

基于猪胴体影像分级仪的我国商品猪瘦肉率预测方程的建立

尹佳, 周光宏*, 徐幸莲

(南京农业大学 国家肉品质量安全控制工程技术研究中心, 江苏 南京 210095)

摘要: 为了能够准确预测我国商品猪的胴体瘦肉率, 完成生猪的在线快速分级、快速结算, 最终实现优质优价, 研究运用 CSB-Image-Meater 猪智能化影像分级仪, 挑选 436 头不同类型的商品猪测定其瘦肉率、热胴体质量、背膘厚度和肌肉厚度等指标。通过多元线性逐步回归建立基于 CSB-Image-Meater 的预测商品猪瘦肉率的回归方程。结果表明: 瘦肉率预测方程 $y = 61.264 - 0.583x_1 + 0.173x_2$ (x_1 为猪胴体臀中肌处的最薄膘厚度(F 值), x_2 为臀中肌末端到脊髓管边缘处垂直距离(R 值)), 校正决定系数 R^2 为 0.87, 残差标准差 RSD 为 2.31%, 作为 CSB-Image-Meater 猪智能化影像分级仪的瘦肉率测定模型, 拟合程度较好。方程预测值与实际值差异不显著, 方程预测准确率较高, 效果良好, 完全可以应用于实际生产中。

关键词: Image-Meater; 猪胴体; 瘦肉率; 预测方程

CSB Image Meater Use based Predictive Modeling Lean Meat Percentage of Commercial Pig Carcasses in China

YIN Jia, ZHOU Guang-hong*, XU Xing-lian

(National Center of Meat Quality and Safety Control, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: To accurately predict lean meat percentage of commercial pig carcasses in China and to achieve grading on line and fast accounting so as to optimize price and quality, CSB image meater was employed to analyze lean meat percentages, hot carcass weights, back-fat thicknesses and muscle thicknesses of 436 different types of commercial pig carcasses. A regression equation for predicting lean meat percentage of commercial pig carcasses was established based on the data from CSB image meater through multiple linear regression as follows: $y = 61.264 - 0.583x_1 + 0.173x_2$, where x_1 was the thickness of the thinnest back fat, and x_2 was the vertical distance between the end of *gluteus medius* muscle and the edge of spinal column, with a determination coefficient R^2 of 0.87 and a standard residual error of 2.31%, indicating good degree of fitness. No significant difference between the actual and model-predicted values was observed. Therefore, the established equation has a high accuracy and is suitable to be applied in practice.

Key words: image meater; pig carcass; lean meat percentage; prediction

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2010)23-0084-04

我国虽然是世界第一产猪肉大国, 但不是猪肉强国。年产猪肉占世界猪肉总量的 50% 左右, 而猪肉的产量主要依靠庞大的屠宰量, 我国商品猪的平均瘦肉率只有 50%, 与一些畜牧业比较发达的国家相比还存在很大差距^[1]。其中很重要的原因是没有一个全面、完整、系统的猪胴体分级技术和评定体系, 在一定程度上制约了养猪业、屠宰业和肉食产业的发展。而在《猪胴体分级标准》中瘦肉率指标是猪胴体等级的主要决定因素, 因此建立一套准确、适用的瘦肉率预测模型就显得尤为重要^[2-3]。

Image-Meater 猪智能化影像分级仪是德国 CSB 集团生产的猪胴体分级设备。工作原理是运用医用高清晰度摄像头对宰后猪半胴体的部分性状进行取像, 通过 CSB 系统的图形处理软件识别胴体结构、找出关键参考值(臀中肌处的最薄膘厚和臀中肌末端到脊髓管边缘处垂直距离), 带入公式, 从而计算出胴体瘦肉率及各分割肉块的瘦肉含量, 并对后续的分割环节进行优化。然而, 不同的猪种和形体状况对仪器的预测结果影响较大, 使用该设备的不同国家的瘦肉率预测方程也不相同^[4-6], 本

收稿日期: 2010-05-11

基金项目: 国家公益性行业科研专项 (200903012)

作者简介: 尹佳(1984—), 男, 硕士, 研究方向为肉品加工与质量控制。E-mail: yjzealot@gmail.com

* 通信作者: 周光宏(1960—), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉品加工及质量控制。E-mail: ghzhou@njau.edu.cn

实验通过对 436 头商品猪的脂肪厚度和肌肉厚度的测量,旨在建立一个能运用于 CSB-Image-Meater 并适合于我国部分地区甚至是全国范围内商品猪的瘦肉率预测方程。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 猪胴体样品

随机挑选 436 头商品猪(来源于河南、湖北、山东、山西、四川、江苏等地),类型为外三元(杜长大)、内三元(杜长嘉)以及浙江嘉兴本地土猪,六月龄左右,不考虑性别、体质量、肥瘦状况。

1.1.2 分级仪器

德国 CSB 集团生产的 Image-Meater 猪智能化影像分级仪。

1.2 方法

1.2.1 指标定义

1.2.1.1 机测瘦肉率

CSB-Image-Meater 猪智能化影像分级仪机测瘦肉率是根据猪胴体臀中肌处的最薄膘厚度(F 值)和臀中肌末端到脊髓管边缘处垂直距离(R 值)两个指标进行预测,获得的瘦肉率指标。测量方法是在胴体进入预冷库前设 CSB-Image-Meater 瘦肉率测量点。共测量 436 头热胴体的瘦肉率。

1.2.1.2 实测瘦肉率

实测瘦肉率指分割肉,包括肩脚肉(I 号肉)、前腿肉(II 号肉)、通脊肉(III 号肉)、后腿肉(IV 号肉)、小里脊(V 号肉)、肋腹肉(五花肉),颈肉及颈前排等上的瘦肉。白条经过预冷后,进行精细分割。分割人员为固定人员,且具备分割技能教练的资格,以保障分割标准的一致性。分割后对每一种分割产品都进行精确计量。瘦肉质量和瘦肉率的计算按照公式(1)、(2)进行。

$$m_{\text{瘦肉}}/\text{kg}=m_{\text{I}}+m_{\text{II}}+m_{\text{III}}+m_{\text{IV}}+m_{\text{V}}+m_{\text{有颈前排}}\times 0.41+m_{\text{胸腔骨}}\times 0.50+m_{\text{槽头}}\times 0.22+m_{\text{隔肌角}}\times 0.40+m_{\text{尾骨}}\times 0.28+m_{\text{寸骨}}\times 0.78 \quad (1)$$

$$\text{瘦肉率}/\% = m_{\text{瘦肉}}/m_{\text{冷胴体}}\times 100 \quad (2)$$

1.2.2 各种指标的测定方法

1) 热胴体质量:指去头、蹄、尾、内脏、板油及修整后的两片热鲜胴体质量。

2) 冷胴体质量:指热胴体经过 0~4℃ 冷却 24h 的质量,入库前电子称自动记录。

3) 瘦肉率:按照现有的商业分割法把预冷后的胴体进行皮、骨、脂肪分离后,按照 1.2.1.2 节公式计算所得的百分数。

4) 背膘厚度和瘦肉厚度:称质量后的热胴体打入胴体车间,用游标卡尺(10 分度)测量左半胴体 6~7 肋、最后一肋处的肌肉厚度和膘厚度,使用 Image-Meater 猪智能化影像分级仪测量 F、R 处的背膘厚度及肉厚度。F

表示臀中肌处垂直背中线的最薄膘厚度,R 指臀中肌末端到脊髓管边缘处距离,此两个位置为机测的位置。

1.3 数据处理

数据用 SPSS13.0 统计软件中描述分析、相关分析和逐步回归分析程序处理。

2 结果与分析

2.1 猪胴体性状统计分析

表 1 猪胴体性状基本统计量
Table 1 Descriptive statistics of pig carcass characters

指标	样本量	最大值	最小值	平均值
瘦肉率(y)/%	436	72.33	34.37	57.22 ± 7.03
热胴体质量(x ₁)/kg	436	93.28	35.28	59.46 ± 10.62
6~7 肋膘厚度(x ₂)/mm	436	45.00	8.00	35.61 ± 7.32
6~7 肌肉厚度(x ₃)/mm	436	102.00	42.00	78.16 ± 7.46
末肋膘厚度(x ₄)/mm	436	71.00	4.00	20.63 ± 8.29
末肋肌肉厚度(x ₅)/mm	436	58.00	29.00	46.39 ± 8.77
F 点膘厚度(x ₆)/mm	436	46.00	1.00	23.89 ± 8.81
R 处肉厚度(x ₇)/mm	436	95.00	24.00	62.69 ± 8.54

由表 1 可知,商品猪胴体平均瘦肉率为(57.22 ± 7.03)%,与以前的报道^[7]相比我国商品猪瘦肉率已有部分提高,表明我国在瘦肉型猪的饲养上已经取得了一些进步。平均热胴体质量为(59.46 ± 10.62)kg,由此可见本次实验所选取的商品猪的个体体质量变异程度比较明显,这是由于我国的猪种依然比较复杂,尤其是土猪与良种猪的个体差异比较明显。商品猪的平均膘厚为(20.63 ± 8.29)~(35.61 ± 7.32)mm。各测量点中 6~7 肋的背膘最厚,最薄处为末肋膘厚。背膘厚度从第 1 肋到末肋有逐渐变薄的趋势,此后到臀部又开始逐渐增厚。R 点肉厚度的平均值为(62.69 ± 8.54)mm,与国外相比其值偏小,表明中国商品猪胴体此处的肉较薄,臀部丰满程度不够好,对猪胴体的商业价值有所影响。所有性状的变异程度较大,这与中国商品猪类型复杂多样、饲养管理水平差异较大有关。

2.2 实验猪胴体各性状间的相关性分析

表 2 表明,所测各点的膘厚与胴体瘦肉率之间呈极显著负相关($P < 0.0001$),这与庞勇等^[8]的报道一致。其中,与胴体瘦肉率相关性最强的是 F 处膘厚(相关系数达 -0.91323),其次是 6~7 肋的背膘厚与末肋膘厚(相关系数分别为 -0.89072 和 -0.82926)。这与大多数关于瘦肉率预测的研究报导中将膘厚作为预测方程的主要参数是相吻合的^[9-10]。所测各点肉厚与瘦肉率之间呈极显著正相关关系,其中相关性最强的点为 R 处,其肉厚与瘦肉率之间的相关系数为 0.58480;热胴体质量与瘦肉率呈显著负相关($P < 0.05$),与各测量点均呈极显著正相关关系($P < 0.0001$),其中与 R 处的相关性最强,达 0.59817。各点背膘厚度之间存在极强的正相关($P < 0.0001$),

表2 商品猪胴体指标的表型相关系数

Table 2 Pearson correlation coefficients among pig carcass characters

胴体指标标记	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇
y	1.0000	-0.11335*	-0.89072***	0.48792***	-0.82926***	0.43666***	-0.91323***	0.58480***
x ₁		1.0000	0.39372***	0.54701***	0.36403***	0.55913***	0.37480***	0.59817***
x ₂			1.00000	-0.70137*	0.84501***	-0.12054*	0.80827***	-0.21955*
x ₃				1.00000	-0.75623**	0.89175***	-0.116223*	0.78960***
x ₄					1.00000	-0.10858*	0.85446***	-0.15935*
x ₅						1.00000	-0.8648*	0.53966**
x ₆							1.00000	-0.16981*
x ₇								1.00000

注: *. $P < 0.05$; **. $P < 0.01$; ***. $P < 0.0001$ 。

背膘厚度与肉厚之间呈显著相关关系($P < 0.05$),但相关系数的绝对值不大。由相关性分析可以看出F值与瘦肉率之间有最强的相关性而R值可以作为其一个很好的补充,这与捷克的猪胴体瘦肉率预测方程中所采用的两个关键参数是相一致的^[11],Image-Meater猪智能化影像分级仪选取其作为关键参数是有根据且合理实用的。

2.3 CSB-Image-Meater商品猪胴体瘦肉率预测方程的建立

不考虑品种与体形因素,通过对436头商品猪的胴体实测瘦肉率及相关性状的分析,利用多元线性逐步回归建立瘦肉率预测方程: $y=61.264-0.583x_1+0.173x_2$ (y为瘦肉率预测值, x_1 为F值, x_2 为R值)。该方程的决定系数(R^2)为0.87,校正决定系数为0.87,估测值标准误差为2.21,因此方程具有较高的预报准确率,也说明了在胴体瘦肉率的变异中,有87%的偏差可以用F处的脂肪厚度和R肌肉厚度来解释,有13%的偏差属于目前无法解释的随机误差。而消除自变量个数和样本量大小的校正 R^2 也为0.87,这表明预测方程具有很高的准确性,预测效果良好。为确证方程的可靠性和应用价值,需要用F检验来对方程进行显著性检验,进而判断回归方程整体的显著性。方差分析结果表明(表3),回归方程显著性概率小于0.01,预测方程极显著。回归系数t检验结果显示(表4),脂肪厚度、肌肉厚度系数的显著性概率小于0.01,具有显著意义。残差分析(表5)显示,方程的残差标准差(RSD)为2.31%。由此可见该预测方程已达到了欧盟所规定的要求($R^2 > 0.80$, $RSD < 2.50\%$)^[12],具有较高的预报准确性。

表3 猪胴体瘦肉率预测方程方差分析

Table 3 Analysis of variance for the established prediction model for lean meat percentage of pig carcasses

模型	平方和	自由度	均方	F值	显著性
回归	17634.12	2	8532.17		
剩余	2698.24	431	6.89	1404.21	< 0.01
总和	20332.36	433			

注: 自变量: F值, R值; 因变量: 实测瘦肉率。

表4 猪胴体瘦肉率预测方程回归系数及t检验

Table 4 Regression coefficients and significant t-test of the established prediction model for lean meat percentage of pig carcasses

项目	非标准化回归系数		t	显著性
	截距	标准误差		
常数	61.264	0.76	73.41	< 0.01
膘厚度	-0.583	0.01	-43.22	< 0.01
瘦肉厚度	0.173	0.11	11.43	< 0.01

注: 自变量: F值, R值; 因变量: 实测瘦肉率。

表5 猪胴体瘦肉率预测方程残差统计(n=436)

Table 5 Residual error statistics of the established prediction model for lean meat percentage of pig carcasses (n=436)

项目	最小值	最大值	均值	标准差
预测值	35.26%	70.45%	57.21%	7.12%
残差	0	4.18%	3.91%	2.31%
标准残差	-3.16	2.62	0.00	1

注: 自变量: F值, R值; 因变量: 实测瘦肉率。

2.4 预测方程在实际生产中的准确性验证

为了验证本预测方程在实际生产中的准确性以及可靠程度,又随机抽取350头商品猪进行了分级实验。

表6 预测瘦肉率与实测瘦肉率的基本统计量(n=350)

Table 6 Descriptive statistics of actual and predicted values of lean meat percentage of pig carcasses (n=350)

项目	最小值	最大值	均值	标准差
实际瘦肉率/%	43.30	68.67	57.22	5.12
机测瘦肉率/%	42.75	67.87	56.30	4.98

表7 综合情况瘦肉率相关性分析

Table 7 Correlation analysis between actual and predicted values of lean meat percentage of pig carcasses

项目	实测瘦肉率	机测瘦肉率
皮特森相关系数	1	0.92000***
实测瘦肉率	显著性	0.00
	n	350
皮特森相关系数	0.92000***	1
机测瘦肉率	显著性	0.00
	n	350

由表6可知,机测瘦肉率和实测瘦肉率还是有一定偏差的,前者比后者平均要低1.60%,从两组数据的标准差来看,实测瘦肉率的偏差要比机器测量瘦肉率的稍大,说明要么是工人在进行分割时的人为误差比较大,要么是中国生猪的实际瘦肉率的个体差异变化比较大(猪品种太杂),而瘦肉率预测方程对这种差异的反映稍弱。但是,两组数据的相关性达0.92000(表7),机器测定的数字完全可以作为实际屠宰生产的胴体级别判断的依据。

3 结 论

本研究发现我国商品猪胴体平均瘦肉率为 $(57.22 \pm 7.03)\%$,平均热胴体质量为 (59.46 ± 10.62) kg,与国外肉类发达国家相比我国商品猪胴体质量较小,胴体瘦肉率也普遍较低,体型差异程度大。本实验的分析结果与国内外研究相一致,所测各点的膘厚与胴体瘦肉率之间呈极显著负相关($P < 0.0001$),其中与胴体瘦肉率相关性最强的是F处膘厚(相关系数达-0.91323),且膘厚因素对于瘦肉率的影响要大于肌肉厚因素,肌肉厚因素起到的只是补充和校正的作用。

有关瘦肉率预测的研究表明,猪胴体瘦肉率预测的最主要因素为猪胴体不同部位的脂肪厚度^[13-20]。李强等^[21]曾对120头商品猪的研究结论为:所有的胴体性状中,与胴体瘦肉率相关性最强的是那些与背膘厚有关的性状,且两者间呈强烈的负相关,表明背部膘厚在胴体瘦肉率估测过程中起着至关重要的作用。也有研究表明不同部位的肌肉厚度能够增加瘦肉率预测的准确性^[22]。本研究结果显示CSB-Image-Meate猪智能化影像分级仪瘦肉率测定方程为 $y = 61.264 - 0.583x_1 + 0.173x_2$ (x_1 为F值, x_2 为R值, R^2 为0.87,RSD为2.31%)。方程准确性验证结果表明,预测值与实际值差异不显著,方程预测准确率较高,效果良好,作为瘦肉率预测方程达到了欧盟规定要求($R^2 > 0.80$,RSD < 2.50%)。实际生产中的准确性验证也证明预测方程的准确度较高,完全能应用于实际生产中。

参考文献:

- [1] 戴瑞彤,陈斌.世界肉类工业生产现状及发展方向[J].食品科学,2000,21(5):6-8.
- [2] 张楠,徐幸莲,周光宏.国内外猪胴体分级标准体系的现状与发展[J].食品与发酵工业,2005,31(7):86-89.
- [3] 高莉,郑丽敏,尹健玲,等.我国屠宰企业猪胴体分级技术的研究进展与建议[J].肉类研究,2009(4):3-6.
- [4] 张楠,周光宏,李业国,等.应用PG-100只能化猪胴体分级仪和人工分级方法建立猪胴体瘦肉率预测模型的研究[J].食品科学,2006,27(9):58-62.
- [5] 李业国,汤晓艳,高峰,等.商品中胴体性状分析及瘦肉率最优预测模型筛选研究[J].吉林农业大学学报,2007,29(2):213-218.
- [6] 胡铁军,孙永海,张学强,等.吉林杂交猪瘦肉率的主成分回归分析估算[J].吉林大学学报:工学版,2006,36(2):161-164.
- [7] 杨再,杨自立.我国生猪和猪胴体分级沿革[J].肉质与加工,2008(1):8-9.
- [8] 庞勇,胡铁军,王占博,等.PIC猪胴体瘦肉率的回归预测研究[J].肉类工业,2004(4):28-31.
- [9] 程文新.基于瘦肉率仪器测定的生猪胴体等级评定标准体系的建立[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [10] 李业国,汤晓艳,高峰,等.中国商品猪胴体瘦肉率预测模型的建立[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(10):27-31.
- [11] KIRTON A H. Current methods of on-line carcass evaluation[J]. Journal of Animal Science, 1999, 67(8): 2155-2163.
- [12] Official Journal of the European Union. Council Regulation (EEC) No 3220/84 of 13 November 1984 determining the Community scale for grading pig carcasses as amended by Commission Regulation (EEC) No 3530/86 of 24 November 1986 and No 3513/93 of 14 December 1993 [EB/OL]. (1994-07-01)[2005-10-01]. <http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga.doc smartapi! celexdoc! Prod! CEL EXnum doc&lg=EN&num doc=31984R 3220&m odel=gu icheti>.
- [13] SATHER A P. The prediction of pork carcass composition using the Hennessy Grading Probe and the Aloka SSD-210DXII Echo Camera[J]. Canadian Journal of Animal Science, 1991, 71: 993-1000.
- [14] Commission of the European Communities. Commission Decision of 16 December 1992 authorizing methods for grading pig carcasses in Portugal[J]. Official Journal of the European Communities, 1993, 16: 37-38.
- [15] Commission of the European Communities. Commission Decision of 5 September 1996 authorizing methods for grading pig carcasses in Finland [J]. Official Journal of the European Communities, 1996, 236: 47-48.
- [16] DIESTRE A. The estimation of pig carcass composition from different measurements with special reference to classification and grading[J]. Animal Production, 1985, 41: 383-391.
- [17] KEMPSTER A J, EVANS D G. A comparison of different predictors of the lean content of pig carcasses.1. Predictors for use in commercial classification and grading[J]. Anim Prod, 1979, 28(1): 87-96.
- [18] SWATLAND H J. Real-time ultrasound image analysis for the estimation of carcass yield and pork quality[J]. Canadian Journal of Animal Science, 1996, 76: 55-62.
- [19] GOLDENBERG A A, ANANTHANARAYANAN S P. An approach to automation of pork grading[J]. Food Res Int, 1994, 27(2): 191-193.
- [20] GOLDENBERG A A, LU Z. Automation of meat pork grading process [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 1997, 16: 125-135.
- [21] 李强,李学伟.商品肉猪胴体性状的测定及其相关性分析[J].四川畜牧兽医科技,2004(2):28-30.
- [22] KINTS C. Aspects of the classification of pig carcasses[J]. Praktijkonderzoek Warkenshouderij, 1993, 7(3): 23-27.