

我国屠宰企业猪胴体 分级技术的研究进展与建议

高莉¹, 郑丽敏¹, 尹健玲¹, 任发政², 朱虹¹, 吴平¹, 田立军¹, 任兴超¹, 王凯¹
(1. 中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要: 文中叙述了研究猪肉品质的重要性, 介绍了国内外的猪胴体分级标准, 综述了多种检测猪肉品质的先进技术和方法, 描述了利用计算机视觉技术获取多指标、多特征研究猪肉品质是我国屠宰企业猪胴体分级的发展趋势。

关键词: 猪肉品质; 猪胴体分级标准; 检测技术; 计算机视觉技术

The Research and Recommendations of Pig Carcass Grading Technology for Slaughtering Enterprises in China

GAO Li¹, ZHENG Limin¹, YIN Jianling¹, REN Fazheng², ZHU Hong¹, WU Ping¹,
TIAN LiJun¹, REN XingChao¹, WANG Kai¹

(1. College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing, 100083;
2. College of Food Science & Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing, 100083)

Abstract: This paper provides the importance of researching pork quality. In addition, the pig carcass grading standard at home and abroad is introduced, and various advanced technologies and methods of detecting the pork quality are summarized, we describe that researching pork quality by using multiple indicators and characteristics is a trend in Chinese slaughtering enterprises, the multiple indicators and characteristics are obtained by computer vision technology.

Key words: pork quality; pig carcass grading standard; detection technology; computer vision technology

中图分类号: TS251.1 文献标识码: B 文章编号: 1001-8123(2009)04-0003-04

1 猪肉品质重要性

肉类食品占有量和消费水平是衡量一个国家文明程度和人民生活质量的重要标志。肉类生产结构中猪肉占65%左右, 由此可知, 猪肉在肉类产品消费中占主要地位。我国作为世界第一养猪大国, 年产猪肉占世界猪肉总量的50%左右, 但猪肉平均瘦肉率只有50%^[1], 并非养猪强国。随着社会

经济的发展和人类文明的进步, 人民收入和生活水平不断提高, 猪肉的消费需求不断增长, 消费者对猪肉品质的要求也日益提高。

猪肉品质是一个多方面的、综合的性状。养殖者、屠宰加工者、销售者和消费者在相同环节有不同要求^[2]。所以, 应研究利用多项指标来综合评定猪肉等级。我们了解到猪肉加工商关心的是系水

收稿日期: 2009-04-12

基金项目: 国家“十一五”支撑计划项目(2006BAD05A15)和农业部“948”项目(2006G35(3))

作者简介: 高莉(1985~), 女, 中国农业大学信电学院, 硕士研究生, 计算机视觉方向。E-mail: qxgaoli@sina.com Tel: 15810484805

通讯作者: 郑丽敏

力、蛋白结合能力和乳化能力等；屠宰商关心的是瘦肉率、猪后躯丰满度和体型结实度等，而鲜肉的颜色是消费者决心购买与否的感观指标，尤其是肉色和肌肉组织的表现一致性，决定消费者购买欲的还有安全性、营养性、适口性。另外，猪肉品质也受处理（场内管理和宰前处理）、屠宰、冷冻和加工等不同环节的多方面影响。猪胴体分级的目的是确定屠体某些特性，并根据这些特性指标决定屠体及其产品的价值，使产销双方有共同标准可遵循，在公平合理交易原则下，防止产生纷争。猪胴体分级已成为影响生猪养殖和屠宰加工企业经济效益的重要因素，良好的分级标准和制度可以客观反映市场需要，进而敦促生产者改进肉猪屠体品质继而呈良性循环。

2 国内外分级标准

2.1 国外猪胴体分级标准

(1) 加拿大猪胴体分级标准

加拿大是最早建立分级系统的国家，1922年建立分级雏形，60年代出台第一个胴体等级标准，1986年采取政府强制手段对猪屠宰量大于1000头的屠宰企业使用胴体分级系统^[3]。从1968年实行以背膘厚度和胴体重建立的指数系统，发展为以胴体瘦肉率和胴体重建立的分级系统。他们将肉猪屠宰后对照胴体分级指数表，根据胴体重和瘦肉率确定胴体指数值（胴体指数值根据加拿大农业部定期的胴体分割数据制定^[4]），以此确定“指数表”中的产出级别，根据指数值亦可计算活猪实际价格。该分级标准实行以来效果很好，肉猪品质得到明显改善。

(2) 美国猪胴体分级标准

美国猪肉分级标准是美国农业部于1985年正式颁布执行的，他们将猪胴体分为5个等级：U.S.1级、U.S.2级、U.S.3级、U.S.4级和U.S.utility^[5]。

质量等级评定

如果4块主要分割肉（后腿肉、通脊肉、肩部肉和肩胛肉）质量性状都合格，胴体可参与评级（U.S.1~4级）；若质量不合格、腹肉太薄或肉质柔软多油定为U.S.utility^[6]。

产量等级评定

根据最后一肋背膘厚（包括皮）和肌肉丰度2个指标计算产量等级。公式如下：

$$\text{胴体产量等级} = (1.58 \times \text{背膘厚, cm}) - (1.0 \times \text{肌肉丰度})$$

式中，肌肉丰度值表示方法为薄=1分，中等=2分，厚=3分，肌肉薄的胴体不能评为U.S.1级；

背膘厚大于4.45cm不能评为U.S.3级^[6]。

(3) 欧盟猪胴体分级标准

1989年欧盟开始实行统一的猪胴体分级标准，其主要依据是胴体瘦肉率和胴体重。欧盟依照瘦肉率不同分S, E, U, R, O, P六个等级（如下表）。

表1 欧盟猪胴体分级等级标准

胴体等级	胴体瘦肉率(100%)
S	>60
E	55.0-59.9
U	50.0-54.9
R	45.0-49.9
O	40.0-44.9
P	<40.0

欧盟组织各成员国根据各国情况使用不同分级仪器和不同估测瘦肉率方法，但不管用何种方式测量，必须满足估测胴体瘦肉率和实测瘦肉率之间的相关系数R不小于0.8，残差RSD不大于2.5%，样本使用量不少于120头，且样本需具代表性^[7]。

(4) 捷克猪胴体分级标准

捷克自2004年加入欧盟后使用欧盟的猪胴体分级标准，不过该国引入了其他国较少用到的两个经济指标，即臀肌中间处的脂肪厚度和三角肌的肌肉厚度^[8]。

(5) 日本猪胴体分级标准

日本根据半胴体重、外观（匀称性、背膘沉积和覆盖情况、有无损伤）和肉质（肉的质地、肉色、脂肪颜色）3个指标将猪胴体分为4个等级^[9]。

(6) 巴西猪胴体分级标准

巴西是在1996年以后将瘦肉率加入到分级指标中，使用背膘厚、腰肉厚和胴体重3个指标回归得出预测模型，从而划分等级。

2.2 我国猪胴体分级标准

20世纪70年代以前我国猪肉市场由国家统购统销，国营食品公司收购标准是按猪背膘厚定级，背膘越厚价格越高。1988年我国建立GB/T9959.1—1988《带皮鲜、冻片猪肉》和GB/T9959.2—1988《无皮鲜、冻片猪肉》两项国家标准。2001年进行修订，将两项国家标准合并为GB9959.1—2001《鲜冻片猪肉》^[10]。

我国猪肉分级主要有两种方法：一种是按整个胴体的肌肉发达程度及脂肪的厚薄分级；一种是按胴体不同部位肌肉的组织结构、食用价值和加工用途分级。相对世界各国猪胴体分级标准，我国

的标准并非严格意义上的胴体分级标准,而应看作是一种产品质量标准^[11]。

3 各种先进技术检测猪肉品质

3.1 光、磁等技术检测猪肉品质

世界上有很多检测肉质的方法和仪器,如色值仪,pH计,脂肪分析仪,肌肉嫩度计,超声波测定仪,近红外线探针,手提分光光度计,光学探针,电磁扫描,绝缘扫描,核磁共振扫描等。

加拿大根据胴体重和瘦肉率确定胴体指数值(胴体指数值根据加拿大农业部定期的胴体分割数据制定),以此确定“指数表”中的产出级别。其中瘦肉率获取方法有两种:

采用“产出级别标尺”,确定背膘厚度。以厚度最大部分为准,即沿脊骨劈成两半的胴体突起的表面。将该膘厚数据带入其“瘦肉产出率”公式 $[59.69 - (0.318 \times \text{标尺脂肪})]$ 即得。

采用“电子等级探针”,确定背膘和里脊厚度。测量点在沿脊骨劈成两半的胴体中线7cm处倒数第三和第四根肋骨之间。将背膘和肌肉厚度数据输入推算公式,以确定“指标表”中的“产出率”和相应“产出级别”。

电子探针仪是X射线光谱学与电子光学技术结合而产生的。探针可对样品中微小区域(微米级)的化学组成进行定性或定量分析。可以进行点、线扫描(得到层成分分布信息)、面扫描分析(得到成分面分布图像)。由于电子探针技术具有操作迅速简便、实验结果解释直截了当、分析过程不损坏样品、测量准确度高等优点,故得到日益广泛地应用。

南京农业大学张楠等应用加拿大Destron公司的PG-100瘦肉率测定仪和人工分级方法对556头商品肉猪进行了相关性状的测定与分析,分别建立了智能分级方法和人工分级方法的最优猪胴体瘦肉率预测模型,为制定符合我国国情的猪胴体分级标准建立了良好的技术操作平台。PG-100瘦肉率测定仪是一种基于光电感应探头的智能化猪胴体分级设备。其主要工作原理是通过脂肪与瘦肉的光反射率差异而分辨瘦肉与脂肪的界限,当光信号接受器感应到大的信号波动时即识别确认瘦肉与脂肪的交界点,从而测量出猪胴体的肌肉厚度和脂肪厚度,以此预测其瘦肉率。

3.2 计算机视觉技术检测猪肉品质

目前我国还没有统一的强制性分级标准,企业往往根据肉的部位、膘厚和肉厚来确定等级。先进检测技术效果良好,但仪器价格一般不菲,而我国肉类屠宰加工企业普遍规模较小,实力不强,在

选用预测模型的经济指标和分级设备时必须考虑其可操作性和设备成本,增加了实施和推广的难度。从经济性因素考虑,推出一个客观、公正和技术上可行的猪胴体等级系统是十分必要的。

由于我国屠宰加工企业对于膘厚大都采用人工用尺测量或目测的方法。这种方法会触到猪肉,造成猪肉污染,而且测量过程中势必挤压猪肉造成误差,目测虽做到无损但准确性得不到保证。肉色和肌内脂肪等感官指标采用人工评分,将多位感官评定人员评分平均值作为样品的最后色泽分数,但人的视觉受光线等客观影响较大,无法保证准确性。所以,建立一个被大众认可的猪肉等级系统,不仅可以调动企业生产者的积极性,也可增加消费透明度以保证消费者权益。

美国哥伦比亚密苏里州大学生物和农业工程系的J.Lu,J.Tan和P.shatadal等人利用计算机技术评价猪肉肉色,目的是为检测利用该技术评价鲜猪肉肉色的潜能。该研究以彩色图像的颜色特征值作为输入,分别利用已建立的统计模型和人工神经网络模型估测肉色评分并进行检验。该研究结果表明基于人工神经网络的计算机图像处理技术是预测肉色的有利工具。

德国CSB公司Kasel于2003年利用计算机视觉技术从猪胴体横断面图像中提取信息,分别建立等级,瘦肉率以及生猪各部位瘦肉含量与图像信息的统计模型,从而对猪肉的等级进行评价,并在分割前给出生猪的出肉率和各部位含量。结果表明图像处理技术在猪肉等级评定方面的应用是可靠的,并具有较高的准确性。

北京科技大学张少军等人利用数字图像技术进行实时、快速、有效、经济的非接触式尺寸测量的方法,它包括图像的预处理,二值化,图像分割,轮廓线条的提取,拟合,光滑,系统的标定,尺寸的计算等,为建立猪肉等级系统奠定基础。

中国农业大学刘艳国等人利用图像处理技术和拐点算法对活体猪的图像进行处理,成功提取影响猪肉等级的图像外形特征,分别建立了实测指标及等级与外形特征的关系模型,准确率达到92.1%。

中国农业大学于铂等人利用图像处理技术成功提取了背膘厚、腿臀围、眼肌面积、肉色和大理石纹等图像特征,建立了等级与相关图像特征的关系模型。

中国农业大学唐毅等人利用图像处理技术成功提取6/7肋膘厚、6/7肋横长、臀中肌膘厚、臀中肌横长、胴体长、胴体长二分之一处横长、胴

体面积等多项指标等图像特征,建立了等级与相关图像特征的关系模型。

综上所述,利用计算机视觉技术不仅可以提取图像原始颜色信息和纹理特征,还可进行几何尺寸的测量。用图像处理技术从二分体中提取与猪肉质量相关指标的图像特征,选取适合的分类判决模型,最终可达到无损、客观、快速评定的目的。

4 计算机视觉技术可以多指标、多特征地评定猪及猪胴体品质

与猪肉品质息息相关的评定指标可分为胴体特性和肉质特性两方面。胴体特性如胴体长、屠宰率、背膘厚度、瘦肉率和眼肌面积等;肉质特性如肉色、肌内脂肪、嫩度和风味等。我国大部分屠宰加工企业为达到准确加工和市场效益对胴体分级要求较细致,所以应通过研究多指标、多特征来描述猪肉品质。通过使用数字摄像机获取图片,采用图像处理技术对图片进行特征提取,既保证评定指标的准确性,又克服了人为因素,满足无损的要求,也提高了效率^[12]。

计算机视觉技术可获取猪胴体多指标、多特征数据。考虑利用人工智能方法——人工神经网络,建立基于计算机视觉技术的猪肉无损定级系统。人工神经网络的工作过程是以归一化的图像特征指标数据作为输入,以等级作为输出训练神经网络模型,训练后的网络可达到较好的分级效果,与传统的统计方法比较,训练后的人工神经网络能够更稳定、准确、快速的匹配出猪肉等级。

输入数据、系统设计参数、输出数据主要包括猪胴体图像特征参数,可按如下参数作为指标和特征评定猪胴体等级:

猪胴体图像特征参数——图像膘厚、图像腿横长、图像腿竖长、图像眼肌面积、白红比、G值、腿臀围、腿横竖长积、等级。

活体猪图像特征参数——猪体重、头部面积、躯干面积、腹部面积、臀部面积、腿长、腿宽、胸腔面积、猪体长、猪体宽、后背面积、腿长宽比、瘦肉率、背膘厚、屠宰率、猪肉等级、腹占身躯比、侧上曲线、侧腹曲线、后上曲线、后后曲线。

系统设计参数——神经元数目、网络层数、训练最大步数、目标误差。

系统输出——仿真瘦肉率、仿真背膘厚、仿真屠宰率、仿真猪肉等级、训练步数。

输入向量采用主成分分析结果列出的猪重、腿长宽比、臀部面积、头部面积、背部长宽比、腹

部面积等多个特征参数;输出向量为背膘厚、屠宰率、瘦肉率、等级^[13]。

5 结 论

由于猪种复杂,体型及内在品质多变,因此多特征多指标才能更准确地评定猪肉品质。而且我们可以通过修改和调整上述参数来达到不同分级目的。文中介绍了多种检测猪肉品质的先进技术,为我国猪胴体分级技术的发展可提供参考性建议,虽然屠宰企业在猪胴体分级上大都仍停留在以人工分级为主,但企业在线分级系统的研究已有成果,有待完善和推广,相信完善后的猪胴体分级技术一旦成功推广,既可促进养殖户按标准饲养,也可使屠宰商获得更大市场效益,消费者更能吃到放心肉。

参考文献

- [1] 张东红. 21 世纪中国养猪业发展战略[J] 安徽农业科学 2002,30(2):185-187.
- [2] 刘敬顺,彭国良,刘小红. 浅议猪肉品质的测定和影响因素[J] 广东畜牧兽医科技 2000,6(2):729.
- [3] 张楠,周光宏,徐幸莲. 国内外猪胴体分级标准体系的现状与发展趋势[J]. 食品与发酵工程 2005,31(7):211.
- [4] Brodum J. On-line pork carcass grading with the Autofomultra sound system [J] Canada Journal of Animal Science 1998,76:443-448.
- [5] USDA. 1985. Official States Standards for Grades of Pork Carcasses. AMS, USDA, Washington, D. C.
- [6] United States Department of Agriculture. Standards For Grading of Pork Carcasses[S].
- [7] Goldenberg A A, Lu Z. Automation of meat pork grading process[J] Computers and Electronics in Agriculture 1997, 16:125-135.
- [8] Kirton A H. Current methods of on-line carcass evaluation [J] Journal of Animal Science 1999,67(8):2155-2163.
- [9] 周光宏. 肉品学[M] 北京:中国农业科技出版社 1999.
- [10] GB 9959.1—2001《鲜冻片猪肉》.
- [11] 李诚. 猪肉的分级、分割及分割肉加工[J]. 肉类工业 2003(3):6-7.
- [12] 刘艳国,朱虹,郑丽敏等. 拐点提取算法在活体猪检测中的应用[J] 计算机应用 2005,25(S1):234-244, 247.
- [13] 郑丽敏等. 基于 MATLAB 的 BP 神经网络在猪等级评定中的应用研究[J] 计算机应用研究 2008, 25(6):1642-1644.