

## Prédiction du taux d'acide linoléique dans le tissu adipeux du porc(\*)

Nathalie WARNANTS, Monique J. VAN OECKEL, Ch. V. BOUCQUÉ

Centre de Recherches Agronomiques de Gand, Département Alimentation d'Animaux et Élevage  
Scheldeweg 68, B-9090 Melle-Gontrode, Belgique

### Prédiction du taux d'acide linoléique dans le tissu adipeux du porc

Ce travail a pour but d'étudier par des regressions multiples l'incorporation de l'acide linoléique (C18:2) dans la bardièrre. Les porcs (moitié males castrés, moitié femelles), issus d'un croisement Piétrain x Hybride, agés de 11 semaines, recoivent au premier abord un aliment, contenant 1.1 % C18:2, durant respectivement 8, 10, 12, 14 et 16 semaines, suivit par une seconde ration avec 2.3 % de C18:2 pour une période de respectivement 8, 6, 4, 2 et 0 semaines. Par traitement 24 porcs entrent l'essai. Des échantillons de la bardièrre pour l'analyse des acides gras sont pris à l'abattage et séparés en une couche intérieure (**int**) et extérieure (**ext**). Des biopsies de la bardièrre sont prélevées toutes les 2 semaines de 8 porcs sur le régime de 8 semaines 1.1 % C18:2, suivit par 8 semaines 2.3 % C18:2. Après l'abattage l'épaisseur de la bardièrre, à hauteur du jambon (**EJ**) et de la 9<sup>ème</sup> côte (**E9C**), et le % de viande maigre (**% VM**) sont mesurés. Pour les échantillons de carcasse, l'âge (**ÂGE**), le poids final (**PF**), l'aliment ingéré (**Al ing**), la quantité de C18:2 ingérée (**C18:2 ing**), le % de lipides dans la couche **int** (**% Lip int**) et **ext** (**% Lip ext**), **EJ**, **E9C**, **% VM** et la durée du traitement riche en C18:2 (**C18:2 T**) sont utilisés pour estimer soit **% C18:2 int**, soit **% C18:2 ext**; tandis que pour les biopsies, **ÂGE**, le poids vif (**PV**), **Al ing**, **C18:2 ing** et **C18:2 T** sont choisis. Les regressions des biopsies ont des R<sup>2</sup> plus élevés que ceux des échantillons de carcasse. Les caractéristiques de la carcasse et l'âge semblent jouer un rôle secondaire dans l'incorporation de C18:2. La séparation des sexes apparaît superflu pour estimer le % de C18:2. Cette expérience indique que le % de C18:2 dans la bardièrre peut être estimé à base des variables **C18:2 T**, **PF**, **Al ing** et **% Lip ext**.

### Estimation of the linoleic acid level in pork adipose tissue

The aim of this trial was to study the incorporation of linoleic acid (C18:2) in backfat by means of multiple regression. The pigs (half barrows, half gilts) from a Piétrain x Hybrid cross, of 11 weeks old, first receive a feed, containing 1.1 % C18:2, for respectively 8, 10, 12, 14 and 16 weeks, after which they were switched to another feed with 2.3 % C18:2 for a period of respectively 8, 6, 4, 2 and 0 weeks. For each treatment 24 pigs entered the trial. Backfat samples for fatty acid analysis were taken at slaughter and separated in an inner (**int**) and an outer (**ext**) layer. Backfat biopsies were removed every 2 weeks of 8 pigs on the 8 week 1.1 % C18:2 diet, followed by 8 week 2.3 % C18:2 diet. After slaughter backfat depth and lean meat % (**% VM**) are measured at the ham (**EJ**) and the 9<sup>th</sup> rib (**E9C**). For the carcass samples, age (**AGE**), final weight (**PF**), feed intake (**Al ing**), C18:2 intake (**C18:2 ing**), lipid % in the inner (**% Lip int**) and outer (**% Lip ext**) layer, **EJ**, **E9C**, **% VM** and duration of the C18:2 rich treatment (**C18:2 T**) are used for estimating either **% C18:2 int**, or **% C18:2 ext**; whereas for the biopsies, **AGE**, **PF**, **Al ing**, **C18:2 ing** and **C18:2 T** are chosen. Regressions for biopsies have higher R<sup>2</sup> than those of carcass samples. Carcass characteristics and age are of minor importance in C18:2 incorporation. The separation of the sexes appears unnecessary for estimating the C18:2 %. This trial indicates that it is possible, based on the variables **C18:2 T**, **PF**, **Al ing** and **% Lip ext**, to estimate the C18:2 level in backfat.

(\*) Communication no.1082 de l'Institut

## INTRODUCTION

Il est bien connu que le tissu adipeux des animaux monogastriques, comme le porc, est facilement enrichi en acides gras polyinsaturés par voie alimentaire (ELLIS et ISBELL, 1926). La viande et les produits carnés de porc, issus de cette méthode de production, conviennent mieux à une alimentation saine; par contre la consistance de la bardière et la conservation des produits carnés posent parfois des problèmes. Selon le besoin du consommateur et la disponibilité des matières premières, les acides gras polyinsaturés peuvent être soit inclus, soit exclus d'un aliment. Lorsque le contrôle du taux d'acides gras polyinsaturés dans la graisse de porc s'impose, la question du taux d'enrichissement des acides gras polyinsaturés se manifeste. Afin d'étudier cette problématique un essai d'alimentation a été conduit, dans lequel un aliment pauvre en acides gras polyinsaturés précède une ration enrichie en acides gras polyinsaturés, notamment en acide linoléique, de façon à faire varier la période de l'alimentation riche en acide linoléique entre 8 et 0 semaines avant l'abattage, la durée totale de l'essai étant constante. Le pourcentage d'acide linoléique observé dans la bardière est estimé par moyen de regressions multiples, contenant des variables indépendantes zootechniques et des caractéristiques de la carcasse.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux

Les porcs (moitié males châtrés, moitié femelles), issus d'un croisement Piétrain x Seghers Hybride, âgés d'environ 11 semaines, reçoivent en premier lieu un aliment contenant essentiellement de la graisse saturée (1.1 % C18:2), durant respectivement 8, 10, 12, 14 et 16 semaines, suivit par une seconde ration, enrichie en C18:2 (2.3 %) pour une période de respectivement 8, 6, 4, 2 et 0 semaines, la période totale de l'essai étant 16 semaines. Pour chaque traitement alimentaire 24 porcs entrent en essai, ce qui donne un nombre total d'animaux de 120. Le poids vif et la quantité d'aliment ingérée sont mesurés toutes les deux semaines, à partir du début de l'expérience sur tous les animaux.

### 1.2. Aliments

Les deux aliments ont le même taux de protéine, de matière grasse et d'énergie nette, mais diffèrent en C18:2: respectivement 1.1 % (aliment B) et 2.3 % (aliment H) pour l'aliment pauvre et riche en C18:2 (tableau 1). L'acide linoléique est fourni par les graines de soja, tandis que le suif est utilisé comme source d'acides gras saturés.

### 1.3. Mesures de la carcasse

Après l'abattage, l'épaisseur de la bardière est mesurée à la main, à hauteur de la 9<sup>ième</sup> côte et au niveau du jambon, sur la coupe longitudinal de la carcasse. L'évaluation de la carcasse par l'appareil SKG II donne l'épaisseur de la bardière au jambon et le % de viande maigre.

Tableau 1 - Composition des aliments

	Aliment B	Aliment H
<b>Ingrédients, %</b>		
Orge	30,00	30,00
Tourteau de soja	16,89	3,80
Manioc	16,45	16,45
Blé	12,38	10,80
Sons de blé	8,00	10,00
Aliment de gluten de maïs	8,00	9,14
Mélasse de betteraves	4,00	4,00
Graines de soja	-	13,84
Suif (bœuf)	2,30	-
Vitamines/minérales	1,00	1,00
Phosphate	0,29	0,18
Craie	0,43	0,52
Sel	0,19	0,19
L-Lysine HCl	0,07	0,08
<b>Analyse, %</b>		
Matière sèche	88,99	89,00
Matière azotée	15,61	14,85
Matière grasse	4,77	5,00
Cellulose brute	5,95	5,83
Cendres	5,92	5,84
<b>Acides gras, %</b>		
C14:0	0,18	0,02
C16:0	1,07	0,80
C16:1	0,08	0,01
C18:0	0,42	0,16
C18:1	1,11	0,89
<b>C18:2</b>	<b>1,10</b>	<b>2,27</b>
C18:3	0,13	0,32
C20:0	0,02	0,02
C20:1	0,03	0,03
C20:4	-	0,01
C22:0	0,01	0,02
C24:0	0,01	-

### 1.4. Échantillons

Des échantillons de la bardière sont pris à l'abattage et séparés en deux couches (une extérieure, ou sous-cutanée et une intérieure, adjacente au muscle), avant d'être fondu dans le four à micro-ondes. En outre une série de biopsies de la bardière est prélevées toutes les deux semaines sur huit porcs recevant durant huit semaines avant l'abattage la ration riche en C18:2. Les prélèvements commencent le jour du changement d'alimentation.

### 1.5. Analyses

Les échantillons de bardière, provenant de la carcasse et des biopsies, sont analysés pour leur composition en acides gras (SUKHIJA et PALMQUIST, 1988) et les échantillons de la carcasse en plus pour leur teneur en lipides/eau.

### 1.6. Analyse statistique

Deux sets de données sont traités, selon le type d'échantillon de bardière: de la carcasse ou des biopsies. D'abord une matrice de corrélation est calculée pour les variables indépendantes et dépendantes, utilisées dans le premier set de

**Tableau 2** - Corrélations parmi les variables indépendantes et dépendantes

	<b>C18:2 T</b>	<b>Al ing</b>	<b>C18:2 ing</b>	<b>ÂGE</b>	<b>PF</b>	<b>EJ</b>	<b>E9C</b>	<b>% VM</b>	<b>% Lip int</b>	<b>% Lip ext</b>	<b>% C18:2 int</b>	<b>% C18:2 ext</b>
<b>C18:2 T</b>	1,00	-0,63	-0,47	-0,02	0,02	0,13	0,04	-0,11	0,13	0,16	0,69	0,65
<b>Al ing</b>		1,00	0,97	-0,04	0,31	0,24	0,33	-0,21	0,16	0,11	-0,67	-0,58
<b>C18:2 ing</b>			1,00	-0,03	0,28	0,23	0,30	-0,22	0,16	0,11	-0,56	-0,46
<b>ÂGE</b>				1,00	-0,22	-0,18	-0,15	0,13	-0,23	-0,26	0,10	0,13
<b>PF</b>					1,00	0,71	0,71	-0,41	0,50	0,49	-0,39	-0,37
<b>EJ</b>						1,00	0,81	-0,71	0,60	0,56	-0,24	-0,23
<b>E9C</b>							1,00	-0,57	0,65	0,60	-0,32	-0,28
<b>% VM</b>								1,00	-0,47	-0,45	0,15	0,13
<b>% Lip int</b>									1,00	0,77	-0,20	-0,19
<b>% Lip ext</b>										1,00	-0,20	-0,19
<b>% C18:2 int</b>											1,00	0,91
<b>% C18:2 ext</b>												1,00

données. Pour le premier set un modèle de régression multiple - utilisant la méthode "forward" pour entrer les variables indépendantes - est appliqué aux données, utilisant comme variable dépendante soit **% C18:2 int**, soit **% C18:2 ext**, et comme variables indépendantes **ÂGE**, **PF**, **Al ing**, **C18:2 ing**, **% Lip int**, **% Lip ext**, **EJ**, **E9C**, **% VM** et **C18:2 T**. En plus le modèle est calculé pour les deux sexes séparés et ensemble. Dans le deuxième set de données, la variable dépendante est le **% C18:2** dans l'échantillon de biopsie et comme variables indépendantes **ÂGE**, **PV**, **Al ing**, **C18:2 ing** et **C18:2 T** sont choisis. Les deux sexes sont traités de la même façon que pour le premier set de données.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Résultats zootechniques et qualité de la carcasse

Les traitements alimentaires n'ont aucun effet significatif sur les performances zootechniques (gain journalier: 680 g), ni sur la qualité de la carcasse; ce qui est peu surprenant, vu l'équivalence des deux aliments, en terme d'énergie nette.

### 2.2. Régressions multiples sur les échantillons de carcasse

Les régressions sont calculées pour les deux sexes ensemble et ensuite séparés, à cause des taux de synthèse d'acides gras bien différents. Les deux couches de bardière, ayant eu aussi une composition en acides gras différente, sont sujettes de régressions séparées. En premier lieu les corrélations parmi les différentes variables sont calculées (tableau 2). L'inclusion du variable **C18:2 ing** nous semblait de grande valeur à fin d'expliquer la variance observée. D'autant plus que la relation entre **C18:2 ing** et **% C18:2 int** (voir **% C18:2 ext**) était supposée d'être directement proportionnelle et positive. Par contre le tableau 2 nous apprend que la relation entre **% C18:2 int** (voir **% C18:2 ext**) et **C18:2 ing**

est négative. Ceci indique que **C18:2 ing** est plutôt une mesure de la capacité d'ingestion d'aliment et ainsi liée à la synthèse de graisse de novo. Celle-ci est d'origine saturée ou monoinsaturée et mène à une dilution du taux de C18:2 (d'origine purement diététique) dans la graisse de dépôt. Vu les faibles taux de matière grasse dans les aliments de porc (< 5 %), la synthèse de graisse de novo à partir d'hydrates de carbone joue un rôle important dans la composition de la bardière, dont ces corrélations font preuve. Ainsi **PF**, **EJ** et **E9C** sont également des mesures de la capacité de synthèse lipidique.

L'estimation du **% C18:2 int** ou du **% C18:2 ext** est effectuée (tableau 3) en utilisant les potentielles variables indépendantes suivantes:

- **Al ing** (en kg, consommé à partir du début de l'expérience)
- **C18:2 ing** (en kg, consommé à partir du début de l'expérience)
- **% Lip int** ou **% Lip ext**
- **EJ** (mm)
- **E9C** (mm)
- **% VM**
- **PF** (en kg)
- **ÂGE** (en jours)
- **C18:2 T** (en semaines, à partir du changement de régime).

L'effet de la séparation des deux sexes, vis à vis des deux sexes ensemble, sur les  $R^2$  est variable et de toute façon mineur. Les facteurs différenciant les deux sexes sont vraisemblablement déjà inclus dans l'équation pour males castrés et femelles ensemble. De différentes variables sont incluses dans les équations de respectivement males castrés et femelles; ce qui est un reflet de la capacité de synthèse lipidique, de la composition de la carcasse et de la graisse.

La variable **C18:2 T** se manifeste dans toutes les équations et se voit munie d'un coefficient de régression important.

**Tableau 3** - Estimation du % **C18:2 int** et **ext** à l'aide de **Al ing**, **C18:2 ing**, % **Lip int**, % **Lip ext**, **EJ**, **E9C**, % **VM**, **PF** et **C18:2 T**

Équation (1)	R <sup>2</sup> (1)
<b>Mâles castrés et femelles</b> % <b>C18:2 int</b> = 0,65. <b>C18:2 T</b> - 0,09. <b>PF</b> - 0,007. <b>Al ing</b> + 23,37 % <b>C18:2 ext</b> = 0,83. <b>C18:2 T</b> - 0,09. <b>PF</b> - 0,15.% <b>Lip ext</b> + 34,64	0,65 0,66
<b>Mâles castrés</b> % <b>C18:2 int</b> = 0,71. <b>C18:2 T</b> - 0,25. <b>EJ</b> + 14,52 % <b>C18:2 ext</b> = 0,66. <b>C18:2 T</b> - 0,16. <b>EJ</b> - 0,16. <b>E9C</b> + 17,71	0,64 0,73
<b>Femelles</b> % <b>C18:2 int</b> = 0,80. <b>C18:2 T</b> - 0,11. <b>PF</b> - 0,36. <b>C18:2 ing</b> + 23,77 % <b>C18:2 ext</b> = 0,91. <b>C18:2 T</b> - 0,10. <b>PF</b> + 22,54	0,68 0,64

**Tableau 4** - Estimation du % **C18:2** dans les biopsies à l'aide de **Al ing**, **C18:2 ing**, **ÂGE**, **PV** et **C18:2 T**

Équation (1)	R <sup>2</sup> (1)
<b>Mâles castrés et femelles</b> % <b>C18:2</b> = 2,39. <b>C18:2 T</b> - 2,28. <b>C18:2 ing</b> - 0,12. <b>PV</b> + 20,82	0,86
<b>Mâles castrés</b> % <b>C18:2</b> = 0,29. <b>AGE</b> - 2,89. <b>C18:2 ing</b> - 25,88	0,85
<b>Femelles</b> % <b>C18:2</b> = 2,42. <b>C18:2 T</b> - 0,088. <b>Al ing</b> + 19,41	0,88

(1) Tous les modèles et les coefficients de régression sont significatifs au seuil de  $P < 0,05$ .

Apparemment ce facteur, impliquant aussi le moment d'introduction du traitement, joue un rôle plus déterminant que **C18:2 ing**. D'ailleurs le moment d'introduction de **C18:2** dans le régime semble être d'importance pour l'efficacité d'incorporation (WARNANTS et al., 1998). Les équations des couches intérieure et extérieure ne montrent pas toujours les mêmes variables, bien que leurs taux de **C18:2** soient hautement corrélés.

### 2.3. Régressions multiples sur les biopsies

En ce qui concerne les deux sexes, le même approche est utilisé que pour les échantillons de carcasse. Par contre une division en couches dans la bardière est impossible, vu la quantité de biopsie et l'état sous-développé de la bardière, surtout au début des prélèvements. Le % **C18:2** dans les biopsies est estimé à l'aide des variables:

- **Al ing** (en kg, consommé à partir du début de l'expérience jusqu'au moment du prélèvement de la biopsie)
- **C18:2 ing** (en kg, consommé à partir du début de l'expérience jusqu'au moment du prélèvement de la biopsie)
- **ÂGE** (en jours, au moment du prélèvement)
- **PV** (en kg, au moment du prélèvement)
- **C18:2 T** (en semaines, depuis le début du traitement riche en **C18:2** jusqu'au moment du prélèvement).

Des mesures de carcasse ou de l'état d'adiposité ne sont pas disponibles.

Le tableau 4 nous montre qu'une division selon sexe améliore à peine la R<sup>2</sup> de la régression et en plus seulement pour les femelles. Comme pour les échantillons de carcasse, **C18:2 ing** est en relation négative avec le % **C18:2** dans la bardière. Il est remarquable que les régressions obtenues pour les biopsies aient des R<sup>2</sup> nettement plus élevées que ceux des échantillons de carcasse. En fait par moyen des biopsies le processus de l'incorporation de **C18:2** est suivi de plus près qu'avec les échantillons de carcasse qui ne représentent que la dernière phase; la technique des prélèvements des biopsies, par contre, est trop encombrante pour l'utilisation en routine dans la pratique.

### CONCLUSION

Les régressions calculées pour les échantillons de carcasse estiment le % **C18:2 int** ou **ext** dans la bardière, suite à l'incorporation de **C18:2** diététique, à base des variables suivantes: **C18:2 T**, **PF**, **Al ing** et % **Lip ext**. À part % **Lip ext**, ces variables peuvent être facilement mesurées. Les caractéristiques de la carcasse et l'âge semblent jouer un rôle secondaire dans le processus de l'incorporation de **C18:2**.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ELLIS N.R., ISBELL H.S., 1926. J. Biol. Chem., 69, 219-238.
- SUKHIJA P., PALMQUIST D., 1988. J. Agric. Food Chem., 36, 1202-1206.
- WARNANTS N., VAN OECKEL M. J., BOUCQUÉ, CH. V., 1998. Troisième Carrefour des Productions Animales, 28 janvier, Gembloux, Belgique.