



Les acides gras polyinsaturés à longue chaîne (PUFA) de type oméga-3 (n-3) tel que l'acide eicosapentaénoïque (EPA, C20 : 5n-3) et l'acide docosapentaénoïque (DHA, C22 : 6n-3) sont connus pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. Une possibilité d'augmenter la consommation des n-3 PUFA sans changer le comportement nutritionnel des consommateurs, consiste à additionner de l'huile de lin à la nourriture traditionnelle des porcs, de façon à augmenter les teneurs dans la viande et les produits carnés par exemple. L'huile de lin est très riche en acide  $\alpha$ -linoléinique (ALA, C18 : 3n-3), un pré-curseur d'autres PUFA n-3 à plus longue chaîne. En revanche, les PUFA ont une plus grande sensibilité à l'oxydation que les acides gras insaturés, ce qui pourrait avoir un effet négatif sur la qualité organoleptique des produits carnés. L'objectif de cette étude était de comparer les composés volatils du jambon et du lard produits à partir de porcs nourris soit avec un régime contenant 5% d'huile de lin extrudé soit avec un régime témoin.

## Produits carnés enrichis Composés volatils dans des produits carnés avec une concentration élevée en acides gras polyinsaturés oméga-3

L'accroissement de la teneur en acides gras polyinsaturés dans la ration des porcs a pour conséquence une augmentation de la teneur en acides gras polyinsaturés à longue chaîne de type oméga-3 dans les produits du type lard et jambon salé sec. Ces acides gras sont particulièrement sensibles à l'oxydation, ce qui conduit à une élévation dans les produits finis des teneurs en composés aromatiques notamment de type aldéhydes et alcool vinyliques. Ces composés pourraient servir de marqueurs précoces de l'oxydation des produits de charcuterie obtenus à partir de muscles de porc enrichis en acides gras polyinsaturés de longue chaîne.

Science et technique

SCHLICHTHERLE-CERNY H.<sup>1</sup>, OBERHOLZER D.<sup>1</sup>,  
SOTTNIKOVA I.<sup>2</sup>, SCHEEDER M.R.L.<sup>2</sup>, HADORN R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope Liebefeld-Posieux Research Station ALP,  
3003 BERNE, SWITZERLAND

<sup>2</sup>Institute of Animal Sciences, Swiss Federal Institute of Technology,  
8092 ZURICH, SWITZERLAND

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le lard et le jambon salé sec, séchés à l'air produit à partir des cochons nourris avec le régime expérimental contenant 5% d'huile de lin extrudé, contenait moins de MUFA mais significativement plus de PUFA en comparaison avec le groupe témoin (tableau 1). Les concentrations de l'ALA et le C20 : 3n-3 étaient en particulier 3 à 4 fois plus élevées dans les produits carnés du groupe expérimental (Sottnikova et al., 2004). La concentration en EPA a été deux fois plus élevée que le témoin, cependant, la concentration en DHA dans les produits expérimentaux était un peu plus faible que dans les produits témoins.

Une comparaison des pics de composants volatils spécifiques issus de l'oxydation des lipides de jambon fabriqué à partir de porcs nourris par un régime témoin et par un régime enrichi en PUFA est présentée dans le tableau 2. Les produits carnés expérimentaux ont montré des signaux 1,6 à 4,5 fois plus intenses que les produits témoins, par exemple pour nonanal, pentane et le 1-pentène-3-ol. Les alcools vinyliques tels que le 1-pentène-3-ol ou le 1-octène-3-ol sont originaires de l'auto-oxydation des n-3 et n-6 acides gras, respectivement. D'autres produits typiques d'oxydation des PUFA n-3 et n-6, par exemple l'ALA, sont des aldéhydes tels que le pentanal, l'hexanal et l'heptanal, qui pourraient être assimilés à des désignations aromatiques telles que « verts, gras ou savonneux » quand ils sont présents au-delà de leurs concentrations du seuil. L'hexanal, mais aussi le 1-pentène-3-ol ont été suggérés comme des marqueurs de l'oxydation des PUFA (Olsen et al., 2005a, b). L'heptanal a été trouvé seulement dans le jambon expérimental. Probablement, le nonanal s'est accumulé en tant qu'aldéhyde relativement stable pendant le procédé de l'auto-oxydation des PUFA (Belitz et al., 2004), présent à des concentrations plus élevées dans le jambon expérimental comparé au jambon témoin.

Pour identifier les produits d'oxydation des échantillons du lard, l'évaporation de composés aromatiques par solvants/GC-MS (Engel et al., 1999) combinée à l'olfactométrie a été utilisée et les notes aromatiques de l'effluent-GC ont été décrites par un jury composé de quatre personnes entraînées. Le tableau 3 donne une sélection de composés aromatiques

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quarante Grand porcs blancs, 20 femelles et 20 mâles castrés de 10 portées différentes, engraisés de 30 kg à 106 kg poids vifs ont été divisés en deux groupes selon leur sexe, portée et poids initial et attribués à un régime particulier. Le régime était constitué d'orge, de riz, de gruaux de soja, de blé, de farine de pomme de terre et des acides aminés et des minéraux. Le régime expérimental contenait en plus 5% d'huile de lin extrudé (Tradilin®). La quantité de matière grasse et le taux énergétique du régime témoin étaient ajustés avec 1,4% de lard. La poitrine et le jambon d'un côté de quatre animaux par groupe de traitement ont été échantillonnés pour produire du jambon et du lard au sel sec.

La composition en acides gras a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse (GC) des esters méthylique d'acides gras d'un extrait lipidique. Pour les analyses des produits d'oxydation, quatre échantillons homogénéisés de jambon (10 g chacun) par traitement ont été analysés par GC couplée à la spectrométrie de masse (MS) selon un système d'extraction par espace de tête dynamique (« purge and trap », système Tekmar 3100 P & T). La GC-MS a été faite sur un appareil HP 5890 Series II équipé d'un 5972 MSD utilisant une colonne capillaire à base de soufre SPB-1. Une évaporation des composés volatils utilisant un solvant (« solvent-assisted flavor evaporation »; Engel et al., 1999) a été utilisée pour isoler les composés actifs aromatiques de deux échantillons de lard, et un GC-MS combiné avec une détection olfactométrique a servi pour les analyser. Les composés volatils ont été séparés sur une colonne capillaire Optima-5-MS. Un jury de quatre personnes entraînées a décrit les notes d'arôme perçues à la sortie du détecteur olfactométrique.



Olfactométrie  
de volatils

actifs détectés dans les échantillons de lard. L'acide butanoïque, qui est aussi un dérivé de la lipolyse, a été clairement perçu comme acide et rance et l'intensité du signal a été presque 10 fois plus importante dans le lard expérimental comparé au produit témoin. Le 2-heptanone et le 2-undécane ont été décrits comme ayant une odeur de fromage et une odeur de graisse oxydée, respectivement, tandis que le 1-octène-3-ol, un produit typique de l'oxydation de l'acide n-6 linoléique, a été perçu comme ayant une odeur de champignon. Les trois composés ont été plus intenses dans le lard expé-

mental. Le (E, E)-2,4-décadienal qui vient par exemple de l'acide linoléique, a une odeur de graisse ou d'huile similaire à celui de l'huile de friture oxydée. Ses traces ont été trouvées dans le lard témoin et le signal a été un peu plus intense dans le lard expérimental. Le (E, E)-2,4-heptadienal, le produit d'auto-oxydation d'ALA, n'a pas été détecté dans les échantillons par analyses sensorielles, probablement à cause de sa concentration très faible, puisqu'il est très sensible à sa propre auto-oxydation (Belitz et al., 2004).



Séchage traditionnel  
de jambon au sel sec

Lard au sel sec

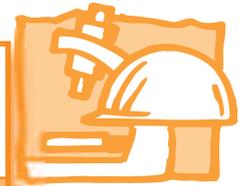


## CONCLUSIONS

Le jambon et le lard produits à partir du porc nourri avec des régimes enrichis en PUFA ont montré des teneurs plus élevées en acides gras n-3 polyinsaturés que les témoins. L'analyse GC-MC de leurs composés volatils a montré des signaux plus intenses pour les produits typiques de l'oxydation tels que les aldéhydes et les alcools vinyliques en comparaison avec les produits témoins. Ces composés pourraient être utiles en tant que marqueurs de l'oxydation précoce qui pourrait déterminer la qualité des produits enrichis en PUFA. D'autres études sont nécessaires pour corrélérer les concentrations analytiques des marqueurs d'oxydation potentielle avec des données sensorielles pour estimer la durée de vie sensorielle de ces produits. L'emploi d'antioxydants comme des tocophérols dans les produits carnés, notamment dans les produits carnés crus, pourrait aider à éviter ou à réduire l'oxydation des lipides polyinsaturés. Une addition d'antioxydants déjà dans la nourriture pourrait aussi servir à réduire ou éviter divers procédés d'oxydation dans la viande fraîche, par exemple celle induite par la lumière qui pourrait entraîner des dégradations de couleur, d'arôme et de goût. La cuisson de la viande, particulièrement de viande enrichie en acides gras polyinsaturés pourrait impliquer une oxydation prononcée lors du stockage de la viande cuite. Ce type d'oxydation, renommé « warmed-over flavour » en anglais est surtout dû à l'oxydation des phospholipides induite par des ions de fer et pourrait aussi impliquer une dégradation de la qualité aromatique et, par conséquent, sensorielle de la viande.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BELITZ, H.D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P., 2004. Food Chemistry, 3rd edition, Springer, Berlin.
2. ENGEL W., BAHR W., SCHIEBERLE P., 1999. Eur. Food Res. Technol. 209 : 237-241.
3. OLSEN, E., VOGT, G., EKEBERG, D., SANDBAKK, M., PETTERSEN, J., NILSSON, A., 2005a. J. Agric. Food Chem. 53 : 338-348.
4. OLSEN, E., VOGT, G., VEBERG, A., EKEBERG, D., NILSSON, A., 2005b. J. Agric. Food Chem. 53 : 7448-7457.
5. SOTTNIKOVA, I., WÄHRD, D., WENK, C., SCHEEDER M.R.L., 2004. In : Proc. Brit. Soc. Anim. Sci. Pig and poultry meat quality – genetic and non-genetic factors (Brit. Soc. Animal Sci., ed.), Nottingham University Press.



Science et  
Technique

**Tableau 1**  
**PROPORTIONS D'ACIDES GRAS DU LARD ET JAMBON PRODUITS À PARTIR DE PORCS NOURRIS AVEC DES RÉGIMES À CONCENTRATION VARIABLE EN PUFA**

	Lard		Jambon	
	Régime témoin	Régime enrichi en PUFA	Régime témoin	Régime enrichi en PUFA
SFA	41,4 <sup>a</sup>	41,8	37	37,9
MUFA	49,9	46,8	50,7	47,9
PUFA (total)	8,6	11,4	11,9	13,9
C18 : 2n-6	6,7	7,4	8,1	8,4
C18 : 3n-3 (ALA)	0,65	2,56	0,60	2,20
C20 : 4n-6 (AA)	0,19	0,14	1,20	0,93
C20 : 3n-3	0,10	0,37	0,10	0,30
C20 : 5n-3 (EPA)	0,03	0,06	0,19	0,41
C22 : 6n-3 (DHA)	0,11	0,08	0,32	0,27

<sup>a</sup> Valeurs en % d'esters méthyliques des acides gras déterminées par la chromatographie en phase gazeuse

**Tableau 2**  
**COMPARAISON DE CERTAINS PRODUITS AROMATIQUES D'OXYDATION DU JAMBON PRODUITS À PARTIR DE PORCS NOURRIS AVEC DES RÉGIMES AVEC DES CONCENTRATIONS EN PUFA VARIABLES**

Composés	Surfaces des pics moyennes <sup>a</sup>	
	Régime témoin	Régime enrichi en PUFA
2-Butanone	142452	671441
Pentanal	21829	34890
Hexanal	15968	33069
Heptanal	pas détecté	1891
Nonanal	346191	511395
1-Pentène-3-ol	11422	26261
Pentane	72401	139939
Octane	40080	70917

<sup>a</sup> Valeurs moyennes de quatre échantillons de jambon par traitement.

**Tableau 3**  
**COMPOSÉS AROMATIQUES ACTIFS SÉLECTIONNÉS DANS LE LARD PRODUIT À PARTIR DE PORCS NOURRIS AVEC DES RÉGIMES À TENUEURS VARIABLES EN PUFA**

Composés	Hauteur du pic moyen <sup>a</sup> /1000		Qualité aromatique
	Régime témoin	Régime enrichi en PUFA	
Acide butanoïque	51	462	Acide, rance
2-Heptanone	36	313	Goût de fromage
2-Undécaneone	4	34	Graisse oxydée
1-Octène-3-ol	9	103	Champignon
(E, E)-2,4-Décadienal	traces	3	Gras, huile, huile de friture oxydée

<sup>a</sup> Valeurs moyennes de deux échantillons par traitement