

# 乌兰茶卡羊肉品质检测与产地溯源鉴定

皮立<sup>1,2</sup>

(1. 沈阳药科大学, 辽宁 沈阳 210103;

2. 中国科学院 西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008)

**摘要:** 本项目的研究目标以常规肉质指标、氨基酸、脂肪酸及挥发性风味物质的检测为基础, 通过近红外光谱扫描分析, 构建基于近红外光谱技术的茶卡羊肉品质快速检测技术; 采用分子遗传学手段, 建立茶卡羊区别于其他品种绵羊的分子遗传学鉴定方法; 基于稳定性同位素、近红外光谱分析, 建立茶卡羊肉的产地溯源体系。

**关键词:** 近红外光谱技术; 稳定性同位素技术; 矿质元素指纹图谱

“茶卡羊”是分布于茶卡盐湖周边的青海毛肉兼用半细毛羊以肉质细腻、口感鲜美而闻名。2013年“茶卡羊”获得国家农业部地理标志品牌认证, 是名副其实的纯天然绿色食品。以地理标志为契机, 当地茶卡羊产业得到迅速发展, 成为当地农牧民增收的新增长点。在“茶卡羊”品牌产业发展过程中, 解决茶卡羊与其他畜种及地区的肉产品的鉴别问题, 是保证产品质量和价格, 也即保护产品品牌效应的重要手段。同时解决产地识别问题, 建立可靠的畜产品产地溯源体系, 是保证产品质量的重要措施。

项目的研究目标以常规肉质指标、氨基酸、脂肪酸及挥发性风味物质的检测为基础, 通过近红外光谱扫描分析, 构建基于近红外光谱技术的茶卡羊肉品质快速检测技术; 采用分子遗传学手段, 建立茶卡羊区别于其他品种绵羊的分子遗传学鉴定方法; 基于稳定性同位素、近红外光谱分析, 建立茶卡羊肉的产地溯源体系。

茶卡羊肉品质研究发现, 茶卡羊肉基本营养成分的特点是水分含量高、脂肪含量低、蛋白含量较高。茶卡羊肉氨基酸组成的优点是谷氨酸含量较高, 必需氨基酸和鲜味氨基酸与氨基酸总量的比值高于欧拉羊, 小尾寒羊和甘肃滩羊。比较茶卡羊与其他四种羊肌内脂肪的脂肪酸组成, 发现茶卡羊肉脂肪酸中短链脂肪酸含量较低, 与羊肉膻味直接相关的癸酸和壬酸的含量低。

运用光谱分析羊肉的11种矿质元素含量, 发现茶卡羊肉的钾、钠、镁、铜、磷、硫6种元素显著高于小尾寒羊, 欧拉羊, 甘肃庆阳羊, 其余5种元素中除了锌元素偏低外, 另外4种矿质元素含量均较高, 说明茶卡羊肉矿质元素的含量丰富。

对甘青两省五种羊肉风味成分的固相微萃取-气质联用研究发现，羊肉挥发性风味成分主要由醛类，酮类，醇类，酸类，烃类，含氮杂环化合物和含硫化合物组成。茶卡羊肉风味成分中含量最高的两类化合物是醛类和含硫化合物。风味成分主成分分析结果是己醛、庚醛、辛醛、十六醛、2-癸烯醛、(E)-2-壬烯醛、壬醛、二烯丙基二硫化物和甲基-2-丙基二硫醚9种化合物为不同产地羊肉样品的关键挥发性风味成分。

比较羊肉肌苷酸的分析结果，茶卡羊肉的肌苷酸含量在五种羊肉中最高。构成羊肉膻味的主要化合物是4-烷基-支链脂肪酸。气质联用分析结果表明茶卡羊肉皮下脂肪中4-烷基-支链脂肪酸含量最低。

茶卡羊肉品质研究的结果表明茶卡羊肉具有高蛋白、低脂肪、富含鲜味氨基酸、肌苷酸含量高、短链和支链脂肪酸(膻味代表)含量极低、矿质元素含量丰富、风味成分组成丰富的特点。

茶卡羊的分子遗传和品种鉴定工作，使用二代测序技术对茶卡羊进行测序、同时与巴音布鲁克羊、滩羊、欧拉羊的基因组比较分析，以探索茶卡羊的独特的种群结构、遗传多样性和选择信号。通过 PCA、NJ 树和群体结构分析揭示了茶卡羊种群结构特征。结果均表明，茶卡羊可以完全从巴音布鲁克羊、滩羊、欧拉羊中分开，且具有其独特性祖先。通过对茶卡羊、巴音布鲁克羊、滩羊、欧拉羊这四个品种的观察杂合性 (Ho)、预期杂合性 (He)、长纯合片段 (ROH) 和连锁不平衡 (LD) 衰减的计算和比较，表明茶卡羊具有丰富遗传多样性。此外，与蒙系羊 (巴音布鲁克羊和滩羊) 和藏系羊 (欧拉羊) 相比，茶卡羊特有的单核苷酸多态性 (SNPs) 和插入缺失 (Indels) 富集在肌肉结构发育 (GO: 0061061)，包括 IGF1、GDF3、HDAC9、TGFB2、CAPN3 等基因。此外，Fst 和 XP-CLR 对全基因组进行了扫描，通过与其他三个品种比较，揭示了茶卡羊肌肉相关基因 NF1 和 MYOM1 被选择。通过全基因组的综合分析，我们确认茶卡羊是未来育种的独特遗传资源。此外，我们利用了 qPCR 方法在四个绵羊品种：茶卡羊、小尾寒羊、大尾寒羊和湖羊中验证了 9 个基因的拷贝数变异，分别是 KMT2D、ORMDL1、SHE、BAG4、LRRFIP1、CENPU、KAT6A、PIGY，并与绵羊的生长性状做了关联分析，以寻找茶卡羊独特 CNV 标记及其用于分子选择育种。

茶卡羊肉产地溯源鉴定工作，是本项目拟解决的重要问题。我们运用近红外光谱技术、稳定性同位素技术、矿质元素指纹图谱技术分别研究了茶卡羊肉与其他羊 (藏羊，小尾寒羊，欧拉羊等) 之间的差异。采用稳定同位素技术可以用  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{15}\text{N}$  稳定同位素对茶卡羊、德令哈、庆阳、新西兰、蚌埠的羊肉进行准确判别，判别率超过 90%。我们借助近红外分析仪，对不同畜种不同部位的肉样进行了扫描和分析，检测结果经主成分分析，对茶卡羊、大通山谷型藏羊、化隆山谷型藏羊和黑藏羊的识别准确率为 93%。运用矿质元素指纹图谱

技术对 47 个脱脂羊肉样品 19 种矿质元素检测结果交叉检验的整体正确率均为 100%，对单个地域样品的交叉检验的整体正确率分别为 92.9%。

中国仪器仪表学会