

Lipides et qualité des jambons secs méditerranéens

Gandemer G., Viau M., Navarro J.L., Sabio E., Monin G.

in

Almeida J.A. (ed.), Tirapicos Nunes J. (ed.).
Tradition and innovation in Mediterranean pig production

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 41

2000

pages 181-189

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=600132>

To cite this article / Pour citer cet article

Gandemer G., Viau M., Navarro J.L., Sabio E., Monin G. **Lipides et qualité des jambons secs méditerranéens**. In : Almeida J.A. (ed.), Tirapicos Nunes J. (ed.). *Tradition and innovation in Mediterranean pig production*. Zaragoza : CIHEAM, 2000. p. 181-189 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 41)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Lipides et qualité des jambons secs méditerranéens

G. Gandemer*, M. Viau*, J.L. Navarro**, E. Sabio*** et G. Monin****

*Institut National de la Recherche Agronomique, Laboratoire d'Etude des Interactions des Molécules Alimentaires, BP 71627, 44316 Nantes cedex 3, France

**Instituto de Agronomía y Tecnología de Alimentos (CSIC), Department of Food Science, P.O. Box 73, 46100 Burjassot, Valencia, Espagne

***Dpto Tecnología Agroalimentaria, Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Junta de Extremadura, Badajoz, Espagne

****Institut National de la Recherche Agronomique, Station Recherches sur la Viande, 63122 St Genès-Champanelle, France

RESUME - Les lipides affectent largement les qualités organoleptiques des produits secs, en particulier la flaveur. Cet article présente les données récentes acquises sur les caractéristiques lipidiques des tissus adipeux et musculaires des jambons des pays méditerranéens et sur le devenir de ces lipides au cours du procédé de fabrication. Les tissus adipeux présentent des caractéristiques de composition en acides gras et en triglycérides qui permettent de bien identifier l'origine géographique des jambons secs. Les teneurs en lipides des muscles des porcs Ibériques et Corses sont beaucoup plus élevées que celles des porcs industriels élevés dans des conditions intensives parce qu'ils contiennent plus de triglycérides. Par contre, les différences de composition en acides gras des triglycérides et des phospholipides des muscles sont peu marquées. Au cours de la fabrication, les lipides des tissus adipeux et musculaires subissent une hydrolyse intense qui se traduit par une augmentation de la teneur en acides gras libres (de 0,2 à 10-12% des lipides), des diglycérides (0,2 à 4-5%) et une chute de la teneur en phospholipides (0,5-0,7 à 0,1-0,2%). L'hydrolyse des lipides intramusculaires est beaucoup plus intense chez les porcs Ibériques que chez les porcs Corse, Serrano ou de Bayonne. Dans le tissu adipeux, l'hydrolyse affecte préférentiellement les triglycérides polyinsaturés. Les phospholipides sont les substrats principaux de la lipolyse dans les muscles. Toutefois, les triglycérides contribuent largement à la formation des acides gras libres chez les porcs Ibériques et Corses. L'oxydation a peu d'incidence sur la teneur en lipides des muscles et des tissus adipeux. Cependant, elle explique la diminution des proportions des acides gras polyinsaturés dans les phospholipides lorsque les procédés de fabrication excèdent 12 mois.

Mots-clés : Jambons secs, lipides, lipolyse, oxydation.

SUMMARY - "Lipids and quality of Mediterranean cured ham". Lipids mainly affect the organoleptic characteristics of cured products, particularly, flavour. This article presents recent data on lipid characteristics of the adipose and muscle tissues of hams from Mediterranean countries and on the transformation of these lipids through processing. The fatty acid and triglyceride composition of adipose tissue enables the identification of the geographical origin of cured hams. Lipid content of muscles coming from Iberian and Corsican pigs is higher than that of industrial pigs reared under intensive conditions, since they contain more triglycerides. On the other hand, differences in fatty acid composition of triglycerides and phospholipids are not too marked. Through processing, lipids in adipose and muscle tissues undergo an intense hydrolysis that translates into an increase of the free fatty acid content (from 0.2 to 10-12% of lipids), of the diglycerides (0.2 to 4-5%) and decrease of phospholipid content (0.5-0.7 to 0.1-0.2%). Hydrolysis of intramuscular lipids is more intense in the Iberian pigs than in the Corsican, Serrano or Bayonne pigs. In the adipose tissue, hydrolysis affects preferably polyunsaturated triglycerides. Phospholipids are the main substrate for lipolysis in the muscle. However, triglycerides greatly contribute to the formation of free fatty acids in the Iberian and Corsican pigs. Oxidation has little effect on lipid content of muscular and adipose tissue. Yet, it explains the decrease of polyunsaturated fatty acid content in the phospholipids when processing exceeds 12 months.

Key words: Cured hams, lipids, lipolysis, oxidation.

Introduction

La production de jambons secs est une activité économique importante dans plusieurs pays méditerranéens (Flores, 1997 ; López-Bote, 1998). Dans des régions comme celle de Parme, l'Estrémadure ou la Corse, la commercialisation des jambons secs de haut de gamme est le support de toute une filière de production porcine. D'autres régions comme le sud-ouest de la France ou

l'Espagne essaient d'asseoir la réputation de leurs jambons (Serrano, Bayonne). Tous ces produits cherchent à se démarquer sur le marché par des critères objectifs de qualité (Flores, 1997). C'est pourquoi, au cours de ces dix dernières années, un nombre considérable de travaux ont été entrepris pour optimiser et définir les conditions de production des porcs et de fabrication des jambons secs. Les motivations sont : (i) de disposer de critères objectifs pour asseoir la réputation de chaque type de jambon ; (ii) d'élaborer un cahier des charges pour garantir le maintien de la typicité des produits ; et (iii) de pouvoir s'assurer du respect des cahiers des charges et de l'origine des produits pour lutter contre les contrefaçons.

La qualité des jambons secs dépend principalement de la qualité de la matière première car le procédé de fabrication conserve l'essentiel des caractéristiques de la matière première ((Buscailhon *et al.*, 1994a). Cependant, les produits finis acquièrent une bonne partie de leurs caractéristiques sensorielles au travers de réactions complexes (protéolyse, lipolyse, oxydation) dont les cinétiques sont contrôlées par les conditions de fabrication (Buscailhon *et al.*, 1994d). L'arôme et le goût sont des caractéristiques sensorielles importantes pour le consommateur. Dans cette perspective, les caractéristiques des lipides des tissus adipeux et musculaires et les altérations qu'ils subissent au cours de la fabrication méritent une attention particulière car plus de 80% des composés d'arôme sont formés par dégradation des lipides au cours de la fabrication des jambons (Berdaqué *et al.*, 1991 ; López *et al.*, 1992 ; Careri *et al.*, 1993).

Le présent article fait état des résultats récents sur les caractéristiques lipidiques des tissus adipeux et musculaires des jambons et le devenir de ces lipides au cours du procédé de fabrication.

Composition lipidique des tissus adipeux et musculaires des jambons

La composition lipidique des tissus adipeux et des muscles dépend principalement des conditions d'élevage des porcs. Certains jambons secs (Parme, Serrano, Bayonne) sont produits à partir de cuisses fraîches provenant de porcs de génotypes industriels élevés dans des conditions intensives. Quelques jambons sont issus de systèmes de production extensifs qui impliquent l'utilisation des porcs de races rustiques (Corse et Ibérique) alimentés pendant une grande partie de leur vie avec des aliments provenant des ressources naturelles du milieu (glands, châtaignes).

Origine géographique et composition des tissus adipeux des jambons (Table 1)

A partir de 59 échantillons de tissus adipeux sous-cutanés prélevés sur des jambons secs (10 Bayonne, 10 Corses, 10 Parme, 9 jambons de pays Italiens, 10 Serrano et 10 Ibériques) fabriqués suivant les procédés classiquement mis en oeuvre pour chacun de ces types de jambons (Monin *et al.*, 1996), nous avons établi qu'il était possible de discriminer les jambons en fonction de leur origine géographique sur la base des compositions en acides gras et, surtout celles en triglycérides des tissus adipeux.

Les principaux triglycérides pris en compte sont ceux qui contiennent de l'acide oléique (OOO, P₀OO, SOO). Les jambons Ibériques se distinguent très nettement des autres jambons par des taux élevés de OOO et des proportions basses de PSO ce qui leur confèrent le taux de solide le plus bas de tous les jambons méditerranéens. Les porcs Corses sont proches des porcs Ibériques mais s'en distinguent par une plus forte proportion de PSO liée au fait que leurs tissus adipeux sont plus riches en acide stéarique. Ces similitudes de composition lipidique des tissus adipeux des porcs Corses et Ibériques s'expliquent par le fait que les porcs de races à croissance lente, entrent en phase d'engraissement à un âge avancé après des phases de disettes alimentaires plus ou moins marquées. De ce fait, ils convertissent l'essentiel des glucides de leur alimentation en lipides par synthèse endogène qui conduit à la production d'acide oléique (Flores *et al.*, 1988 ; Secondi *et al.*, 1992). Les différences de taux d'acide oléique et linoléique entre les porcs Corses et Ibériques sont dues au fait que les porcs Ibériques sont engraisés avec des glands riches en acide oléique (López-Bote, 1998) alors que les porcs Corses le sont avec des châtaignes riches en acide linoléique (Coutron-Gambotti *et al.*, 1998a). Les jambons de Parme se distinguent des deux types de jambons précédents par un taux d'acide oléique plus faible mais des taux d'acide linoléique et de POL plus élevés. Le taux d'acide linoléique reste modéré sans doute parce que les porcs utilisés pour la

fabrication des jambons de Pame sont des porcs lourds (140-150 kg). Bien que de génotypes industriels élevés dans des conditions intensives, les porcs Serrano présentent des tissus adipeux dont les caractéristiques sont intermédiaires entre celles des porcs de races rustiques et celles des porcs industriels lourds. Les jambons de pays Italiens et les jambons de Bayonne présentent des tissus adipeux de caractéristiques lipidiques très proches ce qui n'est pas surprenant compte tenu des grandes similitudes de leurs conditions de production.

Table 1. Compositions en acides gras et en triglycérides du tissu adipeux des jambons en fonction de leur origine géographique (*en % des esters méthyliques et des triglycérides*)[†]

	Jambons						Statistiques	
	Parme n = 10	Pays Italien n = 9	Bayonne n = 10	Corse n = 10	Serrano n = 10	Ibérique n = 10	Effet jambon	ETR
Acides gras								
16 : 0	22,7 ^a	22,6 ^{ab}	22,2 ^{abc}	21,6 ^{bc}	21,0 ^{cd}	20,4 ^{cd}	***	1,13
18 : 0	12,4 ^a	12,5 ^a	12,9 ^a	12,1 ^{ab}	11,2 ^{bc}	10,6 ^c	***	1,17
18 : 1	48,7 ^c	49,2 ^c	49,1 ^c	51,7 ^b	51,5 ^b	54,9 ^a	***	1,96
18 : 2 n-6	10,7 ^a	9,1 ^{ac}	9,9 ^{ab}	8,7 ^{ac}	10,2 ^{ab}	8,4 ^c	*	1,69
18 : 3 n-3	0,4 ^c	1,1 ^a	0,7 ^{abc}	1,0 ^{ab}	0,8 ^{ab}	0,6 ^{ac}	**	0,38
Triglycérides								
PSO	26,0 ^a	26,6 ^a	27,5 ^a	25,6 ^a	19,9 ^{ab}	18,9 ^b	***	2,81
POO	43,0 ^{bc}	43,8 ^{bc}	41,6 ^c	42,9 ^{bc}	45,8 ^{ab}	47,8 ^a	**	3,84
OOO	4,0 ^c	4,1 ^c	4,4 ^c	6,5 ^b	6,2 ^b	10,9 ^a	***	1,26
OOL	1,8 ^c	1,6 ^{bc}	1,9 ^c	2,2 ^c	2,7 ^{ab}	3,0 ^a	***	0,67
Taux solide 20°C	16,7 ^a	17,0 ^a	17,3 ^a	15,9 ^a	12,0 ^b	10,8 ^b	***	2,27

[†]Sur une même ligne les valeurs surmontées d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de *5% ; **1% ; ***0,1% ; NS : Non significatif ; ETR : Ecart-type résiduel

Origine géographique et composition lipidiques des muscles des jambons

Les résultats acquis concernent le muscle *Biceps femoris* (BF) de jambons frais de Bayonne, Serrano, Ibérique et Corse. La teneur en lipides est plus faible dans les jambons de Bayonne que dans les jambons Corses et Ibériques alors qu'elle est intermédiaire dans les jambons Serrano (Table 2).

Ces différences sont essentiellement la conséquence de différences de teneurs en triglycérides des muscles, la teneur en phospholipides étant peu différente d'un type de jambon à l'autre. Ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés antérieurement dans le BF chez les porcs industriels (Leseigneur-Meynier et Gandemer, 1991), Corses (Coutron-Gambotti *et al.*, 1998b) et Ibériques (Astiasaran *et al.*, 1991). La forte teneur en lipides des muscles des porcs Corse et Ibérique s'explique par le fait que ces animaux sont très âgés (14-20 mois) lorsqu'ils entrent en phase d'engraissement après avoir subi une alternance de phases de disette et d'abondance alimentaire. De ce fait, ces animaux déposent beaucoup de lipides, principalement dans le tissu adipeux mais aussi dans le tissu musculaire (Secondi *et al.*, 1992). Par contre, les compositions en acides gras des triglycérides et des phospholipides ne présentent pas de différences de composition en acides gras très importantes en fonction du type de jambons considéré. Notons que comme pour le tissu adipeux, les triglycérides des muscles du porc Ibérique sont plus riches en acide oléique que ceux des autres porcs confirmant les résultats de Cava *et al.* (1997).

Table 2. Composition lipidique du muscle *Biceps femoris* des jambons en fonction de leur origine géographique[†]

	Ibérique n = 10	Corse n = 6	Serrano n = 6	Bayonne n = 40
Teneurs en lipides (g/100 g de viande)				
Lipides totaux	9,3 (2,9)	5,3 (1,65)	3,5 (0,5)	2,6 (0,1)
Triglycérides	8,6 (2,9)	4,6 (1,65)	2,7 (0,5)	2,0 (0,1)
Phospholipides	0,72 (0,09)	0,71 (0,01)	0,75 (0,06)	0,60 (0,01)
Composition en acides gras (% des esters méthyliques totaux)				
<i>Triglycérides</i>				
Saturés	32,1 (0,8)	27,6 (6,6)	35,3 (1,5)	37,1 (1,3)
Monoinsaturés	62,3 (0,8)	65,1 (5,6)	55,9 (2,8)	57,8 (2,9)
n-6	5,0 (0,4)	6,5 (1,8)	7,9 (2,1)	4,8 (2,6)
n-3	0,6 (0,04)	0,8 (0,3)	0,9 (0,4)	0,4 (0,2)
Polyinsaturés	5,6 (0,5)	7,3 (2,1)	8,8 (2,3)	5,2 (3,1)
<i>Phospholipides</i>				
Saturés	30,5 (1,6)	29,4 (2,1)	31,4 (0,5)	29,5 (3,6)
Monoinsaturés	21,1 (3,6)	15,6 (1,3)	18,2 (2,9)	21,4 (4,6)
18 : 2n-6	31,4	33,8 (1,0)	30,6 (1,6)	32,2 (5,2)
20 : 4n-6	11,8	14,6 (1,45)	12,1 (1,7)	10,8 (2,0)
n-6	45,5 (2,5)	50,6 (1,5)	46,1 (1,6)	46,0 (6,8)
n-3	2,9	4,5 (0,4)	4,3 (0,3)	3,1 (0,1)
Polyinsaturés	48,4 (3,1)	55,0 (1,8)	50,4 (3,2)	49,1 (6,8)

[†]Les valeurs entre parenthèses sont les écart-types

Génotype et aliment de finition et compositions lipidiques des tissus adipeux et musculaires : Le cas des systèmes extensifs

L'étude de l'influence du type génétique et la nature de l'aliment de finition revêt un intérêt particulier dans les systèmes d'élevage extensifs qui reposent sur l'usage de génotypes locaux (Corse, Ibérique) et des ressources alimentaires naturelles (glands, châtaignes,...). La faible productivité de ces systèmes, l'adiposité élevée des carcasses, et parfois le caractère aléatoire des ressources naturelles ont conduit les éleveurs à mettre en place de manière plus ou moins contrôlée des solutions alternatives impliquant le recours à des porcs croisés (race locale x génotype industriel) et à des aliments concentrés principalement pendant la phase d'engraissement (Coutron-Gambotti *et al.*, 1998a).

La substitution des châtaignes et des glands par un aliment concentré à base de céréales affecte la composition en acides gras des tissus adipeux et des muscles mais très peu la teneur en lipides de ces tissus (Coutron-Gambotti *et al.*, 1998a ; Flores *et al.*, 1988 ; Cava *et al.*, 1997). Chez le porc Ibérique, cette substitution se traduit par une nette baisse du taux d'acide oléique et une augmentation de celle de l'acide stéarique dans les triglycérides des tissus adipeux et musculaires (Flores *et al.*, 1988 ; Cava *et al.*, 1997). Chez le porc Corse, la substitution a peu d'effet sur la composition en acides gras des tissus adipeux et musculaires, mais affecte significativement la composition en triglycérides en augmentant le taux de PSO et réduisant celui de POO (Coutron *et al.*, 1996).

Le croisement des génotypes locaux (Corse, Ibérique, Alentejano) avec des génotypes industriels (Large White, Duroc ou Piétrain) contribue à réduire sensiblement la teneur en lipides des muscles en réduisant leur teneur en triglycérides. Par contre, il est sans grande influence sur la composition en acides des tissus musculaires et adipeux (Neves *et al.*, 1996 ; Coutron-Gambotti *et al.*, 1998a). Le croisement des porcs Corses avec des porcs Large White Le génotype affecte la composition en triglycérides des tissus adipeux. Les tissus adipeux de porcs Corses sont plus riches en SOO et PP₀O

et plus pauvres en POO que ceux des porcs Corses x LW (3,1-3,6% *versus* 2,2-2,8% pour le SOO ; 2,4-2,9% *versus* 1,9-2,3% pour le PPO et 40,9-44,5% *versus* 46,6-47,3% pour le POO) (Riaublanc *et al.*, 1998).

L'analyse discriminante des résultats de composition en acides gras et en triglycérides des tissus adipeux permet une bonne discrimination des porcs en fonction de leur génotype et de leur alimentation. Ainsi, les jambons des porcs Corses se distinguent aisément de ceux des porcs croisés. Ils contiennent plus de triglycérides contenant de l'acide oléique comme SOO et de POO. L'aliment concentré conduit à des tissus adipeux plus riche en SOO et plus pauvre en POL parce qu'il contribue à réduire la teneur en acide linoléique des tissus adipeux (Riaublanc *et al.*, 1999). De même, les porcs Ibériques peuvent être identifiés en fonction de leur alimentation en considérant la composition en acides gras des tissus adipeux (Flores *et al.*, 1988).

Devenir des lipides des tissus adipeux et musculaire au cours de la fabrication

Tissu adipeux

Les triglycérides du tissu adipeux sont sujets à une lipolyse intense pendant la fabrication du jambon sec. Le taux d'acides gras libres s'accroît rapidement dans les 10 premiers mois pour atteindre 10-12% des lipides totaux chez les porcs Corse (Coutron-Gambotti et Gandemer, 1998), Serrano (Motilva *et al.*, 1993a) et Ibérique (Melgar *et al.*, 1990). Au-delà de 12 mois, le taux d'acides gras libres ne s'accroît que beaucoup plus lentement. L'élévation du taux d'acides gras libres du tissu adipeux s'accompagne de celle des diglycérides (de 0,2 à 4-5%), le taux de monoglycérides restant très faible (moins de 1%). Cette hydrolyse des triglycérides est la conséquence de la rémanence de l'activité de 3 lipases qui sont respectivement la lipase hormono-sensible (LHS), la lipoprotéine lipase (LPL), et la monoglycéride lipase (Motilva *et al.*, 1993a). Les deux triglycéride lipases conservent une activité pendant plus de 5 mois pour la LPL et plus de 12 mois pour la LHS. Nos résultats récents indiquent que la lipolyse dans les tissus adipeux du jambon affecte préférentiellement les triglycérides riches en acide linoléique comme le POL ce qui se traduit par la présence dans les acides gras libres de proportions d'acide gras polyinsaturés bien plus fortes que celles observées dans les triglycérides (14 *versus* 8%) (Coutron-Gambotti et Gandemer, 1998).

Muscle

Au cours de la fabrication des jambons secs, les lipides intramusculaires sont sujets à une lipolyse rapide pendant les premiers mois, puis plus lente entre 6 mois et la fin du procédé technologique (12-24 mois) (Astiasarian *et al.*, 1991 ; Motilva *et al.*, 1993b ; Buscailhon *et al.*, 1994d). Cette diminution de la vitesse de la lipolyse après 6 mois peut s'expliquer par une dégradation partielle des enzymes lipolytiques par les protéases (Motilva *et al.*, 1993b). Quel que soit le type de jambon, la cinétique de formation des acides gras libres présente la même allure (Fig. 1). Cependant, le niveau d'acides gras libres est beaucoup plus important dans les muscles des porcs Ibériques que des ceux des jambons de Bayonne, ceux des jambons Corse et Serrano se situant en position intermédiaire. (Buscailhon *et al.*, 1994b). Exprimé en % des lipides totaux, le taux d'hydrolyse des lipides est nettement plus élevé dans les muscles des jambons espagnols que dans les muscles de jambons français suggérant que le potentiel lipolytique des muscles serait plus importante chez les premiers.

La phase rapide d'hydrolyse des lipides intramusculaires coïncide avec la disparition très rapide des phospholipides dont la teneur chute de 0,6-0,7% à moins de 0,2% en quelques mois chez les porcs Ibérique et Serrano et plus progressivement chez les porcs Corse et de Bayonne (Fig. 2). A l'inverse, la teneur en triglycérides des muscles reste stable au cours du procédé de fabrication.

Cette lipolyse rapide des phospholipides dans les premiers mois de la fabrication se traduit par une augmentation de la proportion des acides gras polyinsaturés à chaîne longue dans les acides gras libres. Dans cette première phase, les phospholipides sont les substrats essentiels de la lipolyse quel que soit le type de jambon considéré (Flores *et al.*, 1987 ; Buscailhon *et al.*, 1994c). Cependant la composition en acides gras des acides gras libres n'est pas identique à celle des phospholipides mais intermédiaire entre celles des triglycérides et des phospholipides. Par conséquent, les triglycérides contribuent également à la lipolyse ce qui est cohérent avec l'augmentation de la teneur

en monoglycérides et en diglycérides des muscles au cours de la fabrication. Si la contribution des triglycérides à la lipolyse est faible dans les jambons de Bayonne (Buscailhon *et al.*, 1994c) et reste modérée dans les jambons Corse et Serrano, elle apparaît beaucoup plus importante dans les jambons Ibériques après 6 mois de fabrication. Cette particularité des jambons Ibériques est due à leur forte teneur en triglycérides intramusculaires (8-9% *versus* 1,5-3% dans le cas des jambons de Bayonne, Corse ou Serrano).

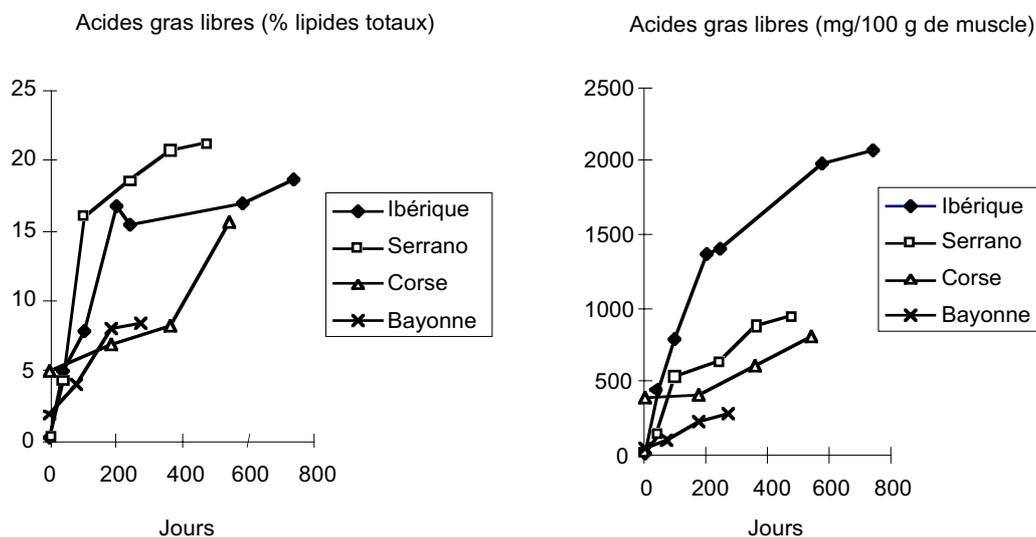


Fig. 1. Evolution de la teneur en acides gras libres des jambons.

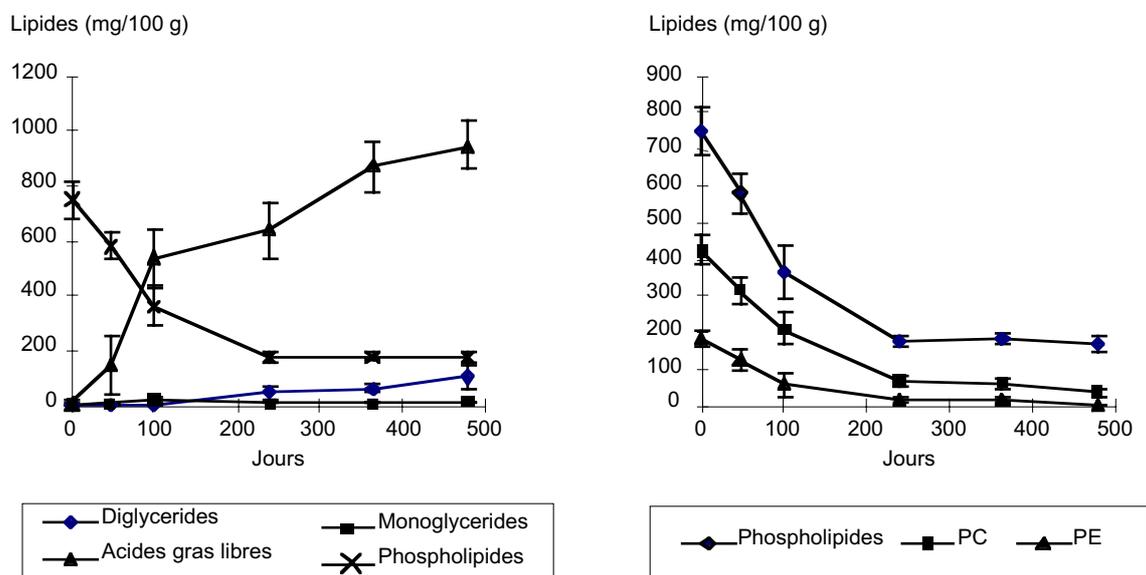


Fig. 2. Evolution de la composition lipidique du jambon Serrano au cours de la fabrication.

La lipolyse est contrôlée par des lipases et des phospholipases qui restent actives pendant plusieurs mois dans les tissus musculaires des jambons secs. Ainsi, les triglycérides lipases neutre et

basique sont plus actives en début de fabrication que la lipase lysosomale qui reste par contre active pendant plus de 15 mois (Motilva *et al.*, 1993b). Ces lipases conservent une activité égale à 10-20% de leur activité maximale pendant au moins 15 mois. Elles contribuent sans doute à l'hydrolyse des triglycérides. Par contre, les connaissances actuelles sur les phospholipases sont très limitées. Des résultats récents de notre laboratoire montrent que les phospholipases restent actives *post-mortem* dans les muscles du lapin (Alasnier, 1996). Ces enzymes présentent un optimum de pH basique et conservent près de 50% de leur activité maximale au pH ultime de la viande. Les lysophospholipases sont beaucoup plus actives que les phospholipases ce qui expliquerait que les lysophospholipides soient toujours présents à l'état de traces dans les tissus musculaires. Les phospholipases semblent peu spécifiques de la classe de phospholipides et de l'insaturation des acides gras. En effet, nous n'avons pas mis en évidence de différences importantes dans la cinétique de dégradation des principales classes de phospholipides au cours de la fabrication des jambons Serrano et Ibérique.

Oxydation

L'oxydation des lipides dans les tissus adipeux et musculaires pendant la fabrication des jambons secs a fait l'objet de nombreuses études (Flores *et al.*, 1987 ; Melgar *et al.*, 1990 ; Antequera *et al.*, 1992). Le niveau d'oxydation des lipides est bas dans les tissus frais, il s'élève rapidement pour atteindre un maximum entre 2 et 4 mois de fabrication avant de décroître ou de se stabiliser jusqu'à la fin du procédé. L'oxydation se traduit par une réduction de proportions d'acides gras polyinsaturés des lipides des tissus adipeux et musculaires. Ce phénomène n'est décelable que dans la fraction acides gras libres et les phospholipides après plusieurs mois de fabrication (Buscailhon *et al.*, 1994c ; Coutron-Gambotti *et al.*, 1998b). De nombreux facteurs peuvent affecter la cinétique d'oxydation des lipides. Les principaux sont la température d'affinage et le taux de sel des jambons (Astiasaran *et al.*, 1991 ; Coutron-Gambotti *et al.*, 1998). Un niveau bas d'oxydation est nécessaire à l'obtention de la saveur des jambons secs mais une oxydation excessive souvent liée à des durées d'affinage très long conduit à des produits présentant des notes rances marquées (Flores *et al.*, 1987).

Une grande majorité des composés d'arôme des jambons secs sont issus de l'oxydation des lipides. Ce sont des aldéhydes, des hydrocarbures, des esters, des furanes, des lactones (Berdagué *et al.*, 1991 ; García *et al.*, 1991 ; Careri *et al.*, 1993 ; Buscailhon *et al.*, 1994b). Les alcanes et alcènes n'ont pas d'odeur mais la plupart des aldéhydes présente une odeur typique à très faible concentration. Quelques uns ont une odeur désagréable de gras, huileux, rance (octanal, nonanal, t-2-heptenal, 2-pentyl-furan) tandis que d'autres ont une odeur plus plaisante de fruité (pentan-2-one, pentan-3-5-dione, 1-pentanol), de vert et de bois (hexanal, octan-2-one, pentan-2-one) ou de salaison (esters). Quel que soit le type de jambon sec (Ibérique, Parme, Bayonne, Corse), les composés volatils issus de l'oxydation sont similaires ce qui n'est pas surprenant compte tenu des grandes similitudes de compositions en acides gras des principaux substrats de l'oxydation que sont les phospholipides et les acides gras libres. En conséquence, les arômes d'origine lipidique des jambons secs ne sont pas liés à la présence de composés de structure chimique différente mais plutôt aux quantités de ces arômes produits au cours de la fabrication. Cette quantité dépend de paramètres technologiques (longueur et températures d'affinage, teneur en sel) et de facteurs intrinsèques à la matière première (teneur en lipides, potentiel oxydo-réducteur des muscles). Ainsi, la forte teneur en lipides et la longueur de l'affinage (18-24 mois) peut expliquer que les jambons Ibérique et Corse présentent fréquemment une odeur de rance très marquée (Coutron-Gambotti *et al.*, 1998b ; Rousset et Martin, 1998). Les jambons de Parme et de Bayonne qui sont moins riches en lipides et affinés pendant 9 à 12 mois présentent souvent des notes de viande fraîche plus marquées. Il faut souligner que les jambons présentent un niveau d'oxydation maximum au bout de quelques mois d'affinage soit plusieurs mois avant leur mise sur le marché (Buscailhon *et al.*, 1994b).

Conclusion

Aujourd'hui, les caractéristiques de la fraction lipidique propres à chaque type de jambon méditerranéen ont été largement décrites et leurs principaux facteurs de variation sont connus. Les mécanismes généraux de dégradation des lipides (lipolyse et oxydation) au cours de la fabrication sont similaires et leurs cinétiques comparables. Quel que soit le type de jambons, ces deux phénomènes de dégradation des lipides sont largement impliqués dans la formation des composés

de la saveur des jambons secs. Si l'implication de l'oxydation dans la saveur des jambons secs est évidente, celle de la lipolyse reste à préciser. En effet, les acides gras libres n'ont pas de goût et d'odeur spécifiques et rien n'indique que la lipolyse favorise l'oxydation dans les jambons secs. Les points clés qui restent encore à étudier concernent la régulation de la lipolyse et de l'oxydation au cours de la fabrication des jambons secs en prenant en compte les facteurs liés à la matière première comme les potentiels lipolytique et oxydo-réducteur des muscles et des tissus adipeux, mais aussi les facteurs technologiques susceptibles d'affecter la cinétique des réactions d'oxydation et de lipolyse (A_w , pH, concentration en sel, température). Ces travaux doivent prendre en compte les autres constituants du jambon et leur devenir parce que la saveur des jambons résulte d'un équilibre fragile entre les arômes provenant des lipides, mais aussi des protéines et des glucides.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de la CEE dans le cadre du projet européen AIR CT93-1757 intitulé "Establishing scientific bases for control and improvement of sensory quality of dry-cured hams in southern European countries."

Références

- Antequera, T., López-Bote, C.J., Córdoba, J.J., García, C., Ascensio, M.A., Ventanas, J., García-Regueiro, J.A. et Diaz, I. (1992). *Food Chem.*, 45 : 105-110.
- Astiasaran, I., Cid, C., Melgar, J. et Bello, J. (1991). *Rev. Agroquim. Technol.*, 31 : 37-45.
- Berdagué, J.-L., Bonnaud, N., Rousset, S. et Touraille, C. (1991). *Proceeding of the 37th Intern. Congress Meat Sci. Technol.*, Kulmbach, Germany, pp. 1135-1138.
- Buscailhon, S., Berdagué, J.L., Bousset, J., Cornet, M., Gandemer, G., Touraille, C. et Monin, G. (1994a). *Meat Sci.*, 37 : 229-243.
- Buscailhon, S., Berdagué, J.L. et Monin, G. (1994b). *J. Sci. Food Agr.*, 63 : 69-75.
- Buscailhon, S., Gandemer, G. et Monin, G. (1994c). *Meat Sci.*, 37 : 245-255.
- Buscailhon, S. et Monin, G. (1994d). *Viandes Produits Carnés*, 15 : 23-34.
- Careri, M., Mangia, A., Barbieri, G., Bolzoni, L., Virgili, R. et Parolari, G. (1993). *J. Food Sci.*, 58 : 968-972.
- Cava, R., Ruiz, J., López-Bote, C., Martín, L., García, C., Ventanas, J. et Antequera, T. (1997). *Meat Sci.*, 45 : 263-270.
- Coutron, C., Gandemer, G. et Casabianca, F. (1996). *Production Animale*, IX(3) : 187-192.
- Coutron-Gambotti, C. et Gandemer, G. (1998). *Food Chem.* (in press).
- Coutron-Gambotti, C., Gandemer, G. et Casabianca, F. (1998a). *Meat Sci.*, 50 : 163-174.
- Coutron-Gambotti, C., Gandemer, G., Rousset, S., Maestrini, O. et Casabianca, F. (1998b). *Food Chem.* (in press).
- Flores, J. (1997). *Food Chem.*, 59 : 505-510.
- Flores, J., Biron, C., Izquierdo, L. et Nieto, P. (1988). *Meat Sci.*, 23 : 253-262.
- Flores, J., Nieto, P., Bermell, S. et Alberola, J. (1987). *Rev. Agroquim. Technol. Aliment.*, 27 : 599-607.
- García, C., Berdagué, J.L., Antequera, T., López-Bote, C., Córdoba, J.J. et Ventanas, J. (1991). *Food Chem.*, 41 : 23-32.

- Leseigneur-Meynier, A. et Gandemer, G. (1991). *Meat Sci.*, 29 : 229-241.
- López-Bote, C.J. (1998). *Meat Sci.*, 49 : S17-S27.
- López, M.O., de la Hoz, L., Cambero, M.I., Gallardo, E., Reglero, G. et Ordonez, J.A. (1992). *Meat Sci.*, 31 : 267-277.
- Melgar, M.J., Sánchez-Monje, J.M. et Bello, J. (1990). *Grasas y Aceites*, 41 : 299-306.
- Monin, G., Virgili, R., Cornet, M., Gandemer, G. et Grasso, F. (1996). *Production Animale*, IX(3) : 219-230.
- Motilva, M.J., Toldra, F. et Flores, J. (1993a). *J. Food Biochem.*, 16 : 323-335.
- Motilva, M.J., Toldra, F., Nieto, P. et Flores, J. (1993b). *Food Chem.*, 48 : 121-125.
- Neves, J.A., Costa, A.M. et Nunes, J.L.T. (1996). *Production Animale*, IX(3) : 235-238.
- Riaublanc, A., Gandemer, G., Gambotti, C., Davenel, A. et Monin, G. (1999). *Journées Rech. Porcine en France*, 31 (in press).
- Rousset, S. et Martín, J.F. (1998). 7^{ème} *Journées des Sciences du Muscles et Technologies de la Viande*.
- Secondi, F., Gandemer, G., Luciani, A., Santucci, P.M. et Casabianca, F. (1992). *Journées Rech. Porcine en France*, 24 : 77-84.