

Effets de la nature de la supplémentation lipidique, du mode de conservation et de la cuisson sur les qualités nutritionnelles et sensorielles de la viande hachée bovine

NORMAND J. (1), BERTOUT A. (1,2), LE PICHON D. (3), BASTIEN D. (4), RIBAUD D. (5)

(1) Institut de l'Élevage, Service Qualité des Viandes, Agrapôle, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon cedex 07, France

(2) ENSAIA, 2 avenue de la Forêt de Haye, BP 172, 54505 Vandœuvre-lès-Nancy cedex, France

(3) Pôle Herbivores, Chambres d'Agriculture de Bretagne, Station expérimentale de Mauron, 56430 Mauron, France

(4) Institut de l'Élevage, Service Qualité des Viandes, Monvoisin, BP 85225, 35652 Le Rheu cedex, France

(5) Institut de l'Élevage, Service Biométrie, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12, France

RESUME – L'objet de la présente étude était d'étudier dans une approche intégrative l'incidence de la nature d'une supplémentation lipidique, des conditions de conservation et de la cuisson sur les qualités nutritionnelles et sensorielles de la viande hachée bovine. Pendant 100 jours, 32 vaches de réforme Normandes réparties en 4 lots ont reçu l'une des 4 supplémentations lipidiques suivantes : aucune supplémentation (régime témoin) / lin extrudé / lin + colza extrudés / palmitostéarine. Des steaks hachés à 15 % de matière grasse ont ensuite été fabriqués à partir du plat de côte et du milieu de poitrine de chaque animal. L'apport de lin ou de lin + colza a multiplié respectivement par 3 et par 2 la teneur en C18:3 *n*-3 des steaks hachés par rapport au lot « témoin », soit un apport quantitatif de 111 et 85 mg de C18:3 *n*-3/100 g de viande. Ce niveau reste malgré tout éloigné des 300 mg de C18:3 *n*-3/100 g nécessaire pour bénéficier de l'allégation « source d'oméga 3 ». La conservation et la cuisson n'ont pas altéré les teneurs en C18:3 *n*-3 de ces steaks hachés. En revanche, un démarrage de l'oxydation lipidique mesurée par la teneur en TBA-RS a été observé au cours de la conservation, en particulier pour les steaks enrichis en C18:3 *n*-3 et conservés sous atmosphère modifiée ou congelés pendant plus de 6 mois (teneurs supérieures à 2,5 mg TBA-RS/kg). L'intensité globale de la saveur n'a pas été affectée alors qu'un goût caractéristique de poisson a été observé dans les viandes des animaux du lot « lin ».

Effects of lipid supplementation, method of preservation and cooking on nutritional and sensorial qualities of minced beef

NORMAND J. (1), BERTOUT A. (1,2), LE PICHON D. (3), BASTIEN D. (4), RIBAUD D. (5)

(1) Institut de l'Élevage, Service Qualité des Viandes, Agrapôle, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon cedex 07, France

SUMMARY – The purpose of this study was to investigate the effect of lipid supplementation on nutritional and sensory meat qualities, taking into account meat processing conditions (storage / cooking). For this, 32 Normand culled cows divided into 4 groups were fed during 100 days one of the 4 following lipid supplementations: no supplementation (control) / extruded linseed / extruded linseed + rapeseed / palmitostearine. Minced beef (15% fat content) were produced from these cows. Linseed or linseed + rapeseed supplementation increased respectively by 2 and 3 C18:3 *n*-3 content of minced beef. From a quantitative point of view, the addition of linseed resulted in a level of 110 mg of C18:3 *n*-3 per 100 g of minced beef which is still below the 300 mg of C18:3 *n*-3 / 100 g required to qualify for the claim "source of omega 3". Conservation and cooking did not alter C18:3 *n*-3 content. However, lipid oxidation was observed during storage, especially for patties enriched in C18:3 *n*-3 and stored under modified atmosphere or frozen for more than 6 months (TBA-RS levels higher 2.5 mg/kg). No difference in flavour intensity was observed between groups but a greater fishy taste was observed in the linseed group.

INTRODUCTION

La viande bovine, en particulier la viande hachée, est fréquemment incriminée pour ses apports importants de graisses saturées. Les lipides ont donc un rôle clé dans l'image nutritionnelle que celle-ci renvoie et dans l'acceptabilité du produit par le consommateur. Par la quantité déposée, leur composition en acides gras et leur stabilité vis-à-vis de la peroxydation, ils sont des déterminants importants des qualités nutritionnelles et sensorielles des viandes. Il semblait donc essentiel d'améliorer et de sécuriser ces qualités à travers l'alimentation des animaux et les traitements technologiques appliqués aux viandes.

Au cours de la dernière décennie, l'impact des facteurs d'élevage sur la composition lipidique de la viande bovine a été un sujet largement travaillé (Bauchart *et al.*, 2005 ; Normand *et al.*, 2005 ; Scollan *et al.*, 2005 ; Wood *et al.*, 2008, Lee *et al.*, 2009). Ces travaux étaient essentiellement axés sur l'enrichissement des viandes en acides gras polyinsaturés *n*-3 (AGPI *n*-3) de façon à augmenter les apports alimentaires en AGPI *n*-3 de la population et les rendre ainsi plus conformes aux Apports Nutritionnels Conseillés (AFSSA, 2010). Ils ont montré que l'alimentation

des gros bovins est une voie de modulation possible de la composition en acides gras de leurs viandes. L'enrichissement des viandes en AGPI *n*-3 a été principalement mesuré sur des viandes maigres (3 à 7 % de matière grasse). Au final, les quantités d'AGPI *n*-3 apportées par un steak restent modestes et ne permettent pas d'obtenir une allégation nutritionnelle de type « source de ». Qu'en serait-il avec des viandes plus riches en matière grasse, de type steak haché (à 15 % de matière grasse) largement consommé en France ?

Par ailleurs, dans la grande majorité, les résultats ont été obtenus sur des échantillons de viande crue prélevée à l'abattage. La question de l'impact des procédés technologiques (conservation / cuisson) sur la qualité nutritionnelle des viandes a souvent été étudiée indépendamment du statut lipidique initial des viandes (Durand *et al.*, 2006 ; Bauchart *et al.*, 2006 ; Badiani *et al.*, 2002). Or, une viande enrichie en acides gras polyinsaturés, du fait même de sa richesse en acides gras sensibles aux phénomènes de peroxydation, pourrait subir des modifications de ses qualités nutritionnelles et sensorielles au cours de la conservation et de la cuisson.

L'objectif de l'étude présentée ici était donc précisément de mesurer l'impact d'un apport lipidique lors de la finition de

vaches de réforme laitières, sur la composition en acides gras de steaks hachés (15 % de matière grasse) obtenus à partir de ces animaux, en prenant en compte les effets de la nature de la supplémentation lipidique, du mode de conservation et de la cuisson des produits.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Trente-deux vaches de réforme de race Normande taries et non gestantes ont été engraisées pendant environ 100 jours à la station expérimentale de Maunon (56). Elles ont été réparties en 4 lots de 8 animaux sur les critères de note d'état corporel (NEC), poids et âge à la mise en lots (tableau 1). Durant cette période, chaque lot a été alimenté avec une ration constituée d'ensilage de maïs, de tourteau de soja et d'un concentré expérimental renfermant l'une des 4 supplémentations lipidiques suivantes :

- aucune supplémentation, régime témoin ;
- graine de lin extrudée, régime riche en AGPI *n*-3 ;
- graine de colza (2/3) + graine de lin (1/3) extrudées, régime riche en AG monoinsaturés *cis* et secondairement en AGPI *n*-3 ;
- palmitostéarine (fraction saturée de l'huile de palme), régime riche en AG saturés *a priori* « défavorable » sur le plan nutritionnel.

Tableau 1. Caractéristiques des animaux à la mise en lots

Lot	Témoin	Lin	Lin + colza	Palme
Effectif	8	8	8	8
Age (mois)	57 ± 11	54 ± 13	53 ± 10	53 ± 13
Pds vif (kg)	549 ± 55	555 ± 63	554 ± 61	548 ± 85
NEC	1,7 ± 0,5	1,7 ± 0,5	1,7 ± 0,5	1,6 ± 0,4

Moyenne ± écart-type.

NEC : note d'état corporel appréciée suivant la méthode d'Agabriel *et al.* (1986) de 1, très maigre, à 5, très gras

La composition et les valeurs alimentaires des concentrés expérimentaux figurent dans le tableau 2. Les rations (8,5 kg MS d'ensilage de maïs + 0,4 kg MS de tourteau de soja + 3,1 kg MS de concentré expérimental) ont été calculées pour permettre une croissance théorique de 1100 g/j. L'objectif d'obtenir une note d'état d'engraissement à l'abattage de 3 à 3,5, a été atteint en rationnant la quantité d'ensilage de maïs à 5 kg de MS pour les animaux dont la NEC était supérieure ou égale à 2,5 après 42 jours d'engraissement. Les quantités de concentrés sont restées identiques sur toute la durée de l'essai. Ainsi, environ 700 g de lipides ont été apportés quotidiennement aux animaux par les suppléments lipidiques « lin », « lin + colza » et « palmitostéarine », ce qui représentait 5,8 % de la matière sèche ingérées chez les animaux non rationnés et 8,2 % chez les animaux rationnés.

1.2. MESURES ET PRELEVEMENTS

Tous les jours, les quantités de chacun des aliments distribués ont été pesées pour chaque lot. Deux fois par semaine, les refus de concentré et fourrage étaient collectés et pesés pour déduire les consommations sur la période. La croissance des animaux et l'évolution de l'état corporel ont été mesurées régulièrement au cours de l'essai.

Le plat de côte découvert (teneur en lipides de 25 à 30 %) et le milieu de poitrine (teneur en lipides d'environ 5 %) de chaque animal ont été prélevés 48 heures après abattage et mis sous vide à 0-2°C pendant 24 heures pour la préparation de steaks hachés à 15 % de matière grasse (MG). Pour chaque animal, une mêlée de 4 à 5 kg a été fabriquée de façon à obtenir une cinquantaine de steaks de 90 g chacun. Les steaks ont ensuite été répartis entre 3 circuits de conservation classiquement rencontrés pour ce type de produit :

- un circuit de conservation en frais, en barquette sous film étirable. Les barquettes étaient conservées pendant 3 jours à

Tableau 2. Composition, valeurs alimentaires et composition en acides gras des concentrés expérimentaux

Concentré expérimental	Témoin	Lin	Lin + colza	Palme
Composition (% MB)				
Blé	9,7	2,3	2,0	5,2
Maïs	48,9			
Pulpe betterave				1,6
Ttx tournesol		8,2	15,0	15,5
Ttx colza		15,0	15,0	15,5
Ttx soja	41,4	3,5	5,3	24,5
Lin extrudé		50,0	16,0	
Colza extrudé			29,0	
Son fin de blé		20,0	16,7	19,2
Palmitostéarine				17,4
CMV	1,0	1,0	1,0	1,0
Valeurs nutritionnelles (% MB)				
MAT	23,4	23,2	23,2	23,8
CB	5,2	10,2	11,3	9,8
MG	3,8	19,5	17,7	20,2
UFV	1,04	1,11	1,11	1,30
PDIN (g)	176	175	173	169
PDIE (g)	145	138	137	114
Composition AG (% AG totaux)				
AGS	18,5	12,0	10,3	84,2
AGMI	22,5	24,0	42,3	9,4
AGPI	59,0	64,0	47,4	6,4
C16:0	14,5	7,0	6,5	42,5
C18:0	2,7	4,2	2,7	39,5
C18:1 <i>n</i> -9	21,7	23,4	41,0	9,3
C18:2 <i>n</i> -6	49,7	19,0	22,0	5,5
C18:3 <i>n</i> -3	9,3	44,7	25,2	0,9

0/2°C en alternant 12 heures de lumière artificielle et 12 heures d'obscurité (simulation d'un linéaire de GMS) puis pendant 1 journée à 6/8°C à l'obscurité (simulation d'un réfrigérateur ménager) ;

- un circuit de conservation en frais, en barquette sous atmosphère modifiée enrichie en oxygène (70 % de O₂, 30 % de CO₂). Les barquettes étaient conservées pendant 4 jours à 0/2°C en alternant 12 heures de lumière artificielle et 12 heures d'obscurité puis pendant 2 jours à 6/8°C à l'obscurité ;
- un circuit de conservation en surgelé. La surgélation était effectuée en tunnel de façon à obtenir une température de -18°C à cœur. Les steaks étaient ensuite conservés à -20°C pendant 2, 6 et 10 mois.

Au terme de la période de conservation et uniquement pour les circuits de conservation en frais, les steaks hachés ont été cuits sur une plaque à snacker (Thyrode) à 250°C, à raison d'environ 2 minutes par face, jusqu'à atteindre une température à cœur de 57°C (cuisson saignante).

La teneur en lipides des steaks hachés a été déterminée par extraction à l'éther de pétrole à chaud après hydrolyse à l'acide chlorhydrique (norme NF V 04-402 – janvier 1968). Les acides gras des steaks hachés ont été extraits et transestérifiés au trifluorure de bore, dans le méthanol, à froid, selon la méthode de Rule (1997) puis analysés par chromatographie en phase gazeuse (normes NF EN ISO 5508 – juin 1995 / NF EN ISO – juin 2000). L'oxydation des lipides des steaks hachés a été évaluée par le dosage des substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBA-RS). Ces analyses ont été réalisées sur 2 steaks hachés par animal en différents points du process : lors de la fabrication des steaks, en fin de période de conservation et après cuisson. L'intensité globale et les descripteurs spécifiques (rance, poisson, gras...) de la flaveur des steaks hachés cuits ont été appréciés par un jury de 12 experts, sur une échelle continue et non structurée de 0 (intensité nulle) à 100 (intensité maximale), lors de dégustations monadiques séquentielles.

1.3. TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES

Les données ont été traitées par analyse de variance sur données corrélées à l'aide du logiciel SAS (version 8.2). Les analyses ont été réalisées dans un contexte exploratoire et n'ont pas été corrigées de la multiplicité des tests : le risque d'erreur global n'est donc pas contrôlé.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. CARACTERISTIQUES DES ANIMAUX

Trois jours avant la fin de l'essai, une perte a été enregistrée dans le lot « lin ». Les performances zootechniques des animaux et les caractéristiques de leurs carcasses figurent dans le tableau 3. Du fait que certains animaux ont été rationnés et d'autres non, elles ne sont données qu'à titre de caractérisation des animaux. Il n'est pas possible d'en tirer des conclusions sur l'effet de la supplémentation lipidique. On peut toutefois noter que l'objectif d'avoit des carcasses couvertes à l'abattoir (note d'état d'engraissement de 3 à 3,5) a été atteint. Les croissances moyennes des animaux ont été plutôt élevées, de 1450 à 1640 g/j suivant les lots.

Tableau 3. Performances zootechniques des animaux et caractéristiques des carcasses

Lot	Témoin	Lin	Lin + colza	Palme
Effectif	8	7	8	8
Durée (j)	98 ± 2	98 ± 2	98 ± 2	98 ± 2
Poids vif début (kg)	543 ± 66	536 ± 49	546 ± 66	547 ± 79
Poids vif fin (kg)	704 ± 63	689 ± 40	688 ± 83	696 ± 70
GMQ (g/j)	1641 ± 465	1577 ± 379	1452 ± 433	1530 ± 317
NEC abat	2,9 ± 0,1	2,9 ± 0,1	2,9 ± 0,2	2,9 ± 0,1
Poids carc. (kg)	338 ± 18	327 ± 17	335 ± 41	330 ± 31
Confo.	O ⁼ / O ⁺	O ⁻ / O ⁼	O ⁻	O ⁻ / O ⁼
État	3,1 ± 0,4	3,0 ± 0,0	3,1 ± 0,4	3,0 ± 0,0

Moyenne ± écart-type.

GMQ : gain moyen quotidien – NEC : note d'état corporel. Conformation et état d'engraissement appréciés suivant la grille EUROP.

2.2. COMPOSITION EN ACIDES GRAS

La composition en AG des steaks hachés lors de la fabrication figure dans le tableau 4. L'apport de lin dans la ration a multiplié par 3 la teneur en C18:3 n-3 des steaks hachés : 0,25 % des AG totaux dans le lot « témoin » vs. 0,86 % dans le lot « lin ». L'apport du mélange « lin + colza » n'a pas eu la même efficacité. La teneur en C18:3 n-3 a été multipliée par un peu plus de 2 seulement (0,58 % des AG totaux). Par ailleurs, l'apport de lin ou de « lin + colza » a permis de réduire le rapport C18:2 n-6 / C18:3 n-3 conformément aux préconisations des nutritionnistes, le rapport étant de 6,0 dans le lot « témoin » pour 2,3 dans le lot « lin » et 3,0 dans le lot « lin + colza ». D'un point de vue quantitatif, l'apport de lin dans la ration des vaches a conduit à une teneur moyenne de 111 mg de C18:3 n-3 pour 100 g de steak haché contre 34 mg/100 g dans le lot « témoin » ($p < 0,01$) et 86 mg dans le lot « lin + colza » ($p < 0,05$). Normand *et al.* (2005) ont rapporté des teneurs en C18:3 n-3 de 0,86 à 1,87 % dans le long dorsal (2 à 5 % de lipides), soit 16 à 45 mg/100 g de muscle, chez des animaux de type viande ayant reçu 750 g/j de lin extrudé. Ces teneurs sont supérieures ou inférieures à celles observées ici, suivant qu'elles sont rapportées au poids de viande (33 vs. 111 mg/100 g) ou aux AG totaux (1,31 vs. 0,86 %). Les différences observées dans les deux cas pourraient trouver leur origine notamment dans la quantité de lin apportée (0,75 vs. 1,75 kg/j), la teneur en lipides des viandes (3,1 vs. 15 %) et le type de muscle.

Tableau 4. Teneur en lipides (% poids frais) et composition en AG (% AG totaux) des steaks hachés lors de la fabrication

Lot	Témoin	Lin	Lin + colza	Palme
Lipides	17,0 ± 1,5	15,3 ± 1,9	15,8 ± 3,7	15,9 ± 2,9
AGS	49,1 ± 2,8	47,7 ± 1,4	49,7 ± 4,6	51,6 ± 3,2
AGMI	47,1 ± 2,7	46,8 ± 1,3	45,7 ± 4,5	44,8 ± 3,1
AGPI	3,0 ± 0,3	4,6 ± 0,4	3,8 ± 0,6	2,8 ± 0,4
C16:0	25,8 ± 1,2	23,0 ± 1,4	23,7 ± 1,6	26,5 ± 1,4
C18:0	17,1 ± 2,9	18,7 ± 2,0	19,7 ± 4,2	19,1 ± 2,4
C18:1 n-9	42,2 ± 2,3	42,7 ± 1,1	41,6 ± 3,6	40,2 ± 2,6
C18:2 n-6	1,5 ± 0,2	1,9 ± 0,1	1,7 ± 0,3	1,4 ± 0,2
C18:3 n-3	0,3 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,2 ± 0,1
Σ AG n-6	2,0 ± 0,2	2,8 ± 0,2	2,4 ± 0,3	2,0 ± 0,3
Σ AG n-3	0,4 ± 0,1	1,1 ± 0,3	0,8 ± 0,2	0,4 ± 0,1
CLA	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Σ C18:1 t	3,0 ± 0,4	3,9 ± 0,3	3,5 ± 0,5	2,0 ± 0,3
C18:2 n-6 / C18:3 n-3	6,0 ± 1,0	2,3 ± 0,4	3,0 ± 0,3	6,2 ± 1,2

Moyenne ± écart-type.

Comparativement au lot « témoin », l'apport de palmitostéarine riche en AG saturés n'a pas eu d'effet significatif sur la composition en AG des steaks hachés, notamment sur les teneurs en C16:0 et C18:0. Le seul effet notable concerne la teneur totale en isomères *trans* du C18:1 qui a été réduite de 1 ou 1,5 point par rapport aux autres lots ($p < 0,05$).

La conservation et la cuisson n'ont pas eu d'effet significatif sur les teneurs en C18:3 n-3 relatives aux AG totaux. D'un point de vue quantitatif, aucune différence significative de teneur en C18:3 n-3 n'a été observée entre la fabrication et la fin de conservation (tableau 5). La baisse de la teneur en C18:3 n-3 observée après 2 mois de congélation dans le lot « lin + colza » (69 vs. 86 mg/100 g lors de la fabrication, $p < 0,01$) semble être un artefact, cette baisse n'étant pas observée pour des durées de congélation plus longues. La cuisson a induit une diminution de la quantité de C18:3 n-3 qui n'est significative que pour les steaks des lots « lin » et « lin + colza » conservés 6 jours sous atmosphère modifiée ($p < 0,01$). Cette diminution s'explique en partie seulement par la perte de 2 % de MG observée lors de la cuisson.

Tableau 5. Teneur en C18:3 n-3 (mg/100 g de produit brut) des steaks hachés après conservation et cuisson

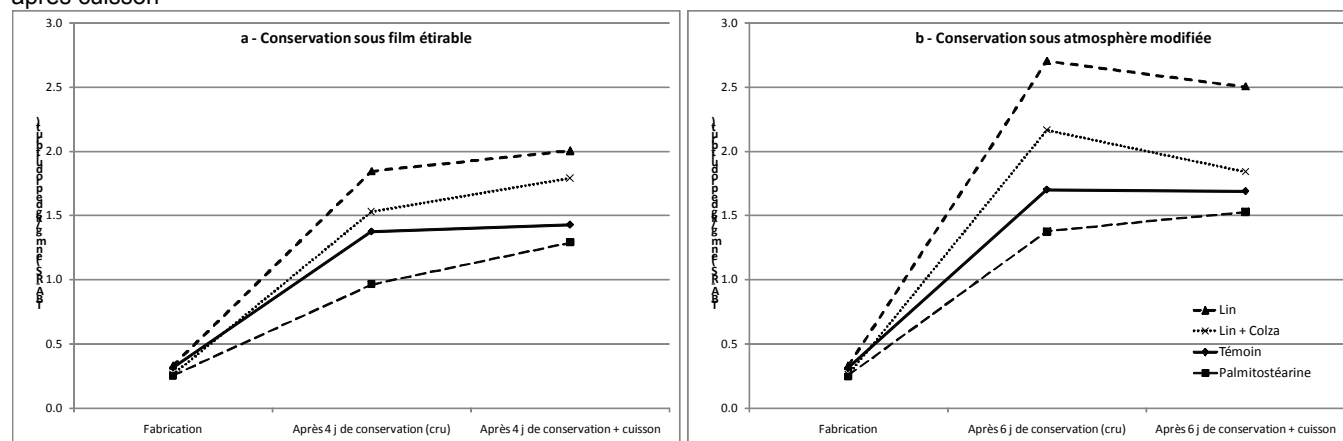
Lot	Témoin	Lin	Lin + colza
Fabrication (cru)	34 ± 9	111 ± 9	86 ± 25
4 j film étirable - cru	39 ± 10	115 ± 13	85 ± 25
4 j film étirable - cuit	33 ± 9	109 ± 16	76 ± 23
6 j atm. modifiée - cru	39 ± 10	115 ± 17	88 ± 24
6 j atm. modifiée - cuit	36 ± 8	90 ± 28	69 ± 19
2 mois congél. - cru	32 ± 5	112 ± 20	69 ± 19
6 mois congél. - cru	41 ± 8	115 ± 20	85 ± 16
10 mois congél. - cru	40 ± 10	113 ± 21	81 ± 17

Moyenne ± écart-type.

2.3. OXYDATION DES LIPIDES

Lors de la fabrication, les teneurs moyennes en TBA-RS des 4 lots de steaks hachés n'ont pas été significativement différentes (0,3 mg/kg de produit brut). Les conservations sous film étirable ou sous atmosphère modifiée ont logiquement induit un démarrage de l'oxydation lipidique, avec des teneurs en TBA-RS en fin de conservation multipliées respectivement par 5 et 7 et significativement plus élevées ($p < 0,01$) que lors de la fabrication. Dans les deux cas, l'oxydation a été plus marquée dans le lot « lin » mais la différence n'a été significative qu'entre les lots « lin » et « palmitostéarine » ($p < 0,05$ – figure 1). Par rapport à la conservation sous film étirable, la conservation sous atmosphère modifiée a induit des teneurs en TBA-RS significativement plus élevées pour les lots « lin » et « lin + colza » : 2,7 vs. 1,8 et 2,2 vs. 1,5 mg/kg respectivement.

Figure 1. Oxydation des lipides des steaks hachés après conservation a) sous film étirable, b) sous atmosphère modifiée, et après cuisson



En revanche, quel que soit le lot et le mode de conservation, la cuisson n'a pas induit d'effet significatif sur la teneur en TBA-RS des steaks hachés. Cela est sans doute lié au mode de cuisson peu agressif utilisé dans cette étude.

La congélation a également induit un démarrage de l'oxydation lipidique et pour tous les lots, les teneurs en TBA-RS ont été significativement plus élevées ($p < 0,01$) après 2 mois de congélation. Ces teneurs ont continué à augmenter entre 2 et 6 mois de congélation ($p < 0,05$) et n'ont plus évolué entre 6 et 10 mois. Avec respectivement, 1,6 – 2,6 et 2,7 mg TBA-RS/kg après 2 – 6 et 10 mois de congélation, la viande du lot « lin » a été, pour toutes les durées de congélation, plus sensible à l'oxydation que celles des lots « palmitostéarine » ($p < 0,01$) et « témoin » ($p = 0,06$). Le lot « lin + colza » a atteint des valeurs intermédiaires.

2.4. FLAVEUR DES STEAKS HACHÉS

L'intensité de flaveur n'a pas été significativement différente entre les 4 lots pour les deux modes de conditionnement étudiés (sous film ou sous atmosphère modifiée). Cependant, la flaveur « poisson », bien que relativement faible en intensité, a été significativement ($p < 0,01$) plus importante dans le lot lin que dans les autres lots (6,3 vs. 1,4 – 1,6 ou 0,9 pour les lots « témoin », « lin + colza » et « palmitostéarine »). Scollan *et al.* (2005) avaient déjà observé un goût de poisson dans les viandes de bouvillons alimentés avec de la graine de lin traitée au formaldéhyde. Campo *et al.* (2006) ont montré qu'il existait une liaison entre l'augmentation de la teneur en TBA-RS et l'apparition des défauts de flaveur. Ils ont fixé le seuil à partir duquel les consommateurs détectent ces défauts à 2,3 mg de TBA/kg. Il est donc probable que les problèmes de flaveur rencontrés sur les steaks hachés du lot « lin » soient liés à une oxydation des AGPI.

CONCLUSION

L'apport de 1,75 kg/j de lin extrudé pendant 100 jours a permis de multiplier par 3 la teneur en C18:3 *n-3* des steaks hachés à 15 % MG. Quantitativement, cela se traduit par une teneur en C18:3 *n-3* d'environ 110 mg/100 g. Elle est relativement élevée comparativement aux teneurs mesurées sur le long dorsal, en lien avec la différence de teneur en lipides des deux produits. Elle reste néanmoins trop faible pour pouvoir bénéficier de l'allégation nutritionnelle « source d'oméga 3 » (un apport de 300 mg/100 g serait nécessaire). L'apport du mélange lin + colza extrudé n'a pas eu la même efficacité : la teneur en C18:3 *n-3* a été multipliée par un peu plus de 2 seulement. La question de l'intérêt d'un tel mélange se pose donc. Malgré sa richesse en AG saturés, la supplémentation en palmitostéarine modifie assez peu la composition en AG des steaks hachés. C'est une source

énergétique qui peut donc éventuellement être utilisée dans les rations des gros bovins sans crainte d'une dégradation des qualités nutritionnelles de leur viande par rapport à des rations standard. Par ailleurs, la conservation et dans une moindre mesure la cuisson des viandes n'ont pas eu d'effets majeurs sur leur teneur en AGPI. En revanche, un démarrage de l'oxydation lipidique a été observé lors de la conservation. L'oxydation a été particulièrement importante pour les viandes enrichies en AGPI et conservées sous atmosphère modifiée ou congelées pendant 6 mois ou plus. Cette oxydation s'est traduite au final par l'apparition d'une flaveur caractéristique de poisson dans les produits. Dans certaines conditions (produit relativement gras, conditions de conservation oxydantes), l'apport d'antioxydants en parallèle de la supplémentation en AGPI pourrait être une alternative intéressante à tester pour limiter ces phénomènes.

Ce travail a été conduit avec le soutien financier de FranceAgriMer. Les auteurs remercient le personnel de la station expérimentale de Mauron et du laboratoire d'analyses et de technologie des viandes de Villers Bocage pour leur contribution à ce travail.

- AFSSA, 2010. Saisine n°2006-SA-0359.
 Agabriel J., Giraud J.M., Petit M., 1986. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 66, 43-50.
 Badiani A., Stipa S., Bitossi F., Gatta P.P., Vignola G., Chizzolini R., 2002. Meat Sci., 60, 169-186.
 Bauchart D., Gladine C., Gruffat D., Leloutre L., Durand D., 2005. In Hocquette J.F., Gigli S. (Eds), Indicators of milk and beef quality, EAAP Publ. n°112, Wageningen Pers, Wageningen, 431-436.
 Bauchart D., Thomas E., Scislawski V., Peyron A., Durand D., 2006. VPC, Hors série 11° JSMTV, 105-106.
 Campo M.M., Nute G.R., Hughes S.I., Enser M., Wood J.D., Richardson R.I., 2006. Meat Sci., 72, 303-311.
 Durand D., Gruffat D., Ortigues-Marty I., Savary-Auzeloux I., Thomas E., Peyron A., Bauchart D., 2006. VPC, Hors série 11° JSMTV, 103-104.
 Lee M.R.F., Evans P.R., Nute G.R., Richardson R.I., Scollan N.D., 2009. Meat Sci., 81, 738-744.
 Normand J., Bastien D., Bauchart D., Chaigneau F., Chesneau G., Doreau M., Farrie J.P., Joulie A., Le Pichon D., Peyronnet C., Quinsac A., Renon J., Ribaud D., Turin F., Weill P., 2005. Renc. Rech. Rum., 12, 359-366.
 Rule D. C., 1997. Meat Sci., 46, 23-32.
 Scollan N., Richardson I., De Smet S., Moloney A.P., Doreau M., Bauchart D., Nuernberg K., 2005. In Hocquette J.F., Gigli S. (Eds), Indicators of milk and beef quality, EAAP Publ. n°112, Wageningen Pers, Wageningen, 151-162.
 Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I., Whittington F.M., 2008. Meat Sci., 78, 343-358.