



# 甘肃省肃南县藏系绵羊肉在成熟过程中 食用品质测定及机理

孙志昶<sup>1,2</sup>, 李永鹏<sup>1</sup>, 赵会平<sup>2</sup>, 孙宝忠<sup>2</sup>, 余群力<sup>1,\*</sup>

(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:** 本文旨在介绍藏系绵羊肉在成熟过程中的食用品质变化规律及其机理, 具体阐述甘肃省肃南县藏系绵羊的特点, 并通过分析食用品质指标与机理指标的相关性, 从理论的角度探讨成熟过程对食用品质的影响。

**关键词:** 绵羊; 成熟; 食用品质

## Quality Characteristics of Mutton from Tibet Sheep in Sunan, Gansu during Aging Process and Its Mechanism: A Review

SUN Zhi-chang<sup>1,2</sup>, LI Yong-peng<sup>1</sup>, ZHAO Hui-ping<sup>2</sup>, SUN Bao-zhong<sup>2</sup>, YU Qun-li<sup>1,\*</sup>

(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:** This paper elucidates the characters of Tibet sheep in Sunan county, Gansu province and theoretically analyzes the effect of postmortem aging on its meat quality on the basis of their correlation in order to provide a theoretical basis for the predication of mutton quality and meat aging.

**Key words:** sheep; aging; edible quality

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8123(2011)03-0049-03

中国的绵羊分为三大系, 即蒙古羊系、藏绵羊系和哈萨克绵羊系。藏系绵羊在我国青藏高原及与其毗邻的川、滇、甘等高寒地区均有分布, 是在长期的自然和人工选择培育下形成的地方品种<sup>[1]</sup>。由于地域环境的复杂性, 藏系绵羊形成了丰富多样的生态类型, 在体型、外貌、生产性能和生态适应性等方面都有明显的差别。藏系绵羊, 也叫土种羊, 是我国三大原始绵羊品种之一, 主要分布在青藏高原, 同牦牛一样, 是青藏高原的主体畜种。依据其生态环境, 结合生产、经济特点, 可分为高原型(草地型)、山谷型和欧拉型。藏羊以高原型为主, 分布在高寒牧区, 其对高海拔、低气压的气候条件具有高度适应能力。这是由其形态学、解剖学以及生理生化方面特殊机能决定的<sup>[2]</sup>。藏系羊又是肃南县在荒漠半荒漠草原地区和高寒草原地区饲养的一个地方品种。其品种来源, 最早为蒙藏混血羊品种, 自20世纪90年代后期经过不断引进外省品种进行改良, 目前大多为青海藏系绵羊品种类型, 现饲养数量达20多万只。该品种适应性强, 繁殖率较高<sup>[1]</sup>。

甘肃省肃南裕固族自治县是一个以牧为主的纯牧业县, 地处河西走廊中段北麓, 位于甘肃省张掖市西南部。介于东经97°20'~120°13', 北纬37°28'~39°49'之间。全县土地总面积23887km<sup>2</sup>, 辖设8个乡镇, 有10个国家营林牧场。饲养的主要家畜有适应高寒气候的毛肉兼用的甘肃高山细毛羊、藏系绵羊、绒肉兼用的河西绒山羊和肉乳兼用的肃南牦牛<sup>[3]</sup>。该县草原辽阔, 牧草资源丰富, 具有大力发展草食家畜得天独厚的基础条件。全县现有天然草原170.93万公顷, 可利用面积142.2万公顷, 其中89.7%处于高海拔、低气温、无霜期少、日照时数长的状态。这里的高寒草原是大力发展草食牲畜, 特别是发展适宜高寒草原畜种的优势资源。2008年肃南县各类牲畜总数101.05万头(只), 其中羊是第一主导畜种。

据测定, 当地藏系绵羊秋肥时中上等膘性的成年羯羊胴体质量平均为26.0kg, 屠宰率为48.05%; 成年母羊胴体质量平均为22.98kg, 屠宰率为44.60%; 1.5岁羯

收稿日期: 2010-12-28

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(nycyt-x-38)

作者简介: 孙志昶(1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向为营养与食品卫生。E-mail: 371137837@qq.com

\* 通信作者: 余群力(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为畜产品加工。E-mail: yuqunli@gsau.com.cn



羊胴体质量平均为 15.64%，屠宰率为 44.56%；当年羔羊胴体质量平均为 10.27kg，屠宰率为 40.55%<sup>[4]</sup>。肃南藏系绵羊在当地特定的生态条件下，经过长期的自然选择和当地牧民的辛勤选育，对当地自然环境有良好的适应性，其生产性能也有了很大变化。肃南藏羊终年放牧于天然牧场，主要采食天然优质牧草，饮用纯净水，因此其羊肉可称得上是纯天然无污染的绿色食品，更是肉类中之珍品。

## 1 羊肉的食用品质指标及与宰后成熟过程相关的指标

肉品的食用品质指标反映肉品品质的好坏，由于通过感官评价得到的品质特性通常具有较大的人为影响因素，因此通过设定某些相对客观的指标，有利于对肉品品质进行科学全面的评价。成熟通常是指动物宰后，肌肉先发生收缩，从而引起僵硬，而在随后的储藏过程中，僵硬的肉会发生各种生理及化学变化，最终发生解僵，呈现出易于被消费者接受的嫩度水平，同时伴随有肉的持水性、多汁感、风味等感官品质的改善，而其中最主要的品质变化就是嫩度的提高。关于宰后成熟的机理，目前研究者之间还存在不少争议，但是普遍认同的观点是钙激活中性蛋白酶(依钙蛋白酶)系理论，即肌肉中的依钙蛋白酶在被钙离子激活后，作用于肌原纤维蛋白、肌间蛋白等结构性蛋白，引起肌原纤维结构的破坏，从而导致肌肉的嫩化<sup>[5-6]</sup>。这一机理通常被叫做“钙理论”。

人们通常用来评价羊肉品质的指标有：pH 值、剪切力、熟肉率、失水率、系水力、色度、大理石纹等，这些指标从不同方面反映了羊肉的食用品质：1)pH 值。对于食用品质而言，pH 值反映的是肉的新鲜程度，一般认为正常的羊肉 pH 值介于 5.5~6.5 之间，如果发生腐败，pH 值会偏高<sup>[7-11]</sup>。2)剪切力。反映的是肉品的嫩度，剪切力越低嫩度越好，通常专门用来测定肉类剪切力的仪器是沃-布剪切仪，因此这种剪切力也叫做沃-布剪切力(WBS)，国内通常采用的仪器是 CL-M 型嫩度仪，原理与之相同<sup>[12-15]</sup>。3)熟肉率。它是度量肌肉烹调损失的一项重要指标，直接反映出经过熟制肌肉的质量损失。4)失水率与系水力。反映的是肉中蛋白质保持水的能力，通常肉中蛋白质会与水结合，形成不可流动的结合水。一般而言，失水率越低、系水力越高，肉的多汁感越好<sup>[16-20]</sup>。宰后成熟过程中 pH 值会不断接近等电点，同时蛋白质水解变性而引起疏水基团暴露，都会导致失水率上升<sup>[21-22]</sup>。5)色度。肌肉颜色的变化主要由肌红蛋白和血红蛋白决定，肉色本身并不会对肉的滋味作出多大贡献，其重要意义在于它是肌肉的生理学、生物化学和微生物学变化的外部表现，可以用视觉加以鉴别，由表及里地判断肉质<sup>[21]</sup>。6)大理石纹。它是指

肌间脂肪含量的多少和其分布的均匀程度，而肌间脂肪同肌肉的多汁性、嫩度和滋味密切相关。

为了说明成熟过程对食用品质的影响，需要引入一些与成熟机理相关的指标，以反映出成熟进行的动力学因素、反应程度等。根据目前普遍流行的钙理论，以下这些指标与成熟机理密切相关：pH 值、糖原含量、肌原纤维小片化指数(myofibril fragmentation index, MFI)、依钙蛋白酶活力等，这类指标称为机理指标。1)pH 值。与食用品质指标中的 pH 值是同一个指标，只不过对于成熟机理而言具有不同的意义，这里 pH 值是影响成熟过程中各种酶活性的重要指标。2)糖原含量。反映动物死后糖原酵解生成乳酸的情况，正是由于乳酸的生成才引起 pH 值的下降，从而引发了后面的一系列反应<sup>[23]</sup>。而糖原含量也就可以被看做成熟过程引发的源动力。3)肌原纤维小片化指数(MFI)。作为表征肉类嫩度的指标具有较高的相关性、较好的稳定性，而且在研究羊肉成熟嫩化的过程中，MFI 的定义更贴近于依钙蛋白酶系理论，具有更好的指导意义。现在很多相关研究者都选用 MFI 作为嫩度的代名词。同时它反映的也是肌原纤维降解的程度。4)依钙蛋白酶活力。这一指标直接反映出嫩化作用发生的动力，还可以被视作成熟过程进行速率的表征<sup>[17-18]</sup>。

## 2 羊肉的风味研究及其在成熟过程中的变化

人们对食品的获取，不仅在生理上对各种营养成分和卫生质量有需求，也是各种心理因素的一种享受。具有良好或独特风味的食品，会使人们在感官上得到真正的愉快，并直接影响其对营养物的消化和吸收<sup>[24]</sup>。肉的风味与质地、营养、安全性等一起成为影响人们对畜禽肉取舍的决定因素。肉品风味包括挥发性的气味物质和水溶性非挥发性的滋味物质两部分，主要指肉的鲜味和香味，其中滋味是由非挥发性的滋味活性物质构成，而香味则是由挥发性的含香化合物构成<sup>[24-25]</sup>。但是决定肉类风味特征最主要的因素还是挥发性化合物。随着科研手段的提升和仪器设备的更新与改进，尤其是核磁共振、高分辨气相色谱、气相色谱-质谱联用、高效液相色谱的出现，使肉类风味的研究得以迅速发展<sup>[26]</sup>。采用这些先进的手段和方法，人们已经鉴定出的农用动物肉类风味化合物主要是醇、醛、酮、酯和氮、氧、硫等组成的杂环化合物，部分游离氨基酸以及肌苷酸等也参与形成了一定的风味<sup>[24-25,27-28]</sup>。

其中含硫化合物体现基本肉香，而碳酰化合物体现各种肉品的特有风味。各种挥发物对肉的香味和总风味贡献的大小取决于各自的香味值，即浓度与阈值之比。香味值大于 1 的挥发物可能对总香味有直接影响，而香味值小于 1 的挥发物也可能对总香气无实际作用或与其



他物质发生协同、拮抗或加成反应，间接影响肉的香味。脂肪烃、芳香烃、直链饱和醇、烷基酮、以及除硫酯以外的酯、醚及羧酸等阈值一般较高，而在肉中含量有限，通常认为对肉品风味贡献不大，但内酯、直链硫化物、不饱和醛、含硫、氧、氮的杂环化合物等物质一般阈值很低，是决定肉品风味的关键物质<sup>[28-29]</sup>。

通常认为成熟过程会引起羊肉风味的改变，其风味物质的种类和相对含量会发生变化。而目前普遍的观点是这些变化会引起风味的改善。

### 3 结 语

肃南藏羊肉不仅色、香、味具佳，而且还有防病、抗衰老、恢复体力等保健价值。随着生活条件的改善，人们越来越重视自身的健康和饮食的科学合理性，高原无污染的肉品将成为日常饮食的首选。

本文通过分析食用品质指标与机理指标的相关性，从理论的角度研究成熟过程对食用品质的影响。为羊肉在成熟过程中食用品质的测定提供理论依据，进而为肉品加工过程中的成熟工业提供一定参考。

### 参 考 文 献：

[1] 王师珊. 藏系绵羊自然放牧条件下生长发育规律观察[J]. 甘肃农业, 2009(4): 69-71.

[2] 杨晓军, 赵有璋. 藏系绵羊遗传多样性及其品种分化的研究[J]. 中国食草动物, 2006(4): 19-22.

[3] 郭天芬, 牛春娥, 王宏博, 等. 肃南县细羊毛质量管理现状及建议[J]. 中国食草动物, 2006(1): 53-55.

[4] 李利. 不同温度处理对羊肉宰后成熟速度和食用品质的影响[J]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2003.

[5] KOOHMARAIE M. Muscle proteinases and meat aging[J]. Meat Sci, 1994, 36(1): 93-104.

[6] KOOHMARAIE M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat[J]. Meat Sci, 1996, 43(Suppl 1): 193-201.

[7] RHEE M S, RYU Y C, KIM B C. Postmortem metabolic rate and calpain system activities on beef *longissimus* tenderness classifications [J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2006, 70(5): 1166-1172.

[8] VEISETH E, SHACKELFORD S D, WHEELER T L, et al. Technical note: comparison of myofibril fragmentation index from fresh and frozen pork and lamb *longissimus*[J]. J Anim Sci, 2001, 79(4): 904-906.

[9] KOOHMARAIE M, SHACKELFORD S D, WHEELER T L, et al. A muscle hypertrophy condition in lamb (callipyge): characterization of

effects on muscle growth and meat quality traits[J]. J Anim Sci, 1995, 73 (12): 3596-3607.

[10] 杨群辉, 胡建民, 张勇. 钙中性蛋白酶系统的研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2004, 31(6): 10-12.

[11] DOUMIT M E, KOOHMARAIE M. Immunoblot analysis of calpastatin degradation: evidence for cleavage by calpain in postmortem muscle[J]. J Anim Sci, 1999, 77(6): 1467-1473.

[12] KOOHMARAIE M, DOUMIT M E, WHEELER T L. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented[J]. J Anim Sci, 1996, 74(12): 2935-2942.

[13] KUBER P S S, DUCKETT K, BUSBOOM J R, et al. Measuring the effects of phenotype and mechanical restraint on proteolytic degradation and rigor shortening in callipyge lamb *longissimus dorsi* muscle during extended aging[J]. Meat Science, 2003, 63(3): 325-331.

[14] WHEELER T L, KOOHMARAIE M. The extent of proteolysis is independent of sarcomere length in lamb *longissimus* and *psoas* major [J]. J Anim Sci, 1999, 77(9): 2444-2451.

[15] VEISETH E, KOOHMARAIE M. Effect of extraction buffer on estimating calpain and calpastatin activity in postmortem ovine muscle[J]. Meat Sci, 2001, 57(3): 325-329.

[16] VEISETH E, SHACKELFORD S D, WHEELER T L, et al. Indicators of tenderization are detectable by 12 h postmortem in ovine *longissimus* [J]. J Anim Sci, 2004, 82(5): 1428-1436.

[17] OUALI A. Meat tenderization: possible causes and mechanisms: a review[J]. J Muscle Foods, 1990, 1(2): 129-165.

[18] OUALI A. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development[J]. Biochimie, 1992, 74(3): 251-265.

[19] OUALI A, VIGNON X, BONNET M. Osmotic pressure changes in postmortem bovine muscle: factors of variation and possible causative agents[C]// Processing of 37th International Congress of Meat Science and Technology. Kulmbach, Germany, 1991: 452-456.

[20] WINGER R J, POPE C G. Osmotic properties of post-rigor beef muscle [J]. Meat Sci, 1981, 5(5): 355-369.

[21] 李志惠, 张依裕, 陈伟, 等. 剑白香猪 8 世代的肉质常规指标测定[J]. 山地农业生物学报, 2006, 25(5): 404-406.

[22] 方海田, 刘慧燕, 德力格尔桑. 牛宰后肌肉生物电阻抗值、pH 值、失水率的变化及相互关系的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(6): 116-119.

[23] 德力格尔桑, 刘慧燕, 艳茹, 等. 近冰点下牛骨骼肌糖原、pH 值、失水率变化及相关性研究[J]. 食品科技, 2006(7): 90-94.

[24] 丁耐克. 食品风味化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005.

[25] 周光宏. 畜产品加工学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.

[26] 李浩春. 气相色谱分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.

[27] 周光宏. 肉品学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 47-51.

[28] SHAHIDI F. 肉制品与水产品的风味[M]. 李洁, 朱国斌, 译. 2 版. 北京: 中国轻工业出版社, 2001: 56-64.

[29] WERKHOFF P, BRUNING J, EMBERGER R, et al. Isolation and characterization of volatile sulfur-containing meat flavor components in model systems[J]. J Agric Food Chem, 1990, 38(3): 777-791.