

Caractérisation de la composition des laits selon les pratiques d'alimentation dans les principales régions laitières françaises

HURTAUD C. (1,2,3), AGABRIEL C.(4,5), DUTREUIL M. (1,2,3), ROUILLE B. (3,6)

(1) INRA-AGROCAMPUS OUEST UMR1080 Production du Lait, F-35590 SAINT-GILLES

(2) AGROCAMPUS OUEST-INRA UMR1080 Production du Lait, F-35000 RENNES

(3) UMT RIEL, 35590 SAINT-GILLES

(4) Clermont Université, VetAgro Sup, UR EPR 2008.03.102, F-63012 Clermont-Ferrand Cedex 1

(5) INRA, USC 2005, F-63370 Lempdes

(6) Institut de l'Élevage, Monvoisin, BP 85225, 35652 LE RHEU Cedex

RESUME

La filière laitière est interpellée sur la composition du lait et notamment sur son profil en acides gras. En effet, le lait est souvent critiqué à cause de sa richesse relative en acides gras saturés. Cependant, les produits laitiers demeurent une source importante d'acides gras d'intérêt nutritionnel en alimentation humaine. L'objectif global de cette étude était de décrire la variabilité de la composition des laits d'exploitations laitières ayant des systèmes d'alimentation variés et ce dans les principales régions laitières françaises et de mettre en relation la composition de ces laits avec la diversité des rations observées. Des échantillons de lait ont été prélevés dans 38 élevages répartis dans les principaux bassins laitiers français : Ille-et-Vilaine, Somme, Moselle, Doubs, Puy-de-Dôme et Landes. Les exploitations sélectionnées avaient en moyenne des productions laitières et des taux comparables à la moyenne française (hormis le quota laitier un peu plus élevé) avec une forte variabilité sur la production laitière. La composition du lait a évolué durant l'année et ce en relation avec les changements d'alimentation et en particulier l'augmentation de la part de pâturage pendant le printemps. Une relation positive a été mise en évidence entre la part d'herbe totale dans la ration (herbe conservée et herbe pâturée) et le pourcentage en C18:3. Il faut néanmoins souligner l'effet positif des suppléments à base de lin extrudé sur cet acide gras : à même teneur en herbe dans la ration, l'apport de lin permet une augmentation de la teneur en C18:3 du lait. Le rapport C18:2 / C18:3 diminue avec l'augmentation de la part d'herbe totale dans la ration et atteint des valeurs inférieures à 5 (limite Afssa) dès 20 % d'herbe conservée dans la ration. Au-delà de 60 % d'herbe totale dans la ration et surtout lors de consommation d'herbe pâturée, la teneur en CLA c9t11 augmente fortement dans le lait. Enfin, la teneur en acides gras ramifiés qui auraient un effet anti-cancérogène, augmente avec la part d'herbe dans la ration. Cette étude a permis de préciser le lien entre les rations actuellement utilisées dans les exploitations laitières françaises et le profil en acides gras des laits. Elle confirme que l'alimentation des vaches laitières est un levier primordial pour modifier la composition en acides gras du lait.

Characterization of milk composition regarding feeding systems in various dairy areas in France

HURTAUD C. (1, 2, 3), AGABRIEL C.(4,5), DUTREUIL M. (1,2,3), ROUILLE B. (3,6)

(1) INRA-AGROCAMPUS OUEST UMR1080 Production du Lait, F-35000 RENNES

(2) AGROCAMPUS OUEST-INRA UMR1080 Production du Lait, F-35000 RENNES

(3) UMT RIEL, 35590 SAINT-GILLES

SUMMARY

The dairy industry (from the farm to the product) is challenged by milk composition and particularly by its fatty acid profile. Indeed, milk is criticized because of its relative richness in saturated fatty acids. However, dairy products remain an important source of fatty acids of nutritional interest in human nutrition. The aim of this study was 1) to describe the variability of milk composition of dairy farms in the main French dairy feeding systems and 2) to establish the relationship between milk composition and the diversity of dairy cow diets. Milks from 38 dairy farms were sampled five times during a whole year. Selected farms were comparable with the French average (except for the dairy quota that was higher) with a large variability in total dairy production. The composition of milk changed during the year in relation to the succession of diets and in particular to the increase of grazing during the spring. A positive relationship was highlighted between total grass in the diet (preserved grass and pasture) and the percentage of C18:3. The results also underline the positive effect of the supplement containing extruded flaxseed on this fatty acid: with the same percentage of grass in the diet, the contribution of flaxseed allowed an increase of C18:3 of milk. The C18:2/C18:3 ratio decreased with the increase of total grass in the feed and reached values lower than 5 (AFSSA limit) with 20% of preserved grass. Beyond 60% of total grass in the ration and especially during grazing, the content of c9t11 CLA strongly increased in milk. Lastly, the content of branched fatty acids that have anti-cancer activity, increased with grass. This study clearly established strong relationships between dairy cow diet and milk fatty acid profile. The dairy cow diet is a fast, efficient and reversible way to modify milk fatty acid composition.

INTRODUCTION

La filière laitière est interpellée sur la composition du lait et notamment sur son profil en acides gras. En effet, le lait est critiqué à cause de sa richesse relative en acides gras saturés. Mais les produits laitiers demeurent une source importante d'acides gras d'intérêt nutritionnel en alimentation humaine (acides gras mono- et poly-insaturés, acides linoléiques conjugués ou CLA, et les oméga3). Les recommandations de consommation sur ce point ont d'ailleurs été revues récemment (Afssa, 2010). Le lait contient d'autres acides gras (acides gras saturés, certains acides gras trans), qui, lorsqu'ils sont consommés en excès, pourraient avoir des effets néfastes sur la santé humaine.

Il est possible de moduler cette composition en acides gras en élevage. L'alimentation des vaches laitières est un moyen rapide, efficace et réversible d'y parvenir. Les effets de certains régimes alimentaires ont déjà été montrés dans des zones herbagères de semi-montagne à l'échelle de bassins de collecte (Agabriel *et al.*, 2004 ; Ferlay *et al.*, 2008). Des grands types de régimes ont aussi été identifiés en distinguant les régimes hivernaux et estivaux en plaine (Chenais *et al.*, 2004)

L'objectif de cette étude était 1/ de décrire la variabilité de la composition des laits d'exploitations laitières ayant des systèmes d'alimentation variés et ce dans les principales régions laitières françaises et 2/ de mettre en relation la composition de ces laits avec la diversité des rations observées. Ces relations sont d'autant plus précises que nous avons la composition des rations ingérées pour chaque élevage et à chaque prélèvement.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. SUIVI DES EXPLOITATIONS

Cette étude a permis de suivre individuellement 38 élevages répartis dans différents bassins laitiers en 2008/2009 (départements d'Ille-et-Vilaine, de la Somme, de la Moselle, du Doubs, du Puy-de-Dôme et des Landes). Les élevages ont été choisis à dire d'experts car leurs pratiques d'alimentation étaient représentatives de leurs régions respectives. En Ille-et-Vilaine, trois types de système d'alimentation étaient présents : 1) utilisation de l'ensilage de maïs pendant la période hivernale et du pâturage au printemps/été, 2) utilisation d'herbe sous différentes formes tout au long de l'année, et 3) utilisation d'ensilage de maïs associé à des graines de lin extrudées. Dans la Somme, le fourrage dominant était l'ensilage de maïs, associé à des coproduits de betterave et de pomme de terre avec une période réduite de pâturage. En Moselle, l'ensilage de maïs était utilisé en hiver en association avec de l'herbe conservée, avec une période de pâturage relativement courte. Dans le Doubs et le Puy-de-Dôme, les systèmes étaient basés sur l'utilisation de l'herbe : pâturage au printemps/été et foin en hiver. Dans les Landes, les élevages utilisaient presque exclusivement l'ensilage de maïs. Une enquête préliminaire a été conduite afin de connaître les caractéristiques globales des exploitations de l'étude : système d'alimentation, races, quota laitier, surface...

Cinq prélèvements de lait ont été réalisés à différentes périodes alimentaires dans chaque élevage afin d'obtenir une diversité des régimes étudiés : mai, juillet et septembre 2008 ainsi que janvier et février 2009, soit 190 échantillons. Les échantillons de lait ont été systématiquement congelés avant analyse. Chaque prélèvement de lait a également été accompagné d'une enquête sur l'alimentation permettant de décrire précisément la ration distribuée aux animaux le jour du prélèvement, les éventuels changements alimentaires survenus les jours précédents, sur le niveau de production laitière et sur le stade de lactation des vaches.

Les variables d'alimentation obtenues ont été exprimées en pourcentage de l'ingestion moyenne du troupeau et

distinguées selon la nature des fourrages (herbe totale comprenant l'herbe fraîche distribuée à l'auge, l'herbe pâturée, l'ensilage d'herbe, l'enrubannage d'herbe et le foin vs ensilage de maïs) et des concentrés (y compris coproduits et luzerne déshydratée). La quantité d'herbe pâturée étant imprécise dans les enquêtes, les quantités ingérées ont été calculées à partir des équations INRA relatives à la capacité d'ingestion des animaux (Faverdin *et al.*, 2007).

1.2. MESURES DU PROFIL EN ACIDES GRAS

Les échantillons de lait prélevés dans les différents élevages ont été congelés et analysés en chromatographie en phase gazeuse afin de déterminer le profil en acides gras. Les profils issus de ces analyses ont permis d'exprimer les acides gras identifiés en pourcentage des acides gras totaux. Le pourcentage total en acides gras ramifiés a été calculé en sommant les acides gras iC15:0, aiC15:0, iC16:0 et iC17:0. Le rapport C18:2/C18:3 a été calculé.

1.3 ANALYSES STATISTIQUES

Pour étudier la variation de la composition du lait au cours de l'année pour un même troupeau, les données ont été traitées par une analyse de variance en utilisant la procédure GLM du logiciel SAS en introduisant dans le modèle l'effet « mois de prélèvement ».

Afin d'étudier plus précisément, les effets de l'alimentation des corrélations entre le pourcentage d'herbe totale de la ration (herbe fraîche, herbe pâturée, ensilage, enrubannage et foin) et les profils en AG des laits ont été calculées. Les acides gras ont été choisis soit pour leur intérêt nutritionnel (C18:3, CLA c9 t11, rapport C18:2/C18:3), soit pour leur intérêt en terme de traçabilité de l'alimentation et également nutritionnel (acides gras ramifiés).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. CARACTERISTIQUES DES EXPLOITATIONS

Les exploitations enquêtées sont de taille moyenne et ont des niveaux de production très proches des résultats des contrôles de performance de 2009 (Douguet et Piacère, 2009). Les races de vaches laitières présentes dans ces élevages étaient principalement la Prim'Holstein (76 %), la Montbéliarde (16 %) et la Normande (8 %). Le lait brut par vache est de 23,1 kg/j dans l'échantillon contre 23,9 kg/j pour la moyenne nationale. Le quota laitier est un peu plus élevé dans cette étude (374 300 litres vs 241 750 litres). La variabilité de l'échantillon est toutefois assez forte sur le lait produit par vache en moyenne et le quota avec des écart-types respectifs de 5,8 litres et 166 600 litres. Les taux butyreux et protéique sont respectivement de 39,6 g/kg et de 32,3 g/kg et présentent une variabilité plus faible que la moyenne nationale, surtout pour le taux protéique.

Tableau 1 : Caractéristiques moyennes des 38 élevages enquêtés

	Elevages enquêtés				CL 2009
	Moyenne	Ecart-type	Min	Max	
Quota, L	374 300	166 600	127 000	960 640	241 750*
Lait brut, kg/VL/j	23,1	5,8	8,5	34,7	23,9
TB, g/kg	39,6	3,0	31,6	57,8	39,9
TP, g/kg	32,3	1,2	29,5	35,0	32,2

* : quota moyen 2007

2.2. EVOLUTION DE LA RATION, DE LA PRODUCTION ET DE LA COMPOSITION DU LAIT AU COURS DE L'ANNEE

La composition de la ration a changé au cours de l'année. Les rations de janvier et février ont été similaires et étaient

composées de 36 % d'ensilage de maïs, de 38 % d'herbe conservée (foin, ensilage d'herbe et balles rondes enrubbannées), de 2 % de pâturage et de 23,5 % de concentrés. Les rations de juillet et septembre ont également été peu différentes et étaient composées de 24 % d'ensilage de maïs, de 11 et 23 % respectivement d'herbe conservée, de 50 et 32 % respectivement de pâturage et de 17 % de concentrés. Enfin, la ration du mois de mai était composée d'une forte part de pâturage (60 %), d'une faible part d'herbe conservée (6 %), de 19 % d'ensilage de maïs et de 15 % de concentré (tableau 2).

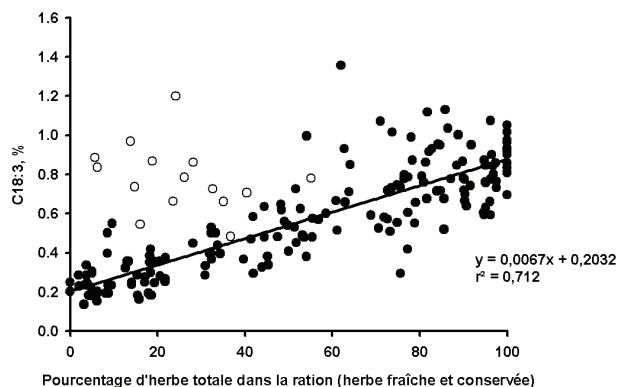
La quantité de lait produite et le taux protéique n'ont pas évolué au cours de l'année, probablement grâce à l'étalement des vêlages comme l'indique le stade moyen de lactation qui a peu varié au cours de l'année. Les taux butyreux n'ont pas été significativement différents entre les mois de janvier, février et septembre, mais par contre ils ont été plus bas en mai et en juillet (38,2 vs 40,8 g/kg) probablement en liaison avec la part importante de pâturage dans la ration.

Les laits de mai et juillet ont eu le profil nutritionnel en acides gras le plus intéressant : moins d'acides gras saturés, plus d'acides gras ramifiés qui auraient un effet anti-cancérigène, de C18:3, et un rapport C18:2/C18:3 de l'ordre de 2,5. Les laits de janvier et février ont eu un profil en acides gras moins intéressant nutritionnellement, même si le rapport C18:2/C18:3 est resté inférieur à 5 qui est le seuil que l'Afssa recommande de ne pas dépasser, le lait de septembre étant intermédiaire. Cette composition en acides gras du lait a été le reflet de l'alimentation des vaches.

2.3. RELATION ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES ET PROFIL EN ACIDES GRAS DES LAITS

Dans cette étude, la teneur en C18:3 des laits est corrélée positivement au pourcentage d'herbe totale (herbe conservée et herbe pâturée) dans la ration ($R^2 = 0,71$). Ce résultat est très cohérent avec Couvreur *et al.* (2006) qui avait mis en évidence par expérimentation en station une relation étroite entre la part d'herbe fraîche dans la ration et la teneur en C18:3 du lait. Avec 30 % d'herbe fraîche dans la ration, le pourcentage en C18:3 était de 0,4 % ce qui correspond à nos données (Figure 1). Il est important d'isoler les rations à base d'ensilage de maïs complétées avec des graines de lin extrudé. A même pourcentage d'herbe totale, ces rations ont généré des teneurs en C18:3 plus élevées liées à l'apport de cet acide gras par le lin (Hurtaud *et al.*, 2010).

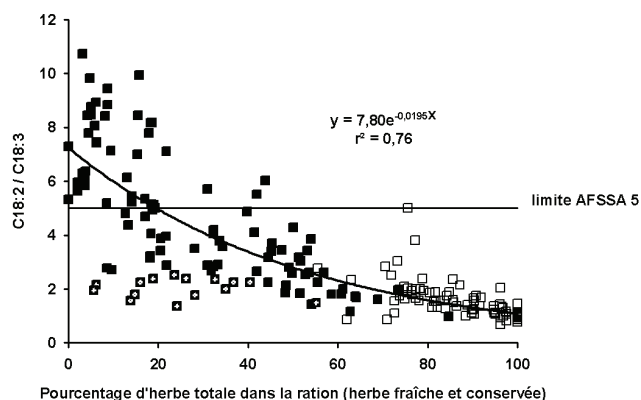
Figure 1 Relation entre le pourcentage d'herbe totale dans la ration et la teneur en C18:3 dans le lait (○ : rations avec du lin extrudé)



Le rapport C18:2/C18:3 a diminué avec le pourcentage d'herbe totale dans la ration. Il a été très élevé (jusqu'à 12) avec des rations comportant peu d'herbe et est demeuré toujours très faible pour des rations sans ensilage de maïs (maximum 2) (Figure 2). Il a atteint des valeurs inférieures à 5 (limite Afssa, 2010) dès que la ration contenait au moins 20 % d'herbe totale. Le rapport C18:2/C18:3 a été en relation

directe avec l'alimentation : l'ensilage de maïs est un fourrage riche en C18:2 alors que l'herbe, quelle que soit sa forme d'apport, contient beaucoup de C18:3. Ce rapport est resté cependant très variable : pour un pourcentage d'herbe totale dans la ration de 20 %, donc assez faible, il pouvait varier de 2,9 à 8,2. Cette variabilité pourrait s'expliquer par l'apport de graines de lin extrudées ou de luzerne déshydratée dans la ration des vaches, entraînant une augmentation de la teneur en C18:3 du lait.

Figure 2 Relation entre le pourcentage d'herbe totale dans la ration et le rapport C18:2/C18:3 dans le lait (□ : rations sans ensilage de maïs, ■ : rations avec ensilage de maïs, ◼ : rations avec ensilage de maïs et lin extrudé)



Au-delà de 60 % d'herbe totale dans la ration et surtout lors du pâturage, la teneur en CLA c9 t11 a augmenté fortement (Figure 3). Compte tenu que cette teneur est très fortement corrélée au C18:1 t11 (Ferlay *et al.*, 2008) et dans notre étude à la somme C18:1 t11 et t10 ($R^2 = 0,87$), il est fort probable que le C18:1 t11 ait également augmenté puisque le CLA c9 t11 en est issu par désaturation. Cet effet spécifique de l'herbe verte a déjà été mis en évidence par Hurtaud et Delaby (2009) avec de l'herbe d'automne (plus de 6 % de C18:1 t11).

La teneur en acides gras ramifiés a augmenté avec le pourcentage d'herbe totale dans la ration (Figure 4). D'après Vlaeminck *et al.* (2006), les acides gras iCsoC14:0 et isoC15:0 augmentent quand l'ensilage d'herbe remplace l'ensilage de maïs. Ces acides gras pourraient à terme, en association avec par exemple le C18:3, être un marqueur dans le lait intéressant pour s'assurer de la présence d'herbe dans une ration de vache laitière (Engel *et al.*, 2007).

Figure 3 Relation entre le pourcentage d'herbe totale dans la ration et la teneur en CLA c9t11 dans le lait (△ : rations avec pâturage, ▲ : rations sans pâturage)

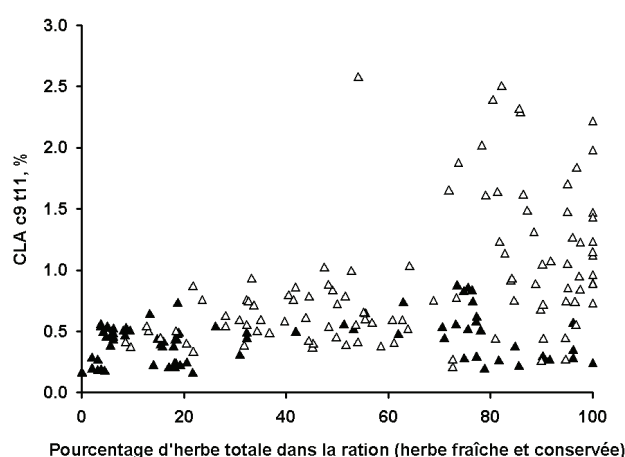
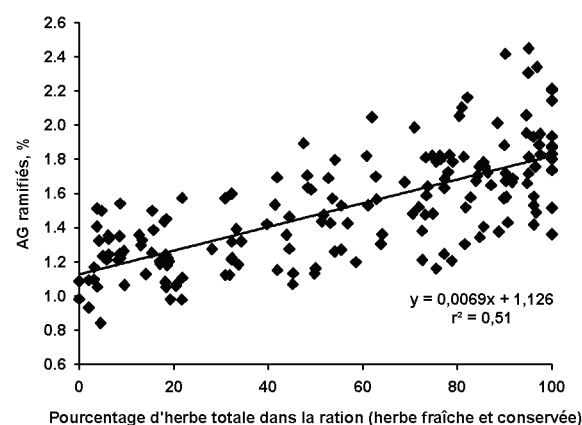


Figure 4 Relation entre le pourcentage d'herbe totale dans la ration et la teneur en AG ramifiés dans le lait



CONCLUSION

Cette étude a permis de préciser le lien entre les rations actuellement utilisées dans les exploitations laitières françaises et le profil en acides gras des laits. Il s'agit de la première grande enquête réalisée directement dans les exploitations et ce simultanément dans les principaux bassins laitiers français. Cela confirme que l'alimentation des vaches laitières est un levier primordial pour modifier la composition en acides gras du lait. Il est donc possible de produire des laits intéressants au niveau nutritionnel et ayant une certaine traçabilité. Deux grands types de régimes alimentaires se distinguent : l'alimentation à base d'herbe fraîche, pâturée ou conservée et à base d'ensilage de maïs complétement avec des graines de lin extrudé.

Les corrélations issues de ce suivi apportent des références pratiques aux producteurs comme aux professionnels de la filière laitière.

Cette étude a été financée par le CNIEL et le programme européen Truefood. Les auteurs remercient les différentes personnes qui ont contribué à cette étude, en particulier Marjorie Montourcy et Bruno Martin, ainsi que les éleveurs qui y ont participé.

- Afssa, 2010.** Saisine n°2006-SA-0359.
Agabriel, C., Ferlay, A., Journal, C., Sibra, C., Teissier, D., Grolier, P., Bonnefoy, J.C., Rock, E., Chilliard, Y., Martin, B., 2004. Renc. Rech. Rumin., 11, 51-54.
Chenais, F., Richoux, R., Houssin, B., 2004. Renc. Rech. Rumin., 11, 71-74.
Couvreur, S., Hurtaud, C., Lopez, C., Delaby, L., Peyraud, J.L., 2006. J. Dairy Sci. 89, 1956-1969.
Douquet, M., Piacère, A., 2009. CR n°0010 72 031, Institut de l'Élevage.
Engel, E., Ferlay, A., Cornu, A., Chilliard, Y., Agabriel, C., Bielicki, G., Martin, B., 2007. J. Agric. Food Chem. 55, 9099-9108.
Ferlay, A., Agabriel, C., Sibra, C., Journal, C., Martin, B., Chilliard, Y., 2008. J. Dairy Sci., 88, 193-215.
Hurtaud, C., Delaby, L., 2009. Conférence AGRIDEA, Posieux
Hurtaud, C., Faucon, F., Couvreur, S., Peyraud, J.L., 2010. J. Dairy Sci., 93, 1429-1443
Faverdin, P., Delagarde, R., Delaby, L., Meschy, F., 2007. In Alimentation des bovins, ovins et caprins. Quae éditions, 23-55
SAS, 1990. SAS Version 6, SAS Institute Inc., Cary, USA
Vlaeminck, B., Fievez, V., Cabrita, A.R.J., Fonseca, A.J.M., Dewhurst, R.J., 2006. Anim. Feed Sci. Technol., 131, 389-417

Tableau 2 Evolution des rations des vaches laitières, de la production et de la composition du lait au cours de l'année

Rations, production et composition du lait	Mois						
	Janvier	Février	Mai	Juillet	Septembre	ETR	Effet mois
Ensilage de maïs	36,9 ^a	36,2 ^a	18,7 ^d	22,3 ^d	25,8 ^d	26,2	0,006
Herbe							
Foin	25,8 ^a	25,8 ^a	5,0 ^b	6,8 ^b	11,4 ^b	22,7	P < 0,001
Ensilage d'herbe ou balles rondes enrubannées	12,3 ^a	12,2 ^a	1,3 ^b	4,7 ^b	11,9 ^a	15,8	0,004
Pâturage	1,9 ^c	2,1 ^c	60,1 ^a	49,9 ^a	32,4 ^b	24,0	P < 0,001
Concentrés	23,1 ^a	23,7 ^a	15,0 ^b	16,2 ^b	18,5 ^b	10,7	P < 0,001
Stade de lactation, mois	5,5 ^c	5,7 ^{bc}	6,8 ^a	6,7 ^a	6,1 ^b	1,28	P < 0,001
Lait, kg/j	23,1	23,6	23,8	22,5	22,4	5,73	0,736
Taux butyreux, g/kg	41,4 ^a	40,4 ^a	38,3 ^b	38,2 ^b	40,7 ^a	3,70	P < 0,001
Taux protéique, g/kg	32,6	32,2	32,2	31,9	32,6	1,31	0,107
Acides gras saturés, %	73,3 ^a	73,2 ^a	68,0 ^c	68,8 ^c	69,9 ^b	2,89	P < 0,001
Acides gras mono-insaturés, %	23,7 ^c	23,7 ^c	27,9 ^a	27,5 ^{ab}	26,6 ^b	2,40	P < 0,001
Acides gras poly-insaturés, %	2,32 ^c	2,33 ^c	3,08 ^a	2,83 ^{ab}	2,73 ^b	0,644	P < 0,001
Acides gras ramifiés, %	1,35 ^c	1,36 ^c	1,74 ^a	1,55 ^b	1,42 ^c	0,295	P < 0,001
CLA c9 t11, %	0,39 ^c	0,41 ^c	1,08 ^a	0,84 ^b	0,77 ^b	0,413	P < 0,001
C18:3, %	0,49 ^c	0,50 ^c	0,71 ^a	0,64 ^a	0,61 ^a	0,256	P < 0,001
C18:2 / C18:3	4,19 ^a	3,94 ^a	2,27 ^b	2,66 ^b	2,93 ^b	2,26	P < 0,001