

EVALUATION DES CRITERES D'APPRECIATION ET DES FACTEURS DE VARIATION DE LA QUALITE DU LOUP D'ELEVAGE «*Dicentrarchus labrax*»: EFFETS DE LA SAISON ET DU SITE DE PRODUCTION

Nadia BESBES, Ines BEN KHEMIS et Saloua SADOK

Laboratoire de Biotechnologie Bleu et Bioproduits Aquatiques (B3Aqua), INSTM

, centre La Goulette, Port de Pêche 2060, Tunis, TUNISIE,

Email : nadia.besbes@gmail.com; ines.benkhmis@instm.rnrt.tn; salwa.sadok@instm.rnrt.tn

RESUME

Le présent travail est consacré à étudier les spécificités organoleptique et biochimique de la chair de loup produit en cage en mer ouverte (Nord de la Tunisie) en relation avec le site de production et la saison. Concernant les propriétés organoleptiques, l'analyse sensorielle a montré clairement l'existence de différences entre les lots en relation avec la saison et le site de production. Globalement, l'analyse sensorielle montre que les poissons capturés pendant la saison hivernale sont préférés par rapport à ceux pêchés en été; la qualité sensorielle est influencée par le site de production. La relation entre les critères biochimique et l'appréciation sensorielle, a été traitée par une Analyse en Composantes Principales (ACP). Le premier plan de l'ACP a représenté 73% de la variabilité totale, dont 44% ont été décrits par la composante du premier axe et 29% par la composante du second axe. Elle a montré l'effet 'origine de production' et l'effet « saison », sur la qualité sensorielle et les caractéristiques biochimiques des produits. Les différences sembleraient être liées aux teneurs en lipides vu que les échantillons les moins appréciés sont ceux qui contiennent les teneurs les plus élevées.

Mots clés: *Dicentrarchus labrax*, Composition proximale, Produit aquacole, Qualité sensorielle, ACP.

ABSTRACT

The objective of the present study is to determine the variability of chemical composition and sensorial attributes of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) farmed in the North of Tunisia, in relation to season and farming location. Sensory analysis showed significant sensory differences between batches in relation to the season and the production site. Thus, fish quality is best appreciated for specimen caught during the winter season than those caught in summer with a clear variation related to the farming site. The relationship between biochemical criteria and sensory appreciation was treated by Principal Component Analysis (PCA) which has 73% of all the variables, 44% has been described by PC1 component and 29% component PC2 showing the effect of farming location on sensory and biochemical qualities of the products. The differences appear to be related to lipid flesh content as the least appreciated samples correspond to fish produced during the summer with significantly higher fat levels.

Keywords: *Dicentrarchus labrax*, Proximal composition, Aquaculture product, Nutritional quality, Sensorial quality, ACP

INTRODUCTION

L'aquaculture contribue à assurer une alimentation équilibrée pour les populations actuelles et les générations futures (FAO, 2014). Son rôle en matière de sécurité alimentaire et de croissance économique est sans équivoque comme démontré par les statistiques de la FAO, qui indiquent que plus de 45% des produits aquatiques consommés dans le monde proviennent de l'aquaculture.

En 2011, la production aquacole tunisienne était de 7 000 tonnes pour une production halieutique nationale totale de 107 000 tonnes, pêche et aquaculture confondues (DGPA-SAMEF, 2013). Cette production a dépassé les 13 000 tonnes en 2013 et a atteint environ 15 000 en 2014 (DGPA, 2015). La production aquacole

tunisienne est principalement assurée par les unités d'élevage actives en pisciculture marine qui assuraient

85% de la production aquacole totale en 2011 (DGPA-SAMEF, 2013). La production aquacole tunisienne de loup est de 2 802 tonnes et est la deuxième en terme d'importance après celle de la daurade (DGPA, 2015).

L'aquaculture du loup est confrontée à plusieurs défis qui peuvent affecter l'efficacité de la production de cette espèce, en particulier la performance de croissance, l'efficacité alimentaire, et la mortalité (Kousoulaki et al., 2015). De plus, avec l'augmentation de la production, le marché devient de plus en plus concurrentiel, et la qualité est un critère distinctif essentiel pour promouvoir le produit. La composition et la fraîcheur étant des paramètres déterminants de la

qualité nutritionnelle et sanitaire du poisson d'élevage, leur évaluation objective est essentielle (Simat et al., 2012).

La qualité de la chair de poisson peut se définir selon différents critères (la valeur nutritionnelle, la qualité sanitaire et microbiologique, la fraîcheur et les caractéristiques physiques et organoleptiques) et les composantes de cette qualité dépendent de multiples facteurs génétiques, environnementaux ou encore nutritionnels. En ce qui concerne la qualité nutritionnelle et organoleptique de la chair de poisson, l'alimentation joue un rôle prépondérant. En effet, l'augmentation de la teneur en lipides dans les aliments entraîne une augmentation des lipides de la chair en relation avec une diminution de la teneur en eau en particulier chez les espèces stockant une proportion importante de lipides dans le muscle (Alasalvar et al., 2002).

Les aliments destinés aux poissons sont de plus en plus riches en lipides en raison de leur apport énergétique supplémentaire permettant une épargne des protéines. Cependant, de fortes teneurs en lipides dans l'alimentation tendent à favoriser l'engraissement chez les poissons d'élevage. En effet, il est courant de considérer que les poissons issus de l'aquaculture sont généralement plus gras que les poissons sauvages (Grigorakis 2007; Ethuin et al., 2015). Les réserves lipidiques des poissons varient dans les tissus sous l'effet de plusieurs facteurs tels que l'état physiologique, la saison, l'espèce et l'alimentation. Ces dépôts lipidiques sont directement impliqués dans la qualité nutritionnelle, sensorielle et technologique du produit. Ces lipides connus pour leurs richesses en acides gras polyinsaturés (AGPI) de la série n-3, sont aussi impliqués dans la qualité organoleptique de la chair, au niveau de la coloration, de la texture et ou encore de la saveur (Borresen, 1992), dans la stabilité *post-mortem* de la chair telle que la peroxydation des lipides et dans l'aptitude à la transformation (Devasagayam et al., 2003).

La qualité de la chair se définit comme l'ensemble des propriétés et caractéristiques morphologiques, histologiques, biochimiques, rhéologiques et de la composition biochimique qui conditionnent les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit perçues par le consommateur. Les évolutions *post-mortem* du poisson conduisent à des changements d'odeur, d'arôme et de texture (Regenstein, 1996). Cependant un certain nombre de critères concernant la qualité des produits est à étudier. Les critères les plus importants du point de vue du consommateur, sont les critères sensoriels tels que la couleur, l'odeur, la saveur ou la texture (Boggio et al., 1985).

C'est dans ce contexte, et pour contribuer à la mise en œuvre de démarches relatives à la qualité et à la valorisation des produits aquacoles en Tunisie et en Sicile, que le projet SecurAqua PS1.3.020 «Sécurité et qualité des produits aquacoles: Le développement d'une voie commune Tuniso-sicilienne» réalisé dans le cadre de la coopération transfrontalière Italie-Tunisie (Programme Instrument Européen de Voisinage et de Partenariat-IEVP); a inscrit dans sa composante 5, la caractérisation nutritionnelle des produits comme outils de valorisation.

Les objectifs de ce présent travail étaient donc d'étudier les indicateurs biochimiques (lipides, protéines..) et sensoriels (tests organoleptiques) du loup (*Dicentrarchus labrax*) en intégrant les variabilités saisonnières, entre les sites d'élevage et les spécimens, et d'évaluer la relation entre les critères biochimiques et sensoriels en soumettant les données à une analyse ACP.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel biologique:

Les échantillons ont été prélevés *in situ*, i.e. auprès des fermes aquacoles qui pour des raisons de confidentialité sont désignées par site A et site B. Ces échantillons font partie des lots pêchés pour honorer les commandes commerciales des entreprises. Ils ont été transportés sous glace au laboratoire où ils ont été traités dès leur réception. Les mesures, prélèvements et analyses ont été réalisés conformément aux procédures standardisées mises en place dans le cadre de l'inter-calibration transfrontalières et adoptées dans le cadre du projet BIOVecQ (www.biovecq.eu);

Analyses proximales :

Détermination de la teneur en eau :

L'humidité de la chair a été déterminée suivant la méthode AOAC (1995). 1g de chair broyée est mis dans un creuset en porcelaine préalablement numéroté et pesé, puis placé dans une étuve à 105°C ± 2°C pendant 24 heures. Les échantillons sont ensuite refroidis dans un dessiccateur et repesés.

L'humidité est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = 100 \times (M_f - M_s) \div M_f$$

M_f : masse de l'échantillon frais ; M_s : masse sèche

Détermination de taux de cendres :

La teneur en cendres a été déterminée selon la méthode AOAC (1995). Une portion de 1g de chair est placée dans un creuset en porcelaine préalablement numéroté

et pesé. Le tout est mis dans un four à moufle à 600 °C durant 5 heures pour achever la calcination de la chair. Après refroidissement du four à 150 °C, les creusets sont placés dans un dessiccateur jusqu'à atteindre la température ambiante avant d'être repesés de nouveau. Les cendres sont données par la formule suivante :

$$\text{Cendre (\%)} = (\text{Mc} \div \text{Mf}) \times 100$$

Mc : masse de la cendre

Mf : masse de l'échantillon frais

Dosage des protéines totales :

En l'absence des équipements nécessaire pour permettre de réaliser le dosage des protéines totales conformément à la méthode AOAC (1995), les dosages ont été effectués selon la méthode de Lowry modifiée par Hartee (1972). Cette méthode a l'avantage de dissoudre les fractions insolubles de protéines obtenues lors du fractionnement des cellules, à l'aide d'un traitement thermique à 50°C en présence de NaOH. Cela permet un dosage des protéines totales par spectrophotométrie. Au laboratoire de l'INSTM, cette méthode bénéficie d'une inter-calibration avec la méthode AOAC de référence pour l'analyse des protéines alimentaires.

Pour les analyses, 0,4 à 0,5 g de broyat de chair ont été homogénéisés *in toto* dans 9 ml d'eau distillée glacée, à l'aide d'un Ultra-Turrax puis d'un Potter manuel en verre. Une fraction de cet homogénat dilué a été prélevé pour le dosage des protéines totales comparativement à une courbe utilisant l'albumine sérique bovine (BSA) comme standard.

Dosage des lipides totaux :

La teneur en lipides de la chair a été déterminée selon la méthode de Folch et al., (1957). Les lipides ont été extraits par un mélange chloroforme/méthanol (2/1 v/v) pour dissocier les interactions des lipides avec les autres constituants membranaires. L'extrait lipidique a été placé dans un tube à vis préalablement pesé à vide et l'excès de solvants a été évaporé sous flux d'azote. La masse des lipides a été estimée par la différence entre la masse du tube avant et après l'évaporation selon la formule :

$$\text{Lipide (\%)} = (\text{Mf}-\text{Mi}) \times 100 / \text{M}_0$$

Mf : masse de tube après évaporation

Mi : masse de tube à vide

M₀ : masse de la prise d'essai de l'échantillon

La fraction lipidique a été reprise dans un mélange de toluène/éthanol (4/1 v/v) et conservée à (-80°C) pour une trans-estérification ultérieure.

Test sensoriel:

L'analyse sensorielle est la méthode la plus utilisée pour l'évaluation de la qualité des produits halio-

alimentaires en tenant compte de différents descripteurs tels que l'aspect, l'odeur, la texture et le goût. Pour le présent travail un panel de dégustateurs entraînés dans l'évaluation des produits de la mer devait noter un certain nombre de descripteurs (l'aspect visuel, la couleur, l'odeur, la saveur, la texture et la consistance à la dégustation) en attribuant quatre catégories de jugement (agréable, neutre, acceptable, désagréable) (Peryam & Pilgrim 1957, Howgate et al., 1992).

Chaque descripteur a été évalué sur un score maximal de 10 subdivisé en 4 quartiles. Le score global final attribué correspondait à la somme des scores pondérés (i.e. score X fréquence relative).

Analyses Statistiques :

Les résultats des analyses proximales sont présentés sous forme de moyenne ± écart-type (SD) avec n = 6 dans tous les cas. Ils ont été comparés en utilisant une analyse de variance (ANOVA) de type II en utilisant la saison et les sites comme variables indépendantes ainsi que leur effet d'interaction. Le test LSD a été appliqué pour les comparaisons multiples Post hoc des données avec un niveau fixé à 5% de signification. Les résultats des analyses sensorielles ont été considérés comme des données polaires et leurs distributions ont été comparées à l'aide d'un test de Kruskal-Wallis sur les rangs suivi d'un test de Nemenyi pour les comparaisons multiples Posthoc (Zar, 1996). Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Statistica.

Analyse de composantes principales :

Les résultats des différents tests ont été également utilisés pour les analyses multivariées (PCA) et ceci via le logiciel "Unscrambler version 9.8". Cette analyse a permis l'étude et la visualisation de corrélation entre les différents paramètres examinés au cours de ce travail. L'analyse en composantes principales (PCA) est une méthode d'analyse des données par la statistique multivariée, qui consiste à transformer des variables liées entre elles (dites "corrélées" en statistique) en nouvelles variables indépendantes les une des autres (donc "non corrélées"). Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales" ou axes. Elles permettent donc de réduire l'information en un nombre de composantes plus limitées que le nombre initial de variables (Marten et al. & Nas, 1989).

RESULTATS ET DISCUSSION

La composition proximale reflétée par les teneurs moyennes en humidité, cendres, lipides et protéines de la chair des loups (*Dicentrarchus labrax*) échantillonnés dans la région Nord de la Tunisie, est compilée dans le Tableau I et ce, pour les deux sites d'élevage et les deux saisons, hivernale et estivale, étudiés.

L'ensemble des données obtenues s'insèrent dans les gammes de valeurs rapportées pour l'espèce dans la synthèse bibliographique concernant le loup d'élevage (Grigorakis (2007). La teneur en lipides (9.43%) obtenue pour le site de production B au cours de la saison hivernale est toutefois proche de la valeur la plus élevée (9.2%), signalée dans les travaux de Gatta et al. (2000) pour des poissons nourris *ad libitum*, 4 fois par jour avec des aliments à très forte teneur en lipides.

Tableau I: Composition proximale de la chair du loup (*Dicentrarchus labrax*) produit en cage en mer ouverte dans la région Nord de la Tunisie.

	(%) Humidité	(%) Cendres	g/100g Protéines	g/100g Lipides
Site A été	73,15±0,55 ab	1,20±0,02 a	19,69±0,38 a	5,97±0,46 b
Site B été	70,63±1,17 c	1,22±0,02 a	17,74±0,54 c	8,32±1,20 ab
Site A Hiver	73,90± 0,73 a	1,26±0,04 a	19,37±0,59 ab	6,05±0,76 b
Site B Hiver	71,21 ± 0,56 bc	1,22±0,03 a	17,93±0,48 bc	9,43±1,03 a

Les analyses comparatives montrent qu'il existe des différences de composition entre les différents échantillons et que celles-ci sont liées à l'effet du facteur site de production concernant tant l'humidité, les protéines que les lipides. Des différences similaires ont été signalées dans plusieurs travaux (Terova et al., 2011; Grigorakis, 2007; Mnari Bhouiri et al., 2010; Simat et al., 2012 ; Attouchi et Sadok 2010). Elles ont entre autres été attribuées à la composition des formules alimentaires notamment quand il s'agit d'aliment à haute teneur en lipides (Alasalvar et al., 2002). Conformément aux résultats attendus, les teneurs en humidité sont inversement proportionnelles à celles des teneurs en lipides.

Globalement, les résultats concernant la composition proximale attribuent d'excellentes propriétés nutritionnelles au loup produit en cage en mer ouverte dans les régions du Nord de la Tunisie. Cette composition constitue un élément essentiel dans l'attribution des valeurs nutritionnelles et commerciales de ce produit. Elle représente aussi un des critères de qualité contribuant à la conception des propriétés sensorielles et la stabilité post-mortem.

La chair des poissons varie en fonction de l'espèce et d'une multitude de variables comme le sexe, la taille des individus, l'historique alimentaire et la variation saisonnière. Cependant, il est courant de constater que les poissons issus de l'aquaculture sont généralement plus riches en lipides que les poissons sauvages, qu'il s'agisse d'ailleurs de loup (Alasalvar et al., 2002; Fuentes et al., 2010) ou de daurade (Attouchi et Sadok,

2010; 2012, Khemir et al., 2016). En effet, dans le but de préserver les ressources naturelles et du fait de la diminution de la disponibilité des matières premières comme la farine et surtout les huiles de poisson, les aliments destinés à l'aquaculture sont de plus en plus riches en lipides issus de végétaux oléagineux en raison de leur apport énergétique à un coup économiquement plus avantageux et de moindre empreinte écologique. Ces aliments à fortes teneurs en lipides tendent à favoriser l'engraissement excessif de la chair (Fontagné et Médale, 2010). Cela est manifestement le cas pour les lots ayant les plus fortes teneurs en lipides. Il y aurait donc une marge d'amélioration de la qualité du produit si les producteurs envisageaient de prendre en considération les préférences des consommateurs locaux ou de relever les défis des marchés les plus concurrentiels via une valorisation de leur production à l'export.

Evaluation de la qualité sensorielle:

Le diagramme en radar des scores globaux obtenus pour les différents caractères sensoriels analysés est présenté dans la Figure 1. Les scores montrent que tous les échantillons de loup d'élevage prélevés auprès des sites A et B durant les deux saisons (Fig. 1A, 1B), ont une bonne qualité sensorielle puisque tous les scores sont situés dans le quartile supérieur. Des différences entre les sites et les saisons sont toutefois détectées par les panélistes. En effet, la qualité hivernale est mieux appréciée que la qualité estivale selon la comparaison statistique des distributions des scores.

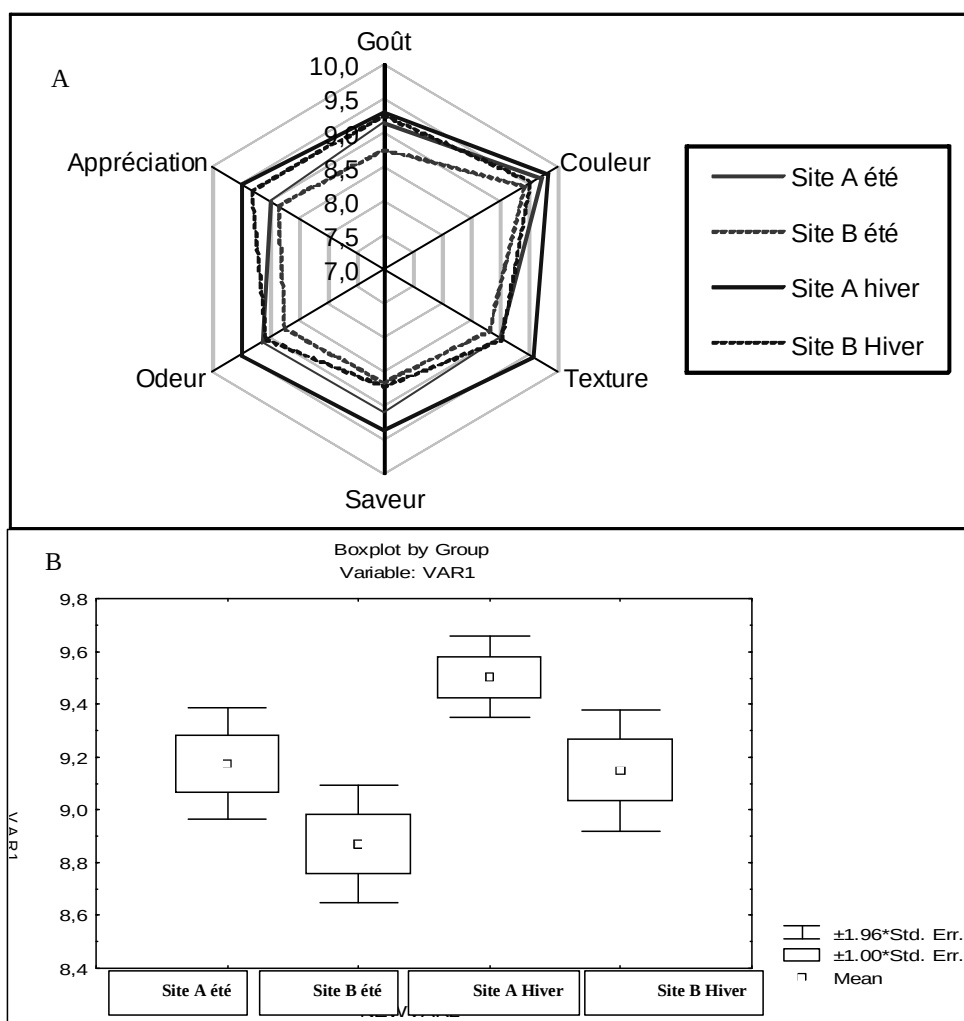


Figure 1.Diagramme en radar (A) réalisé dans le cadre d'une analyse sensorielle exprimée en pourcentage de panelistes qui présente chaque attribut sensoriel (B) Box-plot By Group. Pour chaque paramètre, les valeurs sont statistiquement différentes ($P < 0,05$).

Etude de la relation entre l'analyse sensorielle et la composition proximale

Afin d'avoir une meilleure compréhension de l'évolution des différents paramètres biochimiques (humidité, cendres, protéines et taux de lipides) et de l'analyse sensorielle en fonction de site de production et la variation saisonnière, nous avons opté pour une analyse chimiométrique qui se base sur l'étude en composantes principales (ACP).

L'analyse en composantes principales (ACP) a représenté 73% de la variabilité totale. Le diagramme de position (score plot) donné dans la Fig.2, visualise une nette discrimination entre le site A et le site B indépendamment des effets des saisons.

Les échantillons de loup de site A ont été localisés dans la partie supérieure du diagramme de position, les autres du site B dans la partie inférieure.

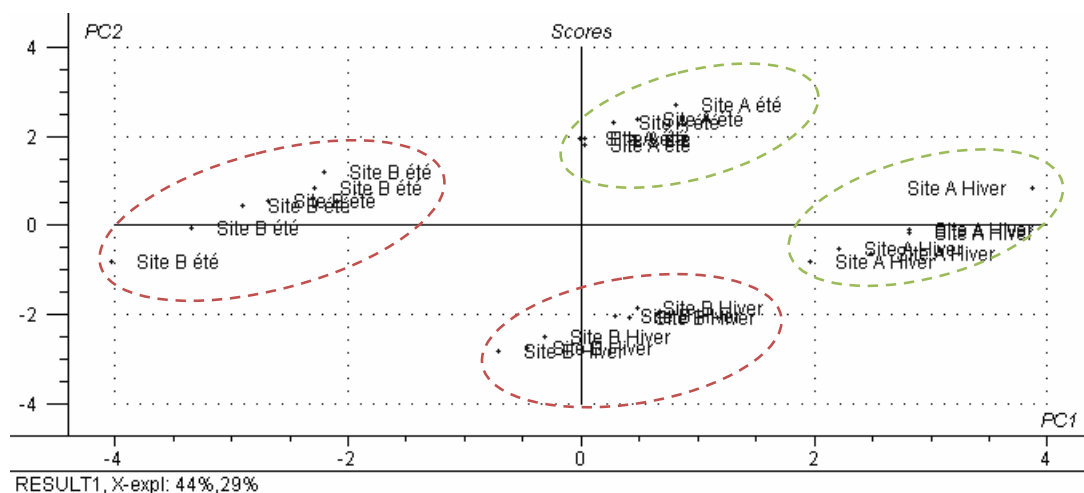


Figure 2 : diagramme de position (Score plot) obtenu par analyse en composantes principales (ACP).

Dans l'analyse en composantes principales (ACP) la variation totale de toutes les variables est de 44% par la composante PC1 et 29% par la composante PC2. L'observation du diagramme de poids (Loading plot) (Fig.3) montre que selon l'axe PC1, on remarque que le site A possède un effet positif sur tous les paramètres

(cendres, humidité, protéines) et l'analyse sensorielle et un effet négatif sur la teneur en lipide. Selon la composante PC2, le site B est positivement corrélé avec la teneur en lipides et négativement corrélé avec tous les autres paramètres biochimiques et sensoriels.

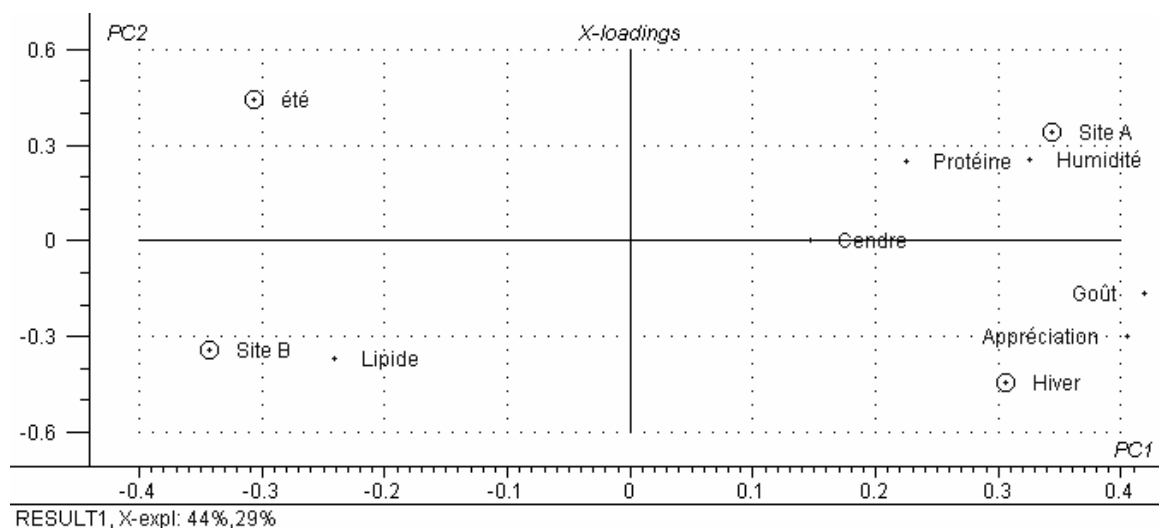


Figure.3 : Diagramme de poids (Loading plot) obtenu par analyse en composantes principales (ACP)

De telles observations confirment bien les résultats enregistrés précédemment pour l'effet de l'origine de production du poisson, sur la qualité sensorielle et biochimique de nos produits. Ces différences sembleraient notamment être liées aux différences des

teneurs en lipides. Ainsi, la qualité du loup du site A en hiver correspond à celle qui répond le mieux aux attentes du consommateur tunisien qui semble préférer une plus faible teneur en lipides.

Cependant, ce résultat est en contradiction avec les études réalisées sur les préférences du consommateur envers les aliments riches en lipides (Manabe et al., 2010). L'attraction pour la consommation des aliments riches en gras est bien connue. Néanmoins, des études récentes ont montré la forte discrimination vis-à-vis de la qualité des lipides. Ainsi certains lipides notamment ceux riches en acides gras à longues chaînes (AGLC) sont perçus comme des molécules savoureuses (Lee et al., 2015). Cette différence avec les résultats de la présente étude peut suggérer une composition des lipides pauvre en AGLC pour les lots à plus forte teneur lipidique. Ceci peut être confirmé par l'analyse des acides gras qui seront sujet d'un autre article.

Par ailleurs, la chair de poissons riche en lipides est plus susceptible aux processus d'hydrolyse et d'oxydation donnant lieu à un goût rance à la chair, et ce dès l'abattage du poisson. Cette hypothèse peut être aussi à la base de la plus faible préférence des lots plus riches en lipides qui pourraient renfermer des teneurs plus importantes en peroxydes. Cette hypothèse est également confirmée par les analyses des substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBARs) considérées comme produits de dégradation lipidique (Devasagayam et al., 2003; Duun et Rustad, 2007).

CONCLUSION

Les résultats montrent que les échantillons analysés présentent des caractéristiques biochimiques classiques comparativement aux données bibliographiques concernant l'espèce produite en élevage intensif. Bien qu'il existe une certaine variabilité en fonction des lots, les compositions proximales attribuent d'excellentes propriétés nutritionnelles au loup d'élevage dont la consommation devrait être recommandée pour les bénéfices alimentaires qu'il procure. D'autre part, les analyses sensorielles, menées par un jury entraîné ont montré que la qualité sensorielle qu'il existe aussi des différences significatives en termes de qualité sensorielle qui sembleraient notamment liées aux teneurs en lipides. Il y aurait donc une marge d'amélioration pour la qualité du produit. Sachant que la qualité sensorielle du poisson élevé peut être modulée par la composition de l'aliment ingéré et les pratiques zootechniques, les producteurs peuvent améliorer la qualité de leurs produits pour mieux s'adapter aux préférences des consommateurs locaux qui préféreraient des teneurs en lipides modérées (6%). Il leur serait même recommandé d'envisager la mise en place d'une certification voire d'un label de leur produit pour mieux le valoriser.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet **SecurAqua** PS1.3.020 "Sécurité et Qualité des Produits Aquacoles le Développement d'une Voie Commune Tuniso-Sicilienne" co-financé par l'Union Européenne à travers la coopération transfrontalière Italie-Tunisie (Programme Instrument Européen de Voisinage et de Partenariat-IEVP).

BIBLIOGRAPHIE

- ALASALVAR C., TAYLOR K.D.A., ZUBCOV E., SHAHIDI F., ALEXIS M. (2002) - Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chem.*, 79: 145-150.
- AOAC (1995)- Official method of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- ATTOUCHI M., SADOK S. (2010)- The effect of powdered thyme sprinkling on quality changes of wild and farmed gilthead sea bream fillets stored in ice. *Food Chem.*, 119: 1527-1534.
- ATTOUCHI M., SADOK S. (2012)- The effect of essential oils addition on the quality of wild and farmed sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *Food Bioprocess Technol.*, 5:1803-1816.
- BOGGIO S.M., HARDY W.H., BABBITT LK., BRANNON E.L. (1985). The influence of dietary lipid source and alpha-tocopheryl acetate level on product quality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 51, 13-24.
- BORRESEN T. (1992)- Quality aspects of wild and reared fish. In : H.H. Huss et al. Eds. Quality assurance in the fish industry, 7 pp.
- DEVASAGAYAM T.P.A., BLOOR KK., RAMASARMA T. (2003)- Methods for estimating lipid peroxidation: An analysis of merits and demerits. *Indian J Biochem Biophys*, 40:300-308.
- DGPA (2015)- Annuaire Statistique de la Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture, Ministère de l'Agriculture, Tunisie.
- DGPA-SAMEF (2013)- Etude stratégique du secteur de la pêche et de l'aquaculture en Tunisie
- Duun, A. S., & Rustad, T. (2007). Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets. *Food Chem*, 105(3): 1067-1075.
- ETHUIN P., MARLARD S., DELOSIÈRE M., CARAPITO C., DELALANDE F., DORSSELAER AV., DEHAUT A., LENCEL V., DUFLOS G., GRARD T. (2015)- Differentiation between fresh and frozen-thawed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets using two-

- dimensional gel electrophoresis. *Food Chem.*, 176:294–301.
- FAO (2014)- La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rome. 255 pages.
- FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H.S. (1957)- A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem.*, 226; 497-509.
- FONTAGNE S., MEDALE F. (2010)- Les lipides des poissons d'aquaculture et leurs facteurs de variation. *Oilseeds and fats Crops and Lipids.*, 17: 209-213.
- FUENTES A., FERNÁNDEZ-SEGOVIA I., SERRA J.A., BARAT M. (2010)- Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. *Food Chem.*, 119: 1514–1518.
- GATTA PP., PIRINI M., TESTI S., VIGNOLA G., MONETTI PG. (2000)- The influence of different levels of dietary vitamin E on sea bass *Dicentrarchus labrax* flesh quality. *Aquacult Nutr.*, 6(1):47–52.
- GRIGORAKIS K. (2007)- Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: A review. *Aquaculture.*, 272: 55-75.
- HARTREE EF. (1972)- Determination of Protein: a modification of Lowry method that gives a linear photometric response. *Anal. Biochem.*, 48: 422-427.
- HOWGATE P., JOHNSTON A., WHITTLE KJ. (1992)- Multilingual guide to EC freshness grades for fishery products. Torry Research Station, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK, Aberdeen, Scotland.
- KHEMIR M., BESBES N., BEN KHEMIS I., SADOK S. (2016)- Spécificités nutritionnelles et évaluation de la qualité de la daurade «*Sparus aurata*» provenant d'aquaculture en cages des régions du Nord de la Tunisie, publication commune SecurAqua, dans Qualité des Produits Aquacoles. ISBN: 9788890790225, 34-40.
- KOUSOULAKI K., SAETHER BS., ALBREKTSSEN S., NOBLE C. (2015)- Review on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) nutrition and feed management: a practical guide for optimizing feed formulation and farming protocols. *Aquacult Nutr.*, 21: 129-151.
- LEE S., EGUCHI A., SAKAMOTO K., MATSUMURA S., TSUZUKI S., INOUE K., MASUDA D., YAMASHITA S., FUSHIKI T. (2015)- A role of CD36 in the perception of an oxidised phospholipid species in mice. *Biomed Res.*, 36(5):303-11.
- MANABE Y., MATSUMURA S., FUSHIKI T. (2010)- Preference for High-Fat Food in Animals. In: Fat Detection: Taste, Texture, and Post Ingestive Effects. Editors (Montmayeur J.-P., & le Coutre J.), Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK53543/>
- MARTENS H., NÆS T. (1989)- *Multivariate calibration*. John WILEY, Chichester, 504 p
- MNARI BHOURI A., BOUHLEL I., CHOUBA L., HAMMAMI M., EL CAFSI M., CHAOUCH A. (2010)- Total lipid content, fatty acid and mineral compositions of muscles and liver in wild and farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Afr J Food Sci.*, 4: 522–530.
- PERYAN DR., PILGRIM FJ. (1957)- Hedonic scale of measuring food preference. *Food Technol.*, 11: 9-14.
- REGENSTEIN JM. (1996)- Assuring the freshness and quality of aquacultured fish. Proceedings «Refrigeration Science and Technology », Refrigeration and Aquaculture, Bordeaux, France, 343-355.
- SIMAT V., BOGDANOVIĆ T., KRŽELJ M. (2012)- Application of Principal Component Analysis to Characterize the Effect of Catching Ground on Post-mortem Quality Changes in Ice Stored Sea Bream (*Sparus aurata*, L.) and Bogue (*Boops boops*, L.). *Croat J Food tech Biotech Nutr.*, 7: 14-17.
- TEROVA G., ADDIS M. F., PREZIOSA E., PISANU S., PAGNOZZI D., BIOSA G. (2011)- Effects of postmortem storage temperature on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) muscle protein degradation: Analysis by 2-D DIGE and MS. *Proteomics.*, 11: 2901–2910.
- ZAR J.H. (1996)- Biostatistical Analysis. (3rd ed.) Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.