

La qualité sensorielle n'a pas de relation avec la classification des carcasses bovines

La classification des carcasses bovines ne permet pas de prédire la qualité sensorielle de la viande bovine consommée et appréciée par des consommateurs naïfs

Mots-clés : Classification des carcasses, Consommateurs, Qualité en bouche

Auteurs : Sarah Bonny^{1,7}, Isabelle Legrand², David Pethick¹, Jerzy Wierzbicki³, Paul Allen⁴, Linda Farmer⁵, Rod Polkinghorne⁶, Graham Gardner¹, Jean-François Hocquette^{7,8}

¹ School of Veterinary and Life Sciences, Murdoch University, Murdoch, WA 6150 ; ² Institut de l'Élevage, Service Qualité des Viandes, MRAL, 87060 Limoges Cedex 2, France ; ³ Polish Beef Association Ul. Kruczkowskiego 3, 00-380 Warszawa, Pologne ; ⁴ Teagasc Food Research Centre, Ashtown, Dublin 15, Irlande ; ⁵ Agri-Food and Biosciences Institute, Newforge Lane, Belfast BT9 5PX, UK ; ⁶ 431 Timor Road, Murrurundi, NSW 2338, Australie ; ⁷ INRA, UMRH 1213 Theix, 63122 Saint Genès Champanelle, France ; ⁸ Clermont Université, VetAgro Sup, UMRH 1213 Theix, 63122 Saint Genès Champanelle, France.

* E-mail de l'auteur correspondant : s.bonny@murdoch.edu.au

Cette étude démontre que la classification des carcasses bovines pratiquée en Europe a peu de relation avec la qualité sensorielle suggérant que la profession devrait envisager un système supplémentaire pour prédire la qualité en bouche de la viande.

Résumé :

La variabilité de la tendreté est considérée comme un facteur majeur expliquant la diminution de la consommation et de la part de marché de la viande bovine. La classification des carcasses par le système EUROP permet de déterminer la valeur économique des carcasses dans toute l'Europe. Cette étude publiée dans *Animal* (2016) 10:6, pp 996–1006 s'est intéressée aux relations entre les critères de classification des carcasses et la qualité sensorielle de la viande bovine. Un total de 3786 consommateurs naïfs français, polonais, irlandais et d'Irlande du nord a évalué des steaks grillés à point ou bien cuits et issus de 17 pièces de boucherie différentes prélevées sur 455 carcasses. Les consommateurs ont noté la tendreté, la saveur, la jutosité et l'appréciation globale sur une échelle de 0 à 100 selon les protocoles du système « Meat Standards Australia ». Une relation négative a été observée entre la jutosité et la conformation des carcasses. Pour les autres critères, une relation négative avec la conformation des carcasses a été observée au plus pour trois des pièces de boucherie sur les 17 étudiées. Une relation positive entre l'engraissement des carcasses et la note de tendreté a été observée pour seulement 3 des 17 pièces de boucherie analysées. Cependant, ces relations sont entièrement expliquées par la note de persillé. Ainsi, le système de classification européen des carcasses n'a pas de relation marquée avec les notes d'analyse sensorielle de la viande. Il ne peut donc être utilisé pour rémunérer les éleveurs sur la qualité perçue par le consommateur.

Abstract: European carcass grade does not relate to eating quality

European conformation and fat grades are a major factor determining carcass value throughout Europe. In this study published in *Animal* (2016) 10:6, pp 996–1006 the relationships between these scores and sensory scores were investigated. A total of 3786 French, Polish and Irish consumers evaluated steaks, grilled to a medium or a well-done doneness, according to protocols of the "Meat Standards Australia" system, from seventeen muscles representing 455 local, commercial cattle from commercial abattoirs. A mixed linear effects model was used for the analysis. There was a negative relationship between juiciness and European conformation score. For the other sensory scores, a maximum of three muscles out of a possible 17 demonstrated negative effects of conformation score on sensory scores. There was a positive effect of European fat score on three individual muscles. However, this was accounted for by marbling score. Thus, while the European carcass classification system may indicate yield, it has no consistent relationship with sensory scores at a carcass level. It is thus not suitable to pay livestock producers according to eating quality of beef as perceived by consumers.

INTRODUCTION

La variabilité de la qualité sensorielle de la viande bovine est considérée comme un facteur parmi d'autres dans la réduction de la consommation de cette viande (Polkinghorne *et al.*, 2008). En effet, la qualité est souvent perçue comme décevante et irrégulière notamment par les consommateurs français car il n'existe pas de relation nette entre le prix de la viande bovine et le niveau de qualité gustative de cette viande (Normand *et al.*, 2014). C'est pourquoi différentes approches ont été développées pour prédire la qualité sensorielle de la viande bovine, notamment à partir des caractéristiques biochimiques du muscle (Jurie *et al.*, 2007) ou d'autres paramètres (caractéristiques des carcasses, d'abattage, de maturation ou de cuisson) comme dans le système « Meat Standards Australia » (revue de Hocquette *et al.*, 2014). Dans l'Union européenne, les carcasses bovines sont évaluées sur la base de la catégorie d'animal (jeune bovin, taureau, bœuf, génisse, vache), de leur poids, de la classification EUROP (qui comprend deux critères : la conformation et l'engraissement). Ces critères, ainsi que le type racial (lait, viande, mixte) sont à la base de la rémunération des producteurs. De nombreux facteurs influencent la conformation et l'engraissement des carcasses comme par exemple la race, l'alimentation des animaux et le système de production (De Roest, 2015, Soji *et al.*, 2015) ; ces mêmes facteurs sont également susceptibles de modifier la qualité sensorielle de la viande bovine. Il est donc possible qu'une relation puisse exister entre le système européen de classification des carcasses et la qualité de la viande en bouche.

I. METHODOLOGIE

I.1. Protocole expérimental

Cette étude a porté sur 455 bovins qui étaient représentatifs des types de production dans quatre pays (France, Irlande, Irlande du Nord, Pologne). Les échantillons étaient issus d'animaux d'âges différents (de 0,6 à 16,8 années avec une moyenne de 2,56 ans) et ont été maturés selon différentes durées (7, 10, 14 ou 21 jours). Les animaux étaient des femelles d'origine française (45), des femelles et des bœufs d'origine irlandaise (47 et 32 respectivement), des taurillons, des femelles et des bœufs d'Irlande du Nord (96, 119 et 237 respectivement) et des taurillons et des femelles d'origine polonaise (44 et 10 respectivement), certaines carcasses ayant permis des prélèvements qui ont été maturés différemment.

Toutes les carcasses ont été classées selon le système EUROP pour la conformation et l'engraissement (Anonyme, 1982) comme cela est régulièrement pratiqué dans les abattoirs commerciaux (Tableau 1). Un total de dix-sept pièces de boucherie différentes a été prélevé sur les carcasses afin d'obtenir une grande variabilité dans la qualité de la viande : macreuse à bifteck (*triceps brachii caput laterale*), jumeau à bifteck (*supraspinatus*), noix d'entrecôte (*longissimus thoracis*), noix d'entrecôte (*spinalis dorsi*), rond de gîte (*semitendinosus*), rond de tranche (*rectus femoris*),

La qualité en bouche, en particulier la jutosité et la saveur, ont une relation positive avec la teneur en gras intramusculaire (Hocquette *et al.*, 2011 ; Thompson, 2001 et 2004). L'engraissement des carcasses selon la grille EUROP est également positivement corrélé avec la teneur en gras intramusculaire ($R^2 = 0,29$ à $0,49$) (Indurain *et al.*, 2009) estimée par le persillé. Compte tenu de l'association entre le persillé et la qualité sensorielle de la viande, il est donc possible qu'une augmentation de l'engraissement des carcasses soit associée à une meilleure qualité de la viande en bouche.

En revanche, il a été montré que la classe de conformation des carcasses était négativement corrélée avec la proportion de gras dans la carcasse (Conroy *et al.*, 2009 et 2010). En conséquence, la classe de conformation des carcasses pourrait avoir une relation négative avec la qualité sensorielle de la viande. Dans les faits, Guzek *et al.* (2013) n'ont observé aucune différence de tendreté de la viande (estimée par la force de cisaillement Warner-Bratzler) pour deux muscles issus de taureaux de race limousine dans une gamme limitée de conformation (U+, U= ou U-).

Ainsi, en raison des influences contradictoires supposées de la conformation et de l'engraissement des carcasses sur la qualité en bouche de la viande, nous avons étudié les relations entre les classements EUROP des carcasses (conformation et état d'engraissement) et la qualité sensorielle réelle de la viande bovine appréciée par des consommateurs naïfs.

plat de tranche (*vastus lateralis*), gîte noix (*biceps femoris*), paleron (*infraspinatus*), aiguillette de rumsteck (*biceps femoris*), aiguillette baronne (*tensor fasciae latae*), rumsteck (*gluteus medius*), pointe du filet de rumsteck (*gluteus medius*), faux-filet (*longissimus thoracis et lumborum*), filet (*psoas major*), rond de tendre de tranche (*adductor femoris*) et tendre de tranche (*semimembranosus*). Certains muscles ont été affranchis comme par exemple le rumsteck (le filet a été retiré pour ne garder que le cœur, dont on enlève le tendon) et le tendre de tranche (la partie la plus dure du côté du rond de gîte a été enlevée pour ne garder que la partie près de l'adducteur, ce dernier étant la partie la plus tendre).

Les échantillons ont été analysés par 960 consommateurs français, 469 consommateurs polonais, 469 consommateurs irlandais et 1552 consommateurs d'Irlande du nord. Chaque consommateur naïf a noté la tendreté, l'appréciation de la saveur, la jutosité et l'appréciation globale sur une échelle de 0 à 100 de sept échantillons, avec une cuisson au grill uniquement. Les deux tiers des consommateurs ont noté les steaks grillés à point (température à cœur de 60°C) et un tiers des consommateurs a testé les steaks bien cuits (température à cœur de 70°C).

Tableau 1 : Répartition des échantillons par muscle, note de gras et classe de conformation selon la grille EUROP

Muscle	Score de conformation					Score d'état d'engraissement					Total
	E	U	R	O	P	1	2	3	4	5	
Macreuse à bifteck (<i>triceps brachii caput laterale</i>)	0	0	0	14	0	0	2	9	3	0	14
Jumeau à bifteck (<i>supraspinatus</i>)	0	0	2	10	0	7	5	0	0	0	12
Noix d'entrecôte (<i>longissimus thoracis</i>)	0	0	2	10	0	7	5	0	0	0	12
Noix d'entrecôte (<i>spinalis dorsi</i>)	0	0	2	10	0	7	5	0	0	0	12
Rond de gîte (<i>semitendinosus</i>)	0	7	25	11	0	1	4	21	17	0	43
Rond de tranche (<i>rectus femoris</i>)	4	8	60	68	8	14	28	100	6	0	148
Plat de tranche (<i>vastus lateralis</i>)	2	2	3	5	0	3	8	1	0	0	12
Gîte noix (<i>biceps femoris</i>)	4	10	53	89	11	14	26	114	12	1	167
Paleron (<i>infraspinatus</i>)	0	1	10	11	3	0	0	22	2	1	25
Aiguillette de rumsteck (<i>biceps femoris</i>)	1	10	22	13	18	0	11	42	11	0	64
Aiguillette baronne (<i>tensor fasciae latae</i>)	0	0	2	10	0	7	5	0	0	0	12
Rumsteck (<i>gluteus medius</i>)	6	37	152	120	31	17	48	223	56	2	346
Pointe du filet de rumsteck (<i>gluteus medius</i>)	4	9	39	18	1	5	15	35	13	3	71
Faux-filet (<i>longissimus thoracis et lumborum</i>)	20	149	440	238	51	20	133	545	195	5	898
Filet (<i>psaos major</i>)	4	16	76	95	12	15	37	123	27	1	203
Rond de tendre de tranche (<i>adductor femoris</i>)	0	2	16	7	4	0	4	21	4	0	29
Tendre de tranche (<i>semimembranosus</i>)	8	46	204	164	32	21	68	276	84	5	454
Total	53	297	1108	893	171	138	404	1532	430	18	2522

N = Nombre d'échantillons

I.2. Analyses statistiques

Les notes des consommateurs naïfs concernant la tendreté, la flaveur, la jutosité et l'appréciation globale ont été analysées par la procédure MIXED (« Linear Mixed Effects Models ») de SAS (SAS v9.1). Un modèle de base a été établi avec deux facteurs fixes : le type de muscle et la combinaison « pays d'origine x sexe x durée de maturation » (qui variait selon les pays entre 5 et 28 jours). L'identifiant de chaque carcasse a été inclus comme un facteur aléatoire. Un second modèle de base a ensuite été utilisé : il comprenait les mêmes

effets avec l'ajout du type de muscle comme effet fixe. Les notes d'engraissement et de conformation selon la grille EUROP ont ensuite été incorporées individuellement dans le modèle de base, ainsi que leurs interactions avec tous les effets fixes, afin de tester les effets de ces notes sur les notes d'analyse sensorielle. Dans tous les cas, les termes non significatifs ($p > 0,05$, c'est-à-dire sans effet sur les critères de qualité) ont été enlevés progressivement.

II. RESULTATS

L'effet de la note d'engraissement des carcasses sur les notes de qualité sensorielle n'est pas significatif. Seule l'interaction entre la note d'engraissement et le type de muscle est significative pour la tendreté : celle-ci tend à augmenter avec l'engraissement des carcasses pour le *biceps*

femoris, le *gluteus medius* et le *psaos major* (Tableau 2). La prise en compte de la note de persillé par l'introduction de celle-ci comme covariable dans le modèle statistique rend cette interaction non significative.

Tableau 2 : Effet de la note d'engraissement des carcasses sur la tendreté en bouche des trois muscles pour lesquels cet effet est significatif

Muscle	Note sensorielle selon l'engraissement des carcasses				
	1	2	3	4	5
	Tendreté				
Gîte noix (<i>biceps femoris</i>)	18.4 ^a ±6.25	24.9 ^a ±5.05	20.3 ^a ±4.18	35.6 ^b ±5.82	28.7 ^{ab} ±13.9
Rumsteck (<i>gluteus medius</i>)	38.3 ^{ac} ±10.1	42.8 ^a ±5.83	53.9 ^{bc} ±4.63	55.1 ^{bc} ±5.85	66.3 ^b ±9.61
Filet (<i>psaos major</i>)	68.9 ^a ±6.25	72.1 ^a ±4.96	79.4 ^b ±4.15	83.6 ^b ±4.77	85.9 ^{ab} ±13.9

La conformation des carcasses selon la grille EUROP a un effet significatif pour le seul critère d'analyse sensorielle de la jutosité (Tableau 3). Plus précisément, une relation négative est observée entre la jutosité et la conformation des carcasses quel que soit le muscle : en effet, la note moyenne de jutosité est plus faible pour les carcasses U ($49,7 \pm 2,19$) et R ($50,9 \pm 2,02$) que pour les carcasses O ($53,4 \pm 2,10$) et P ($56,0 \pm 2,50$), soit une différence de jutosité de 4 points sur

une échelle de 100. Les carcasses E ont une note moyenne de jutosité ($49,8 \pm 3,81$) qui n'est pas significativement différente des notes des autres classes de carcasse (Tableau 3). Les résultats sont comparables lorsque l'âge de l'animal, le poids de la carcasse ou le pH ultime sont rajoutés aux modèles. En revanche, lorsque la note de persillé est incluse dans le modèle prédisant la jutosité, l'effet de la classe de conformation des carcasses n'est plus significatif.

Pour les autres critères, (tendreté, appréciation de la flaveur, appréciation globale), une interaction significative est observée entre le type de muscle et la classe de conformation des carcasses, ce qui signifie que l'effet de la classe de conformation sur ces 4 notes d'analyse sensorielle diffère

selon le muscle. En réalité, la classe de conformation n'a aucun effet sur les 4 critères sensoriels de la plupart des muscles à l'exception de trois d'entre eux au plus : 1 pour la tendreté et 3 pour l'appréciation globale et l'appréciation de la flaveur (Tableau 3).

Tableau 3 : Effet de la note d'engraissement des carcasses sur la tendreté en bouche des trois muscles pour lesquels cet effet est significatif

Muscle	Note sensorielle selon la classe de conformation des carcasses				
	E	U	R	O	P
Tous muscles confondus	49,8 ^{a,b} ± 3,81	49,7 ^a ± 2,19	50,9 ^a ± 2,02	53,4 ^b ± 2,10	56,0 ^b ± 2,50
	Jutosité				
	MQ4 ¹				
Rumsteck (<i>gluteus medius</i>)	53.2 ^{abc} ±8.12	49.2 ^{ab} ±2.47	45.1 ^a ±1.72	53.2 ^{bc} ±1.85	56.2 ^c ±2.71
Faux-filet (<i>longissimus thoracis et lumborum</i>)	55.2 ^{abc} ±3.66	53.2 ^a ±1.80	55.3 ^{ac} ±1.53	56.7 ^{bc} ±1.67	59.8 ^b ±2.45
	Appréciation globale				
Gîte noix (<i>biceps femoris</i>)		38.2 ^a ±4.48	36.1 ^a ±1.95	31.8 ^{ab} ±1.59	24.7 ^b ±4.23
Rumsteck (<i>gluteus medius</i>)	53.4 ^{abc} ±8.24	50.5 ^{ab} ±2.21	46.1 ^a ±1.26	53.7 ^{bc} ±1.43	57.5 ^c ±2.47
Faux-filet (<i>longissimus thoracis et lumborum</i>)	54.0 ^{abc} ±3.45	53.2 ^a ±1.35	55.6 ^{ac} ±0.98	57.0 ^{bc} ±1.17	60.7 ^b ±2.1
	Flaveur				
Rumsteck (<i>gluteus medius</i>)	51.9 ^{ab} ±7.67	52.4 ^{ab} ±2.11	48.5 ^a ±1.29	55.4 ^b ±1.42	57.5 ^b ±2.33
Faux-filet (<i>longissimus thoracis et lumborum</i>)	55.5 ^{ab} ±3.15	54.9 ^a ±1.34	56.7 ^{ab} ±1.04	58.4 ^b ±1.19	60.2 ^b ±2.01
Tende de tranche (<i>semimembranosus</i>)	49.1 ^{abc} ±6.00	41.8 ^a ±1.95	43.1 ^{ac} ±1.20	46.0 ^b ±1.33	47.3 ^{bc} ±2.33
	Tendreté				
Rumsteck (<i>gluteus medius</i>)	55.5±10.69 ^{ab}	45.7±4.67 ^a	41.1±4.13 ^a	50.1±4.21 ^b	54.3±4.89 ^b

Les moyennes avec des lettres différentes en exposants sont significativement différentes entre elles d'après l'analyse statistique.

III. DISCUSSION

III.1. Relation entre l'engraissement des carcasses et les notes de qualité sensorielle

Contrairement à notre hypothèse initiale selon laquelle l'engraissement des carcasses aurait une relation positive assez générale avec les notes de qualité sensorielle, cet effet n'est observé que pour la tendreté et seulement pour 3 des 17 muscles étudiés. Lorsque la relation entre la tendreté et l'état d'engraissement est observée, elle est entièrement expliquée par la note de persillé. Cela indique que, pour les trois muscles concernés, l'engraissement des carcasses explique une proportion de la variabilité de la tendreté en raison de la relation positive entre la teneur en gras intramusculaire (elle-même corrélée à l'engraissement des carcasses) et la qualité en bouche (Thompson 2004). Tous les autres muscles et les autres notes de qualité sensorielle n'ont aucune relation avec la note d'engraissement des carcasses. Ce résultat est inattendu étant donné la corrélation entre l'engraissement des carcasses et la note de persillé (Conroy *et al.*, 2009 et 2010 ; Indurain *et al.*, 2009), et la forte relation positive entre le persillé d'une part et les notes de tendreté, de flaveur et d'appréciation globale d'autre part (Thompson, 2004 ; O'Quinn *et al.*, 2012). Un tel résultat peut s'expliquer par la faible variabilité de l'engraissement des carcasses de cette étude avec peu de valeurs extrêmes. De plus, nous avons

travaillé avec une base de données ayant une représentation inégale des sexes, des races, des pays d'origine des animaux ou des systèmes de production viande standard de chaque pays. Bien que ces facteurs aient été pris en compte dans l'analyse statistique, ils sont connus pour avoir une influence à la fois sur l'engraissement des carcasses et la qualité sensorielle de la viande (De Roest, 2015 ; Soji *et al.*, 2015). En particulier, une grande partie de la variabilité des données a bien été prise en compte par le facteur « pays d'origine » introduit dans l'analyse statistique.

Un système de classement de la viande doit être simple, facile à appliquer et suffisamment précis afin qu'il soit facilement adopté par les acteurs de la filière (Strydom, 2011). Ainsi, si une relation entre l'état d'engraissement des carcasses et la qualité sensorielle de la viande existait réellement en dehors des gammes d'engraissement de cette étude et pour des animaux différents, il serait d'une utilité limitée dans un système de classement commercial de la qualité sensorielle de la viande dans la mesure où les animaux que nous avons étudiés sont issus d'abattoirs commerciaux et donc de systèmes de production représentatifs des pratiques européennes.

III.2. Relation entre la classe de conformation et les notes de qualité sensorielle

L'hypothèse selon laquelle il y aurait une relation entre la classe de conformation des carcasses selon la grille EUROP et les notes sensorielles est presque complètement réfutée par nos résultats. En effet, la qualité de la viande issue de la plus grande majorité des muscles n'a généralement aucune relation avec la classe de conformation des carcasses. Ces résultats sont en accord avec les conclusions précédentes de Guzek *et al.* (2013) et Guzek *et al.* (2014) qui n'ont également observé

aucune relation entre la conformation des carcasses et la tendreté.

De plus, quand cette relation existe (soit pour la jutosité pour tous les muscles, soit pour des interactions significatives avec le type de muscle), elle est toujours négative et peu importante. Enfin, lorsque la note de persillé est incluse dans le modèle, l'effet de la classe de conformation des carcasses n'est plus significatif. Cela indique que la relation négative

entre la jutosité et la conformation s'explique par la relation positive entre la note de persillé et la jutosité (Thompson, 2004) et par la relation négative entre la note de persillé et la classe de conformation (Conroy *et al.*, 2009).

Ainsi, même si la classe de conformation des carcasses garde tout son sens économique au regard de son impact sur la productivité et les rendements de désossage, elle ne serait pas utile pour la prédiction de la qualité sensorielle de la

viande bovine. En effet, la relation de la classe de conformation avec la qualité sensorielle est faible et n'existe que pour quelques muscles. Ceci est particulièrement important aujourd'hui car le marché international de la viande bovine est de plus en plus dominé par de la viande piécée et de moins en moins par la carcasse entière (Polkinghorne et Thompson, 2010).

CONCLUSION

L'absence de toute relation solide et définitive entre les notes de qualité sensorielle et la classification des carcasses selon la grille EUROP (conformation, engraissement) indique que la filière viande européenne ne peut pas prendre en

compte ces critères pour garantir une viande de qualité aux consommateurs. D'autres critères doivent être pris en considération dans un éventuel modèle de prédiction de la qualité de la viande bovine en bouche.

Remerciements :

Ce projet a été réalisé dans le cadre de la thèse de Sarah Bonny financée par le Meat Livestock Australia (MLA) et l'Université Murdoch en Australie et en co-tutelle entre l'Université Murdoch et l'INRA et Université Blaise Pascal en France. Les données ont été obtenues dans le cadre de projets préalablement financés par l'Union Européenne (ProSafeBeef (Contract No. FOOD-CT-2006-36241), ProOptiBeef Farm to Fork project funded by the EU Innovative (POIG.01.03.01-00-204/09) pour des recherches en Pologne), la France (financements du projet PREDICT-BEEF2 par le Ministère de l'Agriculture et des partenaires privés), l'Irlande (financements par le "Irish Department of Agriculture Food and The Marine under the FIRM programme"), l'Irlande du Nord (financement du "Northern Ireland Department of Agriculture and Rural Development" dans le cadre du "Vision programme"), le programme 'Egide/Fast' des gouvernements français et australiens (project no. FR090054) et le programme "Egide/Polonium" des gouvernements français et polonais. Les auteurs remercient le Beef CRC en Australie, Janine Lau (MLA, Australia), Alan Gee (Cosign, Australia), Ray Watson (Melbourne University, Australia) et John Thompson (UNE, Australie) pour leur aide.

Références :

- Anonyme (1982). Commission of the European communities (Beef Carcass Classification) regulations. In "Commission of the European communities", Brussels, Belgium.
- Conroy S.B., Drennan M.J., Kenny D.A., McGee M. (2009). The relationship of live animal muscular and skeletal scores, ultrasound measurements and carcass classification scores with carcass composition and value in steers. *Animal* 3, 1613-1624.
- Conroy S.B., Drennan M.J., McGee M., Keane M.G., Kenny D.A., Berry D.P. (2010). Predicting beef carcass meat, fat and bone proportions from carcass conformation and fat scores or hindquarter dissection. *Animal*, 4, 234-241.
- De Roest K. (2015). Beef production, supply and quality from farm to fork in Europe. In "Proceedings of the 66th annual meeting of the European Federation of Animal Science", 31st of August to the 4th of September, Warsaw, Poland, p. 230.
- Guzek D., Glabska D., Lange E., Glabski K. (2014). Study of beef blade muscles' differentiation depending on conformation and fat class. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 38, 195-199.
- Guzek D., Glabska D., Pogorzelski G., Kozan K., Pietras J., Konarska M., Sakowska A., Glabski K., Pogorzelska E., Barszczewski J., Wierzbicka A. (2013). Variation of meat quality parameters due to conformation and fat class in Limousin bulls slaughtered at 25 to 27 months of age. *Australasian Journal of Animal Sciences*, 26, 716-722.
- Hocquette J.F., Van Wezemael L., Chriki S., Legrand I., Verbeke W., Farmer L., Scollan N.D., Polkinghorne R.J., Rødbotten R., Allen P., Pethick D.W. (2014). Modelling of beef sensory quality for a better prediction of palatability. *Meat Science*, 97, 316-322.
- Hocquette J.F., Meurice P., Brun J.P., Jurie C., Denoyelle C., Bauchart D., Renand G., Nute G.R., Picard B. (2011). The challenge and limitations of combining data: a case study examining the relationship between intramuscular fat content and flavour intensity based on the BIF-BEEF database. *Animal Production Science*, 2011, 51, 975-981.
- Indurain G., Carr T.R., Goni M.V., Insausti K., Beriain M.J. (2009). The relationship of carcass measurements to carcass composition and intramuscular fat in Spanish beef. *Meat Science*, 82, 155-161.
- Jurie C., Picard B., Hocquette J.F., Dransfield E., Micol D., Listrat A. (2007). Muscle and meat quality characteristics of Holstein and Salers cull cows. *Meat Science*, 77, 459-466.
- Normand J., Rubat E., Evrat-Georgel C., Turin F., Denoyelle C. (2014). Les Français sont-ils satisfaits de la tendreté de la viande bovine ? Viandes & Produits Carnés, VPC-2014-30-5-2 http://www.viandesetproduitscarnes.fr/phocadownload/vpc_vol_30/3052_normand_enquete_nationale_tendrete.pdf.
- Polkinghorne R., Thompson J.M., Watson R., Gee A., Porter M. (2008). Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 1351-1359.
- O'Quinn T.G., Brooks J.C., Polkinghorne R.J., Garmyn A.J., Johnson B.J., Starkey J.D., Rathmann R.J., Miller M.F. (2012). Consumer assessment of beef strip loin steaks of varying fat levels. *Journal of Animal Science*, 90, 626-634.
- Polkinghorne R.J., Thompson J.M. (2010). Meat standards and grading: a world view. *Meat Science* 86, 227-235.
- Soji Z., Mabusela S.P., Muchenje V. (2015). Associations between animal traits, carcass traits and carcass classification in a selected abattoir in the Eastern Cape Province, South Africa. *South African Journal of Animal Sciences*, 45, 278-288.

Strydom P.E. (2011). Quality related principles of the South African beef classification system in relation to grading and classification systems of the world. *South African Journal of Animal Science*, 41, 177-U1500.

Thompson J.M. (2001). The relationship between marbling and sensory traits. In “Beef CRC Marbling Symposium” 2001, Coffs Harbour, NSW, Australia, pp. 30-35.

Thompson J.M. (2004). The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44, 645-652.

Watson R., Gee A., Polkinghorne R., Porter M. (2008). Consumer assessment of eating quality – development of protocols for Meat Standards Australia (MSA) testing. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 1360-1367.

