



牦牛肉干制品加工研究进展

闫晓晶¹, 雷元华¹, 谢鹏¹, 鲍宇红², 参木友², 孙宝忠¹, 张松山^{1,*}

(1.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193;

2.西藏自治区农牧科学院草业科学研究所, 西藏 拉萨 850000)

摘要: 牦牛是生长在青海、西藏地区3 000米以上高寒地区的特有珍稀牛种之一。目前, 世界现存的牦牛仅1 600万头, 其中1 500余万头生长在中国, 占世界牦牛总数的95%以上, 中国是世界上拥有牦牛数量和种类最多的国家。独特的环境使牦牛肉具有优于普通品种黄牛肉的营养品质和加工特性, 如高蛋白、低脂肪、多氨基酸且不饱和脂肪酸含量丰富等。当前, 研究者致力于在牦牛肉干制品风味改善、贮藏期延长及牦牛肉新口味研发方面进行研究。本文从牦牛肉及牦牛肉干制品的特点、牦牛肉干制品现代加工工艺技术进展、牦牛肉干制品贮藏技术研究进展及新型牦牛肉加工制品发展现状几方面进行综述。

关键词: 牦牛; 牦牛肉干; 加工工艺; 青藏高原; 产业

Recent Progress in Processing Technologies for Yak Jerky Meat

YAN Xiaojing¹, LEI Yuanhua¹, XIE Peng¹, BAO Yuhong², CAN MUYOU², SUN Baozhong¹, ZHANG Songshan^{1,*}

(1.Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;

2.Institute of Grassland Science, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Lhasa 850000, China)

Abstract: Yak is one of the rare and rare cattle-related species that grow in the alpine region above 3 000 meters of the Qinghai-Tibet plateau. At present, there exist only 16 million yaks in the world, of which more than 15 million (over 95%) are growing in China. The country has the largest number and variety of yaks in the world. Owing to the unique growing environment of yaks, yak meat has superior nutritional quality and processing characteristics compared to yellow cattle meat, such as high protein, low fat, and abundant amino acids and unsaturated fatty acids. Currently, researchers are committed to improving the flavor of yak meat jerky, extending the storage period and developing new flavors of yak meat. This paper reviews the latest progress in the characteristics of yak meat jerky and modern processing and preservation technologies for yak meat jerky as well as the development status of new processed yak meat products.

Keywords: yak; yak meat jerky; processing; Qinghai-Tibet plateau; industry

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20190111-010

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2019) 03-0067-05

引文格式:

闫晓晶, 雷元华, 谢鹏, 等. 牦牛肉干制品加工研究进展[J]. 肉类研究, 2019, 33(3): 67-71. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20190111-010. <http://www.rlyj.net.cn>

YAN Xiaojing, LEI Yuanhua, XIE Peng, et al. Recent progress in processing technologies for yak jerky meat[J]. Meat Research, 2019, 33(3): 67-71. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20190111-010. <http://www.rlyj.net.cn>

牦牛作为青藏高原地区及其比邻地区的特有牛种, 常年生活在高海拔地区缺氧、高寒和牧草匮乏等极端恶劣环境中^[1]。独特的环境使牦牛具有与普通牛种不同的肉品质与风味。研究表明, 牦牛肉食品质优势明显: 系水力比普通黄牛肉高6.10%、失水率低3.63%、熟肉率

高10.06%^[2]。在营养价值方面, 牦牛肉具有蛋白质含量高、脂肪含量低、多氨基酸且不饱和脂肪酸含量丰富的特点。牦牛肉在元素含量方面也具有优势, 除硒外, 其他元素, 如钙、锌、铁等, 含量均高于普通黄牛肉^[3]。牦牛天性抗缺氧、抗寒冷的特性, 使牦牛肉的超氧化物歧

收稿日期: 2019-01-11

基金项目: “十三五”国家重点研发计划重点专项(2018YFD0502404);

国家现代农业(肉牛牦牛)产业技术体系建设专项(CARS-37)

作者简介: 闫晓晶(1994—)(ORCID: 0000-0002-4968-1471), 女, 硕士研究生, 研究方向为牦牛加工工艺。

E-mail: 1299200457@qq.com

*通信作者: 张松山(1981—)(ORCID: 0000-0003-1951-0572), 男, 博士, 研究方向为畜产品质量与安全。

E-mail: zhangsongshan_1997@163.com

化酶等活性酶、粗纤维细胞、血红素均优于一般牛肉^[4]。牦牛肉风味独特，种萨牦牛背最长肌风味物质与犏牛相比差异明显，相比之下，牦牛肉的风味物质种类更加丰富^[5]。此外，牦牛放牧于无工业污染的纯天然牧场，牦牛肉是真正的绿色产品，开发应用前景广阔。

将牦牛肉制成牦牛肉干制品是藏区人民保存牦牛肉的一种传统加工方式，传统的风干牦牛肉在制作过程中充分利用西藏地区低温、低压、高风速的自然环境条件，使牦牛肉中的水分由固态冰直接升华而被除去，这种干燥方法使牦牛肉干制品最大限度保留了牦牛肉的营养价值，并产生牦牛肉干独特的风味口感，被越来越多的消费者喜爱^[6]。但传统加工工艺制作的牦牛肉干制品因自然条件限制，风速、温度及湿度不可控，导致牦牛肉干存在质地坚硬、色泽不佳等问题，制作的口味单一也难以满足消费者的多元化需求。目前，许多研究人员致力于改善牦牛肉干传统加工工艺，从而延长牦牛肉的保存时间，改善其风味，利用良好的高寒牧草资源开发具有广阔市场前景的产品。

1 风干牦牛肉的特点

风干牦牛肉，又被称为“下更保”，是藏区牧民为了长期贮存和外出放牧时方便携带而制作的一种具有独特质地与风味、且具有民族传统特色的食品。近些年，随着西藏地区旅游业的发展，风干牦牛肉逐渐被人们所喜爱。风干牦牛肉一般制作于秋末冬初（大概9—12月份），多采用自然风干法，利用青藏高原地区低温、低气压、干燥的自然气候风干形成，已有上百年历史^[7]。但由于藏区气候寒冷，牧草生长期短，牦牛的群体繁殖率低，牦牛分布地区经济发展落后，导致牦牛肉干制品的产品商品率不高，难以发挥当地资源优势^[8]。但这种高原的高寒环境也让以天然放牧为主的牦牛具有独特的营养、风味、生物学价值及经济价值^[9]。由于牦牛生长在远离污染源的高原地区，安全无污染成为牦牛肉的特点之一，经检测，牦牛肉的重金属残留量、农兽药残留量远低于国家标准限量^[10]。

1.1 风干牦牛肉的营养品质特点

对风干牦牛肉进行营养品质评价是当前研究的热点之一，主要评价指标包括水分、蛋白质、脂肪、氨基酸含量及脂肪酸比例。研究表明，牦牛肉在自然风干过程中，总水分含量及水分活度会随着时间延长而呈下降趋势，可溶性蛋白质和脂肪的含量也随水分含量降低而显著升高。此外，高媛等^[11]研究得出，风干牦牛肉含有18种氨基酸，除脯氨酸外，含量均高于原料肉；风干牦牛肉的必需氨基酸/总氨基酸（essential amino acid/total amino acid, EAA/TAA）和必需氨基酸/必需氨

基酸（essential amino acid/non-essential amino acid, EAA/NEAA）分别为39.45%和65.15%，根据联合国粮农组织/世界卫生组织（United Nations Food Agriculture Organization/World Health Organization, FAO/WHO）定义的优质蛋白组成的模式标准（即EAA/TAA在40%左右、EAA/NEAA在60%以上），可以判断风干牦牛肉氨基酸比例较好，蛋白质营养价值较高。这与张丽等^[12]研究风干牦牛肉加工过程中品质变化得出的结论一致：原料肉与风干牦牛肉的EAA/TAA分别为40.74%和41.17%，EAA/NEAA分别为68.76%和69.94%。闫忠心等^[13]对青藏高原牧区风干牦牛肉的营养品质进行分析，结果表明：风干牦牛肉中的功能性脂肪酸含量较高，如油酸（C_{18:1 n-9}）、亚油酸（C_{18:2 n-6}）和 α -亚麻酸（C_{18:3 n-3}）等；10种脂肪酸中不饱和脂肪酸有6种，其中多不饱和脂肪酸2种。这表明风干牦牛肉脂肪酸含量高、不饱和脂肪酸种类丰富且比例适宜。罗章等^[6]通过模拟西藏地区自然环境对牦牛肉进行风干处理，并测定了风干牦牛肉加工过程中的细菌总数、蛋白质含量、酸价、过氧化值及总糖含量变化，结果表明，随着水分活度降低，风干牦牛肉细菌总数明显减少，总糖含量下降，但可溶性蛋白质含量升高，证明风干牦牛肉很好地保留了原料肉的营养物质，是一种优质的牦牛肉制品。

1.2 风干牦牛肉的质构及风味特点

在牦牛肉风味和口感方面，王惠惠等^[14]对传统风干牦牛肉加工过程中的挥发性风味物质变化进行分析，结果表明，牦牛肉在自然风干干燥过程中，有41种风味物质产生，主要来源于脂肪氧化和美拉德反应，这些风味物质形成了牦牛肉干独特的风味。马纪兵等^[15]研究发现，随着风干时间延长，牦牛肉水分含量大幅降低，牦牛肉干的质构特性，如硬度、内聚性、胶着性和咀嚼性等也随之增大（ $P < 0.05$ ），这些指标变化赋予了风干牦牛肉独特的口感。相比于普通牛肉制成的干制品，牦牛肉干制品因其原料肉不同具有不同的质构特点：李鹏等^[9]通过对甘南黑牦牛品质进行分析发现，黑牦牛肉系水力高，剪切力虽高于黄牛，但符合中等嫩度要求，在可接受范围内；拜彬强等^[10]对牦牛肉品质特性进行分析，结果表明，相较于普通牛肉，牦牛肉的肉色更深，保水性更高，嫩度虽低于普通牛肉，但在可接受范围内，中等嫩度的肉质也让牦牛肉干制品更有嚼劲。

2 牦牛肉干制品加工工艺研究现状

调查显示，牦牛肉干制品目前主要由企业批量生产、小作坊生产和牧民家庭式生产3种生产方式加工生产，加工工艺仍以传统自然风干为主^[16]，基本加工工艺为：牦牛肉选择→冷却成熟→切条→悬挂→风干冷冻→

成品包装。传统工艺制作的牦牛肉干虽然可以满足人们对风味的需求,但制作过程中缺乏无菌条件控制,过度依赖防腐剂,给产品食用安全带来潜在风险。另外,传统加工工艺通常采用加大食盐量或风干法降低牦牛肉内的水分含量,机械化程度低,产品在加工过程中风速、温度等自然条件不可控,导致牦牛肉的硬化、脱水等也难以控制,制作出的牦牛肉干在口感与色泽方面都不能满足消费者需求,且产品贮存期较短。相比现代工艺制作的牦牛肉干制品,传统加工牦牛肉干制品在质地、产品贮藏期及卫生方面呈明显劣势^[17]。

2.1 牦牛肉干制品加工工艺的优化

近年来,在优化牦牛肉干加工工艺方面,研究者们进行了深入的探索,通过对干制方式、腌制方法、加工工艺配比优化,来改善风干牦牛肉肉质构特性和口感风味。通过不同的干制方式制作出的牦牛肉干在风味上有明显不同,赵娟红等^[18]通过常压恒温干燥、冷冻干燥2种干燥方式对牦牛肉进行加工处理,并检测加工过程中产生的风味成分,结果表明,经水煮后恒温干燥加工的牦牛肉干中检测出的风味成分更多,赋予了牦牛肉特殊的风味。高媛^[16]应用响应面法优化风干牦牛肉的腌制配方,得到的最佳风味配方为盐添加量0.8%、糖0.73%、料酒2.4%,在此条件下风干牦牛肉风味评分最高,表明其风味最好。闫忠心等^[13]利用响应面分析方法优化风干牦牛肉的加工工艺,制作出风味、口感俱佳的风干牦牛肉,其配方为盐添加量3.02%、糖添加量1.01%、料酒添加量3.35%,在此条件下,产品响应面有最优值,感官评分为86.93分。曹效海等^[19]通过正交试验研究表明,当工艺条件为煮制时间50 min、块形质量500 g、解冻温度10℃时,得到色泽、嫩度更好、保存期限更长的牦牛肉干制品,由此确定牦牛肉干制品的最佳工艺条件。白伟^[20]研究表明,在牦牛肉块形25.00 g、煮制时间50 min、烘烤时间180 s、酱油/食盐24.00 g/0.08 g、黄酒/生姜8.00 g/1.00 g、嫩化时间/松肉粉质量15 min/0.86 g、白砂糖/味精48.00 g/0.03 g、复合调味料0.50 g的工艺参数和配方条件下,牦牛肉干制品组织嫩度、风味、色泽与口感最佳。张崑等^[21]采用响应面法对风干牦牛肉的无硝护色工艺进行优化,结果表明,当水解植物蛋白添加量4.6%、卤制时间16 min、烤制时间26 min时,所得风干牦牛肉的色泽最好,对应的红度值为11.6,感官评分3.5分,与亚硝酸盐护色产品相比无显著差异($P>0.05$)。訾营磊等^[4]利用响应面分析法对冻干牦牛肉的加工工艺进行优化,在预冻4 h条件下,根据结果确定出的最佳工艺参数为升华干燥时间5.7 h、解析干燥时间3 h,在此条件下,冻干调理牦牛肉水分含量为4.81%,达到冻干制品含水率 $\leq 5.0\%$ 的要求。陈洪生等^[22]采用单因素试验与正交试验设计,对半干型牛肉干的

加工工艺进行优化,当加工条件为木瓜蛋白酶添加量0.072 g/kg、腌制时间2.5 h、复煮时间45 min、烘干时间4.0 h时,所得半干型牛肉干成品的色泽和风味均优于普通牛肉干制品,也较好解决了牦牛肉干口感干硬的问题。

2.2 牦牛肉干制品原料肉的优化

沙坤等^[23]通过对新疆地区5种风干肉进行研究证明,原料肉的选择、工艺、制作环境等条件对风干肉风味的形成具有决定性影响。通过分析不同饲养方式和牛肉肌肉部位制作出的牛肉干中的挥发性风味物质,证明采用不同饲养方式牛肉加工得到的哈萨克风干牛肉样品之间的风味有明显差异^[24]。

在牦牛肉干的原料肉加工工艺和工艺参数优化方面,研究者进行了不断探究,提供了可行性方案。罗章等^[25]通过改进原料肉加工工艺,证明热加工工艺对熟牦牛肉的风味化合物数量有显著影响,其中微波加热牦牛肉形成的风味成分种类最多,风味最好。石红梅等^[26]通过对比去势牦牛肉与普通牦牛肉,证明去势牦牛肉的营养品质和加工品质更好。刘子溱等^[27]对比青海大通犏牦牛肉与成年牦牛肉的营养品质,结果表明,相比于成年牦牛肉,犏牦牛肉的系水力和pH值较高,且剪切力、失水率低,证明犏牦牛肉的食用品质高于成年牦牛肉。朱秀娟等^[28]利用木瓜蛋白酶对原料肉进行嫩化处理,结果表明,当酶液pH值为5.1、酶质量浓度9.63 mg/L、嫩化时间14.5 h时,原料肉的剪切力为4.76 kg·f,相比未嫩化的牦牛肉,剪切力降低2.19 kg·f,可以确定此条件即为最佳嫩化工艺条件。杨敏等^[29]通过研究不同盐类对原料肉的嫩化效果,确定出4种盐类嫩化最优条件分别为CaCl₂溶液质量浓度4 g/100 mL,处理2 d、焦磷酸钠溶液质量浓度4 g/100 mL,处理1 d、三聚磷酸钠溶液质量浓度3 g/100 mL,处理4 d、焦磷酸二氢钠质量浓度5 g/100 mL,处理3 d(肉与盐类溶液质量比为1:2)。高麦瑞等^[30]利用茶叶对牦牛肉进行嫩化,优化出的最佳工艺条件为温度100℃、时间79.8 min、茶叶用量3.88%,在此条件下,牦牛肉硬度预测值为4.24 kg,剪切力预测值为10.71 kg,感官评分为91.63分,且牦牛肉风味和色泽均有所改善。

2.3 牦牛肉干制品贮藏保鲜

在贮藏方面,延长牦牛肉干制品贮藏期的研究主要集中在栅栏技术、微波杀菌技术等新加工技术的利用、防腐剂配比及生物防腐剂的添加方面。陈世彪等^[31]将栅栏技术与危害分析和关键控制点(Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP)结合,应用于牦牛肉干制品的加工生产中,显著延长了牦牛肉干制品的保存期限。钟伟等^[32]对牦牛肉干的生产过程进行分析,确立了牦牛肉干生产过程中的关键控制点。曹效海等^[19]通过正交试验研究表明,干燥时间为9 min、干燥温度为150℃、微

波功率为900 W是牦牛肉产品微波杀菌的最佳控制条件,可以得到保存期限更长的牦牛肉干制品。王慧^[33]选用乳酸链球菌素和传统的亚硝酸盐进行正交试验,得出用乳酸链球菌素来贮藏牦牛肉干可以延长其贮藏时间;乳酸链球菌素添加量0.15 g/kg、pH值5、食盐用量0.12 g/kg、灭菌温度121 ℃、灭菌时间10 min时,与传统亚硝酸盐相比,乳酸链球菌素明显改善了产品的口感,延长了产品的保质期,防腐作用更佳。刘志明等^[34]比较6种防腐剂对牦牛肉的保鲜效果,结果表明,相较于化学防腐剂,生物防腐剂对牦牛肉的保鲜效果更明显;将多种生物防腐剂复合使用,牦牛肉保鲜时间明显延长,作用效果更佳。

3 新型牦牛肉制品加工发展现状

在新型牦牛肉制品加工发展过程中,一些学者利用现代加工技术,改进或结合牦牛肉制品的传统加工工艺,生产出的产品不局限于牦牛肉干制品,还包括通过新型加工方式研制出的比较新颖的牦牛肉制品,奠定了我国新型牦牛肉制品发展的基础,开发前景广阔。

3.1 新型牦牛肉干制品研究

传统风干牦牛肉口味单一,已难以满足消费者的需求。目前,牦牛肉干制品的主要研发方向为通过优化加工工艺配方制作不同口味的牦牛肉干、牦牛肉粒、牦牛肉脯及牦牛肉松等。潘和平等^[35]通过优化传统牦牛肉干的制作工艺配方,生产出原味、咖啡味、五香味、麻辣味和咖喱味5种白牦牛肉干产品。高晓平等^[36]在牛肉干工艺配方中添加25%的生姜原汁,制作出姜汁风味的新型牛肉干,其口感独特,营养价值较高。高倩倩^[37]通过正交试验对牛肉干工艺配方进行优化,研制出番茄口味的新型牛肉干,牛肉干的最佳配方为食盐添加量1.5%、番茄酱20%、白砂糖7%、黄酒10%。白伟^[38]通过对牦牛肉的炒制、煮制温度和时间及产品工艺配方进行优化,制作出口感良好的咖喱味牦牛肉松,其加工工艺配方为白酱油添加量12%、黄酒4%、咖喱4%、白砂糖3%、食盐4%、茴香0.12%、生姜1%,炒制温度和时间分别为60 ℃、40 min,煮制时间3 h。

3.2 其他牦牛肉制品研究

除牦牛肉干制品外,对于新型加工牦牛肉制品的研究目前也已经有很多,如已经在市场上售卖的牛肉酱、牦牛肉灌肠制品等。吴海玥^[39]以感官评分为指标,制作出口感较好的蔬菜牦牛肉肠。李升升等^[40]通过响应面法对卤制牦牛肉加工工艺参数进行优化,在初煮时间29 min、熟制时间121 min、卤制时间100 min的条件下,得到的卤制牦牛肉制品口感最好,感官评分最高,为84.86分,得到的产品采用蒸煮杀菌保存。

不少研究者将现代加工工艺与传统工艺相结合,制作出新型的牦牛肉产品,如改良的传统发酵工艺和现

代超声波辅助腌制法,均能够得到口感较好的牦牛肉制品。彭毅秦等^[41]对藏区牦牛酸酩肉传统发酵工艺进行优化,在发酵工艺为22 ℃发酵40 h的最佳条件下制作出的牦牛酸酩肉感官品质较好且营养丰富,检出16种氨基酸,114种挥发性风味物质。龙锦鹏等^[42]通过超声波辅助腌制法优化腌制牦牛肉的加工工艺,结果表明,在超声功率210 W、超声时间60 min、氯化钠质量浓度为6 g/100 mL的条件下,超声波辅助腌制牦牛肉的品质最佳。辜雪冬等^[43]通过正交试验研制出藏式牦牛肉酱的加工配方,即糌粑添加量30%、食盐3%、墨脱辣椒0.3%、夏果唐杰2%、果巴日果1%、乳酸链球菌素0.2%。

4 牦牛肉干制品加工中存在的问题

受牦牛分布地区生产发展水平的限制,牦牛产品市场化还存在一些问题:牦牛肉销售仍以热鲜肉为主,休闲产品发展空间小;传统牦牛肉制品,如牦牛肉干制品等都停留在粗加工阶段,产品口味单一且附加值低;交通不便、冷链运输不完善导致休闲肉制品销量高的城市市场占有率低;缺乏精深加工、有地理标识的代表性企业;西藏地区小型企业牦牛肉产品生产过度竞争,科技研发意识淡薄,制约着牦牛产品的产业化规模发展^[44]。

牦牛肉干制品及其他加工制品的发展还需要国家政策和资金支持引导,地方政府加强引导宣传,保护牦牛赖以生存的畜牧草场,提高牦牛产品生产端的技术管理水平,加大科研投入,提升加工技术和产业化规模^[45-46]。此外,牦牛肉干制品的加工也应从初级加工方式向深加工方向发展,利用藏区良好的畜牧资源,突出牦牛肉营养价值高、绿色无污染的特点,进行规模化生产,形成当地优势产业^[47]。企业需以科技为依托,加大新型牦牛肉加工产品的开发力度,加快牦牛肉的产业化进程和商品化发展。

5 结语

随着我国经济与食品科学技术的发展,消费者对食品安全、食品风味的需求逐渐向优质优价转变。风干牦牛肉作为营养价值极高的天然绿色休闲产品,具有高蛋白、低脂肪、多氨基酸且饱和脂肪酸含量丰富的特点,能够满足当前消费者对营养价值更均衡的生活追求,开发潜力巨大。目前,研究者对牦牛肉产品的研究仍主要集中在牦牛肉产品传统加工工艺的优化上,通过改变干制方法、腌制方法、加工工艺配方等改善牦牛肉干制品的口感与色泽;另外,结合现代加工技术如栅栏技术、微波杀菌技术等,以延长产品的保质期,也是当前的研究热点之一。随着社会的进步和现代食品加工技术的发展,牦牛肉干制品的品质也将进一步改善,产品向多样化发展。因此,传统牦牛肉制品的现代化发展对牦牛产品产业化发展具有重要意义。



参考文献:

- [1] 万红玲, 雒林通, 吴建平. 牦牛肉品质特性研究进展[J]. 畜牧兽医学报, 2012, 31(1): 36-40. DOI:10.3969/j.issn.1004-6704.2012.01.014.
- [2] 洛桑, 旦增, 布多, 等. 藏北牦牛肉成分和营养品质的分析研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(29): 14198-14199. DOI:10.13989/j.cnki.0517-6611.2009.29.146.
- [3] 孙鹏飞. 牦牛肉产量及其品质特性研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(17): 169-175. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2015.17.042.
- [4] 瞿莹磊, 孙群, 高鸿, 等. 基于响应面的调理牦牛肉冷冻干燥工艺参数优化[J]. 食品工业, 2014(9): 16-19.
- [5] 何晓林, 冯廷花. 大通种牛场发展绿色牦牛肉产业[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2004(10): 66-67. DOI:10.3969/j.issn.1004-7034.2004.10.041.
- [6] 罗章, 小巴桑, 米玛巴吉, 等. 西藏自然风冻干牦牛肉加工工艺与微生物菌相分析[J]. 西北农业学报, 2009, 18(6): 373-376. DOI:10.7606/j.issn.1004-1389.2009.06.082.
- [7] 风景. 高原饮食习俗/青海省各民族的饮食文化[J]. 青海科技, 2015(5): 72-75. DOI:10.3969/j.issn.1005-9393.2015.05.031.
- [8] 杨斌, 陈峰, 魏彦杰, 等. 牦牛肉加工与发展现状[J]. 肉类研究, 2010, 24(6): 51-53.
- [9] 李鹏, 余群力, 杨勤, 等. 甘南黑牦牛肉品质分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(6): 114-117. DOI:10.3969/j.issn.1003-4315.2006.06.025.
- [10] 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.
- [11] 高媛, 黄彩霞, 冯岗, 等. 风干牦牛肉氨基酸与脂肪酸组成分析评价[J]. 食品工业科技, 2013, 34(13): 317-320. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2013.13.072.
- [12] 张丽, 马纪兵, 王妍, 等. 甘肃牧区风干牦牛肉加工过程中的品质变化[J]. 食品工业科技, 2017(21): 8-13; 18. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2017.21.001.
- [13] 闫忠心, 靳义超, 李升升. 青藏高原牧区风干牦牛肉的营养品质分析[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2017(1): 20-23.
- [14] 王惠惠, 马纪兵, 刘小波, 等. 甘肃牧区传统风干牦牛肉加工过程中挥发性风味物质变化分析[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(4): 200-205. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.018072.
- [15] 马纪兵, 张丽, 王妍, 等. 风干牦牛肉加工过程中水分状态变化及质构相关性分析[J]. 农业工程学报, 2018, 34(7): 294-300. DOI:10.11975/j.issn.1002-6819.2018.07.038.
- [16] 高媛. 风干牦牛肉品质形成规律与工艺改进技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013: 25-29.
- [17] 李新生, 党娅, 王艳龙. 中国牛肉干加工技术及产业发展现状[J]. 肉类研究, 2012, 26(4): 32-35.
- [18] 赵娟红, 罗章, 马美湖, 等. 冷冻干燥与恒温干燥牦牛肉风味物质对比研究[J]. 肉类研究, 2018, 32(3): 40-45. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201803008.
- [19] 曹效海, 高文杰, 李红征, 等. 微波生产牦牛肉干工艺研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015(2): 50-52. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2015.0101.
- [20] 白伟. 软包装牦牛肉干的工艺优化和配方筛选[J]. 畜牧与饲料科学, 2011(4): 19-22. DOI:10.3969/j.issn.1672-5190.2011.04.008.
- [21] 张崑, 熊伟, 韩旭, 等. 牦牛肉干的水解蛋白无硝护色工艺优化[J]. 食品科技, 2016(1): 105-110. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2016.01.022.
- [22] 陈洪生, 刁静静, 俞龙浩, 等. 半干型牛肉干嫩化工艺的研究[J]. 中国食品学报, 2013, 13(10): 51-56. DOI:10.16429/j.1009-7848.2013.10.022.
- [23] 沙坤, 李海鹏, 张杨, 等. 固相微萃取-气质联用法分析五种新疆风干牛肉中的挥发性风味成分[J]. 食品工业科技, 2014, 35(21): 310-314. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2014.21.058.
- [24] 沙坤, 孙宝忠, 张泽俊, 等. 不同饲养方式的部位肉制作的哈萨克风干牛肉挥发性风味成分差异分析[J]. 食品科学, 2017, 38(18): 55-60. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201718008.
- [25] 罗章, 马美湖, 孙术国, 等. 不同加热处理对牦牛肉风味组成和质构特性的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(15): 148-154.
- [26] 石红梅, 李鹏霞, 丁考仁青, 等. 甘南去势牦牛和公牦牛肉用品质和营养品质对比分析[J]. 中国牛业科学, 2018, 44(1): 14-19. DOI:10.3969/j.issn.1001-9111.2018.01.005.
- [27] 刘子溱, 张玉斌, 韩玲, 等. 青海大通牦牛肉与成年牦牛肉品质的比较[J]. 甘肃农业大学学报, 2013, 48(2): 110-113. DOI:10.3969/j.issn.1003-4315.2013.02.022.
- [28] 朱秀娟, 余群力, 李儒仁, 等. 采用响应面优化法研究木瓜蛋白酶嫩化牦牛肉的条件[J]. 食品工业科技, 2013, 34(20): 230-234. DOI:10.13386/j.issn.1002-0306.2013.20.066.
- [29] 杨敏, 刘洋, 杨富民, 等. 不同盐类对牦牛肉嫩化效果的影响研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(8): 290-294. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2014.08.057.
- [30] 高麦瑞, 陈琳, 李思宁, 等. 响应面法优化茶叶嫩化牦牛肉工艺[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2018, 44(2): 125-132. DOI:10.11920/xnmdzk.2018.02.003.
- [31] 陈世彪, 赵静, 许海全. 栅栏技术延长牦牛肉干货架期的应用研究[J]. 四川畜牧兽医, 2007, 34(5): 30-32. DOI:10.3969/j.issn.1001-8964.2007.05.013.
- [32] 钟伟, 李诚, 付刚. HACCP体系在牦牛肉干生产中的应用[J]. 肉类工业, 2011(2): 44-47. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2011.02.014.
- [33] 王慧. 乳酸链球菌素在软牦牛肉干保藏中的应用[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(9): 108-112.
- [34] 刘志明, 高昆. 以感官指标评定不同防腐剂对牦牛肉保鲜效果的研究[J]. 青海农林科技, 2016(3): 36-38. DOI:10.3969/j.issn.1004-9967.2016.03.009.
- [35] 潘和平, 杨具田, 臧荣鑫, 等. 白牦牛肉干的研制[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(2): 148-149. DOI:10.3321/j.issn.0253-990X.2005.02.041.
- [36] 高晓平, 黄现青, 赵改名, 等. 嫩化型姜汁风味牛肉干的研制[J]. 现代食品科技, 2010, 26(7): 703-705. DOI:10.3969/j.issn.1673-9078.2010.07.013.
- [37] 高倩倩. 番茄牛肉干的研制[J]. 肉类工业, 2017(8): 12-16. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2017.08.003.
- [38] 白伟. 咖哩牦牛肉松加工工艺及配方研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2011(20): 41-43. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2011.20.001.
- [39] 吴海玥. 蔬菜牦牛肉肠的制作方法[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2018, 48(1): 18-20. DOI:10.3969/j.issn.1003-7950.2018.01.004.
- [40] 李升升, 靳义超, 吴海玥, 等. 响应面法对卤制牦牛肉煮制工艺的优化研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2013(16): 66-68. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2013.16.007.
- [41] 彭毅秦, 丁捷, 舒小芳, 等. 川西藏区自然发酵牦牛酸醃肉工艺标准化及品质特性[J]. 肉类研究, 2018, 32(7): 29-36. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201807006.
- [42] 龙锦鹏, 唐善虎, 李思宁, 等. 超声波辅助腌制法对牦牛肉腌制速率和品质影响的研究[J]. 食品科技, 2018, 43(12): 131-137. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2018.12.025.
- [43] 辜雪冬, 德庆, 西穷, 等. 藏式牦牛肉酱加工研究[J]. 中国调味品, 2018, 43(4): 154-157; 163. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2018.04.033.
- [44] 孙建春, 刘海金, 石斌, 等. 西藏地区牦牛产业发展的SWOT分析[J]. 中国牛业科学, 2018, 44(3): 27-29; 36.
- [45] 才楞措. 对青海牦牛肉有机产品开发的思考[J]. 养殖与饲料, 2011(10): 64-66.
- [46] 辜雪冬, 吕佳, 杨林, 等. 西藏畜产品质量安全现状及发展对策[J]. 内江科技, 2017(9): 100-101.
- [47] 马彪. 青藏高原牧区农业优势产业发展研究[D]. 兰州: 西北民族大学, 2009: 52-54.