

EFFET DE L'ADDITION DU THYM, DU LAURIER ET DU ROMARIN SUR LA CONSERVATION DE L'ANGUILLE FUMÉE

Foued Mestiri*, T. Zerai, M.S. ROMDHANE, et S. Mejri

Institut National des sciences Agronomiques 1002 Tunis- Tunisie

*fmestiri.gipp@planet.tn

ملخص

تأثير إضافة المواد الطبيعية إكليل ورنند و زعتر على تصبير سمك الحنشة المدخنة : يهتم هذا البحث بدراسة مدى تأثير إضافة المواد الطبيعية إكليل ورنند و زعتر كل على حدة، على تصبير سمك الحنشة المدخنة. وفي هذا الإطار تمت دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية والجرثومية و الحسية للعينات المضافة إليها المواد الطبيعية و مقارنتها بالعينة الأصلية، و ذلك لمدة 5 أسابيع تحت 4 درجات مئوية. وتتحصر أهم الاستنتاجات التي تم التوصل إليها فيما يلي:

- تؤثر عملية التدخين على الخصائص الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لسمك الحنشة وتساهم بذلك في طول مدة تصبيره.

- إن إضافة مادة الزعتر بنسبة 1,5 بالمائة تساهم في الحد من تطور الجراثيم الجمالية (FAMT) وتكوين مادة الأزوت الجملي المبخر (ABVT) كما تحد من تطور عمليات تأكسد الدهون وقد نالت العينة التي تحتوي على هذه المادة، استحسان الذواقين حيث كان لإضافتها تأثير واضح على تحسن مذاق ورائحة الحنشة المدخنة.

- ليس لإضافة مادة الرند بنفس النسبة أي تأثير على الخصائص الفيزيوكيميائية والجرثومية لسمك الحنشة المدخنة بالرغم من اختيارها من طرف الذواقين كأحسن مؤثر على الخصائص الحسية لسمك الحنشة المدخنة.

- تساهم إضافة مادة الإكليل بنفس النسبة في الحد بشكل واضح من عمليات تأكسد الدهون لكنّها لم تلق نفس الاستحسان من طرف الذواقين مقارنة بالعينات الأخرى.

الكلمات المفاتيح : إكليل، رند، زعتر، سمك الحنشة، تصبير

RESUME

L'effet de l'addition de trois types d'additifs naturels: le thym (*Thymus vulgaris*), le laurier (*Laurus nobilis*) et le romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur l'amélioration de la conservation de l'anguille fumée a été étudié. Une comparaison des caractéristiques microbiologiques, physicochimiques et organoleptiques du produit, par rapport au lot témoin, fumé sans additifs a été réalisée durant 5 semaines à 4 °C. Nous avons trouvé que l'addition du thym, a permis une réduction de la flore aérobie mésophyte totale (FAMT), a ralenti la formation de l'azote basique volatil total (ABVT), et a permis une réduction de l'oxydation de la matière grasse. Le lot ainsi traité, a été très apprécié par les dégustateurs, et le thym a eu un effet améliorateur sur le goût et l'odeur de l'anguille fumée. D'autre part nous avons noté que le romarin, a joué le rôle d'un antioxydant très performant. Il a permis une réduction de l'oxydation des graisses de l'anguille. Cependant, l'analyse sensorielle a montré que le lot traité avec le romarin est un peu moins apprécié que le lot témoin et les autres lots. Enfin nous avons constaté que l'addition du laurier, n'a pas d'effet sur les paramètres microbiologiques et physicochimiques de l'anguille fumée. Cependant ce laurier a permis une amélioration très prononcée des qualités organoleptiques, puisque le lot traité avec cet additif a été classé en tête de la liste lors de l'analyse sensorielle.

Mots clés : Thym, romarin, laurier, anguille fumée, conservation, antioxydant, qualité

ABSTRACT

The effect of thyme, rosemary and laurel addition on the smoked eel shelf life : The effect of thyme (*Thymus vulgaris*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and laurel (*Laurus nobilis*) addition on the improvement of the smoked eel (*Anguilla anguilla*) shelf life was investigated. Chemical, microbiological and sensory analyses were performed and compared to the control during 5 weeks of storage at 4°C. The addition of thyme reduced the total viable count bacteria (TVC), the total volatile basic nitrogen, the fat oxidation and has enhanced the smoked eel favour and odour. Samples treated with thyme were appreciated by the panellists. Rosemary treatment has the most antioxidant effect and has reduced considerably fat oxidation, but samples treated with rosemary were less appreciated by the panellists. Laurel addition has no effect on the microbiological, physical, and chemical parameters. But it has improved the sensory characteristics, and samples treated with laurel were the most appreciated by the panellists.

Key words: thyme, rosemary, laurel, smoked eel, conservation, anti-oxdyant, quality

INTRODUCTION

Les poissons sont parmi les produits alimentaires les plus périssables. Après la capture, un processus complexe de réactions physiques, chimiques et

microbiologiques prend place favorisant la dégradation de la qualité des poissons frais et limitant leur durée de vie.

Pour maintenir le plus longtemps possible la qualité du poisson à un niveau compatible avec les normes en vigueur et les exigences du consommateur, il est nécessaire d'inhiber ou de ralentir ces divers mécanismes d'altération. Pour ce faire, différentes techniques, telles que le salage, le séchage, le fumage et le marinage, ont été appliquées. Parmi ces techniques de conservation, le fumage constitue une pratique particulièrement répandue en Europe, en Amérique du Nord, et dans les zones forestières d'Afrique.

Ce procédé consiste à soumettre une denrée alimentaire à l'action de la fumée qui se dégage lors de la combustion de certains végétaux. Deux effets sont recherchés par le fumage :

- Assurer une meilleure conservation par l'action bactériostatique et antioxydante de certains composés de la fumée (Goulas et Kontominas, 2005).
- Apporter une qualité gustative désirable (Stolyhwo et al., 2006).

L'anguille, poisson rond qui vit alternativement en eau douce et en eau de mer, est le plus souvent fumée à chaud, (Saincliver, 1985). L'espèce *Anguilla anguilla* (anguille de rivière) est la plus utilisée pour le fumage.

D'autres part, on a souvent recours à l'utilisation des additifs conservateurs et des antioxydants (chimiques et naturels), afin d'améliorer la durée de conservation des poissons fumés. Par ailleurs, la demande de plus en plus accrue en produits naturels fait que les épices telles que le basilic, le romarin, le thym... soient largement utilisées comme conservateurs naturels pour leurs vertus antioxydante ou bactériostatique.

La demande pour des additifs entièrement naturels a focalisé l'attention sur la recherche d'extraits antioxydants d'origine végétale. (Dapkevicius et al., 1999, Schwarz et al., 1996). Les plus importants proviennent d'espèces comme le thym, le romarin, le gingembre et la sauge.

En outre l'activité anti-oxydante, bactéricide, et fongicide de ces additifs a été étudiée par plusieurs chercheurs : Karaman et al. (2001), Rasooli et al. (2002), Tepe et al. (2004), Giordani et al. (2005), Sacchetti et al. (2005), Valero et al. (2006),

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'addition du thym, du laurier et du romarin, sur les caractéristiques physicochimiques, bactériologiques et gustatives de l'anguille fumée. Un intérêt particulier a été porté sur l'altération de la matière grasse, étant donné que les extraits végétaux possèdent généralement un pouvoir antioxydant.

MATERIEL ET METHODES

1. Matière Première

Les anguilles (*Anguilla anguilla*) utilisées pour le fumage proviennent de la région de Ghar-El melh (nord de la Tunisie). Les poissons (170 ± 20 g), ont été saupoudrés de sel pour éliminer le mucus qui les couvre. Ils ont été ensuite transportés sous glace dans une caisse de polystyrène à la société « HDPH Horchani » agréée CE n°151, située à Tunis ; où a eu lieu le fumage.

2. Conduite du Fumage

Le fumage de l'anguille a été réalisé selon le schéma de la figure 1. Les anguilles éviscérées, et lavées sont subdivisées en quatre lots, chacun des lots (n=40 pièces) est mis dans une solution de saumure à **275g/l** pendant 30 minutes. Les additifs naturels sont ajoutés sous forme de poudre dans le bain de saumurage, à une concentration de 15 g par litre soit à raison de 1.5 %.

Les anguilles saumurées sont rincées, égouttées pendant 5 minutes, puis sont mises à plat dans la cellule de fumage. Les anguilles sont ensuite, séchées à 30°C pendant 15 minutes à 60% d'humidité relative et fumées à 80 °C pendant 90 minutes à 60 % d'humidité relative. Le fumoir dans lequel nous avons effectué le fumage est de marque anglaise AFOS Double Maxi. La sciure d'hêtre a été utilisée pour la production de la fumée

Après fumage, les anguilles sont, ensuite, refroidies, tranchées et emballées sous vide, dans un film en polyéthylène à faible perméabilité à l'oxygène avec une emballeuse de type MULTIVAC. Les échantillons ont été stockés à 4°C pendant cinq semaines. Six tranches d'anguilles différentes, prises de la même région ont été utilisées pour réaliser les analyses physico-chimiques et microbiologiques.

Tableau I : Répartition des lots d'anguilles fumées.

Lot N°	1	2	3	4
Additifs	Sans additifs	Thym	Laurier	Romarin

3. Analyses microbiologiques :

Les échantillons destinés aux analyses microbiologiques sont présentés sous forme de tranches d'anguilles (n=6) et placés dans un emballage plastique stérile dans les meilleures conditions d'asepsie possible. A 10 g du broyat de poisson sont ajoutés 90 ml d'eau peptonée préalablement préparée et stérilisée dans l'autoclave. Des dilutions multiples,

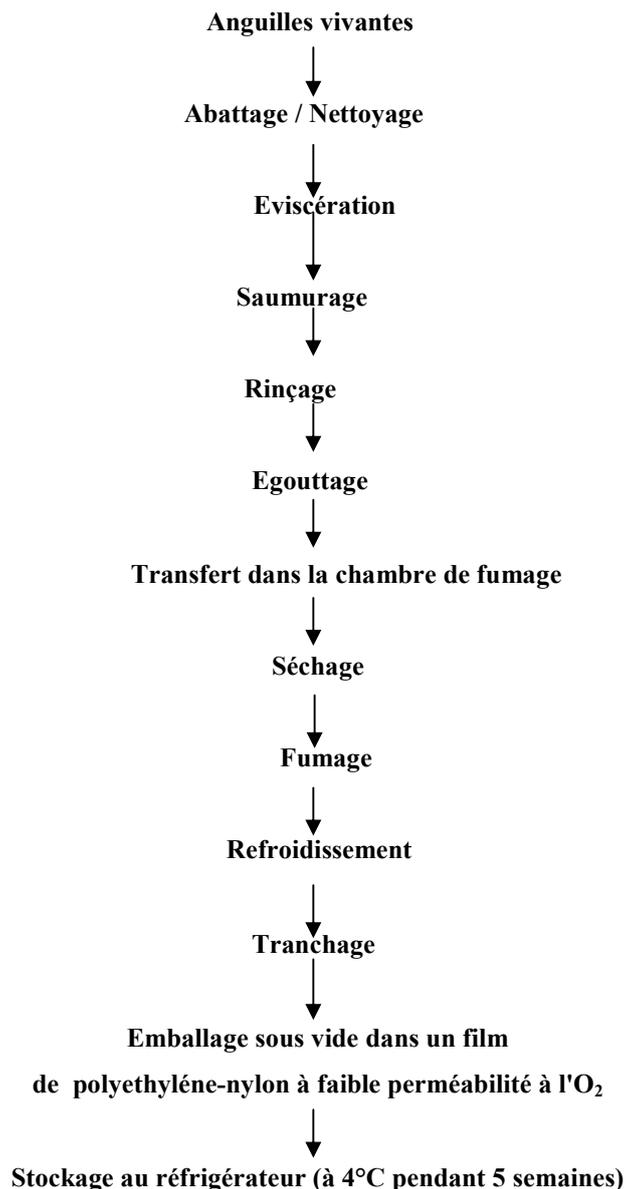


Figure 1: Schéma de fabrication de l'anguille fumée.

sont préparées ; jusqu'à la dilution 10^{-6} , en utilisant le même diluant. Il est à signaler que les analyses s'effectuent toujours sur des suspensions. Pour chaque dilution on ensemence deux boîtes. Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) a été déterminé selon la norme NF V08-011 (1998) en utilisant le milieu de culture « plate count agar PCA ». Les boîtes sont par la suite incubées à 30°C pendant 72 heures.

La recherche des coliformes est réalisée dans les bouillons B.L.B.V.B à base de bile et vert brillant. Le dénombrement des coliformes totaux a été déterminé selon la norme NF V 08-050-1999. L'incubation a été réalisée à 44 °C pendant 24 heures (± 2 heures). Les

coliformes fécaux ont été déterminés selon la norme NF V 08-060-1999. Les Staphylocoques présumés pathogènes sont déterminés selon la norme (ISO 15213-2003) : les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 heures en utilisant le milieu Baird-Parker. Le dénombrement des germes anaérobies Sulfite-réducteurs (ASR) est effectué sur le milieu T.S.N (Tryptone Sulfite Néomycine) à 37°C pendant 20 h \pm 2 h selon la norme (NF V08 – 061-1996). La recherche des salmonelles a été réalisée selon la norme ISO 6579 (1993). Elle comporte trois étapes, le pré enrichissement, l'enrichissement et l'isolement. Dans chaque étape les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 h. Enfin le milieu de Sabouraud additionné de

chloramphénicol a été utilisé pour la recherche des levures et des moisissures selon la norme française NF ISO 7954 (1988)

4. Les analyses physico-chimiques

4.1. Dosage de l'azote basique volatil total (ABVT)

Le dosage de l'ABVT est effectué par la méthode de micro-diffusion de Conway (1962).

4.2 Extraction de la matière grasse : méthode de Folch et al. (1957)

Cette méthode permet l'extraction de la matière grasse à froid. L'huile extraite sert pour les analyses des indices de qualités indicateurs de la détérioration de la matière grasse.

4.3 Indice de peroxyde

Il est exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par Kg d'échantillon et est mesuré selon la norme (NT.

118. 22, 1996)

4.4 Détermination de l'indice d'iode

Il est défini comme étant la masse d'iode, exprimée en grammes (g), nécessaire pour fixer toutes les doubles liaisons de 100 g de corps gras. Il est mesuré selon la norme (NT ISO 3961, 1996)

4.5 Analyses des coefficients d'extinction spécifiques de la matière grasse (Wolff, 1991)

L'auto oxydation des corps gras contenant des chaînes poly insaturées s'accompagne d'une conjugaison des doubles liaisons : les hydro peroxydes de l'acide linoléique et les systèmes diéniques conjugués résultant de leur décomposition absorbent au voisinage de 232 nm. Les produits secondaires d'oxydation et en particulier les α -dicétones ou les cétones α -insaturées présentent un maximum d'absorption vers 270 nm.

Par conséquent, plus l'absorbance à 232 nm est forte, plus le corps est peroxydé ; plus l'absorbance à 270 nm est forte, plus le corps gras est riche en produits secondaires d'oxydation (Wolff, 1991). Les mesures des coefficients d'extinction spécifique K_{270} et K_{232} par spectrophotométrie UV ont été réalisées. Ces derniers sont déterminés par la formule suivante :

$$K_i = (A_i \times 0.25) / (C \times e)$$

Avec : K_i : l'extinction spécifique à la longueur d'onde i .

A_i : l'absorbance mesurée à la longueur d'onde i .

C : la concentration de l'huile en g/ 25 ml de cyclohexane.

e : l'épaisseur de la cuve en cm (1 cm).

5. Analyse sensorielle (Test hédonique) (Watts et al. 1991)

Ces analyses ont pour but d'étudier l'effet des additifs naturels sur la couleur, l'odeur, la texture et le goût de

l'anguille fumée. Pour ce fait nous avons effectué un test hédonique auquel ont participé 40 dégustateurs de sexes, âges et milieux différents.

A la fin de ce test effectué sur les quatre lots d'anguilles fumées, les notations numériques allant de 1 à 9, (où 1 correspond à « n'aime pas du tout » et 9 à « aime beaucoup »), sont présentées sous formes de tableaux et analysées au moyen du test de l'analyse de la variance (ANOVA) pour déterminer s'il y a une différence significative dans le degré d'appréciation moyen entre les échantillons. Le test de Duncan est utilisé au seuil de signification de 95% pour déterminer quel traitement diffère de l'autre.

5.1. Analyses des données

Pour la plus part des essais, nous avons utilisé le logiciel SAS[®], 2000 (Système d'analyses statistiques), pour réaliser les analyses statistiques des données en l'occurrence pour le calcul des moyennes, des écarts-types, l'analyse de la variance et la détermination du test de Duncan

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Effet des additifs naturels sur la microbiologie de l'anguille fumée

Tout au long de la période de conservation nous avons noté l'absence des coliformes, des anaérobies sulfito-réducteurs, des Staphylocoques présumés pathogènes et des Salmonelles.

L'absence des staphylocoques présumés pathogènes est due à l'action inhibitrice du salage, de l'emballage sous vide qui crée un milieu défavorable pour ces microorganismes dont la croissance est limitée par compétition avec d'autres bactéries telles que *Lactobacillus spp* ou avec les moisissures qui peuvent produire des antibiotiques (Lawal et al., 1985). De plus, la fumée est à l'origine d'une chute du pH à la surface du produit et un changement de la flore catalase positive (*Micrococcus* et *staphylococcus*) vers la flore catalase négative et surtout les bactéries acido-lactiques qui tendent à inhiber les staphylocoques (Beltran et Moral, 1989).

1.1 Effet sur la flore mésophile aérobie totale (FAMT)

La flore aérobie mésophile totale (FMAT) a subi une réduction prononcée suite au fumage, passant de $7.4.10^4$ à $6.9.10^3$ ufc par gramme. L'analyse de la variance ANOVA a montré qu'il existe une différence significative entre les anguilles fraîches et celles fumées pour ce paramètre. Au cours de la période de stockage, la FMAT a connu une augmentation significative pour les 4 lots. (figure2).

Cette flore n'a pas dépassé pas le seuil critique de 10^6 germes / g au cours des trois premières semaines

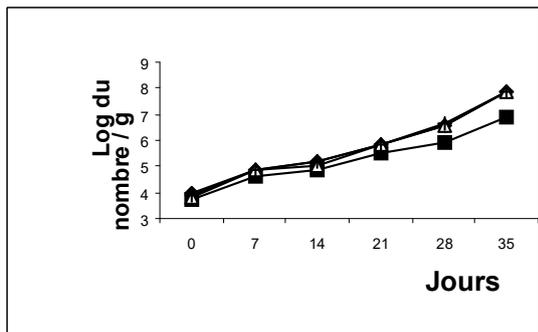


Figure 2 : Evolution de la FMAT de l'anguille fumée au cours de la conservation.

(♦)Lot1=Témoin (■) Lot 2=+ Thym (▲)Lot 3=+ Laurier (+)Lot 4 =+ Romarin

de conservation. Le lot 2 (thym) semble présenter une flore légèrement inférieure aux autres lots durant cette période. Lors de la quatrième semaine, la FMAT a connu une augmentation assez importante dépassant le seuil de 10^6 unité formant colonies (UFC) par gramme, cette augmentation pourrait être due à une multiplication des bactéries Gram⁺ et surtout des bactéries acido-lactiques qui résistent aux différentes opérations de fumage ainsi qu'à l'augmentation graduelle du CO₂ à l'intérieur de l'emballage (Clark et al. 1980).

L'analyse de la variance ANOVA et le test de classement par rang de Duncan effectués pour la FMAT des 4 lots lors de la quatrième semaine montrent qu'il y a une différence, significative au seuil de confiance de 95%, entre le lot 2 et les autres lots qui, entre eux, ne sont pas significativement différents. Seul le lot 2 n'a pas dépassé le seuil critique admis par la réglementation Française NF V45-065 (1996) et à sa note de service n: 2001-8090 (2001) avec une charge égale à 9.10^5 UFC/g.

Ce résultat pourrait être expliqué par le fait que le thym contient des substances bactériostatiques, voire même bactéricides (Boyer et al., 1995), contribuant à la réduction de la flore mésophile aérobie totale. Ce résultat a été constaté par plusieurs auteurs. Ainsi Karamen et al. (2001) ont montré que les huiles essentielles du thym présentent des activités antibactériennes et antifongiques. De même, l'activité bactéricide du thym, a été aussi démontré par Rasooli et al. (2002), et par Tepe et al. (2005).

1.2. Effet sur les levures et moisissures

La figure 3 montre la variation des levures et moisissures chez l'anguille fumée en présence ou non d'herbes aromatiques seiches après différentes période de stockage à 4°C.

Les levures et moisissures évoluent, de façon rapide après la première semaine de conservation pour les quatre lots. Cependant, cette augmentation est plus importante dans les lots 2, 3 et 4 (thym,

laurier et romarin) par rapport au lot témoin (lot 1). Ainsi l'analyse de la variance ANOVA et le test de classement par rang de Duncan, ont montré qu'il y a une différence significative au seuil de confiance de 95% entre le témoin et les autres lots qui, entre eux, ne sont pas significativement différents. Les additifs naturels ajoutés ont contribué à une légère augmentation des levures et des moisissures, mais le nombre de ces germes se stabilise presque après trois semaines, ce qui pourrait être due à une auto inhibition par compétition sur le substrat ou par les modification des conditions physicochimiques du milieu.

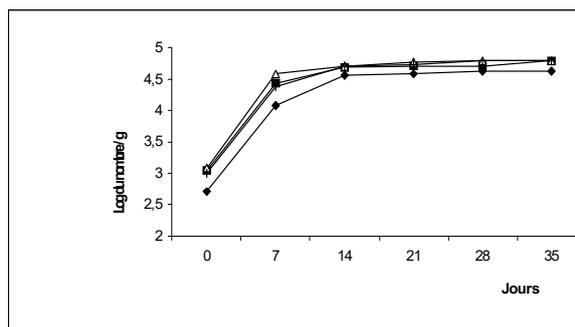


Figure 3 : Evolution des levures et moisissures de l'anguille fumée au cours de la conservation. (♦)Lot1=Témoin (■) Lot 2=+ Thym (▲)Lot 3=+ Laurier (+)Lot 4 =+ Romarin

2. Effet des additifs naturels sur les caractéristiques physico-chimiques

2.1. Effet sur l'azote basique volatil total (ABVT)

La figure 4 montre que les teneurs en azote basique volatil total augmentent au cours de la conservation passant d'un taux initial de 11 mg N/ 100g à 28.5 mg N/ 100g à la cinquième semaine sans toutefois, dépasser la valeur de 40 mg N/ 100g, considérée comme limite de la norme proposée par la réglementation française pour les poissons fumés NF V45-065 (1996).

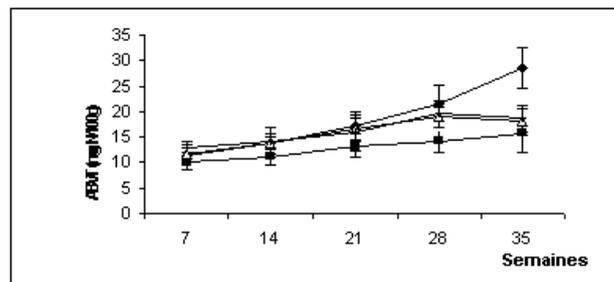


Figure 4 : Evolution de l'ABVT de l'anguille fumée au cours de la conservation. (♦)Lot1=Témoin (■) Lot 2=+ Thym (▲)Lot 3=+ Laurier (+)Lot 4 =+ Romarin

L'analyse de la variance ANOVA et le test de classement par rang de Duncan pour la semaine 4, ont montré qu'il y a une différence significative entre

le lot 2 (thym), présentant la moyenne de l'ABVT la plus basse, et les autres lots identiques entre eux au seuil de confiance de 95%. A la cinquième semaine, les additifs naturels ont tendance à freiner l'évolution de l'ABVT. Ce résultat est expliqué par le fait que l'ABVT augmente avec la protéolyse, qui est due aussi bien à des enzymes tissulaires qu'à des enzymes microbiennes. Cette augmentation coïncide avec l'augmentation de la FMAT. Le thym, ayant une action bactéricide sur cette flore, a tendance à influencer indirectement la valeur de l'ABVT en diminuant le degré de la protéolyse par les enzymes microbiennes.

On peut aussi signaler l'efficacité des conditions de conservation ; à savoir l'emballage sous vide et la température de réfrigération (+4°C) sur la conservation de l'anguille fumée, puisque l'ABVT n'a pas atteint le seuil critique, au dessus duquel le produit sera non consommable.

2.3. Effet sur l'altération de la matière grasse

2.3.1 Suivi de l'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde a connu une augmentation importante au cours des 4 premières semaines de conservation de l'anguille pour les 4 lots, vers la 5^{ème} semaine une diminution significative a été notée. (Figure 5).

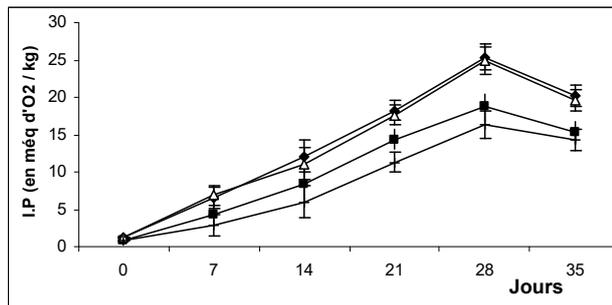


Figure 5 : Evolution de l'indice de peroxyde de la matière grasse de l'anguille fumée au cours de la conservation.

(◆) Lot 1 = Témoin (■) Lot 2 = + Thym (▲) Lot 3 = + Laurier (+) Lot 4 = + Romarin

La phase d'augmentation correspondrait à la phase d'initiation de l'oxydation, la diminution de l'indice de peroxyde serait la conséquence de la décomposition des peroxydes pour la formation des produits secondaires de l'oxydation (aldéhydes, cétones et composés carbonyles) responsables du goût et des odeurs rances (Clerge et al. 2004).

Les lots additionnés de thym et de romarin ont tendance à diminuer l'évolution de cet indice. L'analyse de la variance ANOVA et le test de classement par rang de Duncan, ont montré qu'il y a une différence significative, au seuil de confiance de 95%, entre le lot 4 (romarin) et les autres lots d'une part, et du lot 2 (thym) par rapport aux lots 1 et 3 d'autre part.

L'ajout de romarin à raison de 1,5% lors du saumurage, a donc permis une réduction du degré d'oxydation de la matière grasse de l'anguille ; cet effet vient du fait que les extraits de romarin possèdent une activité antioxydante caractérisée par la capacité d'inhiber la formation des radicaux libres (Eymard, 2003). Les molécules responsables de cette activité sont les molécules phénoliques et les acides carnosique et romarinique ainsi que le carnosol. Il semble que l'un des antioxydants du romarin agit en cascade en se dégradant et en devenant à chaque étape un nouvel antioxydant (acide carnosique - carnosol - rosmanol - galdosol) ce qui confère à l'extrait de romarin un effet de longue durée. (Eymard, 2003).

Sacchetti et al (2005), dans leur étude sur l'évaluation comparative de l'activité anti-oxydante, anti-radicalaire et anti-bactérienne de 11 huiles essentielles sur les aliments, ont mis en évidence l'efficacité des huiles du romarin comme étant des substances antioxydantes. Ce résultat a été constaté par Yanishlieva et al (2001).

Le thym, (1,5%), a aussi induit une réduction de l'oxydation des lipides mais à moindre effet que le romarin. Ceci pourrait être expliqué par le fait que le thym contient à son tour des substances antioxydantes qui sont essentiellement le thymol et le carvacrol (Schwarz et al. 1996)

A la même concentration (1.5%), le laurier paraît sans effet sur l'oxydation de la matière grasse de l'anguille puisque nous n'avons pas noté de différence en le comparant au lot témoin (lot 1).

2.3.2. Suivi de l'extinction spécifique

Le rapport $R = K_{232}/K_{270}$ donne une indication plus claire sur l'état d'oxydation des lipides. En effet, les peroxydes absorbent à la longueur d'onde de 232 nm tandis que les produits secondaires de l'oxydation absorbent à la longueur d'onde de 270 nm. Ainsi plus le rapport $R = K_{232} / K_{270}$ est faible, plus le produit est riche en produits secondaires d'oxydation. La figure 6 représente l'évolution de ce rapport durant les deux dernières semaines de conservation.

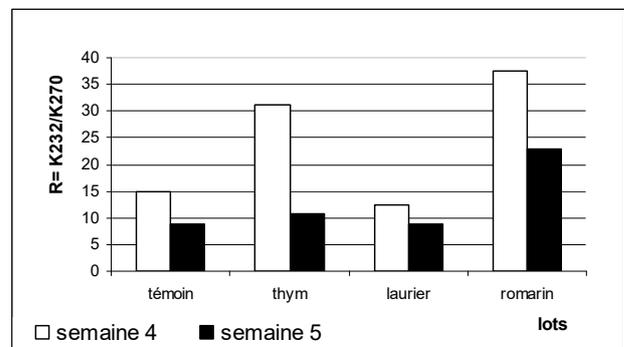


Figure 6 : Effet des additifs naturels sur les mesures de l'extinction spécifique de la matière grasse de l'anguille fumée.

Pour le coefficient d'extinction spécifique on peut noter que :

- Le rapport R diminue au cours des deux dernières semaines de conservation pour les 4 lots.
- Les rapports les plus bas sont ceux du **lot 1 (témoin)** et du **lot 3 (laurier)** où le coefficient d'extinction K_{270} est relativement élevé (de l'ordre de 0,6).
- Le lot 4 (romarin) garde le rapport R le plus important au cours des deux semaines, suivi du lot n 2 (thym)

Les données de la figure 6 confirment les résultats des mesures de l'indice de peroxyde.

2.3.3. Suivi de l'indice d'iode

L'analyse de la figure 7 montre que :

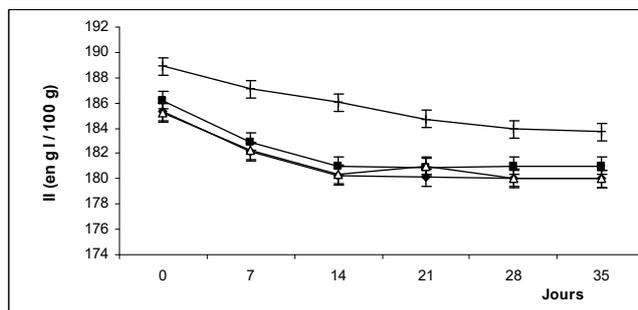


Figure 7 : Evolution de l'indice d'iode de la matière grasse de l'anguille fumée au cours de la conservation.

(♦) Lot 1 = Témoin (■) Lot 2 = Thym (▲) Lot 3 = Laurier (+) Lot 4 = Romarin

L'indice d'iode de la matière grasse des différents lots est assez élevé (> 180g I / 100g MG), ce qui informe sur la forte teneur en acides gras poly-insaturés des graisses de l'anguille. Il diminue sensiblement pendant les trois premières semaines de conservation, puis se stabilise pour les quatre lots. Le lot 4 (romarin) garde l'indice d'iode le plus élevé durant toute la période de conservation.

La matière grasse de l'anguille est riche en acides gras poly-insaturés, cette caractéristique est propre à la matière grasse des poissons (Eymard, 2003), ce qui explique sa grande sensibilité à l'oxydation.

La diminution de l'indice d'iode au cours de la conservation serait dû au phénomène d'oxydation qui attaque les doubles liaisons des acides gras diminuant ainsi le degré d'insaturation des lipides.

Par ailleurs, l'analyse de la variance ANOVA et le test de classement par rang de Duncan, ont montré qu'il y a une différence significative, au seuil de confiance de 95% ($p < 0,05$), entre le lot 4 et les autres lots. Le romarin, avec ses substances antioxydantes, a contribué à la protection des doubles liaisons d'acides gras des graisses de l'anguille du lot 4. Ce résultat est conforme à ceux trouvés par Shahina et al. (2004) qui ont étudié l'effet des antioxydants sur l'indice d'iode des huiles végétales.

L'action anti-oxydante, du thym et du laurier s'est révélée non significative par l'indice d'iode.

3. Analyses sensorielles (Test hédonique)

D'après le test ANOVA, nous avons remarqué que :

- Il n'y a pas de différence significative au seuil de confiance de 95 % entre les 4 lots concernant la texture et la couleur. Il n'y a donc pas d'effet de traitement sur la texture et la couleur.

- D'autre part, on a noté une différence significative entre les lots pour les caractéristiques odeur et goût et ce au seuil de confiance de 95 %.

Afin de déterminer les différences significatives entre les différents lots concernant l'odeur et le goût, nous avons procédé au test de comparaison multiple de Duncan.

De point de vue odeur et goût, les dégustateurs (consommateurs) ont préféré de façon significative, à tous les autres échantillons, ceux des lots 3 (laurier) et 2 (thym) qu'ils ont apprécié de la même façon.

Le lot 1 (témoin) a été préféré au lot 4 (romarin) de façon significative pour ces mêmes caractéristiques. Les additifs comme le laurier et le thym ont un effet prononcé quant à l'amélioration de l'odeur et du goût de l'anguille fumée avec le même degré d'appréciation.

D'une façon générale nous pouvons conclure d'après cette analyse sensorielle que :

- Les trois additifs (laurier, thym et romarin), n'ont pas d'effet sur l'amélioration de la texture et de la couleur de l'anguille fumée.

- Ces additifs ont, par ailleurs, un effet sur le goût et l'odeur de l'anguille fumée avec une amélioration prononcée de ces caractéristiques organoleptiques par le laurier et le thym. Le romarin ayant été un peu moins apprécié par les dégustateurs.

La Figure 8 montre la moyenne des notes relatives à chaque lot pour les différentes caractéristiques organoleptiques de l'anguille fumée

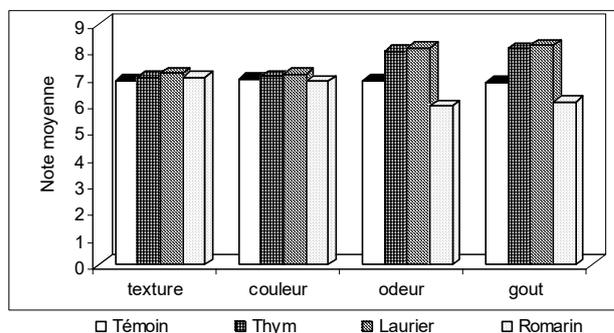


Figure 8 : Moyenne des notes des caractéristiques organoleptiques des anguilles fumées

La figure 8 montre que les 4 lots ont été appréciés par les dégustateurs (moyenne supérieure à 6) avec un avantage pour les lots 2 et 3 (anguilles fumées avec

laurier et avec thym) surtout pour les caractéristiques odeur et goût. Il est à noter que cette analyse a été effectuée à la troisième semaine de conservation et que la réponse aux questions supplémentaires a montré qu'aucun dégustateur n'a senti une rance dans tous les échantillons dégustés.

CONCLUSION

Au terme de cette étude portant sur l'effet des additifs naturels sur la conservation de l'anguille fumée nous pouvons émettre les conclusions suivantes :

- En plus de son action anti-oxydante, le thym possède une action bactéricide. En effet il a contribué à réduire la flore mésophile aérobie totale.
- Le laurier n'a pas d'effet sur l'oxydation de la matière grasse, si ajouté à une concentration de 1,5%.
- L'effet antioxydant du romarin est plus prononcé que celui du thym sur la matière grasse de l'anguille fumée, emballée sous vide et conservée à +4°C.
- L'indice de peroxyde a atteint des valeurs assez importantes au cours de la conservation, ce qui serait dû à la nature de la matière grasse de l'anguille. Celle-ci est caractérisée par un taux élevé en acides gras poly insaturés, et serait très sensible à l'oxydation. En effet Nawar (1996) a mis en évidence la richesse des filets d'anguille en acide gras poly insaturés, et que leur haut niveau d'insaturation les rend plus vulnérable à l'oxydation que les autres huiles d'origine animale ou végétale. L'addition du romarin à raison de 1,5% permet une réduction du degré d'oxydation de ces lipides grâce à la présence de substances antioxydantes tel que l'acide carnosique et le carnosol. Le thym ajouté à la même concentration agit de façon moindre sur le phénomène d'oxydation.
- L'ajout d'additifs naturels contribue à une amélioration des caractéristiques organoleptiques et essentiellement le goût et l'odeur. Les anguilles les plus appréciées sont celles traitées par le laurier et par le thym. Le romarin, n'a pas d'effet sur l'amélioration des caractéristiques organoleptiques, bien qu'il a été montré qu'il a un pouvoir antioxydant long duré, empêchant l'apparition des goûts de rance.
- L'addition d'additifs naturels (thym, romarin et laurier), pourrait être à l'origine d'une légère augmentation des levures et des moisissures dans le produit fini.

BIBLIOGRAPHIE

- Adbel-Alim Ssl, Lugasi A., Hovari J., et Dworschak E. (1999). Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage. In J.S.F.A 79 (2) 277-285
- Beltran A.Y et Moral A. (1989), Keeping quality of vacuum packed smoked sardine filets,

microbiological aspects; Lebensm.Wiss. U. Technol., 23, (3), 255-259.

- Boyer J., Claude J. et Aube G. (1995), La charcuterie de poisson et fruits de mer. Les publications du Québec 1995. p : 55-60.
- Clerge T., Marthe N.O., Almeck A.D. et Cesar K. (2004). Qualité et stabilité de l'huile extraite par pressage des amandes de Pierre ex Pax pendant la conservation à température ambiante. Journal of Food Engineering 62. p 69-77
- Dapkevicius A., Venskutonis R., Beek Tav., Linsen J.P.H. (1999). Antioxydant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. In Journal Sci. Of Food agric 77 (1) 140-146
- Eyabi Eyabi G.D. (1988) - Le changement de la qualité durant le stockage du Maquereau fumé à chaud. FAO. Rapp-Pêches (400). Suppl., 131-139.
- Eymard S. (2003), Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et la transformation du Chinchard : choix des procédés. Thèse de doctorat Biochimie. Ecole polytechnique de l'université de Nantes France.
- Fanseri B. (1985), Amélioration du fumage du poisson au Niger. FAO. Rapp.Pêches (329). Suppl., 129-133.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G.H.S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226 497-509.
- George D. et al. (1985) - Shelf life studies and packaging of smoke cured Sardinella. FAO. Rapp.Pêches (329). Suppl., 150-155.
- Giordani R., Regli P., Kaloustian J., Mikail C., Abou L., et Portugal H. (2005). Antifungal effect of various essential oils against *Candida albicans*. Potentiation of antifungal action of amphotericin B by essential oil from *Thymus vulgaris*. In P. R.18 (12) 990-995
- Gilbert J. et Knowles M.E. (1975). The chemistry of smoked food. J. Food Techn., lu, 245-261.
- Goulas A.E. et Kontominas M.G., (2005). Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*) : biochemical and sensory attributes. Food chemistry, 93, 511-520.
- Hans H. (1988), Le poisson frais, sa qualité et altération de la qualité. Collection FAO: Pêches. n°29, 131 p.
- Karaman S., Digrak M., Ravid U. , et Ilcim A. (2001) Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. in J. of Ethnopharmacology 76 (2) 183-186

- Knockaert C. (1986), Fumage de poisson: de la théorie à la pratique. Note technique ISTPM (IFREMER), 86 p.
- Knockaert C. (1990), Fumage de poisson. Collection valorisation des produits de la mer IFREMER, 175 p.
- Knowls M.E. (1975), Phenols smoked cured meats. Phenolic composition of commercial liquid smoke preparation and derived bacon. *In Journal Sci. Of Food agric.*, 2.6, (3), 198-196.
- Lawal A.O. et al. (1985). Effet of salting on the storage and quality characteristic of smoked fillets of the Croake (courbine). FAO rapport des pêches, (329). Suppl., 251-264
- Lisac H., (1971) - Quelques techniques de fumage du poisson applicables dans la zone méditerranéenne- Etude. Rev- Cons. Gen. Pêches. Médit. (45): 22p.
- Lu J.Y., Page R.D., et Plahar W.D. (1988). Quality of dry fish, Cassava and Okra in Ghana. *J. Food Protection*. 5.1, (8). 660-662.
- Nawar W.W. (1996) Lipids. In :O.R. Fennema, Editor, *Food Chemistry* (3rd Ed.), Marcel Dekker Inc, NewYork (1996), pp.226-314.
- Norme NF ISO 7954 (1988), Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures.
- Norme ISO 11289 (1993). Produits agricoles alimentaires, directive générale pour la détermination du pH.
- Norme ISO 6579 (1993), microbiologie – directives générales concernant les méthodes de recherche de *salmonella*.
- Norme NF.V08.061 (1993). Microbiologie directive générale concernant le dénombrement des anaérobies sulfito-réductrices
- Norme NT ISO 3961 (1996) Détermination de l'indice d'iode des matières grasses d'origine animales et végétales.
- Norme NT. 118. 22 (1996) Détermination de l'indice de peroxyde des matières grasses d'origine animales et végétales.
- Norme NF V45-065 Août (1997). Poissons transformés. Saumon fumé.
- Norme NF.V08.011 (1998).Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale
- Norme NF.V08.050 (1999). Microbiologie directive générale concernant le dénombrement des coliformes totaux
- Norme NF.V08.060 (1999). Microbiologie directive générale concernant le dénombrement des coliformes fécaux
- Norme ISO 15213 (2003). Microbiologie directive générale concernant le dénombrement des Staphylocoques coagulase positive.
- Note De Service (2001) Critères microbiologiques applicables aux aliments. Deuxième version.
- République Française DGAL/ SDHA / N2001-8090 du 27juin 2001
- Ohshima H. et al (1989). Formation of direct-acting genotoxic substances in nitrosated smoked fish and meat products. *Food and Chemical Toxicology*, 22, (3), 193-203.
- Oka. 1989
- Rasooli I. et Mirmostafa SA (2002). Antibacterial properties of *Thymus pubescens* and *Thymus serpyllum* essential oils.in *Fitoterapia* 73(3) - 244-250
- Riemann H. (1972). Contrôle de *Clostridium* et de *Staphylococcus aureus* dans les produits carnés en semi-conserves. *J. Milk Food Techn. Suppl.*, (9), 514-523.
- Ruiter A. (1979). Color of smoked food.in *Food Techn.*, 33, (5), 54-63.
- Sacchetti G., Maietti S., Muzzoli M., Scaglianti M., Manfredini S., Radice M., et Bruni R. (2005) Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods.in *F Chemistry* 91 (4) 621-632
- Sainclivier M. (1985). Les industries alimentaires halieutiques salage, séchage, fumage, marinage, hydrolysats. *Bull. Sci. Tech. Ecole Nationale Supérieure Agronomique et du Centre de Recherches de Rennes, France*. Deuxième volume, pages269-283
- Schwarz K., Ernst H., et Ternes W.(1996). Evaluation of antioxidant constituents from thyme. . *In Journal Sci. Of Food agric* 70 (2) 217-223
- Shahina Naz, Hina Sheikh, Rahmanullah Siddiqi and Syed Asad Sayeed (2004) Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions • *Food Chemistry, Volume 88, Issue 2, November, Pages 253-259*
- Stolyhwo A., Kolodziejaska I. et Sikorski Z.E., 2006. Long chain polyunsaturated fatty acids in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats. *Food chemistry*, 94 (4), 589-595.
- Tepe B., Sokmen M., Akpulat H.A., Daferera D., Polissiou M., et Sokmen A. (2005) Antioxidative activity of the essential oils of thymus : *sipyleus* and *thymus sipyleus* subsp. *Sipyleus* var. *rosulans* in *J. F. Engineering* 66 (4) 447-454
- Toth L. (1984), Chemical aspects of meat smoking. *Advances in food research*, 25, 87-150.
- Valero M., et Frances E., (2006). Synergistic bactericidal effect of carvacrol, cinnamaldehyde or thymol and refrigeration to inhibit *bacillus cereus* in carrot broth. *F microbiology* 23 (1) 68-73
- Vander U. (1980), Effet du salage et de la méthode de fumage sur la qualité du *Tilapia* spp. et du *Trachurus* spp décongelées Traditionnellement stockées. FAO. Rapp.Pêches.,(400) Suppl., 81-92

- Watts B.M., Yilmac G.L., Jeffrey L.E. et Elis L.G. (1991), Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. Edition :CRDI, Canada. p 7-70.
- Wolff J.P. (1991). Analyse et dosage des lipides. In Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. IV : analyse des constituents alimentaires. Lavoisier, Paris (France) : Tec. et Doc.
- Woolfe M.L. (1975), The effect of smoking and drying on the lipids of west African hareng (*Sardinella spp.*) In J. Food Techn. 10, (5), 515-522.
- Yanishlieva N.V., et Marinova E.M.. (2001). Stabilisation of edible oils with natural antioxidant. In E.J. of Lipid Science and Technology 103 (11) 752-767