

肉制品中药物残留风险因子概述

熊琳^{1,2*}, 李维红^{1,2}, 杨晓玲^{1,2}, 高雅琴^{1,2}

(1. 中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所, 兰州 730050;
2. 农业部畜产品质量安全风险评估实验室(兰州), 兰州 730050)

摘要: 肉品中药物残留问题严重影响着人体健康, 近几年来肉品中兽药残留引起的食品安全问题层出不穷。随着对肉品中各种兽药残留监控的力度越来越严格和规范, 研究人员发现了更多的药物残留风险因子, 并开始对相关风险因子进行饮食安全性评估。本文综述了目前肉品中可能存在的抗生素、抗寄生虫、激素和抗菌化学药等 4 大类风险因子的具体物质类别、对人体的危害性以及国内外限量标准的比较。本文明确了肉品安全质量监控的着手点和监控的具体项目指标, 并按照风险因子的危害程度和必要性来确定需要监控的风险因子。通过有效地监控和风险评估, 为肉品质量安全检测和研究工作提供参考。

关键词: 食品安全; 肉制品; 安全风险因子

Review of risk factors of drug residues in meat products

XIONG Lin^{1,2}, LI Wei-Hong^{1,2}, YANG Xiao-Lin^{1,2}, GAO Ya-Qin^{1,2}

(1. Lanzhou Institute of Husbandry and Pharmaceutical Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730050, China; 2. Laboratory of Quality & Safety Risk Assessment for Livestock Product (Lanzhou), Ministry of Agriculture, Lanzhou 730050, China)

ABSTRACT: The problem of drug residues in meat seriously affects human health. The food safety problems brought by the veterinary drug residue in meat emerge endlessly in recent years. Along with the monitoring for various kinds of veterinary drug residues in meat more and more strict and standard, and more and more drug residues risk factors were found and evaluated. In this paper, we summarized the specific material categories of 4 kinds of risk factors in meat including antibiotics, parasitic resistance, hormone and antibiotic chemicals, and the hazard to health, as well as the comparison of limit standard at home and abroad. This article clearly reviewed the meat safety and quality monitoring of specific projects as starting point and monitoring indicators, and determined the monitoring risk factors according to the harm of risk factors and the necessity. By effective monitoring and risk assessment, it can provide a reference for safety inspection and research of meat quality.

KEY WORDS: food safety; meat products; safety risk factor

基金项目: 中央级科研院所基本科研业务费专项资金项目(1610322014014)、甘肃省科技计划(145RJZA150)

Fund: Supported by Basic Scientific Research Funds of National Research Institute(1610322014014) and Scientific Plan Funds of Gansu Province(145RJZA150)

*通讯作者: 熊琳, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为农产品质量安全。E-mail: xionglin807@sina.com

*Corresponding author: XIONG Lin, Master, Research Assistant, Lanzhou Institute of Husbandry and Pharmaceutical Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, No.355, Xiaoxihu Road, Lanzhou 730050, China. E-mail: xionglin807@sina.com

1 引言

“民以食为天”,食品安全关系到我们每个人的切身利益。随着人民生活水平的不断提高,人们日常膳食结构发生了重大变化,植物性食品在人们日常饮食中所占的比例逐渐变小,而对肉类产品的消费需求不断增长^[1],与此同时曝光出的肉制品质量安全问题也越来越多^[2]。国内近几年来在一些地区发生的肉制品“瘦肉精”事件和“速成鸡”事件等,以及国际上的英国“疯牛病”事件和比利时“二噁英”事件等,都对涉事的广大民众的身心健康造成了严重的危害。主要危害表现为对人体的变态反应与过敏反应、细菌耐药性、致畸作用、致突变和致癌作用,以及激素作用等方面^[3]。这些事件表明,肉制品质量安全已成为全球性的社会问题,影响广泛而深远^[4-7]。究其原因,主要是由于兽药、添加剂和动物激素的违法或者不合理使用造成^[8-10]。肉制品中兽药残留风险评估工作中,风险因子的确定是非常重要的工作,选择有效的风险因子是整个肉制品安全风险评估工作最关键的环节之一^[11]。不同地区的畜禽由于受产地的气候和环境的影响,可能导致的疾病和成长过程也就不同,这就造成了兽药的使用不同,进一步造成了肉制品中兽药残留风险因子也不同,因此风险评估工作必须从当地实际出发因地制宜选择合适的风险评估因子。本文对肉制品中兽药残留质量安全风险因子研究进展进行了概述,为科研人员对风险因子的确定提供参考。

2 肉制品中兽药残留风险因子

在动物源食品中较容易引起兽药残留量超标的兽药主要有抗生素类、抗菌类(化学药物)、抗寄生虫类和生长促进类药物。下面从4个方面来总结肉制品中兽药残留风险因子的研究进展。

2.1 抗生素类药物风险因子

养殖业滥用抗生素一般难对消费者造成直接伤害,但它会引发抗药菌高速进化,导致超级细菌诞生。作为临床治疗用药的抗生素类,主要是通过注射、口服及饮水等方式进入动物体内。在兽医临床上常用的大概有数10种,其主要是从微生物的培养液中提取的或者用合成、半合成方法制造。按照主体化学分子结构的不一样,主要有以下几种。

2.1.1 β -内酰胺类药物风险因子

β -内酰胺类抗生素包括临床最常用的青霉素与头孢菌素,以及新发展的头霉素类、硫霉素类、单环 β -内酰胺类等其他非典型 β -内酰胺类抗生素。各国批准用于食用动物的青霉素类抗生素各不相同,一些发展中国家由于用药没有规范,许多禁止用于动物的药物也在使用之中。青霉素类和头孢类抗生素本身对机体没有很强的毒性,肉制品中该类抗生素的残留危害性是最小的,但也可能存在风

险。青霉素类药物会使一些敏感个体产生剧烈的过敏反应,这种反应常常是致命的。现有的可能涉及到的该类风险因子主要有以下种类^[12,13]:羟氨苄青霉素、氨苄青霉素、邻氯青霉素、双氯青霉素、乙氧萘胺青霉素、苯唑青霉素、苄青霉素、苯氧甲基青霉素、苯咪青霉素、甲氧苄青霉素、苯氧乙基青霉素、头孢氨苄、头孢吡啶、头孢唑啉、头孢洛宁、头孢喹肟和头孢噻唑等17种。

2.1.2 氨基糖苷类药物风险因子

氨基糖苷类抗生素是比较常见的人用和兽用的抗生素,经常出现在食品中特别是动物性食品中,从而导致抗生素残留超标,产生各种危害。其危害主要包括耳毒性、肾毒性、神经肌肉阻断作用和过敏反应,尤其链霉素不良反应更加突出。现有的可能涉及到的肉品中涉及的该类风险因子主要包含以下种类^[14]:链霉素、核糖霉素、小诺霉素、阿斯霉素、壮观霉素、潮霉素B、双氢链霉素、丁胺卡那霉素、卡那霉素、安普霉素、妥布霉素、庆大霉素、新霉素和巴龙霉素等14种。目前许多国家和地区都规定了氨基糖苷的最大残留限量,欧盟明确规定禁止在饲料中作为添加剂使用氨基糖苷类药物^[15],美国FDA^[16]对动物源性食品中氨基糖苷类药物残留也极为关注。

2.1.3 四环素类药物风险因子

四环素类药物作为一类广谱抗生素,它主要包括天然四环素和半合成四环素。人们长时间摄入四环素残留超标的食品后,四环素会在人体内慢慢蓄积,当药物浓度达到一定量时,可以对人体产生多种急慢性中毒,导致人体多种器官的病变。现有的可能涉及到的该类风险因子主要有以下种类^[17-19]:土霉素、金霉素、去甲金霉素、四环素、美他环素、多西环素、二甲胺四环素、脱水四环素、差向脱水四环素、地美环素、差向土霉素、差向四环素、差向金霉素、甲稀土霉素和氯甲稀土霉素等。为了控制四环素类药物残留,欧盟^[20]、美国^[16]和我国^[21]均规定了畜产品中四环素类药物的最大残留限量为100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

2.1.4 氯霉素类药物风险因子

氯霉素类抗生素,包括有氯霉素和甲砒霉素等。氯霉素的抗菌效果虽然很好,但它的副作用很大,对人体造血系统的毒性极大,能使白细胞减少,特别是杀伤颗粒性白细胞,影响红细胞的成熟,容易引起再生障碍性贫血症,可损害视力,引起急性中毒性表皮松懈症,使眼睑粘连及产生角膜瘢痕。现有的可能涉及到的该类风险因子主要有以下种类^[22,23]:氯霉素、甲砒霉素、氟甲砒霉素等3种。我国《动物性食品中兽药最高残留限量》规定了氯霉素在所有食品动物的可食用组织中不得检出^[21]。2002年3月15日,被我国农业部《食品动物禁用的兽药及其化合物清单》列为禁止使用的抗生素^[24]。2002年1月,美国食品与药品管理局(FDA)公布了禁止在进口动物源性食品中使用11种药物,其中氯霉素列为首位。

2.1.5 大环内酯类药物风险因子

大环内酯类是大环内酯基团和糖衍生物以苷键相连形成的大分子抗生素,多为碱性亲脂性化合物。肉品中的大环内酯类抗生素残留易引起过敏和携带耐药因子菌株的扩散。现有的涉及肉品中该类风险因子主要包含以下种类^[25]:林可霉素、阿奇霉素、螺旋霉素、替米考星、竹桃霉素、红霉素、泰乐霉素、吉他霉素、罗红霉素、克拉霉素、麦迪霉素和交沙霉素等。我国红霉素在动物组织中的最大残留限量(MRL)为40~200 μg/kg,吉他霉素在动物组织中的MRL为200 μg/kg,林可霉素在动物组织中的MRL为50~1500 μg/kg,替米考星在动物组织中的MRL为50~1500 μg/kg,泰乐菌素在动物组织中的MRL为50~200 μg/kg^[21]。

2.1.6 作用于G+细菌的其他抗生素类药物风险因子

该类药物风险因子主要有如林可霉素、氯林可霉素、万古霉素、杆菌肽、多粘菌素、磷霉素、卷霉素、环丝氨酸和利福平等。

2.2 抗寄生类药物风险因子

抗寄生虫药物种类繁多,包括驱线虫药、驱吸虫药、驱绦虫药、驱原虫药及驱外寄生虫药等,残留会对人体造成直接的或通过环境和食物链的作用间接的产生急、慢性毒性作用,引起寄生虫耐药性增强^[17]。目前在畜禽产品中残留并对人具有较大危害的主要是苯并咪唑类驱虫药。现有的涉及肉品中的该类风险因子主要包含以下种类^[26-28]:奥芬达唑、芬苯达唑、阿苯达唑、甲苯咪唑、氟苯咪唑、噻苯咪唑、丙氧苯咪唑等。

在肉制品中还有抗球虫类药物、抗蠕虫类药物和抗原虫类药物的残留风险因子。抗球虫类药物残留的主要风险因子有氨丙啉、马杜霉素、莫能菌素、盐霉素、尼卡巴嗪、氯羟吡啶、二硝托胺、氯苯胍、常山酮等。抗蠕虫类药物主要有阿维菌素、伊维菌素、多拉菌素、潮霉素、左旋咪唑、甲噻咪唑、噻咪唑(抗虫灵)等^[29]。抗原虫药物主要有二甲硝咪唑、甲硝唑、硝氯酚、三氯苯唑、氯硝柳胺、硝硫氰胺、吡喹酮等。另外,畜禽在生产过程中常常进行药浴,以杀灭体外寄生虫,体外杀虫剂以有机磷^[30]和除虫菊酯类为主。具体包括敌敌畏、皮蝇磷、毒死蜱、杀螟硫磷、对硫磷、乙硫磷、蝇毒磷、六六六、滴滴涕和溴氰菊酯等。该类药物一般都具有很大毒性,残留造成的危害巨大,因此开展这方面的残留安全风险评估很有必要。世界多国及组织都对动物抗寄生虫药物做出了最高残留限量规定,其中欧盟^[20]和中国^[21]对抗寄生虫药物所做出的最高残留限量规定一般不超过100 μg/kg。

2.3 激素类药物风险因子

激素类药物能够提高肉品的产量和质量,加快生产周期,使用之后具有明显的经济效益,但是也会造成严重不良后果。该类药物主要包括类固醇激素类和β-肾上腺素受体阻断剂。类固醇激素作为促生长剂一般被违禁用于畜

牧业和养殖业,已成为兽药残留问题关注的重点。欧盟1996年明令禁止畜牧业使用具有促生长作用的激素^[20],我国禁止合成类固醇激素在食品动物中的应用^[24]。然而,畜牧业仍有违禁兽药滥用情况存在,动物源食品中也仍时有检出激素残留。在畜牧业生产中常用的激素类饲料添加物主要有性激素类和生长激素2大类。性激素可使蛋白质的合成作用增强。如人工合成的乙烯雌酚、乙雌酚等。另一显著特征是促进性器官的发育和性成熟,维持性机能、性周期等。生长激素是动物脑下垂体前叶分泌的蛋白质激素,在代谢中促进蛋白质合成和脂肪的分解。

2.3.1 性激素类药物风险因子

残留于肉食品中的性激素一旦通过食物进入人体,就会明显影响人体的激素平衡,或引起致癌、致畸,或引起机体水、电解质、蛋白质、脂肪和糖的代谢紊乱等。儿童性早熟很大程度上跟儿童吃含有性激素残留的肉食有关,从而导致男孩女性化、女孩男性化等发生。现有的可能产生肉品质量安全问题的风险因子包括以下性激素类药物^[31]:雄烯醇、雌二醇、雌三醇、雌酮、炔雌醇、己烷雌酚、己烯雌酚、己二烯雌酚、玉米赤霉醇、玉米赤霉酮、达那唑、去甲雄烯二酮、群勃龙、勃地酮、氟甲睾酮、诺龙、雄烯二酮、睾酮、普拉雄酮、甲睾酮、美雄酮、康力龙、雄诺龙、美睾酮和美雄诺龙等。20世纪70年代,国外开始禁止将己烯雌酚等性激素用于食品动物。1980年华沙国际学术讨论会和同年的联合国粮农组织与世界卫生组织联席会议决定全面禁用己烯雌酚外,其他性激素类仍在美国等国家和地区使用,20世纪80年代我国开始禁止将己烯雌酚用于食品动物。1988年1月1日欧洲经济共同体已开始完全禁止在畜牧业生产中使用甾体类激素。

2.3.2 皮质激素类药物风险因子

皮质类激素是由肾上腺皮质产生的类固醇激素,主要包括糖皮质激素和盐皮质激素。肉品中残留的糖皮质激素可能会导致人体血糖升高、高血压、骨质疏松以及十二指肠溃疡等疾病,还可对肾脏造成损害,长期食用还会引起代谢紊乱,破坏机体的免疫能力。可能产生质量安全问题的风险因子包括以下药物^[32,33]:泼尼松、可的松、氢化可的松、泼尼松龙、氟米松、地塞米松、乙酸氟氢可的松、甲基泼尼松龙、倍氯米松、曲安奈德、氟轻松、氟米龙、布地奈德、丙酸氯倍他索、曲安西龙和醛固酮等。世界各国^[20]均规定了动物源性食品中糖皮质激素的最大残留量,部分糖皮质激素还被作为违禁药物。我国地塞米松在牛、猪、马的肌肉和肾组织中的残留限量为0.75 μg/kg^[21]。

2.3.3 孕激素类药物风险因子

孕激素类危害性目前不是十分的明确,但鉴于对于畜产品风险评估工作,刚刚起步,有大量的未知工作需要去做。对于孕激素的评估也是一片空白,也有必要开展该类药物的残留安全风险评估工作。该类药物主要包括以下的具体种类^[34]:炔诺酮、21α-羟基孕酮、17α-羟基孕酮、

左炔诺孕酮、甲羟孕酮、乙酸甲地孕酮、孕酮、甲羟孕酮乙酸酯和乙酸氯地孕酮等。

2.3.4 β -受体激动剂类药物风险因子

β -受体激动剂类药物能促进脂肪分解抑制脂肪沉积,能显著提高胴体的瘦肉率、增重和提高饲料转化率。但是这类药物易在动物组织,尤其是内脏中残留,并通过食物链进入人体^[35]。人食用含有该类药物的肉品之后会出现不同程度的中毒反应,通常表现为面色潮红、四肢麻木等不良反应,严重的可能危及生命。常见的 β -受体激动剂类药物共有 30 多种,到目前为止发现被用于畜牧业生产中的大概有 20 多种^[36-38],主要包括克伦特罗、沙丁胺醇、莱克多巴胺、特布他、西马特罗、苯乙醇胺、非诺特罗、氯丙那林、妥布特罗、喷布特罗、齐帕特罗、西布特罗、马布特罗、溴布特罗、克仑普罗、班布特罗、妥布特罗、利托君和马赞特罗等。世界上多数国家都做出了限量或限制该类药物在动物中使用的规定。比如,欧盟则禁止使用莱克多巴胺;1987 年欧盟、美国就宣布禁止使用克伦特罗作为兽用饲料添加剂。2002 年 2 月,我国《禁止在饲料和动物饮用水中使用的药品目录》^[39],将盐酸克伦特罗、沙丁胺醇、莱克多巴胺等列为禁用药品。

2.4 抗菌类(化学药物)^[40]

2.4.1 磺胺类药物风险因子

磺胺类药物在动物生产中应用广泛,但现有的研究充分证明磺胺类药物影响人体泌尿系统功能,引起结晶尿和血尿等反应及致癌性。目前,欧盟、美国、日本以及我国都将磺胺列为动物饲养过程中限制使用的药物。磺胺类抗菌药物的种类很多,现有的肉品中涉及的该类风险因子主要包含以下种类^[41,42]:磺胺嘧啶、磺胺噻唑、磺胺吡啶、磺胺甲基嘧啶、磺胺二甲基嘧啶、磺胺-5-甲氧嘧啶、磺胺甲噻二唑、磺胺甲氧哒嗪、磺胺氯哒嗪、磺胺邻二甲氧嘧啶、磺胺甲异恶唑、磺胺二甲异恶唑、苯酰磺胺、磺胺二甲氧嘧啶、磺胺喹噁啉、磺胺醋酰、磺胺吡啶、磺胺噻唑、磺胺甲氧哒嗪、磺胺间甲氧嘧啶、磺胺甲噻唑、磺胺异噻唑、磺胺二甲氧哒嗪和磺胺吡啶等。欧盟^[20]等许多国家要求动物源性食品中磺胺类药物残留量不得高于 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$,美国^[16]规定动物源性食品中磺胺类药物的最大残留限也为 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

2.4.2 喹诺酮类药物风险因子

喹诺酮类药物是人工合成的广谱抗菌药物,由于硝基喹诺酮类药物及其代谢物对人体有致癌、致畸胎副作用,国际上对该类药物的使用相当严格。常见的肉品中残留硝基喹诺酮类风险因子主要有以下 4 种^[43,44]:喹诺西林、喹诺妥因、喹诺它酮和喹诺唑酮等。欧盟^[20]将硝基喹诺酮类药物及其代谢产物列为 A 类禁用药物,并在 1995 年起禁止硝基喹诺酮类抗菌剂在食用之畜禽及水产动物使用,并严格执行对输入禽类进行硝基喹诺酮的残留检测。2002 年美国^[16]也禁止

在动物源性食品生产中使用喹诺酮类。在我国硝基喹诺酮类药物为在饲养过程中禁止使用的药物^[39],在动物性食品中不得检出。

2.4.3 硝基咪唑类药物风险因子

硝基咪唑类药物具有潜在的致畸、致突变和致癌作用,因此该类药物在环境和动物性食品中的残留对人类健康构成了严重的威胁。常见的肉品中残留硝基咪唑类风险因子主要有以下^[45-47]:羟基甲硝唑、羟基二甲硝唑、甲硝唑、二甲硝唑、洛硝唑、氯甲硝唑、苯硝唑、羟基异丙硝唑、异丙硝唑和替硝唑等。美国禁止在进口动物源性食品中使用的 11 种药物,其中包括硝基咪唑类药物。在欧盟洛硝唑和甲硝唑是被禁止用于食用动物。我国农业部也规定肉制品中不得检出硝基咪唑药物的残留。

2.4.4 喹诺酮类药物风险因子

喹诺酮是近 20 年来迅速发展起来的一类十分重要的广谱抗菌药,种类很多,较常用的是氟喹诺酮类。许多喹诺酮类药物对动物及人类的毒性影响已经被证实^[45],过量使用或使用不当会导致畜产品中残留,这些残留物可直接对人体造成危害,一些喹诺酮类药物能够侵入人的生殖系统,具有致癌和致突变作用等。另外低浓度的残留药物可能会对氟喹诺酮类药物敏感的致病菌产生耐药性。肉制品中可能存在的喹诺酮类风险因子有以下种类^[48,49]:环丙沙星、丹诺沙星、恩诺沙星、沙拉沙星、氟甲喹、诺氟沙星、二氟沙星、麻保沙星、噁喹酸、萘啶酸、培氟沙星、司帕沙星、奥比沙星、氟罗沙星、洛美沙星、氧氟沙星、甲磺酸达氟沙星和依诺沙星等。联合国粮农组织、世界卫生组织食品添加剂专家联席会议及欧盟^[50]都已制定了多种喹诺酮类药物在动物组织中的最高残留限量。美国食品药品监督管理局(FDA)于 2005 年宣布禁止用于治疗家禽细菌感染的抗菌药物恩诺沙星的销售和使用。我国规定环丙沙星、单诺沙星、恩诺沙星、沙拉沙星、二氟沙星、恶喹酸和氟甲喹等 7 种该类药物在动物肌肉组织中的最高残留限量为 10~500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[21]。

3 结 论

肉品兽药残留安全风险评估是一个复杂漫长的过程,有着很大的不确定性和特异性,其中安全风险因子的选择是首要的关键因素。从不同国家和地区各自不同的实际情况出发,选择合适的风险因子,进一步做出风险评估,是这项工作成败的关键。目前引起人们关注的是一些对人体危害性比较大,短期里可能会导致严重危害的安全风险因子。今后学者对肉品兽药残留风险因子的研究工作也将进行得越来越深入,各种新型的风险因子会不断地被发现,风险因子在肉品生产中的使用也将变得越来越规范和严格。

参考文献

- [1] Fink-Gremmels J. Residues in meat and meat products[of feed and drug

- residues [J]. Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition), 2014: 214–220.
- [2] Chayada C, Urairat K, Soparat Y, *et al.* Efficient hydrophilic interaction liquid chromatography–tandem mass spectrometry for the multiclass analysis of veterinary drugs in chicken muscle [J]. *Anal Chim Acta*, 2010, 682: 117–129.
- [3] Anton K, Patrick B, Kathryn M, *et al.* Quantitative multiresidue method for about 100 veterinary drugs in different meat matrices by sub 2- μ m particulate high-performance liquid chromatography coupled to time of flight mass spectrometry [J]. *J Chromatogr. A*, 2008, 1194: 66–79.
- [4] Baptista F M, Alban L, Olsen A M, *et al.* Evaluation of the antibacterial residue surveillance programme in Danish pigs using Bayesian methods [J]. *Prev Vet Med*, 2012, 106: 308–314.
- [5] Kaufmann A. Validation of multiresidue methods for veterinary drug residues; related problems and possible solutions [J]. *Anal Chim Acta*, 2009, 637: 144–155.
- [6] Toldrá F, Reig M. Chemical Analysis for specific components veterinary drug residue analysis [J]. *Encyclopedia of Meat Sci (Second Edition)*, 2014: 217–221.
- [7] Menz J, Schneider M, Kümmerer K. Usage pattern-based exposure screening as a simple tool for the regional priority-setting in environmental risk assessment of veterinary antibiotics: A case study of north-western Germany [J]. *Chemosphere*, 2015, 127: 42–48.
- [8] André S, Jira W, Schwind K-H, *et al.* Chemical safety of meat and meat products [J]. *Meat Sci*, 2010, 86: 38–48.
- [9] Du W, Fu Q, Zhao G, *et al.* Dummy-template molecularly imprinted solid phase extraction for selective analysis of ractopamine in pork [J]. *Food Chem*, 2013, 139: 24–30.
- [10] Hao B, Jia X F, Zhang J, *et al.* Multi-residual analysis of 16 β -agonists in pig liver, kidney and muscle by ultra performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. *Food Chem*, 2009, 114: 1115–1121.
- [11] 李英海, 李文平, 李慧, 等. 国际动物源食品兽药残留风险评估概述[J]. *中国兽药杂志*, 2008, 42(8): 38–42.
- Li YH, Li WP, Li H, *et al.* Over view of international risk assessment of veterinary drug residue in food of animal origin [J]. *China J Vet Med*, 2008, 42(8): 38–42.
- [12] GB 20755-2006 畜禽肉中九种青霉素类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
- GB 20755-2006 Method for determination of nine penicillins residues in livestock and poultry muscles-LC-MS-MS method [S].
- [13] GB 21314-2007 动物源性食品中头孢匹林、头孢噻吩残留量检测方法 液相色谱-质谱/质谱法[S].
- GB 21314-2007 Determination of cephalosporin and cefotaxime residues in foodstuff of animal origin-LC-MS-MS method [S].
- [14] GB 21323-2007 动物组织中氨基糖苷类药物残留量的测定 高效液相色谱-质谱/质谱法[S].
- GB 21323-2007 Determination of aminoglycosides residues in animal tissues-HPLC-MS/MS method [S].
- [15] Commission Regulation.(EC)No 378/2005 on detailed rules for the implementation of Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council as regards the duties and tasks of the Community Reference Laboratory concerning applications for authorisations of feed additives [S].
- [16] Federal government of the United States. Livestock and poultry veterinary drug residue limits standards in the United States: CFR-TITLE21: Food and Drugs, Part 556 [S].
- [17] GB 21317-2007 动物源性食品中四环素类兽药残留量检测方法 液相色谱-质谱/质谱法与高效液相色谱法[S].
- GB21317-2007 Determination of tetracycline residues in food of animal origin-LC-MS-MS method and HPLC method [S].
- [18] DB 691-2008 浙江省地方标准 水产品中土霉素、四环素、金霉素、强力霉素残留量的测定 高效液相色谱荧光检测法[S].
- DB 691-2008 Zhejiang province Standard-Determination of Oxytetracycline, Tetracycline, Chlortetracycline and Doxycycline residues in aquatic product-HPLC with fluorescence detector [S].
- [19] Natalija V, Davorin B, Bela N. Risk assessment of streptomycin and tetracycline residues in meat and milk on Croatian market [J]. *Food Chem Toxicol*, 2011, 49(2): 352–355.
- [20] Council Directive 96/23/EC of 29 April 1996 on measures to monitor certain substances and residues thereof in live animals and animal products and repealing Directives 85/358/EEC and 86/469/EEC and Decisions 89/187/EEC and 91/664/EEC [Z].
- [21] 农业部 235 号公告-2002 动物性食品中兽药最高残留限量[Z].
- No 235-8-2002 Bulletin of ministry of agriculture-The maximum residue limit of veterinary drug in animal derived food [Z].
- [22] 农业部 958 号公告-14-2007 水产品中氯霉素、甲砒霉素、氟甲砒霉素残留量的测定 气相色谱-质谱法[Z].
- No 958-14-2007 Bulletin of ministry of agriculture -Determination of chloramphenicol, thiamphenicol and florfenicol in fishery products by GC-MS [Z].
- [23] 农业部 781 号公告 动物源食品中氯霉素残留量的测定高效液相色谱-串联质谱法[Z].
- No 781-2-2006 Bulletin of ministry of agriculture-Determination of chloramphenicol in tissues by GC-MS method [Z].
- [24] 农业部 193 号公告-2011 食品动物禁用的兽药及其化合物清单[Z].
- No 193-2011 Bulletin of ministry of agriculture-The detailed list of forbidden veterinary drug and compound in food-producing animal [Z].
- [25] SN/T 1777.2-2007 国家标准 动物源性食品中大环内酯类抗生素残留测定方法 第 2 部分: 高效液相色谱串联质谱法[S].
- SN/T 1777.2-2007 Chinese national standard-Determination of macrolide antibiotic residues in animal derived food part2: LC-MS/MS method [S].
- [26] Waal TD, Danaher M. Veterinary drugs residues: ectoparasiticides [J]. *Encyclopedia Food Saf*, 2014, 3:76–80.
- [27] GB 21324-2007 食用动物肌肉和肝脏中苯并咪唑类药物残留量检测方法[S].
- GB 21324-2007 Method for the determination of benzimidazole residues in edible animal muscle and liver [S].
- [28] GB 22955-2008 河豚鱼、鳗鱼和烤鳗中苯并咪唑类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
- GB 22955-2008 Determination of benzimidazoles residues in fugu, eel and baked eel by-LC-MS/MS method [S].
- [29] 农业部 781 号公告-5-2006 动物源食品中阿维菌素类药物残留量的测定 高效液相色谱法[Z].
- No 781-5-2006 Bulletin of ministry of agriculture-Determination of abamectin residues in animal derived food by HPLC [Z].
- [30] GB 5009-161-2003 动物性食品中有机磷农药多组分残留量的测定[S].

- GB 5009.161-2003 Determination of organophosphorus pesticide multiresidues in animal food [S].
- [31] GB 21981-2008 动物源食品中激素多残留检测方法 液相色谱-质谱/质谱法[S].
GB 21981-2008 Determination of hormone multiresidues in foodstuffs of animal origin-LC-MS/MS [S].
- [32] 农业部 1031 号公告-2-2008 动物源性食品中糖皮质激素类药物多残留检测 液相色谱-串联质谱法[Z].
No 1031-2-2008 Bulletin of ministry of agriculture-Determination of glucocorticosteroid residues in animal products LC-MS/MS method [Z].
- [33] SN 2222-2008 进出口动物源性食品中糖皮质激素类兽药残留量检测方法 液相色谱-质谱/质谱法[S].
SN 2222-2008 Determination of glucocorticosteroid residues in foodstuffs of animal origin for import and export-LC-MS/MS method [S].
- [34] GB 20758-2006 牛肝和牛肉中睾酮、表睾酮、孕酮残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
GB 20758-2006 Method for the determination of testosterone, epitestosterone and progesterone residues in bovine liver and muscle tissues-LC-MS/MS [S].
- [35] 郝海红, 程古月, 戴梦红, 等. 对动物饲料中禁用抗菌促生长剂的反思 [J]. 中国农业科学, 2015, 48(3): 594-603.
Hao HH, Cheng GY, Dai MH, *et al.* Rethinking the withdrawal of antimicrobial growth promotants in animal feed [J]. *Sci Agric Sinica*, 2015, 48(3): 594-603.
- [36] 农业部 1025 号公告 动物源性食品中 β -受体激动剂残留检测 液相色谱-串联质谱法 [Z].
No 1025 -08-2008 Bulletin of ministry of agriculture-Determination of β -agonist residues in animal origin food by LC-MS/MS [Z].
- [37] GB 22286-2008 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[S].
GB 22286-2008 Chinese national standard-Analysis of β -agonist residues in food of animal origin by LC-MS/MS [S].
- [38] 农业部 1029 号公告-1-2011 饲料中 16 种 β -受体激动剂的测定 液相色谱-串联质谱法. [Z].
No 1029-1-2011 Bulletin of ministry of agriculture-Determination of 16 β -agonist residues in feed LC-MS/MS [Z].
- [39] 农业部公告第 176-2002 号公告 禁止在饲料和动物饮用水中使用的药物品种目录[Z].
No 176-2002 Bulletin of ministry of agriculture-The detailed list of forbidden veterinary drug used in feed and drink water [Z].
- [40] Shani S, Charles G, Renate Re, *et al.* Simultaneous screening and confirmation of multiple classes of drug residues in fish by liquid chromatography-ion trap mass spectrometry [J]. *J Chromatogr A*, 2009, 1216: 8224-8232.
- [41] 农业部 1025 号公告-23-2008 动物源食品中磺胺类药物残留检测 液相色谱-串联质谱法[Z].
No 1025-23-2008 Bulletin of ministry of agriculture-Determination of sulfanilamide residues in edible tissues of animal LC-MS/MS [Z].
- [42] GB22951-2008 河豚鱼、鳊鱼中十八种磺胺类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
GB 22951-2008 Determination of 18 sulfanilamides residues in fugu and eel LC-MS/MS method [S].
- [43] 农业部 781 号公告-4-2006 动物源食品中硝基咪唑类代谢物残留量的测定 高效液相色谱-串联质谱法[Z].
No 781-4-2006 bulletin of ministry of agriculture-Determination of nitrofurans metabolites in animal derived food by LC-MS/MS method [Z].
- [44] GB 20752-2006 猪肉、牛肉、鸡肉、猪肝和水产品中硝基咪唑类代谢物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
GB 20752-2006 Method for the determination residues of the Metabolites of nitrofurans in pork, beef, chicken, porcine liver and aquatic products-LC-MS/MS [S].
- [45] GB 21318-2007 动物源性食品中硝基咪唑残留量检验方法[S].
GB 21318-2007 Determination of nitroimidazole metabolites in foodstuffs of animal origin [S].
- [46] 农业部 1025 号公告-22-2008 动物源食品中 4 种硝基咪唑残留检测 液相色谱-串联质谱法[Z].
No 1025-22-2008 Bulletin of ministry of agriculture-Determination of four nitroimidazole residues in edible tissues of animal LC-MS/MS [Z].
- [47] GB 21995-2008 饲料中硝基咪唑类药物的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
GB 21995-2008 Determination of nitroimidazole residues in feed LC-MS/MS [S].
- [48] 岳振峰, 林秀云, 唐少冰, 等. 高效液相色谱-串联质谱法测定动物组织中的 16 种喹诺酮类药物残留[J]. 色谱, 2007, 25(4): 49-495.
Yue ZF, Lin XY, Tang S B, *et al.* Determination of 16 quinolone residues in animal tissues using high performance liquid chromatography coupled with electrospray ionization tandem mass spectrometry [J]. *Chin J Chromatogr*, 2007, 25(4): 491-495.
- [49] 农业部 1025 号公告 动物性食品中氟喹诺酮类药物残留检测 高效液相色谱法[Z].
No 1025 Bulletin of ministry of agriculture-Determination of fluoroquinolones Residues in animal derived food by HPLC [Z].
- [50] Federal government of the United States. Commission Regulation(EC) No 726/2004. Laying down Community procedures for the establishment of residue limits of pharmacologically active substances in foodstuffs of animal [Z].

(责任编辑: 姚菲)

作者简介



熊 琳, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为农产品质量安全。
E-mail: xionglin807@sina.com