

我国牦牛肉分级标准体系研究现状与发展趋势

牛 珺¹, 孙宝忠², 余群力¹, 张 丽^{1,2,*}, 谢 鹏², 雷元华², 王 莉¹, 李海鹏²

(1.甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃 兰州 730070;

2.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193)

摘 要: 牛肉等级评价体系是将质量和产量参差不齐的牛肉按照一定的标准划分成不同等级, 不仅实现了优质优价的原则, 更满足了消费者的选择。世界上许多国家都已拥有自己独立的牛肉分级制度, 我国近年来也制定了相关的牛肉分级标准, 但适应范围太窄, 且暂无牦牛肉分级标准。本文主要介绍了国内外牛肉分级体系现状, 各国分级体系存在的差异, 以及高新技术的应用和我国牦牛肉分级存在的问题和不足。

关键词: 牦牛肉; 分级标准; 分级技术;

Current Status and Development Trend of Yak Meat Grading System in China

NIU Jun¹, SUN Baozhong², YU Qunli¹, ZHANG Li^{1,2,*}, XIE Peng², LEI Yuanhua², WANG Li¹, LI Haipeng²

(1.College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2.Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: Beef grading system is intended to divide beef samples of uneven quality and yield into different grades according to certain criteria, not only achieving the principle of 'high price for high quality' but meeting consumer preferences as well. Many countries in the world have established their own beef grading systems. Although the beef grading standard has been formulated in China, it only applies to a narrow range and yak meat grading standard is currently still lacking. This article is concerned with the current status and differences of beef grading systems in China and abroad, the applications of high and new technologies in this field, and the problems and flaws with yak meat grading in China.

Key words: yak meat; grading standards; grading technology

DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.05.009

中图分类号: TS251

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2016) 05-0042-05

引文格式:

牛珺, 孙宝忠, 余群力, 等. 我国牦牛肉分级标准体系研究现状与发展趋势[J]. 肉类研究, 2016, 30(5): 42-46.

DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.05.009. <http://rlyj.cbpt.cnki.net>

NIU Jun, SUN Baozhong, YU Qunli, et al. Current status and development trend of yak meat grading system in china[J]. Meat Research, 2016, 30(5): 42-46. (in Chinese with English abstract) DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.05.009. <http://rlyj.cbpt.cnki.net>

牦牛是我国高海拔地区的优势畜种, 世界上超过95%的牦牛分布在中国以青藏高原为中心的高山草原地区^[1]。牦牛因其常年生活在高海拔、低气压、低气温、昼夜温差大、辐射强的地区, 这一特殊的生态环境条件, 形成了其特有的体质形态和机体性能, 因此与其他牛种在肉产量、肉品质、营养等方面各有不同^[2-3]。国外畜牧业发达国家很早就建立了牛肉等级制度, 并不断修订, 这不仅保障了本国牛肉市场的和谐稳定发展, 也保障了牛肉从屠宰分割到消费者购买的公平公正。此外, 还可以促进肉牛饲养、屠宰、牛肉制品加工协调发展, 使牛肉生产水平不断提高^[4]。

我国牛肉分级标准的研究和制定起步较晚, 先后颁布了NY/T 676—2003《牛肉质量分级》^[5], NY/T 676—2010《牛肉等级规格》^[6](2003年的修订版), SB/T 10637—2011《牛肉分级》^[7]。上述标准均未涉及牦牛, 因此针对牦牛肉的等级分级标准仍为空白。

1 国内外牛肉分级体系现状及其差异

世界上大多数国家, 如美国、日本、欧盟、澳大利亚等都已拥有较为完善和适合本国牛种的牛肉分级

收稿日期: 2015-11-28

基金项目: 甘肃省高等学校科研项目(2014A-062); 青藏高原特色有机畜产品生产技术与产业模式项目(201203009)

作者简介: 牛珺(1991—), 女, 硕士研究生, 研究方向为营养与食品卫生。E-mail: zlwlyzyc@163.com

*通信作者: 张丽(1979—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为动物性食品营养与工程。E-mail: zhanglwubd@163.com



标准^[8]，这对促进和规范该国肉牛业的发展起到非常重要的作用^[9-12]。目前，各国的牛肉分级标准体系主要由产量级和质量级2部分组成，畜牧业较发达国家的牛肉分级标准如表1所示。

表1 不同国家牛肉等级标准概况
Table 1 Beef grading standards in different countries

国家	评价体系	等级划分	评价指标
美国	质量等级	特优、特选、优选、标准、商用、可用、切碎、制罐	生理成熟度、大理石花纹
加拿大	质量等级	A、AA、AAA、特优级；B1、B2、B3、B4级；D1、D2、D3、D4级；E级	成熟度、肌肉组织、眼肌面积、脂肪厚度、大理石花纹、脂肪结构和颜色
澳大利亚	质量等级	A、AA、AAA级；B1、B2、B3、B4级；D1、D2、D3、D4级；E级	胴体特性、肋部肉厚、最终pH值、皮下脂肪厚、大理石花纹度
日本	质量等级	5级（优）、4级（良）、3级（中）、2级（可）、1级（劣）	肉色、大理石花纹、肌肉弹性、脂肪颜色
欧盟	质量等级	5级（E）、4级（U）、3级（R）、2级（O）、1级（P）	膘度、体型结构

由表1可知，不同国家牛肉等级标准各不相同。美国牛肉等级评判由美国农业部（United States Department of Agriculture, USDA）指派的独立牛肉评级员依据牛肉的品质（以大理石纹理为代表）和生理成熟度（年龄），综合评定出牛肉质量等级，将牛肉分成以上8个级别。美国牛肉产量等级标准以胴体的出肉率为依据，定义为修整后去骨零售净肉量占胴体的比例，可分为1~5级，1级出肉率最高，5级最少。

日本政府于20世纪60年代起就加大力度发展肉牛行业，于1962年正式实施牛肉胴体质量标准，并经过多次修订，使日本牛肉行业在几十年内得到了突飞猛进的发展。日本牛肉胴体质量标准主要根据大理石花纹、肉色、脂肪色、弹性4个指标评定划分为5个级别，4个指标有各自的彩色样板作为评级标准。此外，还有产量级标准，根据胴体产肉率分为A、B、C3个级别。

欧盟各国于1975年就建立了通用的牛胴体分级标准，此标准由体型结构和膘度2个因素来决定^[13-14]。体型结构根据牛胴体外观丰满度、背部和肩部及后躯腿部发育情况分为优秀（E）、良好（U）、中等（R）、可用（O）、低劣（P）5个等级。膘度根据牛胴体肩背部和臀腿部脂肪覆盖以及胸腔内脂肪沉积情况，用5分值表示膘厚等级，分为1、2、3、4、5级别。5级代表胴体肩背被脂肪覆盖，臀腿部完全被脂肪覆盖，胸腔内脂肪沉积很好，1级则为胴体表面几乎全无脂肪。欧盟各国按照以上两因素评定结果确定某胴体等级。欧盟的牛肉胴体等级评价法比较直观，各年度生产的胴体可以进行直接的优劣对比，在企业管理和育肥牛种的筛选等方面具有指导意义。

澳大利亚牛肉分级标准主要是根据消费者的需求以及喜好，对牛肉仅仅做出分级和描述，对于好坏完全由消费者自己判断。标准由澳洲肉类规格管理局制定并实

施^[15-16]，将牛肉按质量分为4个等级，其衡量指标较多，包括牛的种类、性别、年龄、骨质化程度、最终pH值、肉色、脂肪色、眼肌面积、大理石花纹、背膘厚等。这些指标评分通过公式计算得到一个最终值，从而对每块肌肉进行判断评级，不同于其他国家都是针对胴体进行评价。

加拿大牛肉分级制度始于1929年，并于1986年和1993年经过多次修订^[17]。加拿大牛肉分级是由加拿大农业与农产品部门，经联邦或省政府肉品检验服务部门委托的派驻屠宰场的分级人员负责执行，属于自愿性质，但市场上仍有约75%牛胴体进行了分级。加拿大牛胴体分级主要根据胴体性状结构、脂肪覆盖率和肉品质量进行不同等级划分，其中最重要的分级评判指标为牛的成熟年龄、胴体脂肪覆盖度、牛肉质地和肌肉嫩度。若不考虑性别，加拿大牛胴体分等按成熟度分为A、B、C、D、E，5个等级。其中，脂肪水平分4级；肉品质量按颜色、坚挺度及大理石纹进行评定。加拿大牛胴体共划分为12个等级，其中所有A级、AA级、AAA级与Prime级胴体，都需要进一步进行胴体产量分级，但B、D或E级的胴体不作产量的分级。

加拿大的牛胴体产量分级的判定是根据胴体质量、大理石花纹以及眼肌处皮下脂肪厚度来评定。分为3种等级，即1级>58%，2级53%~58%，3级<53%。

我国于2011年颁布了SB/T 10637—2011《牛肉分级》标准^[7]，将牛胴体分割肉分为2个部分，第1部分包括里脊、上脑、眼肉、外脊，分别划分成S级、A级、B级和C级4个等级。里脊4个级别的划分在感官要求上并无异同，主要根据质量进行评级。上脑、眼肉和外脊3个部位的S级和A级要求质量大于某一定值，B级和C级对质量无要求；3个部位肉的感官评价要求中，大理石花纹根据丰富程度均依次降级，如S级大理石花纹最丰富，C级大理石花纹几乎没有；脂肪色评价中S级和A级都为白色或微黄色，B级略有变化为白色和黄色，C级对脂肪色未做描述；肉色4个级别均为红色。第2部分包括辣椒条、胸肉、臀肉等9块部位肉，划分为优质牛肉和普通牛肉，分别经过精修和粗修，再根据外观形状、肉色、表面脂肪和有无血渍等其他感官指标进行评级划分。

2012年，我国又颁布GB/T 29392—2012《普通肉牛上脑、眼肉、外脊、里脊等级划分》，对牛分割部位肉做了更详细的等级划分和描述^[18]。但以上标准都只适用于普通肉牛，并未涉及牦牛肉。牦牛与普通肉牛在肌肉颜色、大理石花纹、脂肪色等方面差异很大，牦牛肉色偏深红色，脂肪色相对肉牛偏黄，因此不能用目前现行肉牛等级图版来评判。此外，放养的牦牛其胴体眼肌部分脂肪沉积较少，大理石纹不适于作为牦牛肉的评级指标。因此急需根据我国牦牛肉的生产实际及品质特征，

借鉴国内外牛肉分级体系,制定有关牦牛肉胴体分级的相关标准。

2 不同国家牛肉分级体系差异分析

纵观美国、日本、澳大利亚等牛肉生产和进出口大国,它们的牛肉分级体系已经进行了多次修改和完善,不仅将精准的视觉分级机器用于牛肉分级,而且会分派经过严格培训的牛肉评级人员,到各个牛肉生产厂家,对牛肉进行分级,经过广泛的实施后,基本实现了全国普及,保障了牛肉市场和谐稳定的发展。我国牛肉分级标准近年来也取得较大进步,但不同国家牛分级体系各有不同,主要是由以下几个原因造成的。

2.1 不同国家牛肉产业及人群需求的差异

各国对牛肉分级大多都是按照产量级和质量级进行,但不同国家根据其牛肉产业差异和人群需求不同会有一些区别。对于产量级而言,欧盟的标准中只参考了体型结构和膘度2个指标,未做产量级划分;加拿大牛肉分级体系中对所有A级、AA级、AAA级与特优级胴体,都需要进行胴体产量分级,但B级、D级或E级的胴体不做产量分级;澳大利亚仅以胴体的瘦肉量作为产量级区分的标准^[19]。加拿大的分级制度与美国相比,不允许质量因素间相互抵消和弥补,而美国则允许一个因素能够被用于弥补另一个因素的不足^[20]。例如,美国体系允许适当有些坚硬质地的牛肉被分在特优级别中,稍微有些坚韧的牛肉被分在特选等级中,稍微柔软质地的牛肉被分在优选级别中。加拿大分级体系仅允许有紧密质地的牛肉被分到4个高质量级别中(A/AA/AAA/特优),肉质稍微不紧密的胴体则被分到B等级。美国体系不认为黄色脂肪是肉质质量打折的因素,而加拿大分级体系则把有黄色脂肪的胴体从4个高质量等级(A/AA/AAA/特优)中剔除而划分到B2级。澳大利亚牛肉分级则不同于其他国家,它的每一块分割肉要经过消费者评价,根据不同的烹饪方式分为不同的级别,该综合评定结果是由政府相关部门组织受过专业培训的消费者进行评价,根据消费者感官评定的分数来确定每一块分割肉的最终级别。美国、日本和韩国则针对其本国牛种特性,选择不同指标作为产量级预测方程的决定因素,与我国牛分级体系存在差异,例如,美国与我国牛肉产量分级体系相比,除四分体分割位置不一样之外,胴体质量的计算标准也不同,美国牛胴体屠宰后心、肾和盆腔脂肪不随内脏一同摘除,仍保留在体腔内,其质量算作胴体质量的一部分,我国牛胴体分级标准则规定牛胴体是经宰杀放血后去皮、头、蹄、尾、内脏(保留肾及肾周脂肪)及生殖器(母牛去除乳房)后的躯体部分。另外,主要分割部位的划分也存在差异,美国主要分割肉比我国多了肋部分割肉。

2.2 生态环境和饲养方式不同导致各国牛种品质的差异

不同国家地理状况、生态环境,尤其是草场放牧情况不同,牛种的培育和饲养差异较大^[21]。日本和牛大理石花纹丰富,因此,日本牛肉等级标准以大理石花纹作为其最主要的评级标准。欧盟牛种的普遍特点是生长速度快,产肉率高,其牛种如夏洛来牛、契安妮娜牛都是体躯高大强壮,其瘦肉率产量很高,而海福特牛和安格斯牛虽然体态矮小,但是肌肉发达,属于矮壮类型,产肉率很高。因此,欧盟这些国家在进行牛种的评级划分时,体型结构对于牛肉的质量评级起到关键作用。美国牛肉等级标准在长期发展过程中逐渐形成了以瘦肉率为主要标准的趋势,这和本国的牛种关系很大,例如皮埃蒙特牛肌肉发达,新生牛犊在肌肉评分中也属于高肌肉度,其胴体产瘦肉率高,但骨质量很小;西蒙塔尔牛是肉用牛,四肢发达,腿部肌肉丰满,成年的公牛体质量达到1 000~1 300 kg。

从世界上牛肉发达国家的牛种来看,可以发现西方国家的牛种改良工作完成的比较好,牛肉等级标准也是基于良好的牛种特性,不论是牛胴体产肉率还是体型结构、肉质都具有竞争力。而我国的牦牛分布范围广,数量比较少,生长周期短暂,且常年在粗放环境下生长,这些因素不利于我国这一特有畜种的发展,因而对其进行统一规划分级和优良品种的选育和改良,不仅更能突出牦牛肉的优点,而且对后续牦牛的培育工作,牦牛产业的发展,以及消费者的购买等多方面都具有决定性的作用。

3 高新技术在牛肉分级体系中的应用

在国外,机器视觉自动分级技术已经很常见。自1979年美国农业部把机器视觉技术引入牛胴体检测领域中,机器视觉技术就逐渐被广泛运用到牛肉胴体分级体系中,它作为一种新发展起来的无损检测技术,具有客观、准确和高效等特点,防止了人为操作引起的误差^[22]。视觉图像分析技术(visual image analysis, VIA)已拥有广泛的应用,例如:有效提取12/13间的眼肌面积和大理石花纹图像^[23-24],提高和改善欧盟牛肉胴体分级中体型结构的精准性使之与视觉评估相一致^[25],评估胴体产瘦肉率^[26],预测肉表面嫩度^[27],测定牛肉肌肉中脂肪含量^[28],测定肉色和评估肉的持水率^[29-30]。综合来看,这种先进技术主要是能够精确评估牛肉胴体形状、外观结构组成以及部分牛肉品质的预测。

近几年,我国图像处理技术在牛肉分级中也应用广泛,江龙建^[31]、赵杰文^[32]、陈坤杰^[33]等都利用不同的计算机视觉技术、图像技术以及数学方法对牛肉眼肌中的大理石花纹进行了提取,陈坤杰等^[33]还对牛肉特征颜色



进行了研究；贾渊等^[34]在2001—2004年利用计算机图像处理技术对牛肉颜色分级作了初步研究；吴贵茹^[35]运用最大类间方差法（OTSU method）和色差法对有效眼肌进行分割和提取；艾虎^[36]运用BP神经网络训练算法和概率神经网络分别对牛肉眼肌图像进行了分割和提取。

此外，近红外光谱技术也在肉类质量评价上有很大发展，对牛肉品质（脂肪、蛋白质、水分、pH值、肉色、剪切力等）进行在线、快速、准确的预测^[37-39]。因而畜牧业发达的一些国家，也正在将牛肉分级与牛肉本身的营养质量结合起来，结合消费者的评价观点，遵从消费者的意愿。Henchion等^[40]2014年提出肉制品的质量是肉类消费的关键，并帮助肉类部门确定重点领域，能够确保消费者对肉类和肉类产品的质量保持信心，增强对肉类的质量预测。而澳大利亚肉类标准（meat standards Australia, MSA）计划开发一种消费者测试协议，这种协议使MSA分级标准将由消费者评分结果来定义。消费者对不同烹调方式下的分割肉进行打分并结合每块肉的质量等级，将此演变成为一种计算机程序预测，在广泛综合各因素后形成一个运行良好的互动预测模型。

4 结 语

我国的牛肉质量分级体系并不完善，主要适用于普通肉牛，并无牦牛肉分级的有关标准，针对牦牛肉进行分级还存在诸多问题。首先，我国牦牛主要生活在青海、西藏和甘南等一些高海拔地区，由牧民放养，而牧民对牦牛肉分级意识淡薄。其次，由于牦牛长期的放养模式，为季节性集中屠宰（10~12月），平时只是零散的交易，收集大量比较完整的数据很困难，因而缺乏大量关于牦牛胴体、肉品质以及和胴体分级相关的数据作为等级研究的基础和支撑。此外，牦牛交易市场还不规范，价格普遍过低，没有实现优质优价的原则。因此，继续开展对不同区域牦牛胴体和肉品质基础数据的广泛收集，结合国内外各国牛肉分级标准，对牦牛肉等级评价指标进行详细研究，制定出符合我国牦牛胴体的等级评定标准。同时应用国内外高新技术，实现牦牛胴体及肉质品在工厂和车间的自动化分级技术，建立在线、快速、准确和无误的高效评价体系，加强宣传引导，规范牦牛屠宰、加工、生产和销售几个环节的规范性操作，为牦牛肉分级提供便利，实现牦牛产业的协调发展。

参考文献：

[1] 钟金城, 赵素君, 陈智华, 等. 牦牛品种的遗传多样性及其分类研究[J]. 中国农业科学, 2006, 39(2): 389-397.
[2] 王莉, 张丽, 孙宝忠, 等. 腌制时间对牦牛臀肌四头肌和背最长肌食用品质的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(4): 126-131.

[3] 保善科, 张丽, 孔祥颖, 等. 不同部位高原牦牛肉品质评价[J]. 畜牧兽医学报, 2015, 46(3): 388-394. DOI:10.11843/j.issn.0366-6964.2015.03.006.
[4] 拜彬强, 郝力壮, 柴沙驼, 等. 牦牛肉品质特性研究进展[J]. 食品科学, 2014, 35(17): 290-296. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201417055.
[5] 南京农业大学, 中国农业科学院畜牧研究所, 全国畜牧兽医总站. NY/T 676—2003 牛肉质量分级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
[6] 南京农业大学, 中国农业科学院. NY 676—2010 牛肉等级规格[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
[7] 商务部流通产业促进中心, 南京农业大学, 中国农业科学院北京畜牧研究所. SB/T 10637—2011 牛肉分级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
[8] 刘森轩, 崔昱清, 王复龙, 等. 我国常见家畜胴体分割及分级技术发展[J]. 肉类研究, 2014, 28(3): 18-24.
[9] 史杰. 牛肉大理石花纹和色泽与品质的关系研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
[10] 刘丽. 黄牛及其改良牛产肉性能和肉品质量分析及中国牛肉等级标准的研究与制定[D]. 南京: 南京农业大学, 2000.
[11] 陈建文. 基于大理石花纹特征的牛肉分级方法研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
[12] 汤晓艳, 周光宏, 徐幸莲. 对中国牛肉分级制度的几点思考[J]. 黄牛杂志, 2003, 29(2): 53-56.
[13] 李玮姿. 基于图像处理技术的牛肉大理石纹理自动分级研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2011.
[14] 陈幼春. 现代肉牛生产[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 25-68.
[15] Meat and Livestock Australia. Meat standards Australia beef information kit[S]. 2010.
[16] van DONKERSGOED J, JEWISON G, BYGROVE S, et al. Canadian beef quality audit 1998-99[J]. The Canadian Veterinary Journal, 2001, 42(2): 121.
[17] Canadian Food Inspection Agency. Livestock and poultry carcass grading regulations[S]. Canada: Canadian Food Inspection Agency, 2009.
[18] 南京农业大学, 商务部流通产业促进中心, 中国农业科学院. GB/T 29392—2012 普通肉牛上脑、眼肉、外脊、里脊等级划分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
[32] CHEN K, SUN X, QIN C, et al. Color grading of beef fat by using computer vision and support vector machine[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2010, 70(1): 27-32.
[20] 石素玲. 美国胴体产量方程对我国牛胴体产肉量评定的适用性研究[J]. 肉类研究, 1999, 12(1): 15-17.
[21] 邱怀. 现代肉牛生产及产品加工[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1995.
[22] CRAIGRE C R, NAVAJAS E A, PURCHAS R W, et al. A review of the development and use of video image analysis (VIA) for beef carcass evaluation as an alternative to the current EUROP system and other subjective systems[J]. Meat Science, 2012, 92(4): 307-318.
[23] JACKMAN P, SUN D W, ALLEN P. Automatic segmentation of beef longissimus dorsi muscle and marbling by an adaptable algorithm[J]. Meat Science, 2009, 83(2): 187-194.
[24] WLYE A M, VOTE D J, ROEBER D L, et al. Effectiveness of the smart MV prototype beef cam system to sort beef carcasses into expected palatability groups[J]. Journal of Animal Science, 2003, 81(2): 441-448.
[25] ALLEN P, FINNERTY N. Objective beef carcass classification: a report of a trial of three VIA classification systems[M]. Teagasc, 2000.
[26] HOPKINS D L. An industry applicable model for predicting lean meat yield in lamb carcasses[J]. Animal Production Science, 2008, 48(7): 757-761.

- [27] WULF D M, O'CONNOR S F, TATUN J D, et al. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness[J]. Journal of Animal Science, 1997, 75(3): 684-692.
- [28] ALBRECHT E, WEGNER J, ENDER K. A new technique for objective evaluation of marbling in beef[J]. Fleisch Wirtschaft, 1996, 76(11): 1145-1147.
- [29] GERRARD D E, GAO X, TAN J. Beef marbling and color score determination by image processing[J]. Journal of Food Science, 1996, 61(1): 145-148.
- [30] IRIE M, IZUMO A, MOHRI S. Rapid method for determining water-holding capacity in meat using video image analysis and simple formulae[J]. Meat Science, 1996, 42(1): 95-102.
- [31] 江龙建. 基于计算机视觉和神经网络的牛肉大理石自动分级技术的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2003.
- [32] 赵杰文, 刘木华, 张海东. 基于数学形态学的牛肉图像中背长肌分割和大理石纹提取技术研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 144-146.
- [33] 陈坤杰, 姬长英. 牛肉自动分级技术研究进展分析[J]. 农业机械学报, 2006, 37(3): 153-156.
- [34] 贾渊, 汤晓艳, 姬长英. 牛肉颜色的RGB特征[J]. 食品科学, 2004, 25(7): 86-89.
- [35] 吴贵茹. 基于计算机视觉的牛肉产量自动分级技术研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [36] 艾虎. 基于计算机视觉的人工神经网络和图像处理技术的牛肉大理石花纹自动分级研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2009.
- [37] 郎玉苗, 李海鹏, 沙坤, 等. 近红外技术在牛肉质量分级体系中的应用研究进展[J]. 肉类研究, 2012, 26(8): 39-42.
- [38] 汤晓艳, 王敏, 钱永忠, 等. 牛肉分级标准及分级技术发展概况综述[J]. 食品科学, 2011, 32(19): 288-293.
- [30] 田潇瑜. 基于光谱与图像分析的生鲜牛肉嫩度快速检测技术研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.
- [40] HENCHION M, MCCARTHY M, RESCONI V C, et al. Meat consumption: trends and quality matters[J]. Meat Science, 2014, 98(3): 561-568.