du tampon phosphate 50 mM (millimolaires) pH 6. Cinquante microlitres de chaque dilution ont été déposés dans les puits. Les boîtes ont été séchées pendant 40 minutes sous hotte (à demi ouverte), pour laisser les composés contenus dans les solutions diffuser de manière radiale dans la gélose, puis incubées à 37 °C pendant une nuit, pour détecter la présence d'une d'inhibition de croissance. Celle-ci se manifeste par la présence d'une zone claire tout autour du puits. L'activité antibactérienne du SCN exprimée en Unités arbitraires (AU/ml) correspond à l'inverse de la dernière dilution montrant une zone d'inhibition.

L'activité inhibitrice a été également mesurée sur les jus de poissons au cours du temps, par la méthode décrite ci-dessus. Cette activité résiduelle a été exprimée en %, en considérant celle sur le SCN issu de la souche CWBI-B1410 comme étant de 100 %.

Origine des poissons, conditions de filetage, et teneur en lipides totaux des filets

Les poissons ont été achetés au marché artisanal de Soumbédioune (Dakar Fann, Sénégal) durant toute la durée de l'étude, du 10 juillet 2006 au 4 octobre 2006. Les poissons ont une longueur et un poids variant respectivement de 40 à 50 centimètres et de 700 à 900 grammes. Ils ont été éviscérés et écaillés sur place par les «*femmes nettoyeuses*» (Diei-Ouadi, 2005), puis transportés rapidement au Laboratoire L-MAGI ESP à Dakar (au bout de 15 minutes) dans des sacs plastiques fermés hermétiquement. Ils ont été lavés avec de l'eau du robinet, potable, puis filetés stérilement. Deux filets de 200 grammes – munis de peau – ont été retirés de chaque poisson, et chacun subdivisé en deux parties égales pour les essais de préservation.

La teneur en lipides totaux des filets des différents poissons a été estimée par la technique de Folch (1957). Les constituants lipidiques des aliments et les poissons gras sont en effet connus respectivement pour leurs propriétés à interagir avec les molécules de bactériocines (Aasen *et al.*, 2003)

et absorber plus lentement le sel (OSU Extension Service, 1993).

Solutions de préservation et conditionnement des filets de poissons

Les SCN de LMG6890 et de CWBI-B1410 ont été additionnés de NaCl (0, 8, 12 et 14 %). Le pH des solutions salées et non salées a été ajusté à 6. Les solutions ont été pasteurisées (80 °C pendant 10 minutes) puis refroidies à 10 °C pendant 2 heures avant d'être utilisées pour imprégner les filets. Cent millilitres des différentes solutions ont été ajoutés dans 100 grammes de filets de poissons dans un bocal en verre stérile conservé à 10 °C. La concentration finale en NaCl dans les jus de poissons ainsi salés varie entre 0 et 7 %.

Dénombrement de la microflore des filets de poissons

La flore aérobie mésophile totale (FMT) a été dénombrée sur PCA (gélose pour dénombrement des micro-organismes aérobies totaux) additionné de NaCl

(0,5 %). Le dénombrement a été réalisé toutes les 48 heures. Deux grammes de chair de poisson ont été suspendus dans 18 mL d'eau contenant de la peptone (0,1 %) et du NaCl (0,5 %) stérile dans un tube Falcon de 50 mL, et mélangé vigoureusement pendant 2 minutes à l'aide d'un vortex. La suspension a été ensuite diluée de 1/10 successivement, et 100 µL de chaque dilution ont été étalés en surface. Les boîtes ont été incubées à 30 °C pendant 48 heures avant que les colonies ne soient comptées. Un niveau de FMT de 10⁶ ufc/g a été considéré comme la fin de la durée de conservation. Les résultats présentés dans cette étude sont la moyenne de deux essais séparés sur des échantillons différents pour chaque poisson.

Résultats et discussion

Le pH des surnageants de culture des deux souches a été déterminé à 4,3 ± 0,2 (pour CWBI-B1410) et 4,4 ± 0,3 (pour LMG6890). Après neutralisation du pH à 6, l'activité antibactérienne *in vitro* sur le SCN de CWBI-B1410 a été déterminée à

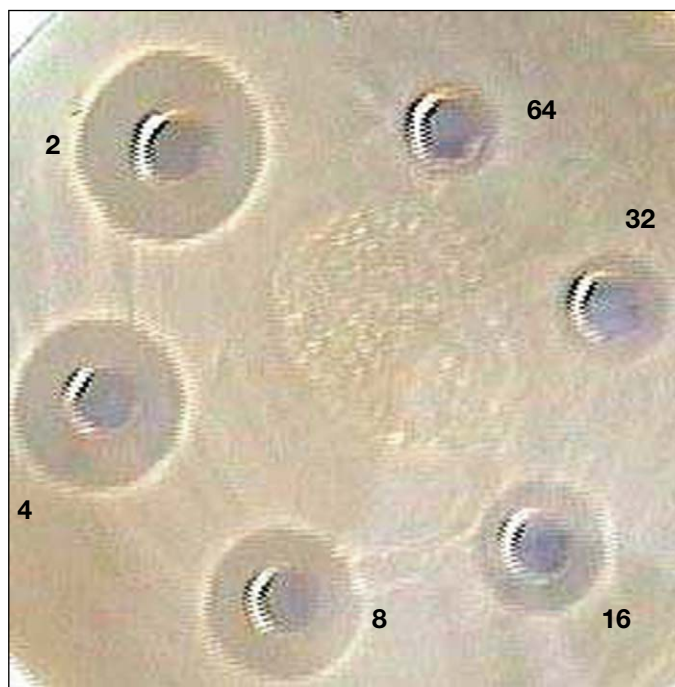


Figure 1. Activité antibactérienne du surnageant de culture neutralisé (SCN) de *L. lactis* subsp. *lactis* CWBI-B1410 against *P. pentosaseus*.

Figure 1. Antibacterial activity of neutralized culture supernatant (NCS) of *L. lactis* subsp. *lactis* CWBI-B1410 against *P. pentosaseus*.

Le SCN a été dilué de 1/2 (2) à 1/64 (64). La dernière dilution montrant une zone d'inhibition étant la dilution 64.

1280 AU/mL, la dernière dilution montrant une zone d'inhibition étant la dilution 64 (figure 1). En revanche, aucune activité antibactérienne *in vitro* n'a été détectée sur le SCN issu de la souche LMG6890 (résultats non présentés).

Le niveau de la FMT des filets crus a été déterminé à $5,74 \pm 0,07$ log base 10 ufc/g pour le sompat, $5,37 \pm 0,06$ log ufc/g pour le capitaine et $5,65 \pm 0,29$ log ufc/g pour le mâchoiron (figure 2), alors que la limite d'acceptabilité est de 10^6 ufc/g. Ce niveau de contamination microbienne est similaire à ceux publiés par Gram (1992).

La teneur en lipides totaux a été estimée à 2,8 % pour le sompat (poisson maigre), 3,28 % pour le capitaine (poisson moyennement gras) et 17,75 % pour le mâchoiron (poisson gras).

L'addition de SCN bactéricide de CWBI-B1410 dans les filets du poisson maigre entraîne une réduction de la FMT de

1 log ufc/g alors qu'aucun effet antimicrobien n'a été observé contre la flore dans les filets traités avec le SCN de LMG6890. Cependant, la FMT, dans les filets additionnés de SCN de CWBI-B1410, entame une croissance (phénomène de rebond) au quatrième jour de conservation (figure 2A).

L'utilisation de SCN de CWBI-B1410 salés comme solution de préservation à 10 °C entraîne une réduction plus marquée (1,5 log ufc/g) et une meilleure stabilisation de la FMT. Il en résulte des augmentations de durée de conservation des filets de 3, 7, 9 et 12 jours pour des concentrations finales en NaCl atteignant 0, 4, 6 et 7 % (figures 2A, 2B, 2C et 2D). De même, des augmentations de durée de conservation de 7,5 et 8 jours ont été obtenues respectivement, pour les filets de capitaine et de mâchoiron (*Podamassys jubelini*) traités avec du SCN de CWBI-B1410 salé

(concentration finale en NaCl de 7 %), (figure 3).

Des augmentations de 21 jours de la durée de conservation des crevettes salées additionnées de surnageant de culture bactéricide issu de *L. lactis* SIK-83 ont été publiées par Einarsson *et al.* (1995). Les conditions de travail de ces auteurs diffèrent des nôtres par une température de conservation plus faible (4 °C) et un niveau de contamination microbienne initiale plus faible (10^{2-3} ufc/g). De même, Gram (1992) a publié une baisse de la microflore de poissons tropicaux de 10^7 ufc/g à 10^{3-4} ufc/g et sa stabilisation pendant 7 jours par conditionnement par le froid (100 grammes de poisson dans 100 grammes de glace). Toutefois cette stratégie apparaît plus contraignante et coûteuse en énergie que celle décrite dans cette étude.

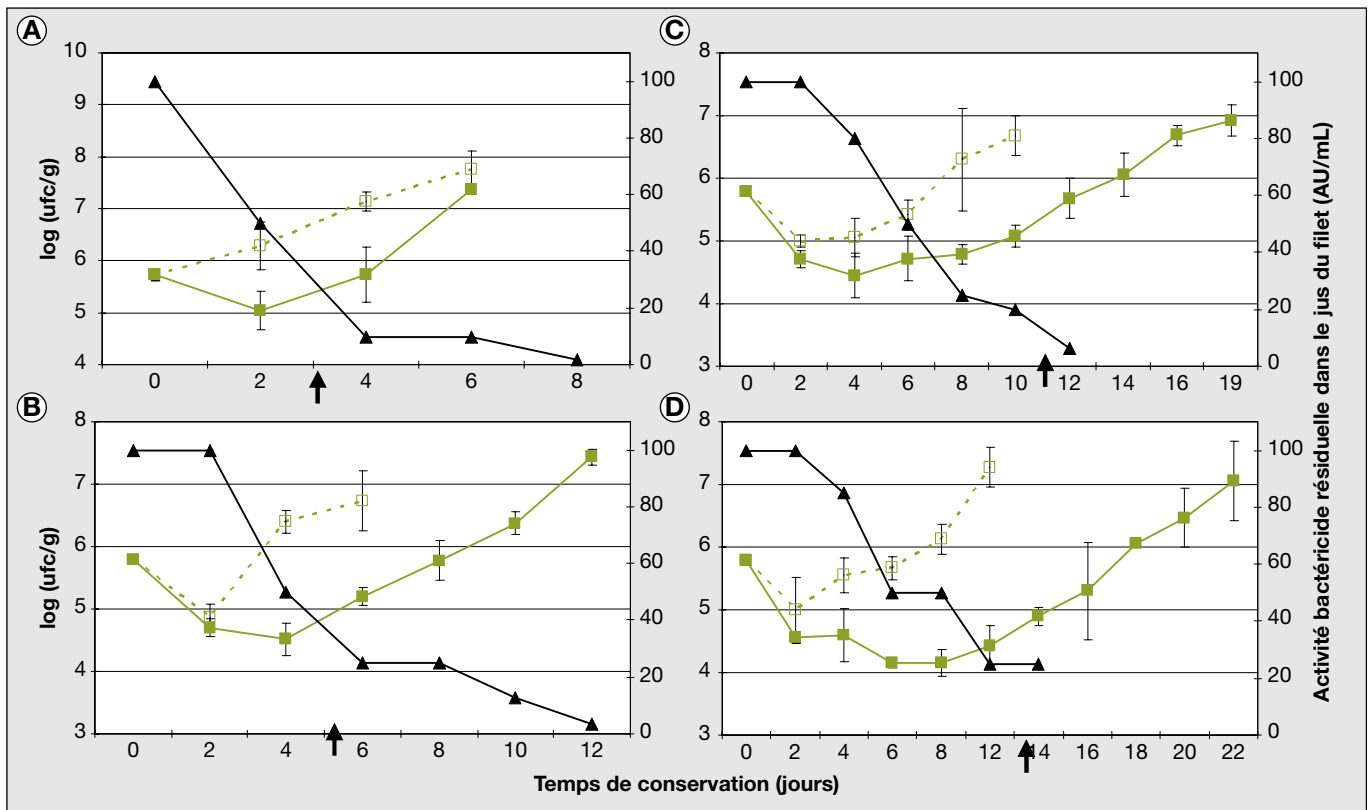


Figure 2. Évolution de la microflore (■) et de l'activité inhibitrice résiduelle sur les jus de poisson (▲) au cours de la conservation à 10°C de filets de *Podamassys jubelini* additionnés de SCN de CWBI-B1410 non salé et salé.

Figure 2. Evolution of the microbial flora (■) and residual inhibitory activity on fish juice (▲) of *Podamassys jubelini* filets with added non-salted and salted CWBI-B1410 NCS during storage at 10°C.

La concentration finale en NaCl dans les jus de poisson atteint 0 % (A), 4 % (B), 6 % (C) et 7 % (D).

Les carrés blancs (□) correspondent à l'évolution de la microflore de filets additionnés de SCN non bactéricide de LMG6890 non salé et salé et de concentration finale en NaCl atteignant 0 % (A), 4 % (B), 6 % (C) et 7 % (D).

L'activité inhibitrice résiduelle sur les jus de poisson, estimée en %, a été déterminée comme décrit pour la figure 1 en utilisant *P. pentosaseus* comme bactérie indicatrice et en considérant l'activité mesurée sur le SCN de CWBI-B1410 comme étant de 100 %.

Les flèches indiquent le début du phénomène du « rebond ».

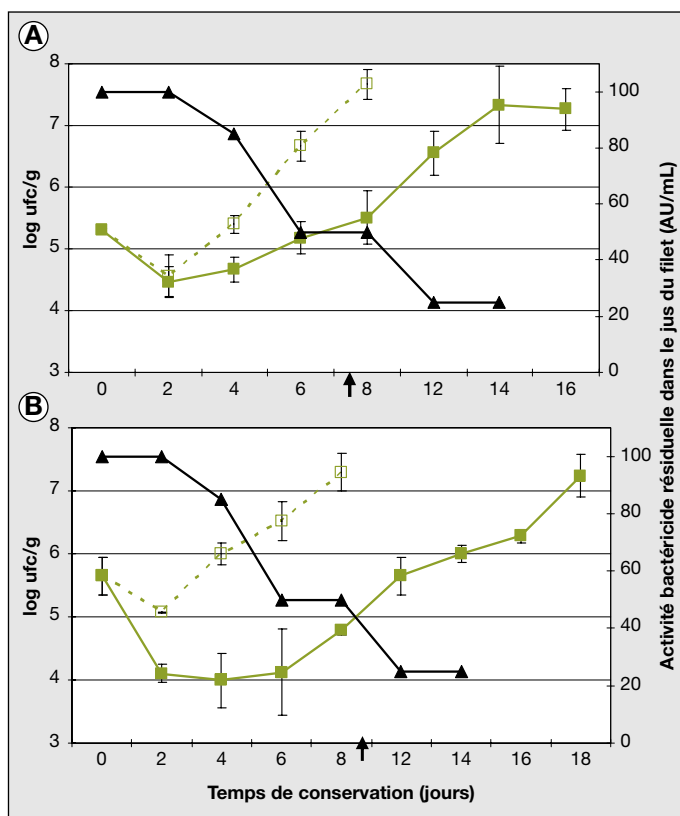


Figure 3. Évolution de la microflore (■) et de l'activité inhibitrice résiduelle sur les jus de poisson (▲) au cours de la conservation à 10°C de filets de *Polydactylus quadrifilis* (A) et *Arius heudeloti* (B) additionnés de SCN de CWBI-B1410 salé (concentration finale en NaCl atteignant 7%)

Figure 3. Evolution of the microbial flora (■) and residual inhibitory activity on fish juice (▲) of *Polydactylus quadrifilis* (A) and *Arius heudeloti* (B) with added salted (NaCl at final concentration reaching 7%) CWBI-B1410 NCS during storage at 10°C.

Les carrés blancs (□) correspondent à l'évolution de la microflore de filets additionnés de SCN non bactéricide de LMG6890 salé (concentration finale en NaCl atteignant 7%)

L'activité inhibitrice résiduelle sur les jus de poisson, estimée en %, a été déterminée comme décrit pour la figure 1 en utilisant *P. pentosaeus* comme bactérie indicatrice et en considérant l'activité mesurée sur le SCN de CWBI-B1410 comme étant de 100%.

Les flèches indiquent le début du phénomène du « rebond ».

La reprise de la croissance bactérienne à 10 °C (phénomène de rebond) survient lorsque l'activité antibactérienne résiduelle sur les jus du poisson traité avec le SCN de CWBI-B1410 éventuellement salé est de 25-30 % (figures 2 et 3). Les bactériocines étant des substances peptidiques, leur dégradation par les enzymes protéolytiques endogènes des poissons explique la baisse progressive de l'activité antibactérienne résiduelle sur le jus des poissons (Goff *et al.*, 1996 ; Ghalfi *et al.*, 2006).

En plus de son activité antibactérienne, le sel inhibe aussi l'activité des enzymes endogènes. Ceci se produit lorsque la concentration en NaCl dans la chair du poisson atteint et dépasse 5-6 % (Gérard, 1989), d'où l'amélioration de la stabilité de l'activité inhibitrice résiduelle sur le jus de poissons salés à 7 % (moins de dégradation de la bactériocine), compa-

rée à celle sur le jus de poisson moins salé (figure 2A, B, C et D).

La différence d'efficacité du SCN de CWBI-B1410 salé à 7 % sur les différents poissons (maigre, moyennement gras et gras) peut être expliquée par une différence d'adsorption ou d'interaction de la bactériocine produite par la souche CWBI-B1410 avec certains composés de la chair des poissons notamment leurs constituants lipidiques (Aasen *et al.*, 2003, Ghalfi *et al.*, 2006, et Zapico *et al.*, 1999).

Conclusion

Le niveau de la microflore des filets crus de poissons conditionnés artisanalement au Sénégal est à la limite de la salubrité

définie à 10⁶ ufc/g. L'utilisation de SCN bactéricide de CWBI-B1410 additionné de sel comme conservateur sur les poissons – à concentration finale en NaCl de 7 % –, réduit le niveau de la flore bactérienne de 1,5 log ufc/g et retarde la reprise de sa croissance. Le résultat est une augmentation de la durée de conservation de 12, 7,5 et 8 jours à 10 °C, respectivement pour les filets de poisson maigre, moyennement gras et gras.

Ces résultats suggèrent que cette technologie simple peut constituer un moyen convenable d'améliorer la conservation et la qualité microbiologique des produits halieutiques tropicaux.

Remerciements

Nous remercions la Coopération universitaire au développement (CUD) de la Belgique qui a financé nos études doctorales réalisées en alternance au Centre wallon de biologie industrielle (CWBI) de la faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux et au Laboratoire de microbiologie appliquée et génie industriel (L-MAGI) de l'École supérieure polytechnique de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar. ■

Références

- Aasen IM, Markussen S, Moretro T, Katla T, Axellsson L, Naterstad K. Interactions of the bacteriocins sakacin P and nisin with food constituents. *Int J of Food Microbiol* 2003 ; 87 : 35-43.
- Baird-Parker TC. The production of microbiologically safe and stable foods. In : Lund BM, Baird Parker TC, Gould GW, eds. *The Microbiological safety and quality of food*. Gaithersburg : Aspen Publishers, Inc. 2000.
- Barefoot SF, Klaenhammer TR. Detection and activity of lacticin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl Environ Microbiol* 1983 ; 45 : 1808-15.
- Boyd LC, Green DP, Lepors LA. Quality changes of pond raised hybrid striped bass during chillpack and refrigerated storage. *J Food Sci* 1992 ; 57 : 59-62.
- De Vuyst L, Vandamme EJ. Antimicrobial potential of Lactic acid bacteria. In : De Vuyst L, Vandamme EJ, eds. *Bacteriocins of lactic acid bacteria: Microbiology, genetics and applications*. London : Blackie Academic and Professional, 1994.
- Degnan AJ, Kaspar CW, Otwell S, Tamplin ML, Luchansky JB. Evaluation of lactic acid bacterium fermentation products and food grade chemicals to control *Listeria monocytogenes* in blue crab (*Callinectes sapidus*) meat. *Appl Environ Microbiol* 1994 ; 60 : 3198-203.

- Diei-Ouadi Y. *Minced sardinella fillets in fish-landing and marketing sites in Senegal*. FAO fisheries Circular No 999:FIU/C999(EN). Rome : FAO, 2005.
- Diop MB, Tine E, Dubois-Dauphin R, NGom EHA, Thonart P. Description of plasmidic gene encoding nisin A, a bacteriocin from *L. lactis* subsp. *lactis* CWBI-B1410 isolated from Senegalese traditional fermented millet flour. *EMBL/Genbank/DDBJ 2007*; Accession number EF371000.
- Diop MB, Tine E, NGom EHA, Dubois-Dauphin R, Destain J, Thonart P. Bacteriocin producers from traditional food products. *Biotechnol Agron Soc Environ* 2007 ; 11 : 1-64.
- Direction des pêches maritimes (DOPM). *Rapport 2004*. Dakar (Sénégal) : Direction des pêches maritimes, 2004.
- Einarsson H, Lauzon HL. Biopreservation of brined shrimp (*pandalus borealis*) by bacteriocins from lactic acid bacteria. *Appl Environ Microbiol* 1995 ; 61 : 669-76.
- Fellows P. Meat, Fish and dairy products. In : Fellows P, ed. *Traditional foods processing for Profits*. London : Intermediate Technology Publication, 1997.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley G. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 1957 ; 226 : 497-504.
- Gérard P. Méthode moderne de séchage du poisson. *Nouv Sci Technol* 1989 ; 7 : 127-30.
- Ghalfi H, Allaoui A, Destain J, Benkerroum N, Thonart P. Bacteriocin activity by *Lactobacillus curvatus* CWBI-B28 to inactivate *Listeria monocytogenes* in Cold-smoked salmon during 4°C storage. *J Food Prot* 2006 ; 59 : 1066-71.
- Goff JH, Bhunia AK, Johnson MG. Complete inhibition of low levels of *Listeria monocytogenes* on refrigerated chicken meat with pediocin AcH bound to heat-killed *P. acidilactici* cells. *J Food Prot* 1996 ; 59 : 1187-92.
- Gram L, Dalgaard P. Fish spoilage bacteria-problems and solutions. *Cur Opinion Biotechnol* 2002 ; 13 : 262-6.
- Gram L. Spoilage of three Senegalese fish species stored in ice at ambient temperature. In : Bligh EH, ed. *Seafood Science and Technology*. Fishing News Books. Oxford : Blackwell, 1992. 1992.
- Guiraud JP. *Microbiologie alimentaire*. Paris : Dunod, 1998.
- Olsen SJ, Mackinnon LC, Goulding JS, Bean NH, Slutsker L. Surveillance for foodborne-disease outbreaks- United States, 1993-1997. Morbidity Weekly report CDC. *Surveill Summ* 2000 ; 49 : 1-62.
- Oregon State University (OSU) Extension Service. *Fish pickling for home use*. PNW 183. 1993. <http://extension.oregonstate.edu> [consulté en juillet, 2006].
- Stansby M. Proximate composition of fish. In : Heen E, Kreuzer R, eds. *Fish in nutrition*. Oxford : Fishing News (Books) Ltd, 1962.
- Wessels S, Huss HH. Suitability of *L. lactis* subsp. *lactis* ATCC 11454 as a protective culture for lightly preserved fish products. *Food Microbiol* 1996 ; 13 : 323-32.
- Zapico P, De Paz M, Medina M, Nunéz, M. The effect of homogenization of whole milk, skim and milk fat on nisin activity against *Listeria innocua*. *Int J Food Microbiol* 1999, 46:1517.