

INFLUENCE DU MODE D'ALIMENTATION ET D'UNE SUPPLEMENTATION VITAMINIQUE SUR LES QUALITES DE LA VIANDE DE DINDON*.

Mercier Yves¹, Gatellier Philippe¹, Rémignon Hervé², Viau Michelle³, Renerre Michel¹

¹Station de Recherche sur la Viande, INRA de Theix, 63122 St-Genès Champanelle

²Station de Recherche Avicole, INRA de Nouzilly, 37300 Nouzilly

³Laboratoire d'étude des interactions des molécules alimentaires, INRA de Nantes 44026 Nantes cedex 03

Résumé

Les phénomènes oxydatifs, régis par l'apparition de radicaux libres, et sous la dépendance des potentiels pro- et anti- oxydant du muscle, sont une des causes majeures de la perte des qualités des produits carnés. Ce potentiel oxydant peut être influencé par la composition en acides gras des lipides fournis aux animaux et/ou par une supplémentation en vitamines antioxydantes. Ce travail montre les effets marqués de l'enrichissement d'un régime de base avec différentes huiles (colza, soja) ou corps gras (suif) et des vitamines antioxydantes E/E+C sur les qualités des muscles Pectoralis Major et Sartorius de dindons. Si l'enrichissement par l'huile de soja fait apparaître un effet prooxydant sur la myoglobine, celui-ci n'est que peu ou pas significativement contrebalancé par les supplémentations vitaminiques. Toutefois la présence de 400 ppm de vitamine E freine fortement l'oxydation des lipides après 9 jours de conservation, et ce quelle que soit l'huile utilisée. L'effet de l'addition de vitamine E sur l'oxydation des protéines est très limité. L'addition de vitamine C n'améliore pas les résultats obtenus.

Introduction

Les phénomènes oxydatifs régis par l'apparition de radicaux libres sont une des causes majeures de la perte de qualité des produits carnés (Renerre et Labadie, 1993). L'oxydation des lipides entraîne l'apparition d'odeurs et de saveurs désagréables, surtout après cuisson (Gray *et al.*, 1996). L'oxydation de la myoglobine, qui provoque la décoloration de la viande en surface (Renerre et Mazuel, 1985) est aussi dépendante des radicaux oxygénés formés (Anton *et al.*, 1993). Les espèces radicalaires en présence conduisent aussi à l'oxydation des protéines myofibrillaires du muscle *post-mortem*, phénomène qui pourrait interférer avec les processus enzymatiques d'attendrissement (Decker *et al.*, 1993; Martinaux *et al.*, en cours de publication.). Tous ces événements sont sous la dépendance du potentiel pro et antioxydant du muscle qui peut être influencé par différents facteurs et notamment, chez les monogastriques, par le type de lipides apportés dans l'alimentation. Ainsi dès 1967, Neudoerffer et Léa montrent que la présence d'huiles différentes par leur degré d'insaturation dans l'alimentation, modifie la composition et l'insaturation des acides gras du muscle Pectoralis Major de dinde. Anton *et al.*, (1993) indiquent que l'oxydation des lipides membranaires entraîne l'oxydation de la myoglobine dans des systèmes modèles à base de membranes isolées de muscle de boeuf. D'autre part, Ashgar *et al.*, (1991) montrent qu'une supplémentation en vitamine E chez le porc diminue l'oxydation des lipides et améliore la couleur de la viande au cours de la conservation. Chez le bovin, plusieurs auteurs américains dont Schaefer *et al* (1995) indiquent qu'une supplémentation en vitamines E+C diminue l'apparition de metmyoglobine à la surface de la

viande. Chez la dinde, de nombreux auteurs ont montré que de fortes quantités en vitamine E étaient nécessaires pour observer un effet sur les qualités de la viande. Le but de ce travail est de connaître l'impact de la nature des lipides alimentaires (apporté sous différentes formes : suif, colza, ou soja) et d'une supplémentation en vitamines E/E+C sur les qualités de la viande de dindon en cours de conservation.

Matériel et méthodes:

Matériel animal et régime alimentaire: Nous avons utilisé des dindons de souche British United Turkeys (B.U.T.). Les animaux ont été nourris à partir d'une alimentation contenant 6 % d'une des sources de lipides suivante : colza, suif ou soja. Pour chaque type de lipides testé, les animaux ont été divisés en 3 groupes dont la teneur en vitamines des régimes varie comme suit: 30 ppm de vitamine E (sous forme d'acétate de tocophéryle) dans le groupe Témoin, 400 ppm de vitamine E dans le groupe Vit.E et 400 ppm de vitamine E + 200 ppm de vitamine C (sous forme de linoléate d'ascorbyle) dans le groupe Vit.E+C. Les dindons ont été nourris *ad libitum* durant 16 semaines puis abattus. Les muscles Pectoralis Major et Sartorius ont été prélevés sur la carcasse, environ 2 heures après la mort de l'animal. Les muscles ont ensuite été conservés en sac dans la glace fondante, puis placés dans des barquettes recouvertes d'un film perméable à l'air et conservés à 3°C, environ 24 heures après l'abattage. Sur chaque muscle à la mort de l'animal, un échantillon d'environ dix grammes a été prélevé afin de déterminer la quantité d'alpha-tocophérol présente dans le muscle.

Mesure de couleur: Les mesures de couleur ont été réalisées dans le système CIELAB (1976), par

mesure de réflectance entre 360 et 760 nm à l'aide d'un spectrocromètre (Uvikon 860, Kontron France). Les mesures ont été réalisées après 2 heures de réoxygénation le premier jour puis après 3 et 9 jours de conservation à 3°C. Les paramètres mesurés sont : l'indice de rouge, a^* ; l'indice de jaune, b^* ; la luminosité, L^* ; la différence de réflectance R630-R580, (ΔR); le rapport du coefficient d'absorption sur le coefficient de diffusion, $K/S_{572} / K/S_{525}$; l'angle de teinte et la chroma.

Mesure de pigments: La quantité de pigments héminiques a été déterminée par la méthode d'Hornsey (1956) et exprimée en $\mu\text{g/g}$ de viande.

Mesure de l'oxydation des lipides: Les substances réactives au TBA (SR-TBA) ont été mesurées par la méthode de Lynch et Frei (1993) et exprimées en mg de MDA/kg de viande.

Mesure de l'oxydation des protéines: Les fonctions carbonyles qui apparaissent sur les chaînes latérales des acides aminés ont été dosées par le DNPH suivant la méthode de Oliver *et al* (1987).

Dosage de l'alpha-tocophérol : La quantité d'alpha-tocophérol du muscle a été déterminée par HPLC et détection fluorimétrique selon la méthode de Buttriss et Diplock (1984).

Analyse statistique: Les différents résultats ont été comparés par une analyse de variance à 2 facteurs avec répétitions à l'aide du logiciel S.A.S. Des comparaisons de moyenne ont également été réalisées par le test de Newman-Keuls.

Résultats

L'analyse de variance (tableau 1) compare les résultats de couleur et d'oxydation obtenus sur le muscle Pectoralis Major après 9 jours de conservation à 3°C. Un effet significatif du type de lipides utilisé dans la ration est observé sur l'indice de jaune (b^*). Le test de Newman-Keuls (non montré) fait apparaître que les lots contenant l'huile de soja donnent des escalopes significativement plus jaunes, et ce, dès le troisième jour de maturation. Le tableau 1 fait aussi apparaître un effet de l'huile sur la chroma du muscle Pectoralis Major, cet effet apparaît également sur le muscle Sartorius (non montré). La comparaison des moyennes révèle que la présence d'huile de soja dans le régime conduit aux valeurs de chroma les plus élevées pour les deux muscles. Contrairement à ce qui est observé en fonction de la nature des lipides, aucun effet net de la supplémentation vitaminique n'apparaît sur les paramètres de couleur et ceci, quel que soit le muscle étudié. Le pH est lui aussi largement affecté par le type d'huile présent dans la nourriture. En effet, pour le muscle Pectoralis Major, la comparaison des moyennes et l'analyse de variance (tableau 1) font apparaître un gradient de pH en fonction du type de lipides fourni. Les valeurs de pH s'échelonnent de 5,77 pour le lot suif à 5,61 pour le lot soja, le lot colza

est intermédiaire avec une valeur moyenne de pH de 5,69. Ce gradient de pH n'est pas observé sur le muscle Sartorius (non montré). Quel que soit le muscle, le pH de la viande n'est pas affecté par la présence des vitamines dans la ration des animaux. La quantité de pigments héminiques du muscle est dépendante de la nature des lipides présents dans l'aliment (tableau 1). La comparaison des moyennes fait apparaître que les animaux ayant reçu l'huile de soja présentent des muscles avec des teneurs en pigments supérieures ($2,4 \mu\text{g/g}$) aux muscles des lots colza ($2,0 \mu\text{g/g}$) et suif ($1,88 \mu\text{g/g}$). La teneur en pigments ne semble pas être affectée par la supplémentation en vitamines. En ce qui concerne l'oxydation des lipides, l'analyse de variance (tableau 1) montre un effet de la source de lipides utilisés sur la quantité de SR-TBA formée dans la viande. D'après l'observation des valeurs moyennes (Figure 1), après 9 jours de conservation, les muscles des animaux qui ont reçu l'aliment contenant l'huile de soja présentent les valeurs de SR-TBA les plus fortes. Ce résultat apparaît pour les deux muscles. L'analyse de variance montre aussi un effet très significatif de la supplémentation en vitamines E/E+C sur l'apparition des SR-TBA (tableau 1) dans le muscle Pectoralis Major après 9 jours de conservation à 3°C. La figure 1 présente les quantités de SR-TBA mesurées dans le muscle Pectoralis Major pour les trois types de lipides fournis aux animaux : après 9 jours de conservation les muscles du lot témoin ont des valeurs de SR-TBA environ 3 fois supérieures en moyenne à celles observées dans les lots E et E+C. Cet effet remarquable des vitamines E/E+C pour freiner l'oxydation des lipides est observé pour les 3 types d'alimentations et pour les deux muscles (non montré). Les valeurs de SR-TBA apparaissent supérieures dans le muscle Sartorius (oxydatif) par rapport à celles obtenues pour le muscle Pectoralis Major (glycolytique). En ce qui concerne l'oxydation des protéines, mesurée par le test des carbonyles l'analyse de variance montre un effet huile marqué. Les valeurs de carbonyles les plus fortes sont obtenues pour les muscles des animaux ayant reçu une alimentation composée d'huile de soja. Due à une forte interaction entre les facteurs lipides et vitamines (tableau 1), l'effet de la supplémentation en vitamines (E/E+C) sur l'oxydation des protéines est peu marqué, malgré un effet plus net sur le muscle Sartorius. Le tableau 2 présente les teneurs en alpha-tocophérol dans les muscles des animaux ayant reçu une supplémentation de 400 ppm d'acétate de tocophéryle par rapport aux témoins. La supplémentation fait apparaître des différences de l'ordre de 400% à 800% entre les lots témoins et les lots vitaminés selon le type de lipides présents dans la ration. Quel que soit le muscle, le lot suif présente les valeurs en alpha-tocophérol les plus fortes. La présence de vitamine C n'affecte pas, de manière significative l'incorporation d'alpha-tocophérol dans les muscles.

Discussion

La supplémentation par différentes sources de lipides conduit à des modifications plus ou moins marquées sur la couleur, l'oxydation des lipides et l'oxydation des protéines de la viande. Cet effet lipides peut s'expliquer par les différences de composition en acides gras polyinsaturés présent dans les rations. En effet, le lot suif contient 19% d'acides gras polyinsaturés contre 40% dans le lot colza et 62% dans le lot soja (Genot *et al* 1997). Chez les monogastriques, la composition en acides gras des triglycérides et, à un moindre niveau, des phospholipides est le reflet de celle des lipides alimentaires. On sait que ces acides gras polyinsaturés sont une cible privilégiée des radicaux libres, et qu'ils facilitent la propagation des processus oxydatifs dans les membranes (Halliwell et Gutteridge, 1989). Lin et Hultin (1987) montrent, *in vitro*, que la peroxydation enzymatique des membranes microsomales de muscles de poulet entraîne l'oxydation de la myoglobine présente dans le milieu. Kanner *et al.* (1985) montrent également que la quantité de pigment joue un rôle catalyseur dans l'oxydation des lipides et au laboratoire, il a aussi été montré une interaction importante entre l'oxydation des lipides membranaires et celle de la myoglobine (Anton *et al.*, 1993). Il est donc logique que les muscles des animaux supplémentés en huile de soja, présentant les lipides les plus insaturés et possédant la quantité de pigments la plus élevée, soient les plus touchés par l'oxydation. A l'inverse, et malgré des taux d'insaturation des lipides de la ration significativement différents, les muscles issus des lots suif et colza apparaissent peu différents au niveau des paramètres d'oxydation. Ceci s'explique par des taux d'acides gras polyinsaturés des phospholipides musculaires assez proches: 41,7% pour le colza et 41,4% pour le suif, alors que les phospholipides des muscles des animaux du lot soja, très différents pour les paramètres d'oxydation, présentent des taux d'acides gras polyinsaturés de l'ordre de 48,1 % (Genot *et al* 1997). La supplémentation avec 400 ppm d'acétate de tocophéryle dans la nourriture des animaux entraîne des différences significatives au niveau des concentrations en alpha-tocophérol du muscle, ce qui se traduit par un ralentissement très marqué de l'oxydation des lipides. D'après la littérature, la vitamine E empêche la propagation de l'oxydation des lipides en captant les radicaux hydroxyles (OH•) formés, mais aussi les radicaux lipidiques alcoxyles (RO•) et peroxydes (ROO•) issus de la phase de propagation de la peroxydation. De nombreux auteurs montrent également un effet synergique entre l'alpha-tocophérol et la vitamine C, mais cet effet n'a pour l'instant, été mis en évidence qu'à partir d'expérimentations *in vitro*. L'absence d'effet de la supplémentation en vitamines sur les paramètres de couleur peut être expliquée par la grande variabilité animale rencontrée dans chaque

lot et la faible évolution des paramètres de couleur de ces lots. De plus, la couleur de la viande de dinde est sous la dépendance de nombreux paramètres, comme la chute de pH *post-mortem* (Barbut., 1993) ou le mode de réfrigération après abattage. La faible concentration en myoglobine du muscle de dinde ne permet pas, en plus, le calcul du pourcentage de MetMb et rend, par conséquent, difficile l'évaluation de l'oxydation du pigment. Enfin, la présence en quantité importante d'autres pigments, comme le cytochrome C qui, en fonction du pH, peut former des complexes héminiques colorés (Ahn *et al* 1990), ajoute à la difficulté de mettre en évidence les différences de couleur dues aux traitements. Les résultats obtenus indiquent que l'oxydation des protéines à 9 jours *post-mortem* est, comme pour l'oxydation des lipides (figure 1), plus élevée dans les muscles des animaux ayant reçu l'alimentation supplémentée en huile de soja. Malgré l'absence d'évolution de la quantité de carbonyles au cours du temps, ces résultats peuvent être rapprochés de ceux obtenus précédemment chez le bovin (Mercier *et al.*, 1995). En effet, dans cette espèce, nous avons observé une corrélation entre l'oxydation des lipides et des protéines pour les muscles les plus oxydatifs. Chez le dindon l'oxydation des protéines semble donc être sous la dépendance du degré d'insaturation des acides gras présents dans la ration. L'analyse de variance fait apparaître à 9 jours *post-mortem*, pour l'oxydation des protéines, un effet de la supplémentation en vitamines et une interaction très forte avec le type de lipides utilisés. Cet effet de la vitamine E apparaît significativement pour les deux muscles des animaux ayant reçu l'alimentation à base d'huile de colza. En ce qui concerne les lots suif et soja, quel que soit le muscle, aucun effet de la vitamine E n'a été mis en évidence. La vitamine C quant à elle, n'entraîne pas de différence significative. De ces résultats on peut faire l'hypothèse que la protection de la vitamine E reste modérée parce que l'oxydation des protéines est modérée. En effet au laboratoire nous avons montré *in vitro* que si l'oxydation est induite par le système Fe³⁺/ascorbate (Gatellier *et al.*, 1996), la vitamine E diminue l'oxydation des lipides mais aussi des protéines. La supplémentation en vitamine E des dindons fait apparaître des différences de teneurs en alpha-tocophérol musculaire très significatives entre les lots supplémentés et les lots témoins. La différence d'incorporation en alpha-tocophérol entre type d'huile pourrait être due à l'oxydation de la vitamine dans la nourriture et/ou au moment de l'absorption intestinale. Ceci expliquerait que les lots recevant les huiles les plus insaturées présentent les concentrations en vitamine E les plus basses. En conclusion, on peut dire que le type d'huile utilisé dans l'alimentation des dindons influe largement sur les critères de qualité (couleur et rancidité) de la viande obtenue. Si une supplémentation en vitamine E freine de manière

très significative l'oxydation des lipides, l'ajout de vitamine C n'améliore en rien la conservation.

Références

Ahn D.U., Maurer A.J., 1990 Poultry Science 69, 2040-2050
 Anton M., Salgue C., Gatellier P. et Renerre M., 1993. Sci. Aliments, 13, 261.
 Asghar A., Gray J.I., Booren A.M., Gomaa E.A., Abouzied M.M., Miller E.R., Buckley D.J., 1991, J. Sci. Food. Agric., 57, 31-41.
 Barbut S. 1993, Food Res. Inter. 26, 39-43
 Buttriss J.L., Diplock A.T., 1984, J. Agric. Food Chem., 41, 186.
 Decker E.A., Xiong, Y.L., Calvert, J.T. et Crum, A.D. 1993, J. Agric. Food. Chemi., 41, 186-189
 Gatellier P; Mercier Y., Rémignon H., Renerre M, 1996, VPC en cours de publication.
 Genot *et al.* Jour. Rech. Avic. 1997.
 Gray J.I, Gomaa E. A. et Buckley D.J., 1996, Meat Sci., Vol 43, No S, S111-S123.
 Halliwell B., Gutteridge J.M.C., 1989, Free radicals in biology and medicine (ed. Oxford Univers. Press.) pp196.

Hornsey, H. C. 1956, J. Sci. Food Agric., 7, 534
 Kanner J., Harel S., 1985, Arch. Biochem. Biophys., 1985, 237, 314-321.
 Lin T.S., Hultin H.O., 1977, J. Food. Sci., 42, 136-140.
 Lynch, S. M., Frei, B. 1993, J. Lipid Research, 34, 1745.
 Martinaud A., Mercier Y. Marinova P., Tassy C., Gatellier P., Renerre M., En cours de publication.
 Mercier Y., Gatellier P., Renerre M., 1995, 41^{em} ICOMST. San Antonio, E10, 526.
 Neudoelffer T.S. et Lea C.H., 1967, Br. J. Nutr. 21, 691-714.
 Oliver C.N., Ahn B.W., Moerman E.J., Goldstein S., Stadtman E.R., 1987, J. Biol. Chem., 262, 5488.
 Renerre M., Labadie J., 1993 39^{em} ICOMST
 Renerre M., Mazuel J.P., 1985 Sci. Alim. 5, 541 557.
 Schaefer D.M., Liu Q., Faustman C., Yin M., 1995, Am. Inst. Nutr., 1792S-1798S.
 * Travail réalisé dans le cadre d'un projet européen DIETOX.

variables	types d'huile		vitamines		interactions		résiduelle
ddl	2		2		4		90
L*	7.42	NS	6.49	NS	2.50	NS	3.4
a*	1.54	NS	0.36	NS	0.41	NS	0.67
b*	2.78	*	0.32	NS	0.07	NS	0.59
ΔR	2.17	NS	0.67	NS	1.14	NS	1.68
K/S	0.0008	NS	0.0006	NS	0.0006	NS	0.0009
Angle de teinte	34.3	NS	103.4	NS	94.09	NS	117.8
Chroma	4.01	**	0.03	NS	0.14	NS	0.66
SR-TBA	0.234	***	0.608	***	0.038	*	0.012
Carbonyles	33.69	*	4.26	***	10.86	***	0.38
nH	0.209	***	0.003	NS	0.004	NS	0.012
Pigments	2.46	***	0.16	NS	0.45	*	0.117

TABEAU 1: Analyse de variance à 2 facteurs avec répétitions pour différents paramètres d'oxydation mesurés après 9 jours de conservation à 3°C sur le muscle Pectoralis Major. Les résultats sont exprimés par le carré moyen obtenu pour chaque paramètre avec son seuil de signification. (ddl = degré de liberté ; NS = Non Significatif ; * p≤0,05, ** p≤0,01, *** p≤0,001)

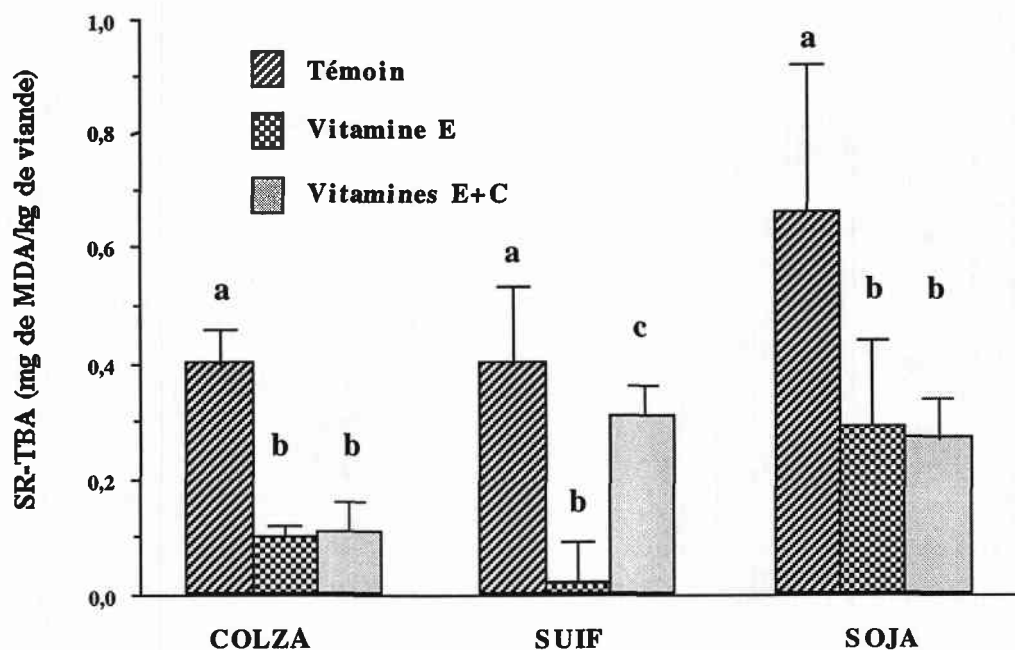


FIGURE 1 : Quantité de SR-TBA après 9 jours de conservation dans le muscle Pectoralis Major en fonction du type de lipides fournis aux animaux. (Les histogrammes indicés par une lettre différente présentent des valeurs significativement différentes $p \leq 0,05$)

	Pectoralis Maior			Sartorius		
	témoin	vitamine E	vitamines E+C	témoin	vitamine E	vitamine E+C
COLZA	1.5 ± 0.4	5.4 ± 0.8	4.8 ± 0.9	3.0 ± 1	11.2 ± 2.4	11.8 ± 2
SUIF	0.9 ± 0.3	8.5 ± 1.1	9.6 ± 4.2	1.9 ± 0.5	16.7 ± 2.8	14.2 ± 2
SOJA	1.2 ± 0.1	6.4 ± 0.9	4.2 ± 0.1	2.6 ± 0.5	14.1 ± 2.3	9.2 ± 1.8

TABLEAU 2 : Différences de concentration en alpha-tocophérol dans les deux types de muscle en fonction du type de lipides fourni dans l'alimentation des animaux.