

Effet de l'apport d'antioxydants végétaux dans l'aliment sur la peroxydation des lipides de la viande de lapin.

J. MOUROT⁽¹⁾, M. ARTURO-SCHAAN⁽²⁾, K. BEBIN⁽²⁾, C. BRIENS⁽²⁾

⁽¹⁾ INRA – UMR 1079 SENAH, 35590 St Gilles, France

⁽²⁾ CCPA, ZA du Bois de Teillay, 35150 Janzé, France

Résumé. Dans le cas d'une augmentation du dépôt de C18:3 n-3 (ALA) dans la viande, il est important de préserver ces acides gras (AG) de la peroxydation. Des études sont menées pour mesurer l'efficacité des antioxydants végétaux (AOV) dans l'aliment. 42 lapins ont reçu pendant 23 jours 3 régimes apportant des teneurs différentes en ALA supplémentés ou non en AOV. Le profil en AG et le potentiel de peroxydation sont mesurés dans la viande. Les teneurs en ALA sont de 602, 850 et 868 mg/100g de viande ($p < 0,001$). En phase de peroxydation stimulée maximale, les valeurs de malondialdéhyde (MDA) sont de 225, 285 et 224 nM ($p < 0,001$). Ainsi, malgré une teneur plus élevée en ALA, la peroxydation des AG est équivalente entre le lot AOV+ et le lot témoin, ce qui montre l'efficacité d'une supplémentation en AOV.

Abstract. Effect of plant antioxidant supplementation in feed on lipid peroxidation of rabbit meat. When trying to increase C18:3 n-3 (ALA) deposit in the meat, it is important to preserve these fatty acids (FA) from peroxidation. Studies are carried out to evaluate the efficiency of plant antioxidants (PAO) added in rabbits' feed. 42 rabbits have been fed during 23 days with 3 diets containing different levels of ALA and supplemented or not in PAO. The FA profile and the potential of peroxidation in the meat were measured. The measured ALA level was respectively 602, 850 and 868 mg/100g of meat ($p < 0,001$). In condition of maximal stimulated peroxidation, malondialdehyde (MDA) values are respectively of 225, 285 and 224 nM ($p < 0,001$). Thus, in spite of a higher ALA content, peroxidation of FA in both PAO and control sets are equivalent, demonstrating the efficacy of a PAO supplementation.

Introduction

Les Apports Nutritionnels Conseillés pour l'alimentation humaine (ANC, 2001) préconisent une consommation de 2 g /jour d'acide gras C18:3 n-3 – acide alpha linoléique - ALA) et un rapport C18:2 n-6/C18:3 n-3 voisin de 5. La consommation quotidienne humaine est voisine de 0,8 à 0,9 g ALA (Combe 2001), il est donc nécessaire de disposer de nouveaux vecteurs alimentaires enrichis en cet acide gras (AG) n-3 pour combler ce déficit. Il est possible d'utiliser la relation qui existe entre la nature des acides gras consommés par les animaux et ceux qui se déposent dans la viande (Mourot, 2010) pour augmenter dans les produits animaux la teneur des AG d'intérêt pour la santé humaine. La supplémentation en précurseur n-3 (ALA) par l'enrichissement de la ration du lapin en luzerne et/ou en graines de lin extrudées est efficace pour augmenter le dépôt et ainsi améliorer la qualité nutritionnelle de cette viande (Combes et Cauquil, 2006, Kouba *et al.*, 2008).

Mais, ces AG insaturés déposés en grande quantité dans la viande peuvent présenter des risques accrus de peroxydation. Ceci pourra avoir des conséquences néfastes sur la perception du produit (cas par exemple de produits secs, Cannata *et al.*, 2010).

L'ajout d'antioxydants dans l'aliment, comme la vitamine E ou les polyphénols, permet de réduire la peroxydation des acides gras dans la viande (Gladine *et al.*, 2007 ; Gobert *et al.*, 2008).

Si la peroxydation des acides gras a déjà été étudiée chez le lapin (Corino *et al.*, 2000), l'effet de l'ajout de

mélange d'antioxydants végétaux (AOV) a été peu étudié. L'objectif de ce travail est donc d'étudier l'effet de l'apport conjoint d'acides gras n-3 et d'AOV sur la qualité des acides déposés dans la viande et leur peroxydation.

1. Matériel et méthodes

1.1. Animaux

42 lapereaux de souche Hyplus de 36 jours ont été répartis en 3 lots en fonction de la portée d'origine et du poids de sevrage et élevés en cages individuelles jusqu'à 73 jours. Le poids moyen des lapins était de 1087, 1643 et 2714 g respectivement à 36, 50 et 73 jours (effet régime non significatif).

Tableau 1 Composition et teneur en acides gras des régimes (en g par kg d'aliment)

Régimes	T	AOV 0	AOV +
% Protéines	16,39	16,22	16,05
Matière grasse	40,0	50,7	51,0
EM (kcal)	2191	2178	2178
AGS (1)	3,88	4,82	4,58
AGM (2)	10,77	12,58	12,23
AGPI (3)	14,66	19,69	19,35
C18:2 n-6 LA	8,51	10,30	10,07
C18:3 n-3 ALA	5,99	9,29	9,14
LA/ALA	1,42	1,11	1,10

(1) somme des AG saturés ; (2) somme des AG moninsaturés ; (3) somme des AG polyinsaturés

Les 3 lots ont reçu 3 régimes différents de 50 à 73 jours, avec le même plan de rationnement : un régime

témoin standard (T), et 2 autres régimes supplémentés de manière équivalente en C18:3 n-3 (ALA) par des graines de lin extrudées (GLE). L'un AOV0 ne contenait pas d'AOV ajouté alors que le lot AOV+ contenait des AOV (80 mg/kg d'équivalent acide gallique), associés à 50 ppm de vitamine E (vs 15 pour le témoin). Le pourcentage en ALA des régimes était respectivement de 20,3, 25,1 et 25,3 %. La teneur en acides gras est rapportée dans le tableau 1.

1.2. Les prélèvements

Après abattage, les carcasses ont été livrées à notre laboratoire. Elles ont été fendues en 2 dans le sens de la longueur. Nous avons désossé une demi-carcasse pour récupérer toute la viande. L'autre demi-carcasse a été découpée en 3 morceaux correspondant à ceux commercialisés, à savoir la gigolette (ou épaule), le râble et la cuisse. Tous les morceaux obtenus ont été désossés et la viande broyée, homogénéisée et conservée en vue des dosages.

Pour chacune des études nous avons également analysé un échantillon d'aliment (en quadruple).

1.3. Les dosages

Le nombre de lapins analysés a été de 12 par lot.

Les lipides ont été extraits dans tous les échantillons prélevés selon la méthode de Folch *et al.* (1957) à l'aide d'un mélange méthanol chloroforme.

Le profil en acides gras de la viande a été déterminé par Chromatographie en Phase Gazeuse, après saponification et méthylation des lipides totaux, selon la méthode de Morrison et Smith (1964). La colonne est une colonne capillaire en silice fondue de 30 m de long sur un diamètre intérieur de 0,25 mm. La phase stationnaire est composée de 80 % de biscyanopropyl et de 20 % de cyanopropylphényl, et la phase mobile est l'hydrogène. La température du four est programmée pour des plateaux de 2 min, 7 min et deux fois 2 min à des températures respectivement de 45°C, 195°C, 220°C et de 240°C avec des montées en température entre les paliers de 20°C/min, 30°C/min et de 35°C/min pour une durée totale d'analyse de 21,9 min. Les températures de l'injecteur et du détecteur sont respectivement de 220 et de 280°C.

Les acides gras sont exprimés en pourcentage des acides gras identifiés et en quantité totale calculée grâce à un standard interne (C17).

La mesure du potentiel de peroxydation a été réalisée selon la méthode des TBARS (2-thiobarbituric acid-reactive substances) par méthode spectrophotométrique après oxydation forcée, décrite par Oriani *et al.* (2001).

1.4. Analyses statistiques

Les résultats ont été soumis à un traitement statistique d'analyse de variance globale (procédure GLM du logiciel SAS). Les moyennes par lot ont ensuite été comparées 2 à 2 selon le test de Bonferroni. Le seuil de significativité a été fixé à 5%. Aucune interaction n'a été mise en évidence.

2. Résultats et discussion

2.1. Composition en acides gras de la viande

Les résultats de composition en acides gras sont rapportés pour la viande de la carcasse entière (tableau 2) et pour les différents morceaux de découpe (tableau 3 à 5).

Tableau 2 : Composition en AG de la carcasse entière désossée (en % des AG identifiés).

	T	AOV0	AOV+	Rsd	Effet
Lip %	8,12	8,64	8,62	1,17	NS
AGS	30,47a	28,62b	28,28b	0,72	P<0,004
AGM	34,93a	33,80b	33,58b	1,56	P<0,001
AGPI	34,59a	37,57b	38,14b	1,05	P<0,001
LA	23,29	23,41	23,55	0,02	NS
ALA	9,41a	12,31b	12,69b	0,58	P<0,001
EPA	0,05	0,07	0,08	0,03	P<0,07
DPA	0,23	0,28	0,30	0,07	P<0,07
DHA	0,02	0,01	0,01	0,02	NS
LA/ALA	2,48a	1,91b	1,86b	0,07	P<0,001

LA: C18:2 n-6 ; ALA: C18:3 n-3 ; EPA: C20:5 n-3 ; DPA: C22:5 n-3 ; DHA: C22:6 n-3. Les valeurs en ligne avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

Tableau 3 : Composition en AG du râble (en % des AG identifiés).

	T	AOV0	AOV+	Rsd	Effet
Lip %	13,60	15,84	14,98	2,55	NS
AGS	27,75a	26,43b	26,02b	1,33	P<0,01
AGM	34,65a	33,32b	33,27b	0,98	P<0,001
AGPI	37,60a	40,25b	40,72b	1,88	P<0,001
LA	22,24	21,89	22,54	1,13	NS
ALA	9,96a	12,28b	13,08b	0,82	P<0,001
EPA	0,79	0,82	0,74	0,70	NS
DPA	0,18	0,14	0,18	0,02	NS
DHA	0,03	0,06	0,04	0,02	NS
LA/ALA	2,24a	1,79b	1,73b	0,09	P<0,001

Le pourcentage d'AG n-3 et en particulier du précurseur ALA est significativement plus élevé (p<0,001) dans toutes les carcasses ou morceaux de découpe des lapins recevant une ration enrichie en graines de lin extrudées. Ceci confirme les relations entre l'alimentation de l'animal et la qualité nutritionnelle de sa viande (Combes, 2004) ainsi que l'effet positif des AG n-3 de l'aliment (Combes et Cauquil, 2006). En revanche parmi les dérivés n-3 aucun effet n'est noté pour le pourcentage de DHA. Pour l'EPA, une augmentation est notée pour la carcasse entière et pour la cuisse en relation avec la quantité d'ALA ingéré. Ceci confirme donc la faible capacité de désaturation et d'élongation des AG n-3 chez le lapin (Kouba *et al.*, 2008).

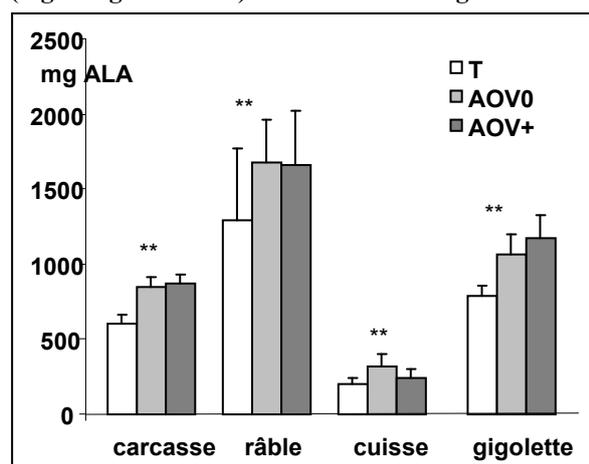
Tableau 4 : Composition en AG de la gigolette (en % des AG identifiés).

	T	AOV0	AOV+	Rsd	Effet
Lip %	10,11	11,14	11,90	1,88	NS
AGS	30,95a	29,07b	29,05b	1,23	P<0,02
AGM	34,83a	33,11b	33,23b	0,56	P<0,001
AGPI	34,22a	37,82b	37,72b	1,42	P<0,001
LA	23,21	22,76	22,54	0,92	NS
ALA	9,43a	11,41b	11,53	0,63b	P<0,001
EPA	0,35	0,38	0,38	0,08	NS
DPA	0,23	0,23	0,23	0,03	NS
DHA	0,01	0,04	0,04	0,01	NS
LA/ALA	2,47a	2,00b	1,96	0,10b	P<0,001

Tableau 5 : Composition en AG de la cuisse (en % des AG identifiés).

	T	AOV0	AOV+	Rsd	effet
Lip %	3,03	3,61	2,80	0,83	NS
AGS	30,57a	29,47b	29,15b	1,26	P<0,02
AGM	34,00a	33,18b	32,71b	0,88	P<0,004
AGPI	35,44a	37,35b	38,14b	1,60	P<0,001
LA	23,13	22,95	23,17	1,02	NS
ALA	8,59a	11,01b	11,09b	0,57	P<0,001
EPA	0,13a	0,14a	0,18b	0,03	P<0,001
DPA	0,57	0,55	0,64	0,12	NS
DHA	0,09	0,08	0,11	0,02	NS
LA/ALA	2,70a	2,09b	2,09b	0,12	P<0,001

Figure 1 : Comparaison des teneurs en ALA (mg/100 g de viande) en fonction des régimes



**p<0,001

La figure 1 compare les teneurs en ALA des différents morceaux. Cette teneur est significativement plus élevée (p<0,001) chez tous les animaux recevant les régimes supplémentés en graines de lin. De plus, cette teneur est en relation avec la teneur en lipides du morceau et plus elle est élevée, plus le dépôt de n-3

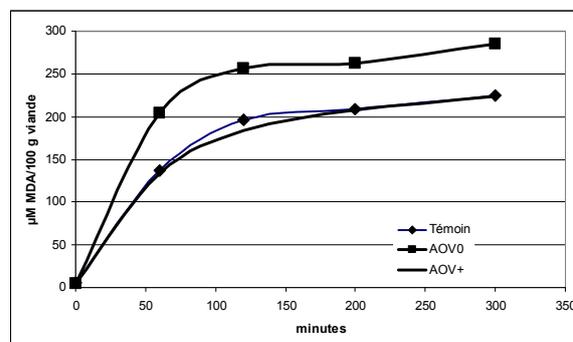
sera important. La cuisson qui présente une faible teneur en lipide présentera donc la quantité la moins élevée en ALA, même chez les animaux recevant une supplémentation en graines de lin. Si l'on se réfère aux anciennes allégations nutritionnelles (Rapport Afssa juin 2003 « Acides gras de la famille oméga 3 et système cardiovasculaire : intérêt nutritionnel et allégations » et Note oméga 3-DGCCRF N° 2005-14 du 28/01/2005), la viande de lapin pouvait revendiquer la mention source de n-3 pour le râble quelque soit le mode d'élevage et pour la gigolette chez les lapins supplémentés en n-3 dans l'aliment. La notion de « riche en » pouvait s'appliquer à tous les autres lapins ou morceaux, à l'exception de la cuisson de lapin de production standard qui ne peut rien revendiquer en raison de sa faible teneur en lipides.

2.2. Peroxydation des acides gras.

La peroxydation a été mesurée pour tous les morceaux. Elle ne sera rapportée que pour la carcasse et la cuisson faute de place, tous les résultats non rapportés vont dans le même sens. Pour ce dernier morceau, l'effet d'une maturation pendant 5 jours de la viande conservée à 4° C est comparée à une viande non maturée.

La figure 2 montre que la peroxydation des AG est plus élevée chez les lapins recevant des graines de lin, mais l'apport d'AOV dans le régime permet de diminuer l'apparition de MDA, marqueur de l'oxydation des acides gras. Les différences sont significatives entre les lots pour chaque temps étudié à partir de 60 minutes de réaction (p<0,01).

Figure 2 : Comparaison de la peroxydation des AG (µM MDA/100 g de viande) dans la carcasse



Dans la cuisson non maturée (figure 3), le potentiel de peroxydation n'est pas différent significativement entre le lot standard et le lot avec GLE + AOV alors qu'il est plus élevé pour les lapins du lot GLE sans ajout d'AOV (p<0,01 au temps de 200 et 300 min).

La maturation augmente le potentiel de peroxydation des AG de la viande de tous les lapins (figure 3). Mais elle est sensiblement équivalente entre les lapins de production standard et ceux recevant GLE et AOV.

Sachant que la viande des animaux GLE+AOV contient le plus d'ALA, le potentiel de peroxydation est, en proportion des AG n-3 présents, le plus faible (figure 4). Les différences sont significatives à T0 (p<0,001), T 120 (p<0,04) et T300 min (p<0,02).

Figure 3 : Comparaison de la peroxydation des AG dans la cuisson sans ou avec maturation de 5 jours

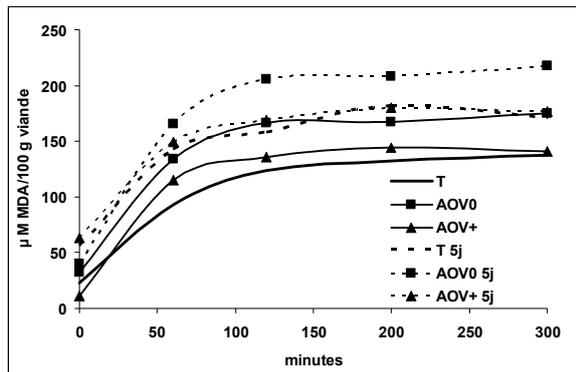
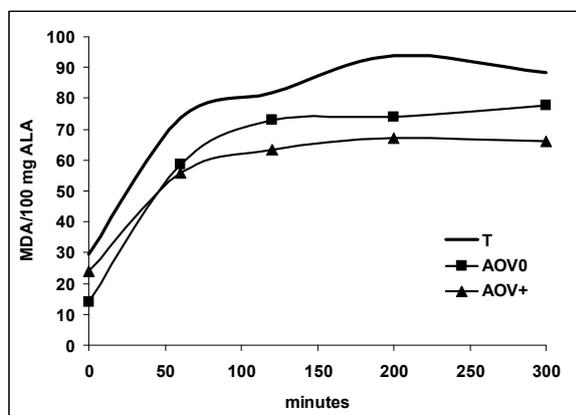


Figure 4 : Comparaison de la peroxydation des AG dans la cuisson maturée en fonction de la teneur en ALA (MDA/100 mg d'ALA)



Cette étude confirme donc l'intérêt des AOV dans l'alimentation pour réduire la peroxydation des AG dans la viande (Gobert *et al.*, 2008).

Conclusion

L'apport d'acides gras n-3 dans l'aliment du lapin permet d'améliorer la qualité nutritionnelle de la viande de lapin. La quantité dans la viande est plus élevée ce qui correspond aux souhaits des ANC pour apporter davantage d'AG n-3 en alimentation humaine. Il semble nécessaire d'apporter conjointement aux AG n-3 des antioxydants végétaux pour réduire les risques de peroxydation des acides gras. Ceci est particulièrement vrai dans le cas de viande maturée où la peroxydation existe même chez les lapins de production standard. Ceci peut s'expliquer par le fait que, naturellement, la viande de lapin contient davantage d'AG n-3 que les autres espèces du fait de son alimentation.

Les études conduites en parallèle sur l'analyse sensorielle (Meteau *et al.*, JRC 2011) montrent que la viande de lapin supplémentée en AG n-3 est jugée bonne par le consommateur. Il est donc possible d'envisager de développer cette production de viande enrichie en AG n-3 ce qui en fait un plus d'un point de vue nutritionnel. Des recherches sont encore à

mener dans le choix des antioxydants et des quantités à incorporer dans l'aliment pour assurer une efficacité maximale tout en tenant compte des coûts de production.

Remerciements

Les auteurs remercient la Région Bretagne et le Pôle de Compétitivité Valorial pour leur soutien financier.

Nous remercions également M Fillaut et G Robin (INRA) pour leur apport technique.

Références

- ANC, Apports Nutritionnels Conseillés pour la population française, 2001, AFSSA, Ed. Tec & Doc, Paris
- Cannata S., Ratti S., Meteau K., Mourot J., Baldini P., Corino C. 2010 Evaluation of different types of dry-cured ham by Italian and French consumers. *Meat Sci*, 84, 601-606
- Combe N. B. C., 2001. Apports alimentaires en acides linoléique et alpha-linoléique d'une population d'Aquitaine. *Oléagineux Corps Gras Lipides*, 8, 118-121
- Combes S., 2004 Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. *Inra Prod Anim*, 17, 373-383
- Combes S. et Cauquil L. 2006. Viande de lapin et oméga 3 : Une alimentation riche en luzerne permet d'enrichir la viande des lapins en oméga 3. *Viande & Produits Carnés* vol 25 (2): 31-35.
- Corino, C. Pastorelli, G. Zanotti, M. 2000. Vitamin E and meat quality in rabbit. *Rivista di Conigliicoltura* Volume: 37, 53-58.
- Gladine C., Morand C., Rock E., Bauchart D., Durand D., 2007. Plant extracts rich in polyphenols (PERP) are efficient antioxidants to prevent lipoperoxidation in plasma lipids from animals fed n-3 PUFA supplemented diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 136, 281-296.
- Gobert, M., Martin, B., Ferlay, A., Chilliard, Y., Graulet, B., Pradel, P., Bauchart, D., Durand, D., 2008. Plant extracts rich in polyphenols and vitamin E protect cows fed an n-3 PUFA-rich diet against lipoperoxidation. *Proc. Nutr. Soc.* 67, 165-165
- Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley G. H., 1957. A simple 1 method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 3497-3509.
- Kouba M., Benatmane F., Blochet J.E., Mourot J. 2008. Effect of a linseed diet on lipid oxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat. *Meat Science*, 80, 829-834,
- Meteau K., Juin H., Mourot J., Arturo-Schaan M., Bebin K., Briens C., Grenet L, Lartigue L., Rousseau C. Effet de l'apport d'acides gras n-3 et d'antioxydants végétaux dans l'aliment sur les qualités sensorielles de la viande de lapin. *Journées Recherches Cunicoles*, 2011
- Mourot J. 2010 Modification des pratiques d'élevage : conséquences pour la viande de porc et autres monogastriques. *Cah Nut Diet*, 45,320-326
- Morrison, W. R., & Smith L, M.,1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl 19 acetals from lipids with boron fluoride methanol. *Journal of Lipid Research*, 5, 600-608.
- Oriani G., Salvatori, G., Pastorelli, G., Pantaleo, L., Ritieni, A., Corino, C., 2001. Oxidative status of plasma and muscle in rabbits supplemented with dietary vitamin E. *J. Nutr. Biochem.*, 12, 138-143.