

Effet de l'apport d'acides gras n-3 sur la synthèse des lipides chez le lapin.

F. BENATMANE ⁽¹⁾, J. MOUROT ⁽²⁾, A. YOUYOU ⁽³⁾, M. KOUBA ⁽²⁾

⁽¹⁾ Faculté des Sciences, BP 17, 15000 Tizi-Ouzou, Algérie

⁽²⁾ Agrocampus Ouest- INRA – UMR 1079 SENAH, 35000 Rennes, France

⁽³⁾ INA d'El-Harrach, 15000 Alger, Algérie

Résumé. Des suppléments en acide gras C18:3 n-3 (acide alpha-linolénique- ALA) dans l'aliment des animaux permettent une augmentation du dépôt des acides gras n-3 dans leur viande. L'effet de l'apport d'acides gras n-3 sur la synthèse des acides gras chez le lapin a été peu étudié. 2 lots de 8 lapins ont reçu pendant 6 semaines un régime standard ou un régime enrichi en graines de lin extrudées (GLE). Les activités des enzymes de la lipogenèse ont été mesurées et les acides gras déposés quantifiés. Les activités des enzymes diminuent significativement chez les lapins GLE dans le foie et dans le tissu adipeux ce qui tend à diminuer la teneur en lipides dans le tissu adipeux. Dans le muscle, aucune variation de ces activités n'est significative. L'apport d'ALA dans le régime permet de diminuer les activités de synthèse des lipides. La teneur en lipides des tissus adipeux est réduite (non significativement mais limite $p < 0,10$) par rapport à un régime standard.

Effect of dietary omega 3 fatty acids on lipid synthesis in rabbits. Feeding rabbits diets enriched in linolenic acid leads to an increase in n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) content of the meat. Few studies have been carried out on the effect of n-3 enriched diets on lipid biosynthesis in the rabbit. Sixteen rabbits were fed a control or an extruded linseed diet for 6 weeks. Lipogenic enzyme activities were measured and the fatty acid composition of the different tissues was analysed. The linseed diet led to a decrease in enzyme activities in the liver and adipose tissues, with consequently a lower lipid content of these adipose tissues. However, there was no diet effect on the lipogenic enzyme activities in the muscle. Feeding rabbits a diet enriched in linolenic acid leads to a decrease in lipid biosynthesis limit $p < 0,10$

Introduction

La qualité nutritionnelle de la viande, pour son aspect lipidique, concerne à la fois la quantité et la qualité des acides gras (AG) qui y sont déposés. Les facteurs d'élevage et principalement l'alimentation influencent les dépôts des lipides. Il existe une relation directe entre les acides gras ingérés et ceux qui se déposent dans la viande (Kouba et Mourot, 2011). Il est donc possible d'utiliser cette particularité pour augmenter dans la viande la teneur en acides gras n-3, jugés bons pour la santé humaine, en introduisant ces acides gras dans l'aliment du lapin (Kouba *et al.*, 2008).

D'autre part, les acides gras alimentaires jouent un rôle sur la synthèse des lipides *de novo*. Chez les animaux monogastriques, cette synthèse est influencée par l'insaturation des acides gras alimentaires et par la localisation de cette synthèse. Ainsi chez le porc, les acides gras polyinsaturés semblent diminuer les activités des enzymes de la lipogenèse (Guillevic *et al.*, 2009) alors que chez la volaille et la souris, ils semblent stimuler l'activité de ces mêmes enzymes. La différence peut provenir du lieu de synthèse qui se situe dans les tissus adipeux chez le porc et dans le foie chez la souris et les oiseaux (Hood et Allen, 1973 ; Saadoun et Leclercq, 1987). Chez le lapin la localisation de la synthèse lipidique est à la fois hépatique et dans les tissus adipeux. Parmi ces derniers, ceux localisés en interne semblent plus actifs que les tissus adipeux externes (Gondret *et al.*, 1998). Dans cette espèce, l'apport d'acides gras de la famille n-6 semble diminuer les activités de synthèse lipidique au niveau hépatique par rapport à un apport en acides gras saturés. L'activité

diminue également dans le tissu adipeux périnal mais pas dans le tissu adipeux interscapulaire ni dans le muscle (Gondret *et al.*, 1998). Peu d'études ont été consacrées à l'effet des acides gras n-3 sur les activités des enzymes de la lipogenèse chez le lapin alors que ceci a été largement étudié dans d'autres espèces.

La supplémentation de la ration du lapin en acides gras n-3 via la graine de lin extrudée ou la luzerne (selon le coût) tend à se développer pour améliorer les qualités nutritionnelles de la viande et répondre aux souhaits des Apports Nutritionnels Conseillés pour la population française (ANC, 2001). Il est donc intéressant de connaître ce que l'apport en ces acides gras aura comme répercussions sur les activités de synthèse de lipides *de novo*. Ceci est l'objet de cette étude.

1. Matériel méthodes

Tableau 1 Composition des régimes et teneur en acides gras.

	T	GLE	T	GLE
	%		g/kg aliment	
Protéine			177	178
Matière grasse			46	46
AGS	35,05	22,60	7,8	5,2
AGM	28,08	22,45	6,2	5,2
AGPI	40,96	55,22	9,1	12,8
C18:2 n-6	33,58	32,42	7,4	7,5
C18:3 n-3	7,07	22,40	1,5	5,8

AGS : somme des AG saturés ; AGM : somme des AG moninsaturés ; AGPI : somme des AG polyinsaturés

1.1. Animaux

Deux lots de 8 lapins ont reçu pendant 6 semaines un régime standard (TEM) ou un régime enrichi en graines de lin extrudées (Tradi-Lin®) (GLE) source de C18:3 n-3 (acide alpha-linolénique- ALA). La teneur en lipides des régimes était équivalente à 46 g / kg d'aliment et contenait 1,5 g d'ALA pour TEM et 5,8 g d'ALA pour GLE /kg aliment. Les lapins ont été abattus à 11 semaines. La composition des régimes est rapportée dans le tableau 1.

1.2. Les prélèvements et les analyses

Dès l'abattage, des échantillons de foie, de muscle *longissimus dorsi*, de tissus adipeux (TA) périrénal et interscapulaire ont été prélevés et congelés dans de l'azote liquide puis conservés à -80° C en vue des analyses. La composition en acides gras et les activités des enzymes de la lipogenèse ont été mesurées.

Les lipides ont été extraits dans tous les échantillons selon la méthode de Folch *et al.* (1957) à l'aide d'un mélange méthanol chloroforme. Le profil en acides gras de la viande et des aliments a été déterminé par Chromatographie en Phase Gazeuse, après saponification et méthylation des lipides totaux, selon la méthode de Morrison et Smith (1964).

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

Les activités des enzymes de la lipogenèse sont mesurées dans la fraction cytosolique selon les méthodes de Ficht *et al.* (1959) et de Hsu et Lardy (1969) respectivement pour la Glucose 6 phospho déshydrogénase (G6PDH) et l'Enzyme Malique (EM). L'activité de la fatty acyl synthase (FAS) est déterminée selon la méthode décrite par Bazin & Ferré (2001) par la mesure de la disparition du NADPH par spectrophotométrie à 340 nm.

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

2. Résultats et discussion

Les performances de croissance des animaux ne sont pas modifiées par le régime alimentaire.

2.1. Composition en acides gras de la viande

Les résultats de composition en acides gras sont rapportés pour les 2 tissus adipeux prélevés, le foie et le muscle *longissimus dorsi* paré (tableaux 2 et 3)

L'influence du régime sur la composition en acides gras des tissus est une nouvelle fois démontrée.

La teneur en n-3 est augmentée dans les tissus du lapin recevant une alimentation riche en ALA (Combes et Cauquil 2006, Kouba *et al.*, 2008, Benatmane *et al.*, 2011).

Quel que soit le tissu adipeux (tableau 2), les pourcentages de ALA sont sensiblement équivalents pour un même régime. Mais en terme de teneur, le TA périrénal qui est plus riche en lipides contiendra davantage d'ALA (figure 1).

Tableau 2 : Composition en acides gras (AG) des tissus adipeux interscapulaire et périrénal (en % des AG identifiés).

	TA interscapulaire			TA périrénal		
	T	GLE	Effet	T	GLE	Effet
LIP. %	52,18	48,68	ns(1)	75,56	72,07	ns(1)
AGS	32,61	33,67	ns	32,16	31,02	ns
AGM	38,16	26,53	**	39,26	27,65	**
AGPI	29,23	39,80	**	28,58	41,33	**
LA	17,35	22,66	**	17,23	23,76	**
ALA	10,05	15,23	**	9,86	16,07	**
EPA	0,29	0,20	ns	0,14	0,13	ns
DPA	0,21	0,34	**	0,19	0,23	ns
DHA	0,04	0,06	ns	0,03	0,03	ns
LA/ALA	1,73	1,49	*	1,76	1,48	*

LIP. % : teneur en lipides totaux 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. p<0,01 *; p<0,001 **; p>0,05 ns.

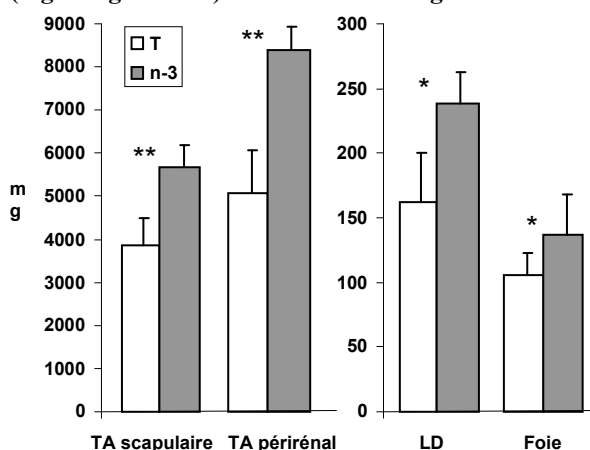
(1) effet limite p<0,10

Tableau 3 : Composition en acides gras du muscle longissimus dorsi (LD) paré et du foie (en % des AG identifiés).

	Muscle LD			Foie		
	T	GLE	Effet	T	GLE	Effet
Lip %	2,17	2,64	ns	3,42	3,99	ns
AGS	32,90	31,38	ns	36,40	38,99	ns
AGM	33,58	31,41	ns	20,49	15,87	**
AGPI	33,52	37,21	**	43,11	45,14	ns
LA	20,05	22,11	**	24,23	28,04	**
ALA	10,43	12,23	**	5,53	6,70	**
EPA	0,47	0,42	ns	0,95	1,34	**
DPA	1,12	1,12	ns	1,23	1,33	ns
DHA	0,27	0,25	ns	0,69	0,75	ns
LA/ALA	1,97	1,82	ns	4,50	4,29	ns

Pour les dérivés AGPI à longues chaînes n-3, les effets sont différents selon les AG. La teneur hépatique en EPA est augmentée chez les lapins recevant le régime contenant le lin. La proportion de DPA est augmentée dans le TA interscapulaire alors que le pourcentage de DHA ne varie pas. Globalement, au niveau du foie, les capacités de désaturation et d'élongation sont faibles (Kouba *et al.*, 2008). Dans les TA, le pourcentage de DHA est particulièrement faible et comparativement aux autres espèces monogastriques, le lapin est l'espèce la moins riche en DHA (Mourot, 2010).

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



* $p < 0,01$; ** $p < 0,001$

La figure 1 compare les teneurs en ALA des différents tissus. Cette teneur est significativement plus élevée ($p < 0,001$) chez tous les animaux recevant les régimes supplémentés en graines de lin et elle est également en relation avec la teneur en lipides du tissu. Ainsi plus le tissu est riche en lipides, plus la quantité de n-3 déposée est élevée.

2.2. Activités des enzymes de la lipogenèse (Tableaux 4, 5, 6)

Globalement il apparaît que les activités des enzymes de la lipogenèse sont influencées par le régime dans les tissus adipeux et dans le foie. En revanche dans le muscle LD, les variations ne sont pas significatives.

Tableau 4 : Effet des régimes sur les activités de la fatty acyl synthase (expression en U/g de tissu)

	TA périrénal	TA interscap.	Foie	LD
Témoin	117,3	83,1	192,9	4,0
GLE	93,3	67,4	104,9	4,4
Rsd	23,3	24,0	55,3	0,8
Effet	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,01$	ns

L'activité de la FAS est diminuée chez les lapins recevant des graines de lin (tableau 4). Cette baisse de l'activité est à mettre en relation avec la diminution de la teneur en lipides dans les tissus adipeux. La comparaison entre les TA montre que le potentiel de synthèse est plus faible dans le TA externe que dans le TA interne, ce qui confirme des travaux antérieurs ((Gondret *et al.*, 1998). Cette différence explique aussi la diminution de la teneur en C16:0 produit terminal de la lipogenèse. Les valeurs sont de 11,2 g de C16:0 pour 100 g de TA périrénal pour les lapins du régime témoin contre 10,8 g pour ceux du régime enrichi en n-3 (p limite de signification à 0,08). Il en est de même pour le TA interscapulaire avec des valeurs respectives de 8,1 et 7,3 g de C16:0 par 100 g de tissu ($p < 0,05$).

Le cofacteur NADPH2 indispensable à la synthèse des acides gras est essentiellement fourni par les

activités de l'enzyme malique et de la G6PDH. On peut remarquer que la voie principale de fourniture du NADPH2 est la G6PDH chez le lapin alors que chez le porc en fin de croissance, la voie prépondérante est celle de l'enzyme malique (Gondret *et al.*, 1997, Mourou *et al.*, 1996). Ces activités (tableaux 5 et 6) diminuent avec les régimes riches en AG n-3. Cette diminution de la disponibilité du cofacteur explique ainsi la baisse de l'activité de la FAS.

Tableau 5 : Effet des régimes sur les activités de la l'enzyme malique (expression en U/g de tissu)

	TA périrénal	TA interscap.	Foie	LD
Témoin	0,62	0,65	1,84	0,59
GLE	0,39	0,51	0,61	0,86
Rsd	0,23	0,26	0,31	0,39
Effet	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,001$	ns

Tableau 6 : Effet des régimes sur les activités de la glucose 6 phosphodeshydrogénase (expression en U/g de tissu)

	TA périrénal	TA interscap.	Foie	LD
Témoin	8,38	5,27	13,98	0,22
GLE	6,84	4,89	9,50	0,16
Rsd	1,36	1,03	3,18	0,07
Effet	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	ns

Les coefficients de corrélation entre les teneurs en AG n-3 des tissus et les activités de la FAS sont de 0,69 pour le TA périrénal, de 0,72 pour le TA interscapulaire, de 0,74 pour le foie, contre 0,09 pour le muscle. Il existe donc bien une relation entre les AG n-3 et l'activité de synthèse des acides gras. Ceci est conforme à ce qui est observé également chez le porc (Guillevic *et al.*, 2009).

Conclusion

L'apport d'acides gras n-3 dans l'aliment du lapin permet de diminuer le potentiel de synthèse des acides gras. Ceci a pour conséquence une diminution des dépôts de lipide dans les tissus adipeux, certes non significative (limite $p < 0,10$), sans pour autant affecter le tissu musculaire car l'activité de synthèse est faible par définition dans ce tissu et elle est peu affectée d'une manière générale par les variations alimentaires.

Cette diminution de la lipogenèse se traduit également par une diminution de la teneur en C16:0 des tissus adipeux. Comme dans le même temps, les animaux recevant une alimentation riche en précurseur n-3 stockent davantage cet acide gras et à un degré moindre ses dérivés à longue chaîne n-3 ceci conduit à une amélioration de la qualité nutritionnelle de cette viande avec à la fois une baisse des C16:0 jugés peu favorables à la santé humaine et une augmentation des n-3 qui eux sont jugés favorables.

Les autres études réalisées dans le domaine de la supplémentation de l'aliment en AG n-3 montrent un effet favorable sur l'analyse sensorielle (Meteau *et al.*, 2011). Un complément de la ration en antioxydants permet une préservation de ces AG dans la viande (Mourot *et al.*, 2011). Il est donc possible d'encourager ce type de production de viande enrichie en AG n-3 pour en développer la consommation.

Références

- ANC, Apports Nutritionnels Conseillés pour la population française, 2001, AFSSA, Ed. Tec & Doc, Paris
- Bazin R., Ferré P., 2001. Assays of lipogenic enzymes. *Methods in Molecular Biology* 155, 121-127.
- 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* 25: 31-35.
- Benatmane, F., Kouba, M., Youyou, A., Mourot, J., 2011. Effect of a linseed diet on performances, fatty acid composition, lipogenic enzyme activities and stearoyl-CoA-desaturase activity in the rabbit. *Animal* doi:10.1017/S175173111100114
- Fitch W.M., Hill R., Chaikoff I.L., 1959. The effect of fructose feeding on glycolytic enzyme activities of the normal rat liver. *Journal of Biology Chemistry* 234, 1048-1051.
- 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
- Gondret F., Mourot J., Bonneau M. 1997 Developmental changes in lipogenesis in muscle compared to liver and extramuscular adipose tissues in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 117B, 259-265
- Gondret F., Mourot J., Lebas F., Bonneau M. 1998 Effects of dietary fatty acids on lipogenesis and lipid traits in muscle, adipose tissue and liver of growing rabbit. *Anim. Sci.*, 66, 483-489
- Guillevic M, Kouba M, Mourot J., 2009 Effect of a linseed diet or a sunflower diet on performances, fatty acid composition, lipogenic, enzyme activities and stearoyl-CoA-desaturase activity in the pig. *Livestock Science*, 124, 288-294
- Hood R.L., Allen C.E., 1973 Lipogenic enzyme activity in adipose tissue during the growth of swine with different propensities to fatten, *J. Nutr.* 103, 353-362.
- Hsu R.Y., Lardy H.A., 1969. Malic enzyme. *Methods in enzymology*. Lowenstein J.M. Ed., New-York, London, Vol. XVII, 230-235.
- Kouba M., Mourot J. 2011 A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. *Biochimie*, 93, 13-17
- 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., 2011 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. 14 èmes Journées Recherche Cunicole
- 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.
- Mourot J. 2010 Modification des pratiques d'élevage : conséquences pour la viande de porc et autres monogastriques, *Cah Nut Diet*, 45, 320-326
- Mourot J., Arturo-Schaan M., Bebin K., Briens C., 2011 Effet de l'apport d'antioxydants végétaux dans l'aliment sur la peroxydation des lipides de la viande de lapin 14 èmes Journées Recherche Cunicole
- Mourot J Kouba M., Bonneau M. Comparative Study of *In Vitro* 1996 Lipogenesis in Various Adipose Tissues in the Growing Meishan Pig: Comparison with the Large White Pig. *Comp. Biochem. Physiol.* 115, 383-388
- Saadoun A., Leclercq B., 1987 In vivo lipogenesis of genetically lean and fat chickens: effects of nutritional state and dietary fat, *J. Nutr.* 117, 428-435.