

新丝绸之路经济带西部地区牛肉质量安全风险因子分析

牛春娥, 郭婷婷, 袁超, 杨博辉 (中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所, 中国农业科学院羊育种工程技术中心, 甘肃兰州 730050)

摘要 [目的]分析新丝绸之路经济带西部地区牛肉质量安全风险因子。[方法]通过对我国新丝绸之路经济带西部地区肉牛养殖过程的跟踪调研,分析肉牛养殖过程可能使用的药物,对比分析国内外对肉牛养殖用药和牛肉中重金属及兽药残留限量要求,检测分析这些地区牛肉中铅、汞、砷、镉、铬5种重金属和氯霉素、硝基咪唑类(4种)、盐酸克伦特罗、己烯雌酚、杀虫脒、阿维菌素等9种兽药残留。[结果]这些地区牛肉中重金属污染远低于国家标准限量要求,所有样品中所检兽药均为未检出,质量安全风险低。[结论]该研究为广大消费者提供借鉴。

关键词 新丝绸之路经济带;牛肉;质量安全;风险因子

中图分类号 TS201.6 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)02-0182-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.02.056



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of Quality and Safety Risk Factors of Beef in Western Region of New Silk Road Economic Belt

NIU Chun-e, GUO Ting-ting, YUAN Chao et al (Lanzhou Institute of Husbandry and Pharmaceutical Science of CAAS, Sheep Breeding Engineering Technology Center of CAAS, Lanzhou, Gansu 730050)

Abstract [Objective] The research aimed to analyze the quality and safety risk factors of beef in the western region of the New Silk Road Economic Belt. [Method] By following up and investigating the beef cattle breeding process in the western part of China's New Silk Road Economic Belt, the paper analyzed the drugs that might be used in beef cattle breeding process. And compared the requirements of domestic and foreign limits on the use of beef cattle breeding drugs and the residues of heavy metals and veterinary drugs in beef. 5 kinds of heavy metals such as lead, mercury, arsenic, cadmium and chromium, 9 kinds of veterinary drug residue, as chloramphenicol, nitrofurans (4 kinds), clenbuterol, diethylstilbestrol, chlordimeform, and avermectins, were detected and analyzed in these areas. [Result] The heavy metal pollution in beef in these areas was much lower than the national standard limit requirement. The veterinary drug residues in all samples were undetected and the quality and safety risks were low. [Conclusion] This research provides reference for consumers.

Key words New Silk Road Economic Belt; Beef; Quality safety; Risk factors

2016年我国牛肉总产量717万t,占全球总产量的11.9%,居世界第三。我国人均牛肉消费量5.2kg,与世界平均水平人均(9.47kg)相比存在较大的差距,牛肉消费供需缺口很大,要达到世界平均消费水平,大约需要进口598万t牛肉,进口量将占世界牛肉出口总量的68%。

近年来随着全球疯牛病、口蹄疫、禽流感等重大畜产品安全事件的暴发和流行,导致消费者对畜产品安全产生怀疑甚至引起恐慌,使得畜产品质量安全成为全球关注的焦点问题。新丝绸之路经济带西部地区甘肃、内蒙、青海、新疆、四川属于我国西北肉牛优势区和西南肉牛优势区,牛肉不仅是这些地区重要的肉食品,也是这些地区少数民族重要的生产生活资料和主要经济来源,牛肉质量安全事关人民健康、经济发展和社会稳定,在国家食品安全战略中具有重要的地位。笔者对我国肉牛养殖、屠宰加工等过程进行跟踪调研,分析牛肉中可能存在的质量安全风险因子,对比现行国家及行业标准,对新丝绸之路经济带西部地区甘肃、青海、四川不同饲养模式下牛肉中的重金属、兽药残留和农药残留等安全风险因子进行检测,为广大消费者提供借鉴,以引导正确消费。

1 材料与与方法

1.1 调研方式 项目组采取发放问卷及现场查看的方式,先后对我国新丝绸之路经济带西部地区甘肃省张掖市、武威市、平凉市及青海省玉树州、四川省阿坝州的牛肉生产现状

进行了调研,分析了牛肉中可能存在的重金属污染和农兽药残留风险。查阅国内外相关法规、标准和文献,对国内外牛肉质量安全相关法律、法规和标准指标进行了对比研究。

1.2 样品采集 样品采自于我国新丝绸之路经济带西部地区甘肃省张掖市、武威市、平凉市及青海省玉树州、四川省阿坝州的牛肉。其中,平凉的牛肉样品采自于当地屠宰场,牛源来自于当地全舍饲的黄牛;天祝县、玉树州和阿坝州的牛肉样品也采自于当地定点屠宰企业,牛源均来自于当地全放牧的牦牛;张掖的牛肉样品采自于肉品批发市场,牛源来自于个体屠宰户屠宰的育肥肉牛。每个地区各采集30份牛肉样品,每份样品均采自左侧背最长肌约2.0kg,保鲜袋密封包装,冷藏箱保存带回实验室进行各项测试分析。

1.3 测试方法

1.3.1 重金属残留。铅:采用GB/T 5009.12《食品安全国家标准 食品中铅的测定》中的第一法 石墨炉原子吸收光谱法^[1];总汞:采用GB/T 5009.17《食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定》中的第一法 原子荧光光谱分析法^[2];无机砷:采用GB/T 5009.11《食品安全国家标准 食品中总砷及有机砷的测定》中的第二法 氢化物发生原子荧光光谱法^[3];铬:采用GB/T 5009.123《食品安全国家标准 食品中铬的测定》中微波消解法^[4];镉:采用GB/T 5009.15《食品安全国家标准 食品中镉的测定》^[5]。

1.3.2 兽药残留。氯霉素残留:采用GB/T 22338《动物源性食品中氯霉素类药物残留量测定》中的液相色谱-质谱/质谱法,检出限0.1 μg/kg^[6];硝基咪唑代谢物(SEM)、硝基咪唑代谢物(AHD)、硝基咪唑代谢物(AOZ)、硝基咪唑代谢物

基金项目 国家科技支撑计划项目(2015BAD29B02);中国农业科学院协同创新项目(CAAS-XTCX2016011-02)。

作者简介 牛春娥(1968—),女,甘肃正宁人,副研究员,硕士,从事畜产品质量安全控制研究。

收稿日期 2018-09-04

(AMOZ)残留:采用 GB/T 21311《动物源性食品中硝基咪唑类药物代谢物残留量检测方法 高效液相色谱/串联质谱法》,检出限均为 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[7];克伦特罗残留:采用 GB/T 22286《动物源性食品中多种 β -受体激动剂残留量的测定 液相色谱串联质谱法》,检出限 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[8];己烯雌酚残留:采用 GB/T 20766《牛猪肝肾和肌肉组织中玉米赤霉醇、玉米赤霉酮、己烯雌酚、己烷雌酚、双烯雌酚残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》,检出限 1.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[9];杀虫脒残留:采用 GB/T 20769《水果和蔬菜中 450 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》,检出限 0.33 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[10];阿维菌素残留:采用 GB/T 20748《牛肝和牛肉中阿维菌素类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》,检出限 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[11]。

2 结果与分析

2.1 国内外牛肉重金属污染限量指标分析 按照世贸组织相关协议规定,各国可以根据风险评估结果、食品消费及膳食结构的不同和生产经营实际情况,重点针对可能对本国公众健康构成较大风险的污染物和对本国消费者膳食暴露量有较大影响的食物,制定污染物限量标准,因此各国标准规定的食品污染物种类、食品类别和限量规定可能存在一定差异。国际上对食品中污染物限量的标准有国际食品法典委员会(CAC)《食品和饲料中污染物和毒素通用标准》、欧盟委员会 1881/2006 号指令、澳新食品法典标准的《污染物及天然毒素》、中国国家标准 GB 2762《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[12]等。

对于牛肉重金属污染限量,GB 2762《食品安全国家标准 食品中污染物限量》规定了铅、汞、砷、镉、铬 5 种重金属污染限量^[13],澳新《污染物和毒素》规定了肉类中铬、镉 2 种重金属污染限量;CAC《食品和饲料中污染物和毒素通用标准》中对牛肉重金属污染仅规定了铅的限量指标;欧盟指令中规定了牛肉中镉的限量指标。而且不同国家的最低限量也有不同,比如对于牛肉中镉污染限量指标,中国限量 0.10 mg/kg 、澳大利亚和欧盟限量均为 0.05 mg/kg ;对牛肉中的铅污染,中国限量 0.2 mg/kg 、澳大利亚 0.1 mg/kg 。由此可见,中国对于牛肉中重金属污染限量种类最多,而且限量指标高于世界其他国家和地区。

2.2 国内外牛肉农兽药残留限量要求及指标分析

2.2.1 我国对肉牛养殖用药及牛肉中农兽药残留限量的相关规定。依据药物的安全性及其对食品安全的影响,我国对兽药(包括部分化学物质)在食品动物中使用的规定包括 4 种情况:第一,允许用于食品动物,且不需要制定残留限量的兽药。这类药物只要按照批准的用法与用量使用,不会在动物性食品中造成残留,或残留量不会形成食品安全危害。第二,允许用于食品动物,但需要制定最大残留限量的兽药。这类药物可以用于食品动物,但有潜在的食品安全风险,需根据食品动物不同组织和动物性产品制定最大残留限量,要严格按照规定使用并执行相应的休药期规定。第三,允许用于治疗,但不得在动物性食品中检出的兽药。这类药物有潜在的食品安全风险,但在临床治疗中又需要使用,因此严格按照规定使用并执行足够长的休药期,以保证在动物性食品中

不得检出。第四,禁止使用,且在动物性食品中不得检出的兽药。这类药品有明显的食品安全危害,同时有潜在的公共卫生安全风险,因此禁止在食品动物中使用,且在动物性食品中不得检出^[12]。

2001 和 2002 年农业部先后颁布实施了肉羊、奶牛、肉牛、生猪、肉兔、蛋鸡、肉鸡 7 种食品动物用药准则,其中, NY/T 5125—2002《无公害食品 肉牛饲养兽药使用准则》^[14]规定了肉牛饲养过程中允许使用的 13 种抗寄生虫药、15 种抗菌药和 4 种饲料药物添加剂的使用方法和休药期;同时还规定了肉牛饲养过程中禁止使用的兽药及其他化合物 9 类 39 种。2003 年 5 月 22 日,农业部又发布了 278 号公告,规定了 202 种允许使用兽药的休药期,其中适用牛用兽药 51 种。2006 年 1 月 26 日,农业部颁布了 NY/T 5030—2006《无公害食品 畜禽饲养兽药使用准则》^[15]取代了 2002 年颁布的 7 种食品动物兽药使用准则,该标准在执行农业部 235 号公告和 278 号公告的基础上,统一规定了食品动物禁用的兽药及其化合物清单 21 种,其中适用牛的 15 种。2016 年,农业部对该标准进行了修订,标准名称修改为 NY/T 5030—2016《无公害农产品 兽药使用准则》^[16],修订后规定了所有食品动物禁用并在动物性食品中不得检出的兽药及其化合物 21 类 45 种;禁止在饲料和动物饮水中使用的药物 10 类 51 种;不得使用的药物 6 类 50 种;允许用于治疗但不得在动物性食品中检出的兽药 9 种,其中适用于牛的 7 种。

我国对牛肉中农药残留限量指标基本参照 GB 2763—2016《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》的规定,该标准中对哺乳动物肉及组织中农药残留限量规定包括硫丹、艾氏剂、DDT、狄氏剂、七氯、异狄氏剂、氯丹、林丹和六六六 9 种农药 11 个限量,主要为杀虫剂^[17]。

我国对牛肉中兽药残留限量规定主要依照 2002 年农业部发布的 235 号公告,2002 年 12 月 24 日农业部发布了 235 号公告《动物性食品中兽药最高残留限量》,对 223 种兽药的限量做出了规定。一是允许用于食品动物,且不需要制定最大残留限量标准的兽药 88 种,其中适用牛肉的 78 种;二是允许用于食品动物,但需要制定最大残留限量的兽药 94 种,1 548 个限量值,适用牛肉的 63 种兽药 277 个限量值;三是允许用于食品动物疫病治疗,但不得在动物性食品中检出的 9 种兽药,适用牛肉的 8 种;四是禁止用于食品动物的兽药 32 种,适用牛肉的 31 种。

2.2.2 国外相关组织及发达国家牛肉兽药残留限量规定。国际食品法典委员会(CAC)建立了 62 种药物共 603 个最大残留限量指标,这些标准为世界各国所认可。欧盟高度重视食品安全和残留监控工作,具有完善的食品安全法规体系和组织机构。1997 年欧盟发布《食品法律绿皮书》,并以此作为基本框架,于 2000 年 1 月发布了《食品安全白皮书》,现行的 2016 年版 MRLs(最大残留限量)标准规定了 135 种药物的 1 037 个最大残留限量指标。美国食品安全分别由美国食品药品监督管理局(FDA)、美国农业部(USDA)和美国国家环境保护机构(EPA)负责。其中 FDA 负责制定兽药残留法规

和限量标准,目前美国已经制定了103种药物的459个最大残留限量指标。日本厚生省和农林水产省承担残留监控职责,2005年制定了《食品中农业化学品残留肯定列表制度》,对食品中所有化学品做了明确规定,其中15种农药、兽药禁止使用,对797种农药、兽药及饲料添加剂设定了53 862个限量标准;对没有限量标准的兽药执行“一律标准”,即含量一律不得超过0.01 mg/kg,这是目前世界上最苛刻、最全面的食品标准^[12]。

2.3 新丝绸之路经济带西部地区牛肉质量安全风险因子排查

2.3.1 牛肉生产现状。新丝绸之路经济带西部地区甘肃省张掖市、武威市、平凉市及青海省玉树州、四川省阿坝州的牛肉生产方式包括:第一,短期快速育肥的肉牛,育肥户从市场收购成年牛,以精料饲喂为主,短期内体重迅速增长,快速育肥出栏屠宰;第二是犏牛育肥,以周岁左右的犏牛全舍饲养,分阶段按不同比例的精粗饲料饲喂1年左右出栏屠宰;第三是以放牧为主的牦牛,这些地区是我国牧牛的主产区,以天然放牧为主,一般3~4岁屠宰,这也是新丝绸之路经济带西部地区特有的牛肉产品。

2.3.2 肉牛屠宰加工现状。新丝绸之路经济带西部地区少数民族聚居,各民族风俗习惯不同,屠宰方式多样。近年来建了很多定点屠宰场,但是目前牛的集中屠宰率仅占60%左右,大部分牛肉以鲜、冻去骨牛肉、牛肉片、牛肉卷等销售,批

量深加工的产品以牛肉干为主。

2.3.3 肉牛养殖过程用药情况。新丝绸之路经济带西部地区肉牛除了正常的疫苗免疫外,常用的兽药主要是肉牛常规驱虫类药,比如依维菌素、阿苯达唑、左旋咪唑等;其次是消化道疾病常用的土霉素、小苏打、大黄苏打片等;其他的牛病发病率低,治疗的也很少,兽药使用频率较低。

我国新丝绸之路经济带西部地区要求强制免疫的牛病包括口蹄疫(A型、O型和亚洲I型)和布鲁氏菌病,每年2次,2—3月春季免疫,8—9月秋季免疫,免疫密度接近100%;牛巴氏杆菌病、牛传染性鼻气管炎、牛肺疫、牛沙门氏菌病和牛气肿疽等均为选择性免疫,个别规模化养殖场全部进行程序化免疫,大部分养殖场(户)只有在受到威胁时才紧急免疫接种。通常牧区和散养农户很少进行日常消毒,只有大型的养殖场才有较为规范的消毒措施,常用的环境消毒剂主要有火碱、生石灰、草木灰、甲等。

2.4 新丝绸之路经济带西部地区牛肉重金属污染测定 从表1可以看出,甘肃平凉、天祝和青海玉树的牛肉重金属污染非常小,汞和铅均未检出;四川红原和甘肃张掖的牛肉重金属污染略高于以上3个地区,但是也远远低于国家标准限量要求,说明这些地区牛肉的重金属污染风险较低,需要注意的是以放牧为主的牦牛在放牧时尽量远离矿区和公路,避免摄入过量含有重金属的灰尘富集而引起重金属超标。

表1 牛肉中重金属测定结果

Table 1 Determination results of heavy metals in beef

| 地区 Area | 砷 As | 汞 Hg | 铅 Pb | 镉 Cd | 铬 Cr |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 甘肃张掖 Zhangye of Gansu | 0.010±0.007 | 未检出 | 0.010±0.002 | 0.001±0.002 | 0.100±0.002 |
| 甘肃平凉 Pingliang of Gansu | 0.009±0.012 | 未检出 | 未检出 | 0.002±0.001 | 0.040±0.001 |
| 甘肃天祝 Tianzhu of Gansu | 0.008±0.011 | 未检出 | 未检出 | 0.006±0.003 | 未检出 |
| 青海玉树 Yushu of Qinghai | 0.005±0.009 | 未检出 | 未检出 | 0.002±0.003 | 0.100±0.003 |
| 四川红原 Hongyuan of Sichuan | 0.040±0.010 | 0.010±0.001 | 0.045±0.006 | 0.003±0.002 | 0.020±0.001 |
| 标准限量 Standard limit ^[13] | ≤0.5 | ≤0.05 | ≤0.2 | ≤0.1 | ≤1.0 |

2.5 新丝绸之路经济带西部地区牛肉兽药和农药残留测定 从表2可以看出,国家标准要求不得检出的抗菌类药、呋喃类药、瘦肉精和激素类药在这些地区的牛肉中均未检

出,常用的杀虫类药也是未检出,说明新丝绸之路经济带西部地区牛肉中兽药和农药残留风险较低。

表2 牛肉中兽药和农药残留测定结果

Table 2 Determination results of veterinary drugs and pesticide residues in beef

| 地区 Area | 氯霉素 Chloramphenicol | 硝基呋喃代谢物 (AMOZ) | 硝基呋喃代谢物 (AOZ) | 硝基呋喃代谢物 (AHD) | 硝基呋喃代谢物 (SEM) | 克伦特罗 Clenbuterol | 己烯雌酚 Diethylstilbestrol | 杀虫脒 Chlordimeform | 阿维菌素 Avermectin |
|---------------------------------------|---------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| 甘肃张掖 Zhangye of Gansu | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 |
| 甘肃平凉 Pingliang of Gansu | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 |
| 甘肃天祝 Tianzhu of Gansu | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 |
| 青海玉树 Yushu of Qinghai | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 |
| 四川红原 Hongyuan of Sichuan | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 未检出 |
| 标准要求 Standard request ^[17] | 不得检出 | 不得检出 | 不得检出 | 不得检出 | 不得检出 | 不得检出 | 不得检出 | — | — |

3 结论

我国新丝绸之路经济带西部地区牛肉主要来源于以小规模舍饲养的黄牛和以放牧为主的牦牛,养殖饲草料来源

于当地的农副秸秆、苜蓿、燕麦等,补饲精料以当地的粮食作物为原料配合饲养,牛病发病率低,兽药使用少,兽药残留和

研究发现沼液对大肠杆菌具有强烈的抑菌效果,而将具有还原性的硫代硫酸钠加入沼液后,平板培养的菌落数明显增加,说明沼液中可能含有氧化型消毒剂,这与我们对猪场的调查结果可以互相印证。硫代硫酸钠具有很强的还原性,是许多氧化型消毒剂的中和剂,可以中和残留的消毒剂^[11-12]。该研究所用的沼液取自一个不能正常发酵产气的猪场沼气池,经调查得知该猪场日常所用的消毒剂是聚维酮碘,因此我们推测沼气不能正常发酵的原因是聚维酮碘的残留抑制了沼气微生物的活性,并试探性加入硫代硫酸钠来中和消毒剂的毒性。试验结果与我们的预期相符,证明该猪场沼气池不能正常发酵的原因是消毒剂残留。另外有人发现硫酸镁能中和四环素、土霉素、新霉素、多粘菌素、链霉素等抗生素^[13],我们在加入硫代硫酸钠后再加入硫酸镁,能明显降低沼液对大肠杆菌的抑制。这种现象有2种可能性,一是硫酸镁对硫代硫酸钠的中和作用具有协同性,二是沼液中还存在来自于饲料的抗生素残留。

由于消毒剂和抗生素等对各种微生物的毒性具有广谱性,因此只要证明猪粪水对大肠杆菌具有毒性,那么就说明这种药物残留对沼气发酵过程中与发酵相关的其他微生物也具有毒性。沼气发酵是一个复杂的生态体系,沼液对细菌的抑制作用与多种因素有关,除了有毒有害物质之外,沼液的pH也是重要的影响因素^[14-16],该试验只研究猪粪水对大肠杆菌的抑制及其消除办法,对于大型猪场的沼气发酵抑制,添加硫代硫酸钠有一定的消除作用,但很难完全中和沼液中的抑菌毒性,可能沼液中还存在其他的非氧化型的消毒剂以及抗生素的影响^[17-19]。但该研究表明硫代硫酸钠对沼液的毒性有缓解作用,可为猪场的沼气池非正常的产气量下降提供应急解决方案。另外,还可以在此基础上,进一步探讨用硫酸镁等作为助剂提高处理效果的可能性。

参考文献

[1] ROUBIK H, MAZANCOVÁ J, PHUNG L D, et al. Current approach to ma-

nure management for small-scale Southeast Asian farmers-Using Vietnamese biogas and non-biogas farms as an example [J]. *Renewable energy*, 2018, 115:362-370.

- [2] DE BAERE L. Novel trends in anaerobic digestion of municipal solid waste [J]. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, 2003, 68(2 PtA):117-124.
- [3] ABBASI T, TAUSEEF S M, ABBASI S A. A brief history of anaerobic digestion and "biogas" [C]// *Biogas energy*. New York: Springer, 2012: 11-23.
- [4] 张京景, 苏有勇, 孔琳, 等. 福尔马林消毒剂对养殖场粪污产沼液的影响 [J]. *农业工程学报*, 2011, 27(S1): 64-67.
- [5] 张京景, 苏有勇, 李昊, 等. 消毒剂对沼气发酵影响的实验研究 [J]. *化学与生物工程*, 2011, 28(3): 78-80.
- [6] 管运涛, 蒋展鹏, 金鹏. 两相厌氧膜生物系统产气特性研究 [J]. *中国沼气*, 1999, 17(4): 3-6.
- [7] 朱忠勇, 马立人, 王艾丽, 等. *实用医学检验学* [M]. 北京: 人民军医出版社, 1992: 500.
- [8] ALVAREZ J A, OTERO L, LEMA J M, et al. The effect and fate of antibiotics during the anaerobic digestion of pig manure [J]. *Bioresource technology*, 2010, 101(22): 8581-8586.
- [9] SHI J C, LIAO X D, WU Y B, et al. Effect of antibiotics on methane arising from anaerobic digestion of pig manure [J]. *Animal feed science and technology*, 2011, 166/167: 457-463.
- [10] 张敏, 张俊, 钱金秋, 等. 磺胺二甲嘧啶对沼气发酵过程中酶活性和微生物群落功能多样性的影响 [J]. *生态与农村环境学报*, 2017, 33(7): 653-659.
- [11] 林锦炎, 袁朝森. 吐温 80 对硫代硫酸钠中和消毒剂效果的影响 [J]. *中国消毒学杂志*, 1995, 12(4): 233-234.
- [12] 蒋兴祥, 章迎春, 张行燕. 复方硫代硫酸钠中和含氯复方消毒剂效果的试验观察 [J]. *中国消毒学杂志*, 2001, 18(1): 49-50.
- [13] 张吕良, 黄忠强, 龙凤鸣, 等. 抗生素中和剂对提高细菌性培养阳性率的研究 [J]. *右江民族医学院学报*, 2008, 30(4): 630.
- [14] 马茹霞. 氮源对玉米秸秆沼气发酵过程及微生物群落的影响 [D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2017.
- [15] 董明华. 云南沼气发酵生态系统的原核生物群落时空动态研究 [D]. 昆明: 云南大学, 2016.
- [16] 张加稳. 沼液抑制云南红豆杉叶斑病原菌的实验研究 [D]. 昆明: 云南师范大学, 2016.
- [17] 张敏, 钱金秋, 李忠洲, 等. 恩诺沙星对厌氧发酵过程中水解酶活性及沼气产量的影响 [J]. *中国生态农业学报*, 2016, 24(11): 1539-1546.
- [18] 张凯煜, 谷洁, 赵昕, 等. 土霉素和磺胺二甲嘧啶对堆肥过程中酶活性及微生物群落功能多样性的影响 [J]. *环境科学学报*, 2015, 35(12): 3927-3936.
- [19] 李建昌, 孙可伟. 淀粉酶前处理应用于猪粪沼气发酵的研究 [J]. *环境科学与技术*, 2010, 33(4): 117-121.

(上接第 184 页)

重金属污染风险低。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品中铅的测定: GB/T 5009.12—2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [2] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品中总汞及有机汞的测定: GB/T 5009.17—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品中总砷及有机砷的测定: GB/T 5009.11—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品中铬的测定: GB/T 5009.123—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品中镉的测定: GB/T 5009.15—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 动物源性食品中氯霉素类药物残留量测定: GB/T 22338—2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 动物源性食品中硝基喹啉类药物代谢物残留量检测方法 液相色谱/串联质谱法: GB/T 21311—2007 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 动物源性食品中多种 β -受体激动剂残留量的测定 液相色谱/串联质谱法: GB/T 22286—2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 牛猪肝肾和肌肉组织中玉米赤霉醇、玉米赤霉酮、己烯雌酚、己烷雌酚、双烯雌酚残留量的测定 液相色谱-串联质谱法: GB/T 20766—2006 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 水果和蔬菜中 450 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法: GB/T 20769—2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 牛肝和牛肉中阿维菌素类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法: GB/T 20748—2006 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [12] 牛春娥, 郭婷婷, 袁超, 等. 新丝路经济带西部地区羊肉中兽药残留风险分析 [J]. *安徽农业科学*, 2018, 46(10): 153-154, 158.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品中污染物限量: GB 2762—2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [14] 中华人民共和国农业部. 无公害食品 肉牛饲养兽药使用准则: NY/T 5125—2002 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [15] 中华人民共和国农业部. 无公害食品 畜禽饲养兽药使用准则: NY/T 5030—2006 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [16] 中华人民共和国农业部. 无公害农产品 兽药使用准则: NY/T 5030—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [17] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 中华人民共和国农业部, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量: GB 2763—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.