

ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION LIPIDIQUE DE LA BARDIÈRE EN FONCTION DE L'ÂGE

Comparaison entre le porc Large White et le porc Meishan.

M. CAMARA, J. MOUROT, P. CHÉROT, A. MOUNIER

*Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Recherches Porcines, 35590 Saint-Gilles*

Parmi les tissus adipeux du porc, le tissu sous-cutané dorsal (ou bardière) présente un aspect économique non négligeable, sa bonne utilisation dans les produits transformés étant très fortement liée à sa structure. On sait qu'il existe une relation directe entre la composition des matières grasses alimentaires et les acides gras déposés. La bardière apparaît constituée d'au moins deux couches distinctes assez facilement séparables et présentant des compositions et des métabolismes différents. Pour mieux connaître ces différences, 6 à 8 porcs de race Large White (LW) ou Meishan (MS) sont sacrifiés à des âges variables (1 à 365 jours). Des prélèvements de tissu adipeux sous-cutané dorsal sont effectués et les deux couches sont individualisées. Les lipides totaux sont extraits et la composition en acides gras est déterminée.

L'épaisseur de la bardière et sa teneur en lipides totaux augmentent avec l'âge et le poids de l'animal. Chez les animaux jeunes, la teneur en lipides totaux des deux couches apparaît équivalente, puis avec l'âge, elle augmente principalement dans la couche interne.

La composition en acides gras varie selon les couches et les races. Les coefficients d'insaturation et de longueur de chaîne carbonée augmentent avec l'âge. L'effet le plus marquant concerne le C18:2 qui augmente fortement chez le Large White, principalement dans la couche externe, alors qu'il varie peu chez le Meishan. Cette étude confirme donc de réelles différences de la teneur et de la composition en acides gras entre les deux couches de la bardière.

Evolution of the backfat lipid composition, effect of age and breed: comparison between large white and meishan pigs.

Among pig adipose depots, subcutaneous backfat is important from the economic standpoint. Its good utilization in transform products is strongly tight to its structure. It is known that fat dietary composition affects strongly fatty acids deposition in adipose tissue. Thus, high level of unsaturated fatty acid lead to a soft adipose tissue easily oxidable, and induce an unpleasant flavor and odor at the time of conservation. Pig subcutaneous adipose tissue (backfat) consists of a least of two distinct layers. The lipids metabolism and fatty acids composition of these layers have some differences and varying during animal growth. It was the purpose of this study to try to understand the mechanism wich lead to these differences. For the aim to guide backfat structure and fatty acids composition, or lipids metabolism, it is necessary to well know tissue development and the evolution of fatty acids chemical composition during growth. To emphasize these differences, lean (Large White) and obese (Meishan) pigs were compared. Thus, 6 to 8 pigs at each stage of age (one day postnatal to one year) were slaughtered at fixed age. Immediately after the pigs were slaughtered, entier samples of backfat adipose tissue were taken, and an addition separated into inside and outside layer. Total lipids were extracted and fatty acid composition were determined.

There is different growth performance between the two breeds. Depht and amount of backfat total lipids increase with animal age and weight. At the earlier stades of life, amounts of total lipids into backfat layers appear equivalent. Then, during growth the inner subcutaneous amount of total lipids become greater than the outer layer.

Backfat depht, fatty acid composition and unsaturated coefficient of carbon chain lenght rise with age. Variations were different according to layers and breeds. But the most important effect found is that amount of C18:2 increases strongly in Large White pig and even more in the outer layer when it varies little in Meishan pig.

Thus, this study confirm the real differences in fatty acid level and composition between backfat layers and between the two breeds studied.

INTRODUCTION

Pendant de nombreux siècles, le porc a été un fournisseur de corps gras destinés à la cuisine. L'animal a fait ensuite l'objet d'une critique pour l'abondance de ses réserves adipeuses par rapport à la viande maigre. Au cours des vingt dernières années, la génétique quantitative appliquée à cet animal a obtenu en Europe des succès spectaculaires dans la réduction de l'épaisseur de lard dorsal et dans l'augmentation de la proportion des tissus maigres chez l'animal abattu à 100 kg. C'est ainsi que la teneur en tissu gras du porc charcutier de 100 kg de poids vif pouvait être estimée en 1972 entre 35 et 45 % (HENRY, 1972) alors qu'elle semble maintenant voisine de 20 à 25 %. Cette réduction importante de la masse adipeuse a été bénéfique pour la qualité des carcasses mais dans le même temps elle a pu faire apparaître des problèmes liés à la qualité de la viande proprement dite (GIRARD et al., 1988). Les tissus adipeux de couverture ont été diminués, mais il en a été de même pour la teneur en lipides totaux intramusculaires (SELLIER, 1989), ce qui peut donc avoir des répercussions sur les qualités organoleptiques de la viande (GIRARD et TOURAILLE, 1985).

Le tissu adipeux sous-cutané dorsal a été lui aussi affecté par cette sélection des animaux sur leur vitesse de croissance. Entre 1966 et 1984, le suivi d'animaux a permis de mettre en évidence une diminution de plus de 2,5 kg du poids de la bardièrre et de près de 9 mm de l'épaisseur de ce tissu (OLLIVIER et al., 1985). La bardièrre qui est composée de deux, voire trois couches a certainement subi une diminution de chacune de ces deux couches, bien qu'aucune étude, à notre connaissance, n'ait quantifiée systématiquement cette variation.

Des études peu nombreuses ont été consacrées à la comparaison des caractéristiques physiologiques ou chimiques des couches du tissu adipeux sous-cutané dorsal par rapport à tous les renseignements qui existent concernant la bardièrre entière. Les proportions de lipides, eau et protéines ne sont pas significativement différentes entre elles (GIRARD et al., 1988), bien que la couche interne semble contenir de 2 à 4 % de lipides de plus que la couche externe (SCHEPER, 1982). Le poids et l'âge des animaux semblent induire des différences entre les couches puisque, chez des animaux en début de période de croissance, la teneur en lipides totaux est supérieure dans la couche externe (WOOD et ENSER, 1982). La composition en acide gras est également influencée par la localisation des couches de la bardièrre, celle interne semble plus saturée que celle externe (GIRARD et al., 1988; FÉVRIER et MOUROT, 1989).

En ce qui concerne le potentiel de synthèse des lipides, il apparaît que les enzymes de la lipogénèse ont une activité supérieure dans la couche interne par rapport à celle externe (ANDERSON et al., 1972; FÉVRIER et MOUROT, 1989; LE FAUCHEUR et al., 1991).

La taille et le nombre des adipocytes sont supérieurs dans la couche externe chez les porcs en cours de croissance (HOOD et ALLEN, 1977). Puis la taille deviendrait équivalente chez des animaux de plus de 130 kg (ANDERSON et al., 1972). Il existerait un gradient dans la taille des cellules adipeuses, les plus petites cellules se trouvant immédiatement sous la peau ou au contact du muscle et les plus grosses de part et d'autre du tissu conjonctif séparant les deux couches de la bardièrre (ENSER et al., 1976). Cette hétérogénéité marquée dans la

répartition des populations d'adipocytes et dans les variations de l'épaisseur et du développement des couches de la bardièrre met en lumière les difficultés d'échantillonnage en vue des observations métaboliques ou morphologiques.

Devant les intérêts scientifiques (pourquoi deux couches d'un même tissu peuvent avoir des caractéristiques différentes) et économiques présentés par le tissu sous-cutané dorsal, des études ont été mises en place dans notre laboratoire. Elles abordent la synthèse des lipides et la disponibilité des substrats de ces tissus dans le but d'essayer de mettre en évidence les mécanismes à la base de ces différences. Par la suite, la structure et la composition en acides gras de la bardièrre pourront être orientées en fonction des caractéristiques technologiques souhaitées.

Dans le cadre des Journées de la Recherche Porcine, les premiers résultats concernant la teneur en lipides et la composition en acides gras des deux couches de la bardièrre et de la bardièrre entière sont rapportés chez des porcs de race Large White et Meishan en fonction de l'âge.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les animaux ont été élevés à la Station de Recherches Porcines. Ce sont des porcs de races Large White ou Meishan. Ils sont élevés en loge individuelle et ont reçu un aliment standard, distribué selon le plan d'alimentation usuelle de la Station.

De 6 à 8 porcs par âge et par race sont sacrifiés à des âges variant entre 1 jour et 365 jours (tableau 1).

Des prélèvements de tissu adipeux sous-cutané dorsal sont effectués dès l'abattage. Les deux sous couches de la bardièrre sont individualisées dès que l'âge de l'animal le permet. Les deux couches ainsi que la bardièrre entière sont stockées à -20° C dans l'attente des analyses.

Les lipides totaux sont extraits à froid selon la technique de FOLCH et al. (1957). La composition en acides gras est déterminée par chromatographie en phase gazeuse capillaire après méthylation au BF₃ selon MORRISON et SMITH (1964). Les analyses sont réalisées sur une colonne de phase carbowax, en isotherme à 180° C avec de l'hydrogène comme gaz vecteur. Les coefficients d'insaturation des acides gras (CI) et les coefficients de longueur de chaîne carbonée (CL) sont calculés d'après GIRARD et al., 1988.

Les résultats sont analysés à l'aide du logiciel SAS (1989) en tenant compte des effets race, âge ou localisation des couches de la bardièrre.

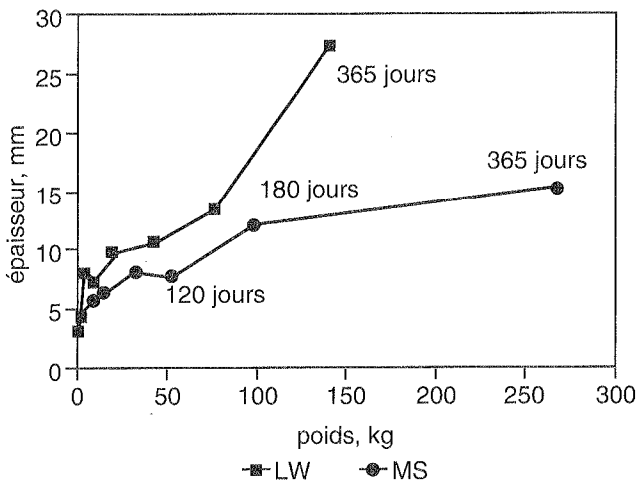
2. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Cette étude confirme une nouvelle fois les différences entre les performances de croissance des animaux de race Large White et ceux de race Meishan (tableau 1). L'épaisseur de la bardièrre, représentant les dépôts adipeux, augmente avec l'âge et le poids de l'animal. Les dépôts les plus importants sont mis en évidence chez les porcs chinois. Au cours des premiers stades d'âge observés, l'épaisseur de la bardièrre semble équivalente entre les deux races, mais le poids vif de l'animal est bien inférieur dans le cas du Meishan par rapport

Tableau 1 - Évolution du poids vif de l'animal et de l'épaisseur de la bardière au cours de la croissance chez les porcs Large White et Meishan

Âge (jours)	LARGE WHITE		MEISHAN	
	Poids (kg)	Épaisseur bardière (mm)	Poids (kg)	Épaisseur Bardière (mm)
1	1,69	< à 1	1,01	< à 1
6	3,09	3,6	1,92	3,0
11	4,11	3,8	2,58	4,4
21	6,73	5,7	4,33	7,6
45	12,27	6,1	9,35	7,1
80	33,09	8,0	19,83	9,6
120	52,51	7,7	42,88	10,5
180	97,91	12,0	77,33	13,4
365	267,80	15,2	140,83	27,3

Figure 1 - Évolution de l'épaisseur de la bardière (mm) en fonction du poids (kg) des porcs Large White et Meishan



à celui du Large White (figure 1). Ces résultats confirment donc un dépôt lipidique important chez le jeune porc chinois ce qui est en relation avec son potentiel élevé d'activité des enzymes de lipogénèse, supérieur à celui des porcs de race Large White (BONNEAU et al., 1990).

À la naissance, la teneur en lipides totaux est très faible (LE DIVIDICH et al. 1991), puis elle augmente rapidement avec le poids et l'âge de l'animal, ce qui est en accord avec les résultats de la bibliographie (MERSMANN et al., 1976; HENRY, 1977). Globalement, la quantité de lipides totaux des tissus est plus importante chez les porcs Meishan par rapport aux porcs Large White et ceci pour tous les stades d'âge étudiés (tableau 2). Cet accroissement des dépôts lipidiques semble plus rapide jusqu'à 120 jours pour les porcs Meishan. Il est ensuite moins important après ce stade, conformément aux différences montrées entre les activités des enzymes de la synthèse des lipides pour les animaux de ces deux races au stade de 100 kg de poids vif (BONNEAU et al., 1990).

Au niveau des deux couches de la bardière, la teneur en lipides totaux apparaît équivalente voire supérieure dans la couche externe par rapport à la couche interne, et ceci pour les deux races lors des premières périodes de la vie de l'animal (figure 2). Puis avec l'âge, on observe une teneur supérieure dans la couche interne, ce qui confirme les résultats trouvés par différents auteurs (SINK et al., 1964; ANDERSON et al., 1972; HOOD et ALLEN, 1977; WOOD, 1973). Cette inversion du rapport dans les teneurs en lipides est en partie expliquée par les variations des potentiels de synthèse qui sont équivalents dans les deux couches vers 40 kg de poids vif (MOURROT, données non publiées) puis sont supérieurs dans la couche interne vers 100 kg (LEFAUCHEUR et

Tableau 2 - Comparaison des teneurs en lipides totaux (en %) des deux couches de la bardière et de la bardière entière au cours de la croissance chez les porcs Large White et Meishan

Âge (j)	LARGE WHITE			MEISHAN		
	EXT.	INT.	BARDIÈRE	EXT.	INT.	BARDIÈRE
1			11,4			11,4
6	49,2	53,8	51,1	43,6	48,4	45,8
11	57,9	57,4	54,5	57,5	55,1	56,5
21	63,4	64,1	63,6	69,8	73,1	69,6
45	61,1	59,9	62,0	65,9	62,2	66,5
80	64,8	59,7	62,5	71,5	73,4	72,8
120	65,5	58,5	65,2	75,8	74,6	76,4
180	71,1	70,3	70,7	74,4	75,9	76,1
365	73,9	79,3	76,1	80,6	83,8	78,8

al., 1991). La différence est encore plus marquée à 170 kg de poids vif (ANDERSON et al., 1972).

Il faut toutefois remarquer que l'inversion du rapport entre les teneurs en lipides totaux des deux couches se met en place à des périodes différentes selon les races: à 45 jours (soit 9,5 kg de poids vif) chez les porcs Meishan, contre 180 jours (environ 100 kg) chez les porcs Large White. Il existe donc une réelle différence dans le métabolisme lipidique des deux couches de la bardière.

En ce qui concerne la composition en acides gras des tissus (tableaux 3 et 4), les coefficients d'insaturation et des longueurs de chaînes carbonées augmentent avec l'âge des animaux. Pour la bardière totale, la teneur en acides gras saturés est plus importante chez le porc Meishan que chez le Large White à partir de 45 jours. On observe une diminution de la teneur en C18:2 de ce tissu chez le porc chinois (figure 2) ce qui confirme les résultats de GANDEMER et al., 1989 sur des porcs comportant une proportion croissante de gènes Meishan. Mais, cette diminution apparente de la teneur en acide linoléique des animaux Meishan peut être liée à un phénomène de dilution plutôt qu'à une faiblesse de la teneur

en cet acide gras, les porcs Meishan aux âges considérés étant toujours plus gras que les porcs Large White.

Figure 2 - Évolution de la teneur en acide linoléique (% des acides gras totaux) dans les deux couches de la bardière en fonction du poids vif (kg) des porcs Large White et Meishan

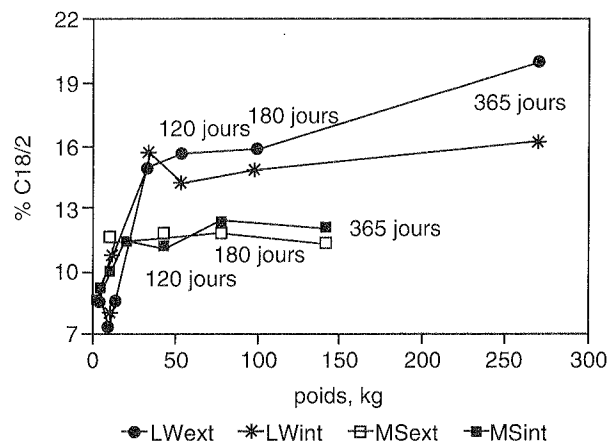


Tableau 3 - Composition en acides gras des différentes couches de la bardière en fonction de l'âge chez le porc Large White

Jour	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	CI	CL
Couche externe									
11	2,46	29,38	14,21	5,64	39,67	8,49	0,15	1,14	17,03
21	2,40	28,61	14,22	4,53	42,79	7,33	0,12	1,12	17,05
45	2,07	27,41	8,82	5,58	47,44	8,57	0,12	1,13	17,19
80	1,50	24,35	5,60	7,68	45,37	15,00	0,41	1,24	17,34
120	1,36	24,82	4,40	8,80	44,47	15,65	0,45	1,25	17,36
180	1,24	23,63	2,04	10,18	46,58	15,84	0,50	1,26	17,44
365	1,17	22,18	0,00	9,56	46,66	19,94	0,49	1,31	17,51
Etr	0,37	2,42	1,18	3,08	3,24	0,20	0,05	0,05	0,08
Effets (1)	***	***	***	***	*	***	***	***	***
Couche interne									
11	2,79	30,61	15,54	5,77	36,45	8,62	0,23	1,15	16,97
21	2,30	28,48	13,04	5,40	42,59	8,07	0,11	1,13	17,08
45	1,86	26,45	10,08	6,25	44,37	10,79	0,20	1,17	17,20
80	1,40	25,69	3,74	9,16	43,92	15,67	0,41	1,26	17,36
120	1,31	26,33	3,93	11,02	42,89	14,19	0,34	1,24	17,34
180	1,17	24,79	0,43	12,87	45,38	14,86	0,50	1,26	17,45
365	1,11	26,76	0,00	11,67	44,06	16,11	0,30	1,28	17,42
Etr	0,35	1,95	1,65	3,38	2,77	0,17	0,04	0,04	0,06
Effets (1)	***	**	***	***	**	***	**	***	***
Bardière totale									
11	2,67	30,52	15,60	5,33	37,16	8,59	0,15	1,14	16,97
21	2,43	27,45	13,70	5,01	43,29	8,08	0,05	1,13	17,08
45	1,90	27,09	11,16	6,10	42,14	11,45	0,17	1,18	17,16
80	1,54	24,83	4,89	8,24	44,91	15,22	0,37	1,24	17,34
120	1,29	24,65	3,76	9,23	44,33	16,41	0,34	1,26	17,38
180	1,21	24,81	0,94	11,84	45,93	14,78	0,48	1,25	17,44
365	1,21	24,14	0,00	11,55	44,60	17,95	0,55	1,30	17,47
Etr	0,37	3,00	1,96	1,48	4,50	1,81	0,18	0,03	0,08
Effets (1)	***	***	*	***	NS	***	***	***	***

(1) * P<0.05 ** P<0.01 *** P<0.001

Tableau 4 - Composition en acides gras des différentes couches de la bardière en fonction de l'âge chez le porc Meishan

Jour	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	CI	CL
Couche externe									
11	2,19	25,90	10,34	5,50	47,09	8,77	0,21	1,14	17,19
21	2,00	25,47	10,46	5,37	47,51	9,10	0,09	1,14	17,20
45	2,41	26,91	13,03	4,91	40,83	11,63	0,28	1,19	17,10
80	1,35	26,45	4,93	9,53	46,05	11,36	0,34	1,19	17,32
120	1,53	26,42	3,25	10,77	46,31	11,60	0,12	1,19	17,35
180	1,33	27,83	2,50	11,13	45,25	11,78	0,17	1,20	17,34
365	1,46	26,28	2,10	9,31	49,44	11,30	0,10	1,18	1,46
Etr	0,25	1,96	2,17	1,22	2,61	0,90	0,11	0,01	0,05
Effets (1)	**	NS	***	***	NS	***	**	***	***
Couche interne									
11	1,90	26,06	9,31	6,31	47,26	8,85	0,30	1,14	17,22
21	2,01	25,71	10,34	5,98	46,70	9,15	0,07	1,14	17,20
45	1,82	25,45	9,08	5,58	47,78	9,97	0,33	1,16	17,24
80	1,34	27,06	2,39	11,29	46,15	11,49	0,27	1,20	17,36
120	1,40	26,84	1,83	12,14	46,33	11,15	0,31	1,20	17,37
180	1,24	27,43	1,31	12,43	44,93	12,38	0,28	1,22	17,38
365	1,36	28,02	2,29	9,77	46,32	12,07	0,18	1,20	17,34
Etr	0,22	2,39	1,88	1,31	3,51	1,27	0,11	0,02	0,07
Effets (1)	***	NS	***	***	NS	***	*	***	**
Bardière totale									
11	2,18	25,65	10,15	5,89	47,15	8,81	0,17	1,14	17,20
21	1,94	25,50	10,53	5,70	46,95	9,20	0,18	1,14	17,20
45	2,83	29,34	11,64	3,84	41,89	9,24	1,23	1,18	17,07
80	1,37	27,16	4,11	9,90	46,12	11,00	0,32	1,19	17,32
120	1,36	28,18	2,59	11,31	44,36	11,95	0,19	1,21	17,33
180	1,27	28,48	1,65	11,89	44,90	11,65	0,16	1,21	17,35
365	1,29	27,62	2,14	9,50	47,58	11,52	0,31	1,20	17,35
Etr	0,32	2,26	2,12	1,08	2,61	1,05	0,35	0,02	0,07
Effets (1)	***	*	***	***	*	***	***	***	***

(1) * P<0.05 ** P<0.01 *** P<0.001

Pour les autres acides gras de la bardière, des augmentations ou des diminutions sont observées en fonction de l'âge et de la race. A quelques jours de vie, la teneur en C14 est plus élevée chez les porcs LW, puis elle diminue progressivement avec l'âge. Celle en C16 décroît au cours de la croissance des porcs LW alors qu'elle a tendance à augmenter chez les animaux MS. Aux stades les plus jeunes, la teneur en C16:1 est plus élevée chez les LW comparée à celle des porcs MS. Puis avec l'âge, la bardière s'appauvrit en C16:1 pour atteindre une valeur presque nulle chez les Large White, alors que chez les porcs Meishan il en subsiste encore (la teneur varie entre 15 et 0% pour LW, contre 10 à 2% chez MS). La quantité de C18:0 augmente avec l'âge dans les deux races et elle apparaît légèrement plus élevée chez les animaux LW. Globalement, pour la bardière, il existe donc un effet du développement de la masse adipeuse et de la race sur la composition en acides gras.

Cette dernière varie également en fonction des couches tissulaires. Chez les porcs LW, la couche externe apparaît plus insaturée que la couche interne comme l'ont déjà montré d'autres auteurs (WOOD, 1973; GIRARD et al., 1988). Pour

le C16:1, les teneurs sont équivalentes entre les deux couches et les variations suivent celles de la bardière totale. La quantité de C18:0 est plus élevée dans la couche interne par rapport à la couche externe. Cette différence persiste au cours de la croissance et, dans le même temps, la teneur en cet acide gras augmente. Tout au long du développement des tissus, la teneur en C18:1 reste constante avec des valeurs légèrement supérieures pour la couche externe par rapport à celle interne et pour les porcs MS par rapport aux LW. Le C18:2 déposé augmente avec l'âge, il est présent en plus grande quantité dans la couche externe et chez les LW par rapport aux MS. Il est à remarquer que l'augmentation du dépôt d'acide linoléique dans les deux couches est équivalente chez le porc Meishan, alors qu'elle est beaucoup plus importante dans la couche externe du porc Large White (de 8,7 à 11,3 % pour MS, et 8,5 à 19,9 pour LW dans la couche externe). Ces variations sont cependant moins marquées si l'on compare les animaux à des poids équivalents (figure 2). Ainsi, de tous les acides gras déposés, l'acide linoléique est celui qui présente la plus grande augmentation au cours de la croissance des animaux et la couche externe apparaît comme le site privilégié pour son dépôt.

En conclusion, du fait de la présence de plusieurs couches, un même tissu peut donc avoir une teneur en lipides et composition en acides gras différentes. Ces résultats confortent ceux déjà obtenus au laboratoire où il était apparu que les tissus adipeux sous-cutanés ne présentaient pas le même métabolisme lipidique.

De tous les acides gras, l'acide linoléique apparaît comme celui présentant la plus grande augmentation au cours de la croissance des animaux. Les porcs plus maigres et la couche externe du tissu sous-cutané dorsal semblent les plus sensibles à ce dépôt.

Au niveau de la recherche, il faut donc tenir compte de la

spécificité des différentes couches d'un même tissu et non plus considérer le tissu adipeux sous-cutané dorsal comme une seule entité. Une meilleure connaissance des mécanismes et effecteurs mis en jeu devrait permettre d'expliquer ces spécificités. A terme, il sera peut-être possible de mieux maîtriser le développement des tissus adipeux chez le porc et contrôler les dépôts des acides gras. Ainsi, pour diminuer les risques liés à l'oxydation des acides gras et réduire les problèmes rencontrés lors de la transformation de la viande avec des tissus gras sans fermeté, il est peut être nécessaire d'orienter les recherches vers une diminution de la couche externe du tissu adipeux sous-cutané dorsal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON D.B., KAUFFMAN R.G., KASTENSCHMIDT L.L., 1972. *J. lipid Res.*, 13, 593-599.
- BONNEAU M., MOUROT J., LEFAUCHEUR L., BIDANEL J.P., MOLENAT M., LEGAULT C., 1990. Symposium sur le porc chinois, 5-6 Juillet p199-214.
- ENSER M.B., WOOD J.D., RESTALL D.J., Mac FIE H.J.H., 1976. *J. Agric. Sci.*, 32, 926-929.
- FÉVRIER C., MOUROT J., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 13-22.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE STANLEY G.H., 1957. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- GANDEMER G., VIAU M., VEDRENNE P., CARITTEZ J.C., LEGAULT C., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 381-386.
- GIRARD J.P., TOURAILLE C., 1983. *Filière Viande*, 8, 25-29.
- GIRARD J.P., BOUT J, SALORT D., 1988. Journées Rech. Porcine en France, 20, 257-270.
- HENRY Y., 1972. *Revue Française des Corps Gras*, 19 (6), 367-376.
- HENRY Y., 1977. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 17 (5 B), 923-952.
- HOOD R.L., ALLEN C.E. 1977. *J. Lipid Res.*, 18, 275-283.
- LE DIVIDICH J., ESNAULT T., LYNCH B., HOO-PARIS R., CASTEX C., PEINIAU J., 1991. *J. Anim. Sci.*, 69, 2480-2488
- LEFAUCHEUR L., LE DIVIDICH J., MOUROT J., MONIN G., ÉCOLAN P., KRAUSS D., 1991. *J. Anim. Sci.*, 69, 2844-2854.
- MERSMANN H.J., ALLEN C.D, STEFFEN D.G., BROWN L.G., DANIELSON D.M., 1976. *J. Anim. Sci.*, 43, 140-150.
- MORRISON W.R., SMITH L.M., 1964. *J. Lipid Res.*, 5, 600-608.
- OLLIVIER L., GRUAND J., FELGINES C., 1985. Journées Rech. Porcines en France, 17, 65.
- SAS, 1989. *SAS User's Guide, Statistics*. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- SCHEPER J., 1982. *Die Fleischwirtschaft*, 62, 1067-1070.
- SELLIER P., 1989. *Techni-Porc*, 12, 19-31.
- SINK J.D., WATKINS J.L., ZIEGLER J.H., MILLER R.C., 1964. *J. Anim. Sci.*, 23, 121-125.
- WOOD J.D., 1973. *Anim. Prod.*, 17, 281-285.
- WOOD J.D., ENSER M., 1982. *Anim. Prod.* 35, 68-74.