

EVALUATION DE LA QUALITE SENSORIELLE ET BIOCHIMIQUE DE LA SARDINELLE RONDE *SARDINELLA AURITA* AU COURS DU STOCKAGE DANS L'EAU DE MER REFROIDIE A LA GLACE

Salah SELMI et S. SADOK*

Institut National des Sciences et Technologies de la Mer

*salwa.sadok@instm.nrnt.tn

ملخص

دراسة مؤشرات الجودة الحسية و البيوكيميائية لسماك اللاطشة المخزن في ماء البحر و الثلج : يعتبر التطبيق المبكر لدرجات الحرارة المنخفضة و الفهم الدقيق لتفاعلات الهدم من ضمن القواعد الأساسية لزيادة مدة الخزن و تحسين جودة المنتج البحري. لإثبات فاعلية هذه المعطيات، تم القيام بعدة تحاليل كيميائية و حسية عبر متابعة مؤشرات الجودة لدى سمك اللاطشة.

وقع خزن الأسماك في ماء البحر و الثلج بمعادلة 1/2/1 (سمك/ثلج/ماء), و قد تم اختيار هذه النسبة عن طريق دراسة سابقة. مكنت الدراسة الكيميائية من اعتبار الهستامين و ثلاثي أمين النيتروجين من ضمن المؤشرات الفعالة لمتابعة جودة المنتج البحري المخزن في الثلج و ماء البحر, على عكس الأزوت القاعدي المتبخر الكامل الذي بين لنا انخفاضاً واضحاً كامل مدة الخزن.

الكلمات المفاتيح: الأزوت القاعدي المتبخر الكامل, ثلاثي أمين النيتروجين, الهستامين, ماء البحر, الثلج, اللاطشة.

RESUME

La conservation des petits poissons pélagiques par le froid constitue l'un des principaux maillons de la chaîne pêche - transformation - commercialisation. Ainsi, elle permet d'améliorer la durée de conservation et de minimiser la putréfaction de la chair. Pour cela, un suivi chronologique de l'analyse sensorielle et de certains indicateurs de fraîcheur chimiques tels que l'azote basique volatile total (ABVT-N), la triméthylamine (TMA-N) et l'histamine a été effectué sur la sardinelle ronde stockée dans l'eau de mer refroidie à la glace (EMRG) avec un rapport 1/2/1 (poisson/glace/eau). Ce rapport a été choisi selon une étude statistique ultérieure basée sur un plan factoriel à deux niveaux et trois facteurs 23. Les teneurs en triméthylamine et en histamine dans la chair de la sardinelle ont montré une augmentation significative atteignant respectivement 4,37 et 5,58 mg/100g de chair après 10 jours de stockage dans l'EMRG. A la température ambiante (24±2 °C), des teneurs en triméthylamine et en histamine respectivement 13,5 et 8,23 mg/100g ont été trouvées seulement après deux jours de stockage. Cette étude a montré que l'azote basique volatile total ne constitue pas un indicateur efficace pour l'évaluation de la qualité de la sardinelle stockée dans l'eau de mer refroidie à la glace. En effet, une diminution significative de l'ABVT-N dans la chair a été notée dès le premier jour du stockage.

Mots clés: EMRG, sardinelle, IQS, ABVT-N, TMA-N, Histamine.

ABSTRACT

Sensory and chemical change of round sardinella *Sardinella aurita* during storage in slurry ice : To maintain the quality of small pelagic fish by an effective cooling, slurry ice (mixture of ice and water) was used in this study. Sensory and chemical [analysis of total volatiles bases (TVB-N), trimethylamine (TMA-N) and histamine] monitoring were conducted to evaluate fish freshness of *Sardinella aurita*. The fishes were kept in slurry ice in a ratio of 1/2/1 (fish/ice/water respectively). This ratio was used according to a previous statistical study.

Histamine and trimethylamine levels showed a significant increase during the storage period in the slurry ice. The highest levels were found at the end of storage reacting 5,7 and 4,37 mg/100g respectively. It's worth mentioning that both histamine and trimethylamine levels remained lower than values reported when sensory analysis indicates fish spoilage.

Result showed that TVB-N analysis is not a sensitive index for the quality evaluation of fish stored in slurry ice due to its leaching. Thus tissues TVB-N levels decreased during the storage.

Keywords: TVB-N, TMA-N, Histamine, Slurry ice, *Sardinella aurita*.

INTRODUCTION

Les poissons bleus représentent 46% (48 000 tonnes en 2005) de la production nationale des produits de la mer. Au cours de ces dernières années la valorisation

et la consommation des poissons bleus ont enregistré une augmentation compte tenue de plusieurs facteurs telle que leur importante valeur nutritionnelle reflétée par leur haute teneur en lipides et plus précisément en

acides gras de la série n-3 et n-6 (Aro *et al.* 2000; Surh *et al.* 2003).

Cependant les principaux problèmes de conservation et de commercialisation sont à la base de la dégradation de la qualité des poissons. Ainsi, selon une enquête menée par le Comité chargé du suivi de la qualité des produits de la mer (ANCSEP: Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits, données non publiées), plusieurs problèmes sont rencontrés durant la commercialisation des produits de la mer tels que l'exposition des poissons sans glace (33%), la vente dans des endroits non autorisés (21%) et le stockage dans des conditions non sanitaires (13%). Les muscles de ces espèces sont riches en acide aminé, l'histidine, dont la dégradation durant la phase post-mortem, sous l'effet enzymatique et microbien, donne l'histamine qui provoque un empoisonnement connu sous le nom d'intoxication histaminique (Taylor, 1986). De ce fait le recours à la recherche de méthodes de conservation adéquates est primordial pour le contrôle de la qualité et la préservation des propriétés nutritionnelles de ces poissons bleus.

Depuis son introduction dans les années 60 au Canada (Roach *et al.* 1967), le stockage par l'eau de mer réfrigérée (EMR) a été amélioré et de nos jours, il constitue une pratique bien établie à bord des bateaux dans de nombreux pays européens à forte production halieutique. En effet, le système eau de mer refroidie à la glace est considéré comme étant le meilleur moyen pour obtenir un refroidissement uniforme et rapide des poissons (Kraus, 1992) surtout pour les espèces de petites tailles comme la sardine, l'anchois, la crevette et le chinchard. Il a été suggéré que la température du poisson doit atteindre 3°C ou moins en quatre heures et 0°C ou moins en 16 heures et qu'elle doit être maintenue entre -1,5°C et 0°C jusqu'au déchargement (Shawyer & Medina-Pizzali, 2005)

Le but de cette étude est d'examiner l'effet du stockage par immersion dans l'eau de mer refroidie à la glace (EMRG) de la sardinelle en comparaison avec le stockage à la température ambiante.

MATERIEL ET METHODES

1 - Matériel biologique et traitement de l'échantillon

L'étude a été réalisée sur la sardinelle ronde *Sardinella aurita* qui a été pêchée dans le golfe de Tunis (Mai 2005). Pour déterminer les indicateurs initiaux des échantillons, des prélèvements de la chair de la sardinelle ont été accomplis sur site ensuite conservés dans un cryoconservateur. Des échantillons de la sardinelle ont été stockés dans l'eau de mer refroidie à la glace avec un rapport 1/2/1 (poisson/glace/eau). Ce rapport qui a montré son

efficacité dans la conservation des poissons a été choisi suite à une étude ultérieure basée sur un plan factoriel à deux niveaux et trois facteurs (données non publiées). D'autres échantillons provenant du même lot ont été conservés à la température ambiante.

Durant les deux expériences (stockage dans l'EMRG et à la température ambiante), la qualité a été estimée par des paramètres chimiques et sensoriels immédiatement après la pêche et durant l'entreposage.

2 - Méthodes d'analyse

2.1 Evaluation sensorielle

Les tests sensoriels ont été effectués par un groupe de 10 personnes. Chaque échantillon a fait l'objet d'une évaluation de la peau, des yeux, des branchies et de la chair. A chaque caractère évalué, correspond une note de 1 à 5.

L'indice d'altération est égal à la moyenne arithmétique des notes attribuées aux différents caractères observés sur le poisson; la limite d'acceptabilité pour la consommation étant comprise entre 3,5 et 4.

2.2 - Dosage de l'azote basique volatile total (ABVT-N)

Le dosage de l'ABVT-N a été effectué selon la méthode de Ruiz-Cappillas & Horner. (1999). La chair de la sardine a été homogénéisée dans l'acide perchlorique et l'eau ultra pure avec un rapport (1/2), l'échantillon a été centrifugé à 4°C, ensuite analysé par FIA (NH₄⁺a été utilisé comme standard).

2.3 Dosage de la triméthylamine (TMA-N):

Le dosage de la TMA-N a été effectué selon la méthode de Sadok *et al.* (1996). Le principe de l'extraction est le même que pour l'ABVT-N. Pour éliminer les interférences des amines primaires et secondaires, l'échantillon est injecté dans une solution de formaldéhyde à 28%.

2.4 Dosage de l'histamine

Il a été effectué selon la méthode officielle de l'AOAC (1995). Cela consiste en une extraction de l'histamine par le méthanol, puis son élution par l'eau après fixation sur une colonne remplie de résine échangeuse d'anions. Le dosage a été effectué par fluorescence après complexation de l'histamine par l'ortho-phtalaldehyde (OPA).

RESULTATS ET DISCUSSION

1- Variation de la qualité sensorielle

Juste après la capture, la sardinelle se caractérise par un reflet irisé de la peau, une pupille noire brillante, des branchies rouges brillantes, une convexité marquée de l'œil, une chair élastique et une odeur spécifique des algues marines. Dans les conditions

usuelles de stockage dans la glace, ces poissons perdent rapidement leur fraîcheur et au moment du rejet organoleptique, le poisson se caractérise par un reflet terne de la peau, une cornée opalescente, une odeur putride, une concavité marquée de l'œil et la chair devient flasque.

La figure 1 montre l'évolution de l'indice de qualité sensorielle (IQS) en fonction du temps. Cet indice augmente significativement de 1 juste après la capture (poisson très frais) à 4 après 10 jours de stockage (poisson non frais), ce niveau correspond à la limite d'acceptabilité pour la consommation humaine.

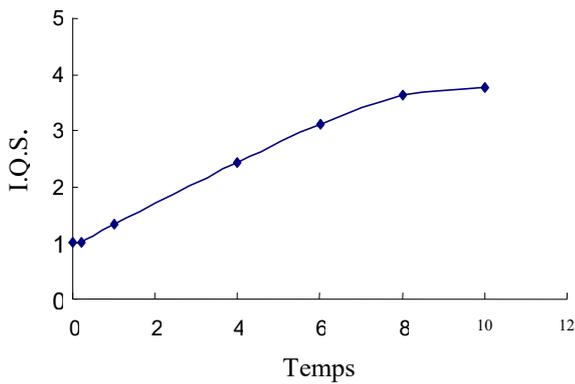


fig. 1: Variation de l'IQS de la sardinelle *Sardinella aurita* au cours du stockage dans l'EMRG (n = 6, p < 0,05).

EMRG: eau de mer réfrigérée à la glace.

Dans les cas de stockage dans l'eau de mer réfrigérée à la glace, la sardinelle peut garder des caractéristiques organoleptiquement acceptables jusqu'à 10 jours. Des délais similaires (9 à 11 jours) ont été rapportés pour la sardine *Sardina pilchardus* (Jeyasekaran & Saralaya, 1991; Ababouch, 1996) et pour le maquereau (Kraus, 1992).

Des durées de conservation encore plus importantes ont été trouvées dans certains cas. Ainsi, il a été suggéré que la sardinelle se conserve sous glace pour une durée de 16 jours (Gram, 1989). Les différences de durée de conservation ont été attribuées à la zone de pêche et probablement à la saison de pêche.

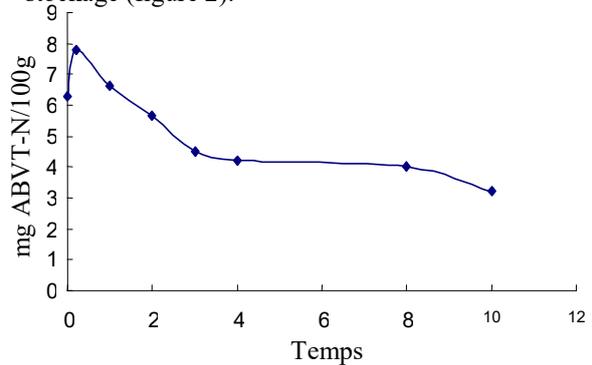
La sardinelle ronde conservée dans l'EMRG se caractérise par une perte notable et rapide des écailles après 3 jours de stockage. Cette perte d'écailles constitue un des paramètres clés pour l'évaluation de la qualité des poissons, ce qui constitue un inconvénient pour cette technique de conservation. Toutefois il faut signaler que la perte des écailles est un phénomène purement mécanique.

2 -Variation de la qualité biochimique

2.1 Effet de l'eau de mer réfrigérée à la glace sur la variation de l'ABVT-N

Dans le présent travail, la teneur initiale en ABVT-N chez la sardinelle est égale à 6,31 mg/100g de chair. Cette concentration est similaire à celle trouvée chez la sardine *Sardina pilchardus* et le maquereau *Scomber scombrus* (Gökoglu *et al.* 2004; Bennour *et al.* 1991). Des études récentes ont montré qu'en plus de la variation entre les espèces, la composition biochimique intraspécifique diffère aussi selon le lieu de la pêche, la saison et le mode de nutrition (Bandarra *et al.* 1997; Shakila *et al.* 2003).

Durant les premières heures de stockage (4 heures) dans l'EMRG, la teneur en ABVT-N dans la sardinelle augmente significativement pour atteindre 7,81 mg/100g, par la suite une diminution a été enregistrée pour atteindre 3,18 mg/100g à la fin de stockage (figure 2).



1 fig. 2: Variation de la teneur en ABVT-N chez la sardinelle
2 ronde *Sardinella aurita* au cours du stockage par l'EMRG
3 (n = 6, p < 0,05). EMRG: eau de mer réfrigérée à la glace.

Cette diminution peut être expliquée par la diffusion de ces bases dans l'eau de stockage. En effet, les molécules d'ammoniaque qui constituent l'une des bases volatiles la plus importante sont de petite taille et peuvent ainsi traverser la membrane vers l'eau de stockage.

A la température ambiante, le taux d'ABVT-N augmente significativement pour atteindre 14,65 mg/100g au 1^{er} jour et peut même atteindre 34 mg/100g au bout de 48 heures (figure 3). Ces résultats sont en concordance avec ceux trouvés par Shakila *et al.* (2003). Ce taux d'ABVT-N est strictement supérieur au seuil d'acceptabilité de la sardine pour la consommation humaine qui est de l'ordre de 20 à 30 mg/100g de chair (Connell, 1995). L'énorme augmentation de l'ABVT-N à la température ambiante semble être le résultat de la dégradation bactérienne des substances azotées dans le tissu et l'altération générale de la chair (Debevere & Boskou, 1996). Ces résultats rappellent ceux trouvés par Ababouch (1996) et Kilinc & Cakli (2004) sur la sardine. En effet, la flore bactérienne se multiplie d'une façon exponentielle dans des températures allant de 20 à 30 °C (Hwang *et al.* 1995).

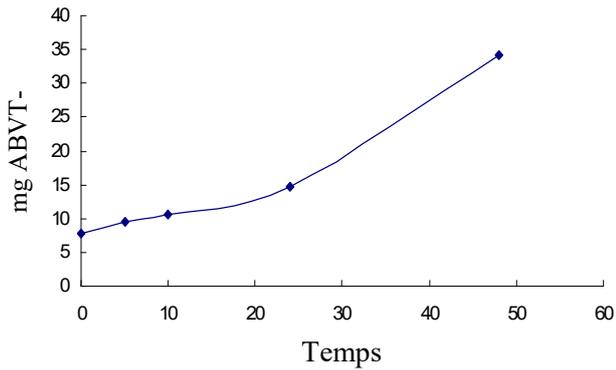


fig. 3: Variation de la teneur en ABVT-N chez la sardinelle au cours du stockage à la température ambiante (n = 6, p < 0,05).

L'ABVT-N qui est généralement utilisée comme un critère de contrôle de la qualité des produits de la mer ne constitue pas un moyen efficace pour l'évaluation de la qualité des poissons stockés dans l'eau de mer réfrigérée à la glace

2.2 - Effet de l'eau de mer réfrigérée à la glace (EMRG) sur la variation de la TMA-N

La triméthylamine est une amine volatile à odeur forte provenant de la réduction bactérienne de l'oxyde de triméthylamine (TMAO) naturellement présent dans la chair (Sotelo *et al.* 1995). La valeur initiale de la TMA-N dans la chair de la sardinelle est égale à 0,8 mg/100g, celle-ci augmente pour atteindre 4,37mg/100g au bout de 10 jours de stockage (Figure 4).

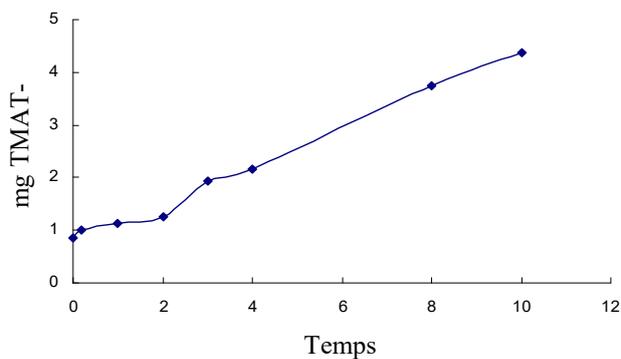


fig. 4: Variation de la teneur en TMA-N chez la sardinelle *Sardinella aurita* au cours du stockage dans l'EMRG (n = 6, p < 0,05). EMRG: eau de mer réfrigérée à la glace.

Au moment du rejet organoleptique, la teneur en TMA-N n'a guère dépassé 5 mg/100g. Cependant des valeurs de l'ordre de 10 à 15mg/100g sont considérées comme limite d'acceptabilité proposées par Sikorski *et al.* (1989). El Marrakchi *et al.* (1990) ont montré que la teneur en TMA-N chez le maquereau stocké dans la glace avec un rapport glace/poisson (1/3) atteint 15 mg/100g de chair

durant la même période d'entreposage que notre étude. Ce résultat confirme bien l'efficacité de l'EMRG dans la conservation et la prolongation de la qualité des poissons.

Comme il a été déjà signalé que la TMA-N est le produit de la dégradation de la TMAO, cette dernière diminue significativement de 5,8 mg/100g pour atteindre 3,77 mg/100g au 10ème jour de stockage par l'EMRG. Ces résultats rappellent ceux trouvés par Sotelo *et al.* (1995).

La teneur de la TMA-N augmente significativement pour atteindre 8 mg/100g après 24 heures (figure 5) et 13,5 mg/100g au bout de 48 heures de stockage.

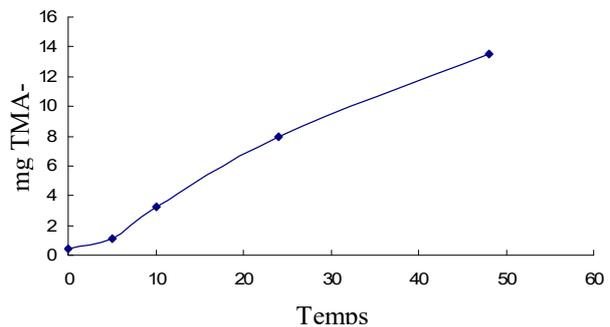


fig. 5: Variation de la teneur en TMA-N chez la sardinelle *Sardinella aurita* cours du stockage à la température ambiante (n = 6, p < 0,05).

Cette énorme augmentation est similaire à celle trouvée par Shakila *et al.* (2003) sur la sardine et le maquereau exposés à la température ambiante (32°C), mais dans une durée de temps très courte (14 heures). De même que l'ABVT-N, la production de la TMA-N est fortement liée à la dégradation bactérienne. En effet, les faibles températures inhibent la croissance des bactéries et vice versa (Bennour *et al.* 1991; Hwang *et al.* 1995).

2.3 - Effet de l'eau de mer réfrigérée à la glace EMRG sur la variation de l'histamine au cours du stockage

Initialement, le taux de l'histamine dans la chair de la sardinelle très fraîche est très faible, ne dépassant pas 0,3mg/100g. D'autres travaux effectués sur la sardine, le thon et le maquereau ont négligé l'existence de l'histamine à l'état frais (Shakila *et al.* 2001; Veciana-nogues *et al.* 1990; Pacheco-aguilar *et al.* 2000). Cependant, Guizani *et al.* (2005) ont montré que le taux d'histamine chez le thon *Thunnus albacares* peut atteindre 2,78 mg/100g de chair à l'état frais. Cette différence est due à une différence dans la concentration de l'acide aminé, l'histidine, présent dans la chair du poisson. Cet acide aminé est le précurseur de l'histamine pendant la phase post-mortem (Rawles *et al.* 1996). Il a été rapporté que la teneur en histidine est égale à 123 et 386 mg/100g de

chair respectivement chez le hareng et le maquereau (Mackie *et al.* 1997).

Durant les premières heures de stockage (4 heures) dans l'EMRG, la teneur en histamine chez la sardinelle est statistiquement stable ($p < 0,05$; figure 6).

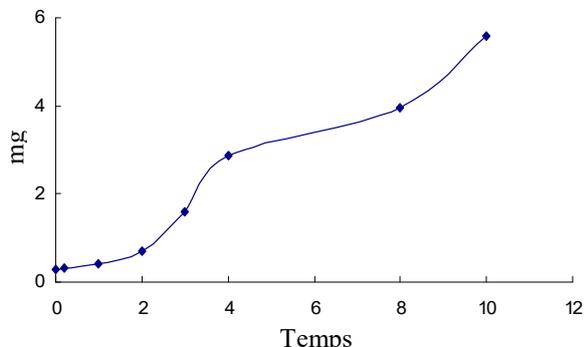


fig. 6: Variation de la teneur en histamine chez la sardinelle *Sardinella aurita* au cours du stockage dans l'EMRG (n = 6, \pm Sm et $\alpha = 5\%$). EMRG: eau de mer réfrigérée à la glace.

Cependant, elle augmente significativement dès le deuxième jour jusqu'à la fin du stockage pour atteindre 5,7 mg/100g de chair. Il faut signaler que durant toute la période de stockage, le taux de l'histamine est resté sensiblement inférieur au seuil limite d'acceptabilité pour la consommation humaine, ce qui n'est pas le cas chez les poissons stockés dans la glace. En effet Bennour *et al.* (1991) ont montré que le taux d'histamine chez le maquereau peut atteindre 15 mg/100g de chair durant 12 jours de stockage dans la glace avec un rapport poisson/glace (1/4).

L'augmentation du taux d'histamine est due principalement à l'activité bactérienne préexistante dans les poissons (Rawles *et al.* 1996) qui prolifère d'une manière exponentielle à des hautes températures. En effet, le taux d'histamine chez la sardinelle peut atteindre 8,3 mg/100g au bout de 48 heures (figure 7), ces résultats sont conformes avec ceux trouvés par Shakila *et al.* (2003).

CONCLUSION

Le présent travail a permis de confirmer que le stockage par l'eau de mer réfrigérée à la glace (EMRG) dont le rapport poisson/glace/eau est égal à (1/2/1) est une technique adéquate pour la conservation des poissons. Cette technique nécessite moins de temps pour refroidir les poissons et agit de façon uniforme. De plus, sa capacité à abaisser rapidement la température du poisson permet de diminuer à la fois les activités enzymatiques et bactériennes. Dans cette étude, l'EMRG a prolongé la conservation jusqu'à 10 jours de stockage, et a ralenti

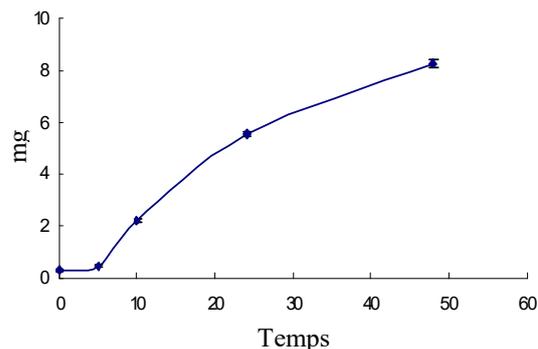


fig. 7: Variation de la teneur en histamine chez la sardinelle *Sardinella aurita* au cours du stockage dans la température ambiante (n = 6, \pm Sm et $\alpha = 5\%$).

la production de l'histamine, de triméthylamine et des bases volatiles totales azotées.

A l'égard de la TMA-N et l'histamine, l'ABVT-N ne semble pas un moyen efficace pour l'évaluation de la qualité des poissons au cours du stockage par l'EMRG. En effet, l'ABVT-N diminue significativement pour atteindre 3,2 g/100g de chair durant une période de stockage de 10 jours.

BIBLIOGRAPHIE

- Ababouch L.H. (1996). Conservation des petits poissons pélagiques par la glace et par l'eau de mer refroidie à la glace. FAO, Rapport sur les pêches n° 574, 23-30.
- AOAC. Official Methods of Analysis (1995). Histamine in Seafood. Official Method 957.07, Chapter 35, Arlington, VA, (1995); p15.
- Aro T., Tahvonen R., Mattila T., Nurmin J., Sivonen T. and Kallio H., (2000). Effects of season and processing on oil content and fatty acids of baltic herring (*Clupea harengus membras*). J. Agric. Food Chem. 48, 6085-6093.
- Bandarra N.M., Batista I., Nunez ML., Empis JM. and Cristie W.W. (1997). Seasonal change in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). J. Food Sci. 62:40-42
- Bennour M., El Marrakchi A., Bouchriti N, Hamama A. and El Ouadaa M. (1991). Chemical and microbiological assessment of mackerel (*Scomber Scombrus*) stored in ice. J. Food Protect. Vol. 54, N 10, 784, 789-792.
- Connell J.J. 1995. Control of fish quality (4th ed.). London: Fishing News Books Limited.
- Debevere J. & Boskou G., (1996). Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA-producing microflora of cod fillets. Int. J. Food Microbiology 31, 221-229.
- EL Marrakchi A., Bennour M., Bouchriti N., Hamama A. and Tagafatit H. (1990). Sensory, chemical and microbiological assessment of

- Moroccan sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice. J. Food Protect. 53: 600-605.
- Gökoglu N, Cengiz E. and Yenlikaya P. (2004). Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. Food Control. 15, 1-4.
- Gram L. (1989). Identification, characterisation and inhibition of bacteria isolated from tropical fish. Technological Laboratory Ministry of fisheries. Technical of University. Lyngby Denmark.
- Guizani N., Al-Busaidy M.A., Al-Belushi I.M., Mothershaw A., and Rahman M.S. (2005). The effect of storage temperature on histamine production and the freshness of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). Food Res. Int. 38, 215-222.
- Hwang D.F., Chang S.H., Shiau C.Y., Cheng C.C. (1995). Biogenic amine in the flesh of sailfin (*Istiophorus platypterus*) responsible of scombroid poisoning. J Food Sci. 60: 926-928.
- Jeyasekaran G. & Saralaya K.V. (1991). Effect of chilled seawater on storage of white sardine (*Kowala coval*) on its canned products quality. J. Food Sci. Technol. 28 (1): 23-26.
- Kilinc B. & Cakli S. (2004). Chemical, microbiological and sensory changes in thawed frozen fillets of sardine (*Sardina pilchardus*) during marination. Food Chem. 88, 275-280.
- Kraus L. (1992). RSW-treatment of herring and mackerel for human consumption. In: J.R. Burt et al. (Eds.). Pelagic fish. The Resource and its exploitation. Fishing News Books, Oxford, 73: 8.1.
- Mackie I.M., Pirie L., Ritchie A.H. & Yamanaka H. (1997). The formation of non-volatile amine in relation to concentrations of free basic amino acids during postmortem storage of the muscle of scallop (*Pecten maximus*), herring (*Clupea harengus*) and mackerel (*scomber scombrus*). Food Chemistry, vol. (60) No. 3, 291-295.
- Pacheco-Aguilar R., Lugo-Sanchez M.E. & Robles-Burgueno M.R. (2000). Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 °C. J. Food Sci. 65(1): 40-45.
- Rawles D.D., Flick, G.J. & Martin, R.E. (1996). Biogenic amines in fish and shellfish. Advances in Food Nutrition Research, 39, 329-364.
- Roach S.W., Tarr H.L.A. Tomlinson N. & Harrison J.S.M. (1967). Chilling and freezing salmon and tuna in refrigerated sea water. Bull. 160, Fish Res. Board of Can., Ottawa.
- Ruiz-Capillas C. & Horner W.F.A. (1999). Determination of the trimethylamine and total volatile basic nitrogen in flesh fish by flow injection analysis. J. Sci. Food Agr. 79 (14), 1982-1986.
- Sadok S., Uglow R. & Stephen J.H. (1996). Determination of trimethylamine in fish by flow injection analysis. Anal. Chim. Acta. 321, 69-74.
- Shakila R.J. & Vasundhara T.S. (2001). Biogenic amines in fresh, canned and salt-dried fishery products of India. Fishery Technology, 38, 92-96.
- Shakila R.J., Vijayalakshmi K. & Jeyasekaran G. (2003). Changes in histamine and volatiles amines in six commercially important species of fish of the Thoothukkudi coast of tamil Nadu, India stored at ambient temperature. Food Chem. 82:3, 347-352.
- Shawyer M. & Medina-Pizzali A.F. (2005). L'utilisation de la glace sur les bateaux de pêche artisanale. FAO Document technique sur les pêches. No. 436. Rome, FAO.
- Sikorski Z.E., Kolakowska A. & Burt J.R. (1989). Post harvest biochemical and microbial changes. Seafood: resources, nutritional composition and preservation. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc.
- Sotelo C.G., Gallardo J.M., Pineirio C. and Pérez-Martin R. (1995). Trimethylamine oxide and derived compounds changes during frozen storage of hake (*Merlccius merluccius*). Food Chem. 53, 61-65.
- Surh J., Ryu J.S. & Kwon, H., (2003). Seasonal variations of fatty acid compositions in various Korean shellfish. Journal of Agriculture and Food Chem. 51, 1617-1622.
- Taylor S.L. (1986). Histamine food poisoning: Toxicology and clinical aspects CRC Critical Review of toxicology, 17, 91-117.
- Veciana-Nogues M.T.M., Vidal-Carou M.C. & Marine-Font A. (1990). Histamine and tyramine during storage and spoilage of anchovy, *Engraulis encrasicolus*: relationships with other fish spoilage indicators. J. Food Sci. 55, 1192-1193.