

Relation entre la composition corporelle de la carcasse de porc déterminée par imagerie par rayons X et analyse chimique

Maria FONT-I-FURNOLS (1), Patrick SCHLEGEL (2), Cécile BONNEFONT (3), Tamas DONKO (4), Albert BRUN (1), Ludovic BROSSARD (5), Michael OSTER (6), Claudia KASPER (2)

(1) IRTA-Qualité et Technologie des Aliments, Finca Camps i Armet, 17121 Monells, Catalogne, Espagne

(2) Agroscope, Tioleyre, 1725 Posieux, Suisse

(3) GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, 31326, Castanet Tolosan, France

(4) Medicopus, Guba S.40., 7400 Kaposvar, Hongrie

(5) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590 Saint Gilles, France

(6) Research Institute for Farm Animal Biology (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, Allemagne

maria.font@irta.cat

Le projet PIGWEB a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne dans le cadre de la convention de subvention n° 101004770. Cette publication reflète uniquement les opinions de l'auteur. La Commission Européenne n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qu'elle contient. Nous remercions vivement Agustí QUINTANA, Adrià PACREU et Jérôme LIGER pour leur collaboration technique.

Relation between the body composition of pig carcasses determined by X-ray imaging and chemical analysis

Non-destructive methods to measure carcass composition avoid destroying the carcass and reduce waste. These methods include dual X-ray absorptiometry (DXA), computed tomography (CT) and nuclear magnetic resonance imaging (MRI). The aim of this study was to assess pig carcass composition using DXA, CT and MRI data and establish relations between them and chemical analysis of the minced carcass. To this end, 48 pigs (barrows and gilts) were fed diets with different concentrations of nitrogen and phosphorus to obtain a wide range of body composition and bone mineralization. Pigs were slaughtered, and both half carcasses of each were scanned with DXA and CT. Right half-carcasses were frozen and scanned with MRI after thawing. Contents of LEAN, FAT and mineralized BONE (except MRI) were obtained from these devices. Left half-carcasses were minced and chemically analyzed to assess their crude protein (PROT), water (WAT), lipid (LIP) and ASH contents. Relations between DXA, CT and MRI and chemical data were determined using Pearson correlations using XLStat software. Correlations between LEAN and PROT or WAT, as well as between FAT and LIP, were extremely strong (0.94-0.99 for DXA, CT and MRI), while those between BONE and ASH were weaker (0.80 for DXA BONE mineral content and 0.45 for CT BONE volume). Although absolute values of the variables differed among the devices, the relations were strong; thus, establishing accurate equivalency equations seems feasible.

INTRODUCTION

L'utilisation de méthodes non destructives pour mesurer la composition des carcasses permet d'éviter la destruction des carcasses et de réduire les déchets. Parmi ces méthodes figurent l'absorptiométrie biphotonique à rayons X (DXA), la tomographie aux rayons X (CT) et l'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM) (Monziols *et al.*, 2006; Font i Furnols *et al.*, 2009; Kasper *et al.*, 2021).

L'objectif de cette étude consistait à réaliser une évaluation conjointe de la composition de carcasses de porc sur la base des données acquises par DXA, CT et IRM et par analyse chimique.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Animaux et évaluation non destructive des carcasses

L'élevage et l'abattage des porcs a eu lieu à l'Agroscope de Posieux (Suisse). Un total de 48 porcs de race Large White Suisse (mâles castrés et femelles) a été nourri avec des régimes contenant différents niveaux d'azote, d'acides aminés et de phosphore afin d'obtenir une gamme de compositions corporelles diversifiée en termes de rapport de tissus gras / tissus maigres et de tissus minéralisés.

À l'âge de $159,5 \pm 3,2$ jours ($103,4 \pm 11.9$ kg vif), les porcs ont été abattus après étourdissement. Les deux demi-carcasses gauches et droites de chaque animal, ont été scannées 24 h *post-mortem* par DXA (i-DXA, GE Medical Systems, Glattbrugg, Suisse) avec le mode « Total body-thick » et par CT (Philips

Brilliance 16, Philips Iberica SAU, Madrid, Espagne) avec 120 kV, 200 mA, épaisseur de 3 mm et champ de vision (FOV) adapté à la taille du corps scanné. Ensuite, les deux demi-carcasses ont été congelées. Les demi-carcasses droites ont été décongelées après 2 à 4 semaines et scannées par IRM (Siemens Biograph mMR 3T, Siemens Health-care GmbH, Erlangen, Allemagne), avec 8 FOV consécutifs. Pour chaque FOV, la séquence IRM 'T1 VIBE Dixon' a été appliquée avec les paramètres suivants : temps d'écho de 1,29 ms et 2,52 ms, temps de répétition = 4 ms, angle de bascule = 9, épaisseur de coupe = 3 mm et résolution dans le plan = 1,18 x 1,18 mm². Les pertes dues à la décongelation ont été estimées à 1,3 % du poids carcasse.

1.2. Caractéristiques des carcasses

Le DXA estime les poids (kg) des carcasses (DXA_CW), des tissus maigres (DXA_L), des tissus gras (DXA_F) et des tissus minéraux osseux (DXA_BMC), ainsi que le pourcentage de tissus maigres (DXA_LP). Le CT calcule les volumes (dm³) des carcasses (CT_vCW), des tissus maigres (CT_vL), des tissus gras (CT_vF) et des tissus osseux minéralisés (CT_vB), ainsi que le pourcentage de tissus maigres (CT_LP). L'IRM calcule les volumes (dm³) de tissus maigres (IRM_vL) et gras (IRM_vF), ainsi que les proportions de tissus maigres (IRM_vLP) et gras (IRM_vFP). Les demi-carcasses gauches ont été décongelées, hachées, homogénéisées et lyophilisées. Leur teneur en matière azotée (PROT, N*6,25), en eau (WAT), en lipides totaux (LIP) et en cendres (ASH) ont été déterminées selon les méthodes officielles (AOAC, méthodes 986.06, 991.36 et 942.05).

1.3. Analyses statistiques

Le logiciel XLStat 2021.4.1. (Addinsoft, New York, USA) a été utilisé pour calculer les corrélations de Pearson entre les variables brutes, sans normalisation.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 présente les corrélations entre le poids et la composition des carcasses mesurée en laboratoire avec le poids, la teneur en muscle, en graisse et en os estimés par les technologies non destructives. Les corrélations entre poids sont extrêmement élevées ($r = 1,00$), de même que celles entre teneurs en protéines, eau et tissus maigres ($r = 0,74-0,95$), et entre teneurs en lipides et tissus gras ($r = 0,98-0,99$). La teneur en cendres est fortement corrélée avec la valeur estimée par DXA DXA_BMC ($r = 0,80$), mais plus faiblement avec celle estimée par CT ($r = 0,45$), probablement car le DXA estime le contenu minéral des os, alors que le CT estime volume d'os. Du fait de la grande variabilité de la densité osseuse, le volume osseux n'est pas relié fortement à la teneur en cendres. Le tableau 2 montre que, de manière similaire, les corrélations entre les différents équipements (DXA, CT et IRM) sont élevées pour les variables liées aux tissus maigres et gras (entre 0,97 et 0,99), et moins élevées pour celles liées à l'os (CT et DXA) (corrélation = 0,60). La plus grande variabilité de la densité des tissus osseux, par rapport aux tissus musculaires et adipeux,

peut expliquer cette corrélation plus faible entre les différentes variables mesurées.

Tableau 1 – Corrélations entre les compositions chimiques des carcasses de porc mesurées et estimées par DXA, CT et IRM ¹

	CW	Water	Prot	Lip	Ash	cWater	cProt	cLip	cAsh
<u>DXA_CW</u>	1,00	0,91	0,85	0,79	0,52	-0,40	-0,40	0,41	-0,50
<u>CT_vCW</u>	1,00	0,88	0,82	0,82	0,50	-0,40	-0,50	0,46	-0,50
<u>DXA_L</u>	0,94	0,99	0,95	0,54	0,49	-0,01	-0,20	0,09	-0,50
<u>CT_vL</u>	0,89	0,99	0,95	0,45	0,50	0,04	-0,10	-0,00	-0,40
<u>IRM_vL</u>	0,86	0,98	0,94	0,41	0,47	0,08	-0,10	-0,10	-0,40
<u>DXA_LP</u>	-0,30	0,10	0,16	-0,80	-0,20	0,96	0,83	-1,00	0,12
<u>CT_LP</u>	-0,20	0,20	0,26	-0,70	-0,10	0,94	0,81	-0,90	0,13
<u>IRM_vLP</u>	-0,50	-0,10	0,01	-0,90	-0,10	0,96	0,85	-1,00	0,35
<u>DXA_F</u>	0,80	0,48	0,40	0,99	0,34	-0,90	-0,80	0,87	-0,50
<u>CT_vF</u>	0,81	0,50	0,42	0,99	0,32	-0,80	-0,80	0,86	-0,50
<u>IRM_vF</u>	0,79	0,48	0,40	0,98	0,28	-0,80	-0,80	0,86	-0,50
<u>IRM_vFP</u>	0,46	0,06	-0,00	0,88	0,08	-1,00	-0,90	0,98	-0,40
<u>DXA_BMC</u>	0,38	0,40	0,44	0,17	0,80	-0,00	0,02	-0,00	0,42
<u>CT_vB</u>	0,38	0,34	0,33	0,30	0,45	-0,20	-0,10	0,14	0,06

Tableau 2 – Corrélations entre la composition des carcasses estimées par différents technologies¹

	CT_vCW	CT_vL	CT_LP	CT_vF	CT_vB	IRM_vL	IRM_vLP	IRM_vF	IRM_vFP
<u>DXA_CW</u>	1,00	0,90	-0,20	0,81	0,38	0,87	-0,45	0,79	0,45
<u>DXA_L</u>	0,92	0,99	0,13	0,57	0,34	0,97	-0,13	0,55	0,13
<u>DXA_LP</u>	-0,35	0,14	0,97	-0,77	-0,15	0,17	0,94	-0,77	-0,94
<u>DXA_F</u>	0,83	0,45	-0,73	0,99	0,30	0,41	-0,88	0,98	0,88
<u>DXA_BMC</u>	0,36	0,37	-0,02	0,18	0,60	0,36	0,01	0,15	-0,01
<u>IRM_vL</u>	0,84	0,98	0,27	0,43	0,32	-	-	-	-
<u>IRM_vLP</u>	-0,50	-0,02	0,94	-0,88	-0,16	-	-	-	-
<u>IRM_vF</u>	0,82	0,45	-0,73	0,99	0,29	-	-	-	-
<u>IRM_vFP</u>	0,50	0,02	-0,94	0,88	0,16	-	-	-	-

¹ Les attributs liés à PROT et tissu maigre (en gras), à FAT et tissus gras (en gras et en italique), au poids total (souligné) et aux os minéralisés. Les nombres en gras indiquent une corrélation significative ($P < 0,05$).

CONCLUSION

La relation entre la composition chimique et celle déterminée par les technologies non destructives est très forte, ce qui montre le potentiel de ces technologies. De plus, les relations entre les variables obtenues avec les différentes technologies sont très fortes, et une équation d'étalonnage permettrait d'établir des correspondances robustes entre elles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Font i Furnols M., Teran M.F., Gispert M., 2009. Estimation of lean meat content in pig carcasses using X-ray Computed Tomography and PLS regression. Chem. Intel. Lab. Sys., 98, 31-37.
- Kasper C., Schlegel P., Ruiz-Ascacibar I., Stoll P., Bee G., 2021. Accuracy of predicting chemical body composition of growing pigs using dual-energy X-ray absorptiometry. Animal, 15, 100307.
- Monziols M., Collewet G., Bonneau M., Mariette F., Davenel A., Kouba M., 2006. Quantification of muscle, subcutaneous fat and intermuscular fat in pig carcasses and cuts by magnetic resonance imaging. Meat Sci., 72, 146-154.