

EFFETS DE RÉGIMES À TENEURS VARIABLES EN ACIDE LINOLÉIQUE SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES TISSUS ADIPEUX

Estimation de la vitesse de disparition du C18:2 tissulaire

J. CAMOES (1), J. MOUROT (2), Maryline KOUBA (2), P. CHEROT (2), A. MOUNIER (2)

(1) Université d'Evora, Département de Zootechnie, Laboratoire de Nutrition Animale - Evora, Portugal

(2) I.N.R.A., Station de Recherches Porcines - 35590 St Gilles

avec la collaboration de M. ALIX, P. BODINIER, H. DEMAY, L. PIEDEVACHE, F. ROUAULT

Quarante huit porcs mâles castrés Large White X Piétrain, répartis en 4 lots, ont reçu entre 70 et 115 kg deux régimes, l'un riche en acides gras polyinsaturés (APGI), apportés par de l'huile de maïs (régime M), l'autre riche en acides gras saturés, apportés par du suif (régime S). Les lots 1 et 4 ont reçu respectivement les régimes M et S tout au long de l'expérience. Les lots 2 et 3 ont reçu successivement les régimes M et S, le changement de régimes intervenant respectivement à 100 et 85 kg de poids vif. Des biopsies effectuées au niveau du tissu sous cutané du cou au stade de 70, 85, 100 et 115 kg ont permis de mesurer l'accumulation ou l'élimination de l'acide linoléique. Au stade de 115 kg, la composition en acides gras a été également déterminée au niveau du tissu sous cutané du dos.

Les performances de croissance sont identiques chez tous les animaux. L'adiposité de la carcasse est supérieure avec le régime M, les poids de la panne et de la bardière étant également plus élevés chez ces animaux ($P < 0,02$).

Dès que le régime riche en AGPI n'est plus distribué, on observe une décroissance de la teneur en acide linoléique des tissus adipeux. La vitesse d'élimination de cet acide gras pourrait dépendre de la quantité préexistante lors du changement de régime. Elle est estimée à 0,85 mg de C18:2 par jour et par gramme de lipides totaux du tissu, soit 0,1% de la quantité totale de cet acide gras.

Effects of diets with different content in linoleic acid on adipose tissues characteristics. Estimation of the oleic acid elimination rate in the tissues.

Forty-eight castrate male pigs Large White X Piétrain, allotted in 4 groups, were fed 2 different diets between 70 and 115 kg live weight; one of them contained maize oil as source of polyunsaturated fatty acids (diet M), while the other contained tallow and had a high content in saturated fatty acids (diet S). The groups 1 and 4 were respectively fed diet M and S all along the experiment. The group 2 received diet M from 70 to 100 kg and diet S from 100 kg live weight, and the group 3 received diet M from 70 to 85 kg and diet S from 85 kg live weight. Adipose tissue biopsies were obtained from the neck at 70, 85, 100 and 115 kg live weight in order to measure linoleic acid storage or elimination. The fatty acid composition was determined in backfat adipose tissue at 115 kg live weight.

All the animals present the same growth performances. Carcass fatness is higher in pigs fed diet M, with leaf fat and backfat weights higher in these pigs ($P < 0.02$).

As soon as the distribution of diet M stops, we note a decrease in linoleic acid content of adipose tissues. The elimination rate of this fatty acid could be related to its pre-existent quantity in the adipose tissues when the diet was changed. We can estimate it at 0.85 mg of C18:2 per day and per gram of total lipids of the tissues, that is to say 0.1% of the total quantity of this fatty acid.

INTRODUCTION

La qualité de la viande de porc est un sujet très vaste et très complexe. Elle dépend non seulement de multiples facteurs (génotype, élevage, alimentation, abattage...) mais aussi de l'appréciation du consommateur et du transformateur, chaque maillon ayant sa conception personnelle de la qualité.

Par exemple, la réduction de la teneur de la masse adipeuse par le biais de la sélection (OLLIVIER et al., 1985) s'est répercutée de façon presque toujours bénéfique sur la qualité des carcasses, mais parfois de façon moins heureuse sur la qualité organoleptique ou technologique des tissus musculaire et adipeux (SELLIER, 1989; RAMPON et al., 1994). De plus, à cette réduction de l'adiposité des carcasses s'ajoute l'introduction du maïs ou de graines entières dans l'alimentation, l'abattage à un stade léger et des conditions d'abattage parfois stressantes qui ont le plus souvent des conséquences néfastes sur les caractéristiques des produits issus de la filière porc. Les principaux défauts constatés par WOOD (1984) et confirmés par d'autres auteurs (GIRARD et al., 1988 ; GUÉBLEZ et al., 1993) peuvent être illustrés de la manière suivante :

- des carcasses qui ressuient mal après l'abattage et dont la découpe est rendue difficile
- des tissus adipeux mous présentant un manque de cohésion avec le muscle
- des muscles qui, en raison de leur faible teneur en gras interne, peuvent conduire à des viandes sèches à la dégustation
- des produits transformés défectueux pouvant contenir des lipides facilement oxydables ...

Mais, au delà de son rôle physico-chimique et biologique, le tissu adipeux joue un rôle majeur dans la détermination de la qualité de la viande et dans la conservation des produits transformés. Ainsi, la quantité et la qualité des lipides préexistants dans la viande ou additionnés lors de la fabrication des produits sont responsables de la qualité technologique et organoleptique de la viande et des produits transformés.

La nature des acides gras présents est primordiale pour le maintien de cette qualité au cours du temps et l'on connaît parfaitement les relations qui peuvent exister entre les lipides alimentaires et ceux déposés dans les tissus adipeux (DESMOULIN et al., 1983; GIRARD et al., 1988). Toutefois, au niveau du tissu musculaire, on ne reconnaît pas à l'alimentation un effet aussi marqué que sur les tissus adipeux sous-cutanés (MONIN, 1983 ; BOUT et GIRARD, 1988), sauf dans des conditions expérimentales d'excès d'un acide gras (MOURROT et al., 1992).

On sait également que l'augmentation du niveau d'insaturation des lipides du régime entraîne un accroissement de l'adiposité globale de la carcasse (ALLEE et al., 1972; GIRARD et al., 1988), l'acide linoléique (C18:2) pouvant en être le principal responsable (MOURROT et al., 1992). Des teneurs trop importantes en acides gras insaturés alimentaires vont alors induire, lors de la transformation des produits, des problèmes liés aux gras trop mous et à l'oxydation des lipides, problèmes bien connus des industriels. La recommandation de WOOD (1984) préconisant de ne pas dépasser la teneur de 15 % d'acide

linoléique déposé dans la bardière semble suffisante et a été vérifiée expérimentalement (CASTAING et GROSJEAN, 1988 ; GIRARD et al., 1988).

Ainsi, face à une tendance à l'augmentation de la teneur en matières grasses dans l'alimentation du porc en croissance (pour des raisons technologiques, techniques et économiques), et à l'utilisation de matières grasses insaturées dans la ration, il nous a semblé important de mieux connaître l'évolution des dépôts d'acide linoléique en fonction de la teneur ingérée. L'objectif final de ce travail est de quantifier la vitesse de disparition des acides gras polyinsaturés alimentaires, et plus particulièrement celle de l'acide linoléique, après son accumulation dans les tissus adipeux du porc, ce qui permettrait d'estimer le moment où l'on doit arrêter l'incorporation de cet acide gras dans l'alimentation afin d'obtenir des viandes de qualité tout en tenant compte des souhaits économiques des éleveurs et des transformateurs.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Quatre lots de 12 porcs mâles castrés croisés Large White X Piétrain sont mis en place.

Les animaux sont logés individuellement et reçoivent une alimentation restreinte selon le plan d'alimentation utilisé à la Station de Recherches Porcines, INRA. Ils sont pesés chaque semaine et les refus éventuels de consommation sont notés.

Les animaux entre 70 et 115 kg ont reçu deux régimes alimentaires :

- l'un riche en acides gras polyinsaturés (AGPI) apportés par de l'huile de maïs, régime M
- l'autre riche en acides gras saturés dont la matière grasse incorporée est du suif, donc pauvre en AGPI, régime S.

Les deux régimes sont isolipidiques (4%) et isoénergétiques avec une teneur en protéines de 18 % supplémentés en lysine (0,8%). La composition en acides gras est rapportée dans le tableau 1.

Les régimes sont distribués selon les séquences rapportées dans le tableau 2.

Des biopsies au niveau du tissu sous cutané du cou sont effectuées au début de chaque période et de changement de régime. A l'abattage (115 kg), des échantillons de tissus adipeux sous cutanés du cou, du dos (TSCD), du muscle long dorsal sont prélevés. Le pourcentage de muscle est déterminé par mesures faites au Fat O'Meater.

Les lipides sont extraits à froid selon la méthode de FOLCH et al., (1957). Le profil des acides gras est réalisé par chromatographie en phase gazeuse après dérivation au méthanol-trifluorure de Bore (BF₃) selon la méthode de MORRISON et SMITH (1964).

Les différents paramètres ont subi une analyse de variance (SAS 1989) avec comme variables explicatives le régime et la période de distribution. En cas d'effet significatif, une comparaison de moyenne a été réalisée selon le test de Bonferroni.

Tableau 1 - Composition en acides gras des régimes expérimentaux.

Acides Gras	Composition en acides gras			
	en % des AG identifiés		en g d'AG par kg d'aliment	
	Régime M	Régime S	Régime M	Régime S
C14:0	0	2,50	0	0,88
C16:0	12,52	25,37	4,92	8,89
C16:1	0	2,58	0	0,91
C18:0	1,74	13,93	0,68	4,89
C18:1	24,79	32,81	9,72	11,53
C18:2	59,24	21,26	23,21	7,47
C18:3	1,71	1,57	0,68	0,54

Tableau 2 - Schéma de distribution des régimes expérimentaux en fonction des lots

Lots	Régime	Périodes (kg)
Lot 1	M	70 - 115
Lot 2	M S	70 - 100 100 - 115
Lot 3	M S	70 - 85 85 - 115
Lot 4	S	70 - 115

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Aucun refus d'alimentation n'a été noté au cours de l'expérience. Le gain moyen quotidien (GMQ) augmente avec la distribution du régime à base de suif (tableau 3). Cette tendance est davantage marquée pour les animaux les plus lourds ($P < 0.01$ pour la période 100-115 kg). La consommation totale et l'indice de consommation diminuent en relation avec la teneur moins élevée en C18:2 de la ration.

Le poids de la carcasse est identique chez les animaux des quatre lots (tableau 4). Le pourcentage de muscles est plus élevé chez les animaux recevant le régime S (NS). Les épaisseurs de tissus adipeux (TA) sous cutanés (dos et cou) sont plus élevées pour le Régime M mais ces variations sont non significatives. Le poids de la panne ($P < 0.02$) et le poids de la bardière ($P < 0.1$) augmentent en relation avec l'augmentation du taux d'acide linoléique dans la ration. Ce résultat confirme les observations de ALLEE et al., (1972) et BUCHARLES et al., (1988) comparant des régimes apportant soit de l'huile de coprah (saturée), soit de l'huile de maïs (insaturée), et montrant un état d'engraissement supérieur avec l'huile la plus insaturée. L'augmentation de l'adiposité peut être reliée à l'accroissement de la synthèse des lipides comme l'ont montré MOUROT et al., (1994), en étudiant les variations des activités des enzymes de la lipogénèse en fonction de la teneur en acide linoléique du régime.

Les variations au cours du temps des teneurs en lipides

totaux des tissus adipeux du cou prélevés par biopsies ne sont pas significativement différentes (tableau 5). Au moment de l'abattage, la quantité de lipides totaux du tissu sous cutané du dos est plus élevée que celle du cou. On peut également remarquer que les teneurs en lipides totaux des tissus des animaux du régime S sont dans tous les cas inférieures à celles du régime M, mais ces variations ne sont pas statistiquement significatives.

Les compositions en acides gras des tissus sont rapportées dans le tableau 6.

Au poids vif de 70 Kg, aucune différence n'apparaît dans la composition en acides gras du tissu sous cutané du cou, ce qui est conforme à ce que l'on pouvait attendre, les animaux ayant tous ingéré le même régime standard.

En vue d'une simplification des résultats, nous ne rapportons que les analyses statistiques concernant la proportion d'acide linoléique dans tous les sites étudiés. Il existe un effet régime très prononcé ($P < 0,001$) avec un maximum de dépôt de C18:2 chez les animaux ayant ingéré le plus longtemps le régime M. L'influence du régime sur la composition en acides gras des tissus est donc une nouvelle fois confirmée (DESMOULIN et al., 1983; BUCHARLES et al., 1987; GIRARD et al., 1988; MOUROT et al., 1992).

La quantité d'acide linoléique qui se dépose dans le tissu adipeux du cou est comparable à tous les stades au cours de la croissance lorsque le régime M est distribué. En regroupant l'ensemble des données des animaux ayant reçu le même régime, il apparaît que la quantité d'acide linoléique déposée est voisine de 1,05 mg ($\pm 0,30$ pour 72 observations) par gramme de lipides totaux du tissu.

Dès que le régime riche en AGPI n'est plus distribué, on observe une décroissance de la teneur en acide linoléique des tissus adipeux (figure 1).

La vitesse «d'élimination» du C18:2 n'est pas aussi constante que son accumulation (figure 2). Elle pourrait dépendre de la quantité préexistante lors du changement de régime. Par calcul, cette disparition journalière peut être estimée à 0,85 mg ($\pm 0,45$ pour 36 observations) par gramme de lipides totaux du tissu. Exprimée sous forme de pourcentage, la diminution journalière de la quantité d'acide linoléique serait de 0,1 %.

Tableau 3 - Performances zootechniques en fonction des périodes de distribution des régimes

Lot	Nombre de jours	Consommation totale (kg)	GMQ (g)	IC
Période 70 - 85 kg				
Lot 1	20	51,3	843	3,084
Lot 2	18	47,3	910	2,880
Lot 3	18	46,9	901	2,914
Lot 4	18	46,6	885	2,19
Effet	NS (1)	NS (1)	NS (1)	NS (1)
Etr (1)	4	10	97	0,29
Période 85 - 100 kg				
Lot 1	16	43,5	891	3,188
Lot 2	16	43,6	858	3,261
Lot 3	16	44,6	832	3,336
Lot 4	18	47,5	798	3,438
Effet	NS (1)	NS (1)	NS (1)	NS (1)
Etr (1)	3	8,8	104	0,43
Période 100 - 115 kg (2)				
Lot 1	19	50,2	847 ^(a)	3,306 ^(a)
Lot 2	19	52,9	926 ^(ab)	3,058 ^(ab)
Lot 3	20	53,4	907 ^(ab)	3,069 ^(ab)
Lot 4	16	44,1	1066 ^(b)	2,772 ^(b)
Effet	NS (1)	NS (1)	P<0,01	P<0,05
Etr (1)	5	11,9	166	0,47

(1) Etr : Ecart-type résiduel ; NS : non significatif.

Les valeurs d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas différentes au seuil de 5 %

Tableau 4 - Effet des régimes sur la composition tissulaire de la carcasse

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Etr	Effet
Poids						
Carcasse (kg)	96,0	96,9	97,0	96,2	2,51	NS
Panne (g)	698 ^a	611 ^{ab}	577 ^{ab}	554 ^b	118	P<0,02
Bardière (g)	4263	4145	3885	3735	537	P<0,1
% muscle	56,5	56,6	57	57,7	2,9	NS
Épaisseur (mm)						
Cou	25,0	23,2	22,7	22,1	4,9	NS
Dos	16,1	15,4	14,6	14,1	3,6	NS

Les valeurs d'une même ligne affectées de la même lettre ne sont pas différentes au seuil de 5 %.

Tableau 5 - Teneur en lipides totaux des tissus adipeux sous cutanés du cou au cours du temps et des tissus adipeux sous-cutané dorsal et intramusculaire au stade d'abattage à 115 kg

	Tissu adipeux sous cutané du cou				TSCD (1)	DM (2)
	70 kg	85 kg	100 kg	115 kg		
Lot 1	70,48	72,44	72,26	71,09	76,40	2,34
Lot 2	71,47	73,32	72,91	70,40	74,25	2,38
Lot 3	70,61	71,16	72,51	72,10	76,15	2,48
Lot 4	70,00	70,70	71,49	69,34	75,18	2,29
Etr	2,10	4,28	3,14	3,23	2,85	0,29

(1) TSCD : tissu sous cutané dorsal ;

(2) DM : muscle demi-membraneux.

Aucun effet significatif n'est mis en évidence pour ces paramètres

Tableau 6 - Composition en acides gras des tissus adipeux sous-cutanés du cou au cours du temps et du tissu adipeux sous-cutané du dos au stade d'abattage à 115 kg (expression en % des AG identifiés)

	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	CI
Stade de 70 kg, sous-cutané du cou									
Lot 1	1,90	23,39	3,04	10,73	42,94	16,60	1,39	0,00	1,30
Lot 2	1,98	22,75	3,22	10,13	43,07	16,87	0,96	0,76	1,30
Lot 3	1,51	24,23	3,29	10,92	42,89	15,96	1,15	0,05	1,29
Lot 4	1,62	24,01	3,69	10,09	43,39	16,67	0,45	0,07	1,27
Stade de 85 kg, sous-cutané du cou									
Lot 1	1,26	24,38	2,60	10,50	42,49	18,30	0,48	0,00	1,30
Lot 2	1,18	24,20	2,90	10,44	42,81	18,07	0,40	0,00	1,29
Lot 3	1,26	24,17	3,03	10,01	43,15	17,93	0,44	0,00	1,29
Lot 4	1,30	23,99	3,07	10,49	46,15	14,52	0,49	0,00	1,24
Stade de 100 kg, sous-cutané du cou									
Lot 1	1,21	23,23	2,65	9,39	42,96	19,80	0,75	0,00	1,32
Lot 2	1,16	23,43	2,63	9,72	43,06	19,56	0,44	0,00	1,31
Lot 3	1,39	24,59	2,99	10,20	44,33	16,00	0,51	0,00	1,27
Lot 4	1,31	23,24	3,12	9,84	46,62	13,40	0,85	0,00	1,24
Stade de 115 kg, sous-cutané du cou									
Lot 1	1,17	24,01	1,78	11,44	39,11	22,03	0,47	0,00	1,36
Lot 2	1,18	24,66	1,95	11,86	42,08	18,52	0,50	0,00	1,31
Lot 3	1,27	25,08	2,17	11,82	42,07	14,71	0,44	0,00	1,26
Lot 4	1,40	25,25	2,76	11,63	46,52	12,71	0,46	0,00	1,22
Stade de 115 kg, sous-cutané du dos									
Lot 1	1,22	24,41	1,49	12,59	39,26	20,61	0,43	0,00	1,34
Lot 2	1,27	25,82	1,54	13,29	38,91	18,78	0,39	0,00	1,33
Lot 3	1,24	24,63	2,39	12,74	42,91	15,32	0,77	0,00	1,27
Lot 4	1,26	25,73	2,03	13,36	44,33	12,92	0,37	0,00	1,23

Figure 1 - Évolution de la teneur en C18:2 des tissus adipeux sous-cutanés du cou en fonction des séquences de régimes et du poids vif des animaux

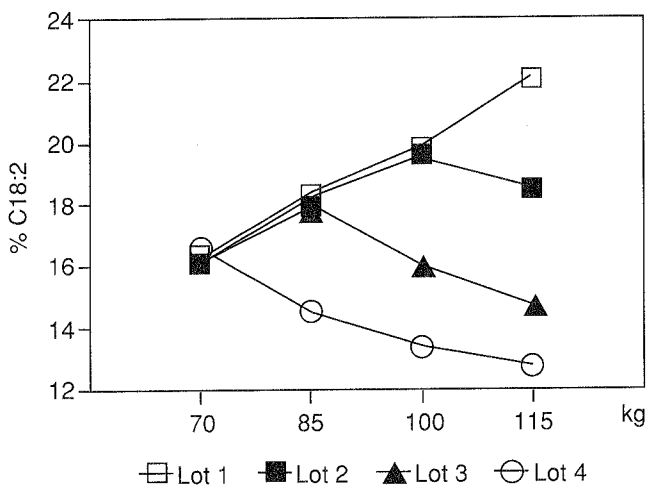
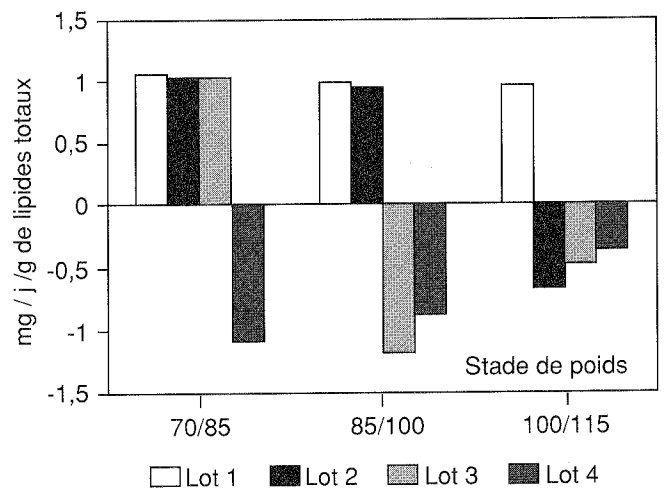


Figure 2 - Comparaison des quantités journalières de C18:2 déposées ou éliminées en fonction des séquences de régimes.



CONCLUSION

L'utilisation d'aliments de finition contenant des huiles végétales ou des graines entières induit, dans le tissu sous cutané dorsal des animaux abattus au poids de 100 kg, une teneur en acide linoléique avoisinant 18 % des acides gras totaux.

Il apparaît que la quantité d'acide linoléique déposée par jour est supérieure à celle "éliminée" lorsque l'apport alimentaire en C18:2 est fortement restreint. Cette élimination journalière serait voisine de 0,1 % de la quantité totale du C18:2.

D'après la recommandation de WOOD (1984), estimant que

la teneur en acide linoléique des tissus adipeux ne doit pas excéder 15 % des acides gras totaux, les résultats obtenus laissent donc apparaître un excès de 3 % de C 18:2. En se basant sur un GMQ voisin de 1 kg, le temps nécessaire pour éliminer ces 3 % serait d'un mois. Il serait souhaitable d'arrêter l'incorporation d'acides gras polyinsaturés dans la ration et donc de distribuer à partir de 70 kg, un aliment de finition

contenant des lipides saturés.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Région Bretagne pour son soutien financier (programme BRITTA).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEE G.L., ROMSOS D.R., LEVEILLE G.A., BAKER D.H., 1972, *J Anim Sci* 35, 41-47.
- BOUT J., GIRARD J.P., 1988 *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 271-278.
- BUCHARLES C., GIRARD J.P., DESMOULIN B., YUAN C.W., BONNET M., 1998, *Rev Fr Corps Gras*, 34, 68-75.
- CASTAING J., GROSJEAN F., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 285-290.
- DESMOULIN B., GIRARD J.P., BONNEAU M., FROUIN A., 1983. *Journées Rech. Porcine en France*, 15, 177-192.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY G.H., 1957. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- GIRARD J.P., BOUT J., SALORT D., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 257-270.
- GUÉBLEZ R., SELLIER P., RUNAVOT J.P., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 23-28.
- MONIN G., 1983. *Journées Rech. Porcine en France*, 15, 151-176.
- MORRISON W.R., SMITH L.M., 1964. *J. Lipid Res.* 5, 600-608.
- MOUROT J., AUMAITRE A., MOUNIER A., 1992. *Sciences des Aliments*, 12, 743-755.
- MOUROT J., PEINIAU P., MOUNIER A., 1994. *Reprod Nutr Dev*, 34, 213-220.
- OLLIVIER L., GRUAND J., FELGINES C., 1985. *Journées Rech. Porcine en France*, 17, 65-71.
- RAMPON V., GANDEMER G., LE JOSSEC P., BOULARD J., 1994. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, 157-162.
- SAS, 1989. *SAS User's Guide, Statistics*. SAS Institute Inc Cary, NC
- SELLIER P., 1989. *Techni-Porc*, 12, 19-31.
- WOOD J.D., 1984 In: J. Wiseman (ed.), *Fats in animal nutrition*. Butterworths, London, 407-435.