



中国牛肉干加工技术及产业发展现状

李新生^{1,2,3}, 党 娅^{1,2,3}, 王艳龙^{2,4}

(1. 陕西理工学院生物科学与工程学院, 陕西 汉中 723000; 2. 陕西省黑色有机食品工程技术研究中心, 陕西 汉中 723000; 3. 陕西省资源生物重点实验室, 陕西 汉中 723000; 4. 汉中市农业科学研究所, 陕西 汉中 723001)

摘 要: 美国是世界最大的牛肉生产国和牛肉消费国, 中国位居第三。中国牛肉干消费量全世界排名第四, 牛肉干出口量近 4 万吨。本文综述了中国牛肉产业的发展现状、牛肉干加工技术、HACCP 体系在牛肉干生产中的应用、食品添加剂的应用及贮藏期牛肉干品质变化等最新研究进展, 并对中国牛肉干产业未来发展做了展望。

关键词: 牛肉干; 加工技术; 产业; HACCP 体系; 食品添加剂

Chinese Beef Jerky Processing Technology and Industry Development Status

LI Xin-sheng^{1,2,3}, DANG Ya^{1,2,3}, WANG Yan-long^{2,4}

(1. School of Biological Science and Engineering, Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723000, China; 2. Shaanxi Province Black Organic Food Engineering Technology Research Center, Hanzhong 723000, China; 3. Shaanxi Key Laboratory of Bio-resources, Hanzhong 723000, China; 4. Hanzhong Agricultural Science Institute, Hanzhong 723001, China)

Abstract: The United States is the world's largest beef producer and consumer, and China is the third. The consumption of China's beef jerky is the fourth in the world, with export volume of nearly 40000 tons. The current situation of the development of the beef industry in the China, the processing technology of beef jerky, the application of HACCP system and food additives in the production of beef jerky, quality changes of beef jerky in storage were summarized in this paper and the development prospects of the industry's future in China's beef jerky was outlooked as well.

Key words: beef jerky; processing technology; industry; hazard analysis and critical control point (HACCP); food additives
中图分类号: TS201.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-8123(2012)04-0032-04

牛肉在我国肉类食品产量中位居第二。以牛肉为原料, 采用传统加工工艺生产的牛肉干, 风味独特、营养丰富、贮存期较长、居家旅行携带轻便, 是我国各民族都喜爱的肉类方便食品^[1-3]。牛肉干作为一种传统中式肉制品历史悠久, 最早见诸文字记载可追溯到 3000 多年前。《周礼》中即有“腊人掌干肉”和“肉脯”之说^[4]。距今 1500 多年前北魏贾思勰所著的《齐民要术》中, 对肉干加工技术已有详细的记载^[5]。传统作坊式牛肉干加工, 虽然可满足消费大众对牛肉干风味品质的多元需求, 但与现代肉制品加工工艺生产的产品比较, 由于缺乏无菌包装条件或包装条件较差, 产品在贮藏期和卫生呈明显劣势。传统制作工艺解决的办法大多为加大食盐用量或采用风干使水分降至极低, 这样肉组织纤维的排列构造发生改变, 持水能力降低, 肉组织纤维韧性增强。因而传统工艺加工、贮藏期长的牛肉干, 质地坚硬是其最为显著的特征。近年来, 随着

人民生活水平的提高, 肉类加工业的发展, 坚硬的传统牛肉干已很难满足现代消费者需求。升级改造传统牛肉干生产使之既满足消费大众对牛肉干风味的多元化需求, 又能实现传统牛肉干现代化生产, 加工企业和食品工作者做许多基础性研究工作。仅通过检索“中国知网”和“万方数据库”中牛肉干的相关中文文献, 共搜索到 205 篇, 其中加工工艺 105 篇、牛肉干品质 41 篇、危害分析与关键控制点(hazard analysis and critical control point, HACCP)应用 7 篇、商务推广 52 篇。本文综述了近年来(2002—2012 年)牛肉干相关研究工作, 为今后牛肉干产业的发展提供参考。

1 中国牛肉产业发展现状

中国牛肉产业是从育种、饲喂、育肥、屠宰、加工到销售的完整产业, 已形成东北、西北、中原、西南 4 大肉牛养殖区, 主要肉牛品种包括本土的秦川牛、

收稿日期: 2012-03-15

基金项目: 陕西省科技厅计划项目(2010K01-08); 陕西省教育厅重点实验计划项目(08JZ22)

作者简介: 李新生(1956—), 男, 教授, 研究方向为生物资源开发利用。E-mail: lixinsheng9@163.com



南阳牛、鲁西牛、延边牛、晋南牛、西镇牛以及从国外引进的利木赞牛、夏洛莱牛等。近年来,全球牛肉产业发展总体平稳,产量和需求略有下降。美国农业部资料表明,2011年全球牛肉产量和消费量与2010年相比有小幅下降,将分别达到5684.8万吨和5583.4万吨。中国农业部在《全国节粮型畜牧业发展规划2011—2020年》中提出,“十二五”期间我国牛肉产量将实现持续增长,至2015年牛肉产量达到700万吨,2010—2015年期间的复合年均增长率达到1.4%。2010年,美国是世界最大的牛肉生产国和牛肉消费国,中国位居第三。尽管中国牛肉总体消费水平较高,但年人均牛肉消费量仅为4.1kg/人,低于世界年人均消费10kg/人的水平,远低于发达国家牛肉年人均消费50kg/人。近年来,牛肉存栏量的下降以及牛肉价格的持续提高,2011年中国牛肉产量和牛肉表观消费量均有下降,分别达到638.7万吨和640.3万吨。2010年,我国进口牛肉2.37万吨,出口牛肉2.21万吨,首次成为牛肉净进口国,2011年我国进口牛肉持续上升,达到3.39万吨,出口牛肉持续下降,约为1.77万吨。至2011年12月,全国牛肉平均价格已达39.78元/kg,较2006年1月的18.90元/kg上涨两倍多。牛肉消费结构正在从大城市向中等城市和经济发达地区的农村扩散,从高收入人群向中低收入人群拓展,呈现出中高档和多元化的牛肉消费特点,其中餐饮消费、家庭消费和加工业消费分别为占牛肉消费总量653.2万吨的60.0%、32.0%和8.0%。

中国畜牧业协会资料表明,中国牛肉干消费量全世界排名第四。近年中国牛肉干产量维持在650万吨左右,与消费量之间存在一定缺口。2009年,我国牛肉干出口量近4万吨,进口量接近2万吨,进口主要来自澳大利亚、新西兰、巴西、乌拉圭4个国家。

2 中国牛肉干生产和加工技术研究现状

我国传统干肉制品加工方法对世界肉制品加工曾产生过深刻的影响。但传统牛肉干加工基本处于作坊式生产,普遍存在工艺繁杂,设备简陋,机械化程度低,腌渍、煮制、烘烤中肉的硬化、脱水、收缩生产条件难以控制,致使产品口感坚硬、色泽不佳,产品货架期短,产品市场竞争力弱。为了使牛肉干产业得到更好更快的发展,研究者在工艺改进方面做了许多有益的探索。

2.1 中国牛肉干加工工艺技术

牛肉干加工质量受牛肉的处理方法等多种因素的影响。近年来,我国在肉的嫩化处理方面,采用酶嫩化、钙盐嫩化、机械嫩化等方法对牛肉的处理进行研究,生产出了风味独特、口感佳的新型干肉制品。胡铁军等^[6]研究了添加钙盐嫩化、机械嫩化及干燥工艺改进的方法,产品嫩度比传统工艺有显著提高,水分含量为传

统工艺的1.5倍左右,改善了牛肉干的感官品质。马美湖等^[7]用外源性激活剂钙离子嫩化,结合菠萝蛋白酶嫩化的方法,进行嫩化型脆嫩牛肉干的加工研究,取得了良好的效果,生产出的牛肉干色泽棕红、口感脆嫩、风味良好。刘学文等^[8]将外源性钙离子激活剂嫩化与木瓜蛋白酶嫩化相结合,探讨了牛肉干嫩化条件,以1.0%氯化钙、2.0%木瓜蛋白酶、0.4%复合磷酸盐作为嫩化液,55℃嫩化3h,嫩化效果最佳,制得的成品细嫩、弹性好。冉旭等^[9]采用木瓜蛋白酶并结合钙盐嫩化的方法,对牛肉进行嫩化、腌制、熟制和微波干燥等工艺处理,得到的成品色泽棕红,口感柔嫩,风味良好。张美玲等^[10]采用每千克鲜肉添加1mg的木瓜蛋白酶处理,5℃烘制4h,产品色泽棕红、口感脆嫩、风味独特。李艳青等^[11]采用生姜汁注射嫩化制得的姜汁风味的牛肉干风味独特、营养价值高。汪学荣等^[12]采用菠萝蛋白酶、CaCl₂、抗坏血酸钠添加嫩化牛肉,于70℃条件下干燥时间6.5h,得到口感柔嫩、风味独特的嫩化型牛肉干。

利用微生物发酵技术,通过生物降解使原料的质地得到改善,制品的质地、色泽、风味、稳定性和安全性明显提高,经发酵处理后的牛肉缩短了煮制及烘烤时间,降低能耗显著。李疆等^[13]采用德氏乳杆菌和肉糖葡萄球菌混合菌种作为发酵剂,在30℃发酵3d,55~60℃烘烤3~4h,所得制品的质地、色泽、风味明显改善,稳定性和安全性提高。华晶忠等^[14]以泡菜汁为发酵液,4℃冰箱中发酵48h,然后在55℃加热4h后逐步升温,65℃加热4h,75℃加热2h得到的制品咀嚼松软、肉香味浓、有独特酱香味。张根生等^[15]采用嗜热链球菌和嗜酸乳杆菌发酵,在40℃条件下培养48h、90℃烘烤150min制得的制品色泽均匀一致,质地柔软、有韧性,风味酸甜适中,香辣可口,口感咀嚼松软。张倩等^[16]采用根酶和酵母混合菌种作为发酵剂,在5℃条件下发酵7d,经熟化后的制品酱红色,肉香味浓,兼有传统肉香味和本制品独特酱香味,而且质地柔软、易咀嚼。

传统的牛肉干花样单一,口味单调。在牛肉干风味改善方面研究者也做了许多研究,开发出了具有新鲜口味和较高营养价值的新产品。毕海丹^[17]在传统牛肉干制作基础上,研制了番茄味牛肉干。配方为鲜牛肉100g、番茄酱添加量20g、食盐添加量1g、白砂糖添加量9g,所得产品干质量为50g。占习娟^[18]、田成^[19]等研究了鱼腥草牛肉干的加工工艺,鱼腥草和牛肉用量(m/m)比为3:10、复煮时间35min,经70℃干制2.0h后,再于55℃干制8.0h,所得牛肉干具有风味独特、营养价值高、无需添加防腐剂等特点。

传统牛肉干的干燥方法主要有烘烤法、炒干法和油炸法。郑灿龙等^[20]探索了新的干燥工艺,牛肉干复煮收汁后经烘箱干燥(75±2)、(58±2)℃、微波干燥650W、2450Hz、6min,能使产品快速干燥,既降低



了干燥温度,又减少了微生物的污染机会,也有利于产品品质的提高。张艳平^[21]以牛肉后腿为原料,采用先真空干燥、后中温烤制工艺代替传统风干方法,制得的蒙古牛肉干嫩度最佳,工艺参数为:在压力0.06MPa、温度70℃的真空条件下处理1h后,转到干燥箱内升温至80℃,保持30min后置于-25℃冰箱内冷却30min。在室温条件下保存3个月,产品的色、香、味均良好,且无霉菌生长。孟宇竹等^[22]采用变温压差干燥技术对牛肉干脱水干制工艺进行了研究,干燥前水分含量为30%、干燥温度65℃、干燥压差0.28MPa、干燥时间5h得到的牛肉干复水性好。黄治国等^[23]采用先烘烤后过油,添加抗氧化剂后进行油封的方法,研制出具有易咀嚼、肉香味浓、嫩度高、颜色棕红、弹性好,抗氧化性稳定,保质期长等特点的新型牛肉。

在牛肉干生产工艺参数优化方面研究者也做了积极的探索,从正交试验到采用响应面优化法,使得工艺流程和各项参数设置更加合理。单吉祥等^[24]采用响应面法对牛肉干发酵工艺条件进行优化,以感官评分为响应值,研究了发酵温度、发酵时间和食盐添加量3个因素对发酵牛肉干品质的影响,最佳工艺参数为发酵温度16℃、发酵时间68h、食盐添加量1.65%。潘巨忠等^[25]以市场购得的新鲜牛肉为试材,采用3因素3水平正交试验方法,研究了牛肉干加工中盐的添加量、煮制时间和烘烤温度和时间4个因素对牛肉干理化品质和感官品质的影响。结果表明,加盐量控制在1.9%~2.2%、煮制时间为45min、烘烤温度80~90℃、烘烤时间90~105min为宜。赵红霞等^[26]以市场购得的新鲜牛肉为试材,采用3因素3水平正交试验方法,重点研究牛肉干加工中的煮制、烘烤时间和烘烤温度3个因素对牛肉干理化和感官品质的影响。结果表明,以煮制时间50min,烘烤时间95min为宜,温度不高于90℃。

2.2 HACCP体系在牛肉干生产过程中应用

HACCP体系目前被国际食品法典委员会推荐为保障食品安全最经济有效的途径,它可应用于从农场到餐桌的任何环节。该系统用于牛肉干生产,有利于确保最终产品的安全性,降低成本,提高经济效益。吴国辉等^[27]将HACCP系统应用于牛肉干加工过程中污染源消长规律及其控制措施的研究,确定了原辅料的验收、蒸制、消除异物、称重装袋、微波杀菌为关键控制点,制定出企业HACCP系统实施计划。钟伟等^[28]探讨了HACCP体系在牦牛肉干生产中的应用,确立了牦牛肉干生产过程中的关键控制点,制定了相应的控制方法和制定措施。罗爱平等^[29]应用HACCP体系对发酵牛肉干加工各环节微生物污染危害进行系统试验分析,确定了易发生食品安全问题的生产环节相应的关键控制点与关键控制点相对应的微生物污染预防措施。王利等^[30]在五香牛肉干生产中应用HACCP,为传统食品的食品安

控制提供了思路。陈妍^[31]针对靖江双鱼食品有限公司牛肉干制品的实际生产情况,设计了HACCP体系在企业实际生产中的应用方案,使整个生产流程各环节的监控变得简单而有效,明显提高了产品的质量。

2.3 食品添加剂在牛肉干生产中的应用

食品添加剂具有改善食品感官品质、防腐、防霉效果、复水率、色泽和氧化稳定性等方面的作用。近年来,我国食品添加剂在牛肉干中的应用方面得出了一些最佳使用剂量及配比。汪学荣^[32]研究了4种添加剂对牛肉干感官品质的影响,即羧甲基纤维素钠用量0.2%、海藻酸钠用量0.4%、蔗糖酯用量2.0%、多聚磷酸钠用量0.1%可以改善牛肉干的感官质量。袁秋萍等^[33]采用正交试验研究了 ϵ -聚赖氨酸、甘氨酸和食用酒精复配的新型复合防腐剂对牛肉干产品货架期和感官品质改良作用明显。汪学荣等^[34]应用正交试验研究山梨酸钾对半干半湿牛肉干的防霉效果,即山梨酸钾用量0.8g/kg、丙二醇用量30g/kg、甘油用量10g/kg具有良好的防霉效果。韩开菊等^[35]研究了4种添加剂对牛肉干复水率的影响,即羧甲基纤维素钠用量0.2%、海藻酸钠用量0.3%、蔗糖酯用量1.5%、多聚磷酸钠用量0.1%可以提高牛肉干的复水率。按此配比添加到牛肉干中,在70℃条件下干燥6.5h、浸泡水温度70℃、浸泡水比例为8:1、牛肉干厚度6mm时,复水率达2.84。梁成云等^[36]在牛肉干中添加绿茶提取物,可显著抑制牛肉干的氧化,稳定牛肉干的色泽。

2.4 牛肉干贮藏期品质变化研究

近年来,通过对储藏期牛肉干的细菌菌落分离鉴定,以及牛肉干水分、灰分、蛋白质、脂肪等理化指标的分析测定,学者们研究了不同品种的牛肉干贮藏期品质变化规律,讨论了保持牛肉干贮藏期间品质稳定性、延长牛肉干货架期的方法。姜荷等^[37]利用菌种分离鉴定技术,对某工厂留样分析的发霉牛肉干产品进行确认。以菌落生长状况作为综合评价依据,鉴定导致该产品霉变的主要霉菌为帚状曲霉。建议控制牛肉干产品的水分活度在0.7以下,以有效防止货架期期间霉变的产生。周黎等^[38]采集产自贵州省的牛肉干146份,按GB/T 4789.15—2003《食品卫生微生物学检验:霉菌和酵母计数》方法对样品进行霉菌和酵母菌检验,结果贵州省牛肉干酵母菌检出率低,而霉菌污染较为普遍。辣椒粉、花椒粉、五香粉等调味料是造成调味牛肉干污染的主要原因,建议在肉干卫生标准中增加霉菌限量标准。张倩等^[39]对发酵型牛肉干自然复合发酵体系中微生物区系进行了分离纯化、形态学观察、生理生化试验,并观察它们在不同发酵期间的菌群变化规律。发现发酵体系中的优势菌群是酵母、芽孢杆菌和乳酸杆菌,所有细菌均不产生硫化氢等有害产物,原料肉中的大肠杆菌随着发酵时间的延长而逐渐消失。严维凌等^[40]从霉



变的牛肉干上分离出一株霉菌,经鉴定为曲霉。通过将该曲霉接种到牛肉干上并在不同的水分活度条件下培养来研究牛肉干水分活度和保质期的关系。发现牛肉干的保质期与其水分活度有密切的相关性。华晶忠等^[41]研究了贮藏期发酵牛肉干与传统牛肉干表面色泽和氧化稳定性。泡菜汁发酵牛肉干的 CIE a^* 值在贮藏期间无显著变化, TBA 值显著低于传统牛肉干。梁成云^[42]、刘笑笑^[43]等对贮藏期泡菜发酵牛肉干与传统牛肉干品质进行了比较研究,发现贮藏 6 个月, 3 种牛肉干细菌菌落数均未超标,水分有所下降,灰分、蛋白质和脂肪含量相对升高,泡菜发酵牛肉干品质明显优于传统牛肉。

3 结 语

随着食品科学技术的不断发展,传统加工工艺与新技术的有机结合,将使牛肉干这个传统中式肉制品的生产进入一个新的时代,同时也对牛肉干加工技术提出了更高的要求。近年来,中国学者与企业家紧密合作,在牛肉干传统加工工艺与现代高新技术的有机结合上,在牛肉干生产工艺技术创新与产业化开发方面,在实验室和工厂车间进行了许多有益的探索,如酶嫩化、钙盐嫩化、机械嫩化等方法及发酵剂的筛选在牛肉干加工前处理中的应用,风味牛肉干系列产品的开发,真空干燥、微波干燥新技术在牛肉干后加工中的应用, HACCP 体系在牛肉干安全生产中的应用,天然安全防腐剂、抗氧化剂等食品添加剂的应用等。目前,虽然许多研究工作还需要在产业化历程中进一步去检验,但这些研究和探索代表着牛肉干产业未来的方向,这些努力将大大提升中国牛肉干加工技术水平,对于生产符合现代食品质量安全和高品质的牛肉干、提升我国牛肉干在国际市场的竞争力等都具有十分重要的意义。

参考文献:

- [1] 董寅初. 中国传统风味肉制品的现代化势在必行(下)[J]. 肉类研究, 1998, 12(2): 3-6.
- [2] 王卫. 新型肉干制品莎夫牛柳的加工[J]. 食品工业科技, 1993(3): 31-35.
- [3] 赵红霞, 李应彪. 牛肉干生产工艺参数优化研究[J]. 肉类工业, 2009(10): 26-27.
- [4] 董寅初. 中国传统风味肉制品的现代化势在必行(上)[J]. 肉类研究, 1998, 12(2): 3-6.
- [5] 孙玉明, 罗明. 畜禽肉品学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1993: 313-315.
- [6] 胡铁军, 戴运达, 马成林, 等. 半干牛肉制品新工艺对产品嫩度影响的研究[J]. 肉类工业, 2000(5): 32-36.
- [7] 马美湖, 刘众, 樊志坚, 等. 嫩化型脆嫩牛肉干加工技术研究[J]. 肉类工业, 2000(1): 27-29.
- [8] 刘学文, 王文贤. 嫩化型牛肉干的研究开发[J]. 食品科学, 2002, 23(3): 106-108.
- [9] 冉旭, 刘学文, 王文贤, 等. 牛肉干生产新工艺研究[J]. 食品工业科技, 2003(8): 52-53.
- [10] 张美玲, 肖蓉, 杨涛, 等. 半干型五香牛肉干的研制[J]. 食品工业科技, 2005(9): 140-161.
- [11] 李艳青, 于长青. 生姜汁嫩化牛肉方法的研究[J]. 肉类工业, 2007(7):

- 24-26.
- [12] 汪学荣, 邓尚贵, 阚建全. 嫩化型牛肉干的研制[J]. 肉类工业, 2006(6): 23-24.
- [13] 李疆, 杨艳彬, 周红, 等. 发酵牛肉干生产工艺技术的研究[J]. 食品与发酵科技, 2009, 45(2): 62-68.
- [14] 华晶忠, 刘笑笑, 王海力, 等. 延(边)黄牛泡菜发酵牛肉干的研制[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(2): 76-78.
- [15] 张根生, 沈春燕, 岳晓霞. 乳酸发酵香辣牛肉干的研制[J]. 食品科学, 2002, 23(3): 106-108.
- [16] 张倩, 江萍, 秦礼康, 等. 发酵牛肉干的研制[J]. 食品研究与开发, 2002, 23(5): 28-30.
- [17] 毕海丹. 番茄牛肉干的研制[J]. 肉类研究, 2010, 24(1): 26-28.
- [18] 占习娟, 张蕾, 陈义伦, 等. 鱼腥草风味牛肉干生产工艺的研究[J]. 农产品加工, 2007(10): 75-77.
- [19] 田成, 周志, 占习娟. 鱼腥草风味牛肉干的研制[J]. 湖北农业科学, 2007, 46(4): 615-617.
- [20] 郑灿龙, 勒烨. 牛肉干传统制作工艺改进与现代化生产[J]. 肉类研究, 1999, 13(4): 30-31.
- [21] 张艳平. 传统蒙古牛肉干工艺的改进研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2008.
- [22] 孟宇竹, 雷昌贵. 变温压差干燥技术在牛肉干生产中的应用[J]. 肉类研究, 2011, 25(9): 8-10.
- [23] 黄治国, 卫春会, 王红. 半干型麻辣牛肉干加工工艺[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(10): 82-84.
- [24] 单吉祥, 陈杰, 陈利忠, 等. 响应面法优化牛肉干发酵工艺的研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(4): 286-288.
- [25] 潘巨忠, 薛旭初, 林旭东. 牛肉干加工优化方案的研究[J]. 农产品加工, 2006, 64(5): 28-30.
- [26] 赵红霞, 李应彪. 牛肉干生产工艺参数优化研究[J]. 肉类工业, 2006(2): 24-26.
- [27] 吴国辉, 罗书全, 段刚, 等. 牛肉干加工过程中 HACCP 的研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(1): 18-21.
- [28] 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.
- [29] 罗爱平, 张倩, 潘海燕, 等. HACCP 在发酵牛肉干加工中的应用研究[J]. 贵州农业科学, 2004, 32(3): 45-47.
- [30] 王利, 冉旭, 贾冬英. HACCP 在五香牛肉干加工中的应用[J]. 中国调味品, 2009, 34(6): 112-114.
- [31] 陈妍. HACCP 体系在靖江双鱼食品有限公司牛肉干制品中的应用研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2008.
- [32] 汪学荣. 四种添加剂对牛肉干感官品质的影响[J]. 肉类工业, 2008(9): 12-13.
- [33] 袁秋萍, 陈劫, 朱旭君, 等. ϵ -聚赖氨酸在牛肉干加工中的应用研究[J]. 食品工业, 2011(7): 61-63.
- [34] 汪学荣, 王飞, 吴应利. 山梨酸钾对半干牛肉干防霉效果研究[J]. 肉类研究, 2001, 15(3): 34-35.
- [35] 韩开菊, 彭顺清. 几种添加剂对牛肉干复水率的影响[J]. 肉类工业, 2007(6): 34-36.
- [36] 梁成云, 刘笑笑, 康锦丹. 牛肉干中添加绿茶提取物对其色泽和氧化稳定性的影响[J]. 食品科学, 2007, 28(9): 116-121.
- [37] 姜荷, 程珂伟, 屠海云. 导致牛肉干产品霉变菌种的分离及鉴定[J]. 食品科学, 2010, 31(13): 237-239.
- [38] 周黎, 张清, 陈依江, 等. 贵州省牛肉干霉菌及酵母菌污染状况调查[J]. 现代预防医学, 2011, 38(3): 439-440.
- [39] 张倩, 江萍, 秦礼康, 等. 发酵型牛肉干发酵期微生物区系及菌群变化与产品安全相关性的研究[J]. 食品科学, 2003, 24(6): 53-58.
- [40] 严维凌, 沈菊泉, 任莉萍. 霉菌接种法研究水分活度对牛肉干保质期的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(5): 442-445.
- [41] 华晶忠, 刘笑笑, 汪芳, 等. 泡菜发酵牛肉干与传统牛肉干贮藏期间颜色及氧化稳定性的研究[J]. 肉类研究, 2009, 23(3): 27-29.
- [42] 梁成云, 华晶忠, 刘笑笑, 等. 延(边)黄牛发酵牛肉干贮藏期间品质研究[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(8): 159-162.
- [43] 刘笑笑, 华晶忠, 王海丽, 等. 泡菜发酵牛肉干与传统牛肉干贮藏期间品质研究[J]. 食品科技, 2009, 34(7): 95-98.