

动物源性食品中兽药残留检测标准解析与能力验证工作探讨

马立利¹, 刘 聪¹, 高丽娟¹, 杨志超¹, 冯月超¹, 周欣燃¹, 杨一帆¹, 和莉颖¹,
马庆功², 朱伟丽³, 贾 丽^{1*}

(1. 北京市理化分析测试中心, 北京市食品安全分析测试工程技术研究中心, 北京 100089;
2. 山东省威海市乳山市银滩高级中学, 乳山 264500; 3. 山东省阳谷县第三中学, 阳谷 252300)

摘 要: 近年来, 随着人们生活水平的提高, 动物源性食品安全日渐成为社会热点话题, 其中兽药残留问题更是人们关注的焦点。本文总结了动物源性食品中兽药残留常用检测标准, 包括 β -受体激动剂类、氯霉素类、孔雀石绿和结晶紫、硝基呋喃类代谢物、磺胺类和喹诺酮类药物 6 类物质共 12 个检测标准; 详细论述了部分标准在实际操作时需要注意的关键点——标准溶液的配制、提取和净化方法的操作、定量方式的选择等。最后, 从考核样品的保存方式、实验方案的确定、标准溶液的配制、实验过程中的质量控制、数据结果的处理 5 个方面, 对能力验证工作提出了建议, 旨在促进食品检验检测机构技术水平的提升, 确保能力验证的满意结果, 从而更好地为食品质量安全监控部门提供支持和服务。

关键词: 动物源性食品; 兽药残留; 标准; 能力验证

Standards analysis of detection techniques and discussion of proficiency testing for veterinary drug residues in animal-derived food

MA Li-Li¹, LIU Cong¹, GAO Li-Juan¹, YANG Zhi-Chao¹, FENG Yue-Chao¹, ZHOU Xin-Ran¹,
YANG Yi-Fan¹, HE Li-Ying¹, MA Qing-Gong², ZHU Wei-Li³, JIA Li^{1*}

(1. Beijing Engineering Research Center of Food Safety Analysis, Beijing Center for Physical and Chemical Analysis, Beijing 100089, China; 2. Shandong Rushan Yintan Senior High School, Rushan 264500, China;
3. Yanggu No.3 Middle School, Yanggu 252300, China)

ABSTRACT: In recent years, with the improvement of people's living standards, food safety of animal-derived has become a hot topic in society, among which the problem of veterinary drug residues is the focus of people's attention. This paper introduced the common standard methods for detecting veterinary drug residues (12 detection standards of beta-agonist, chloramphenicol, malachite green, nitrofurans metabolic residues, sulfonamides, and quinolone drugs), discussed the key points of some standards in practice (preparation of standard solution, operating steps of extraction and purification methods, and selection of quantitative methods). Moreover, the paper put forward some suggestions on the proficiency testing work from 5 aspects: the storage method of test samples, the determination of experimental scheme, the preparation of standard solution, the quality control in the experimental process, and the processing of data results, so as to promote food inspection examination organization technology level of ascension, ensure the

基金项目: 北京市科学技术研究院 2017 年青年骨干计划项目资助

Fund: Supported by the 2017 Youth Backbone Program of Beijing Institute of Science and Technology

***通讯作者:** 贾丽, 副研究员, 主要研究方向为食品安全质量管理与检测技术开发。E-mail: jiali800214@163.com

***Corresponding author:** JIA Li, Associate Professor, Beijing Center for Physical and Chemical Analysis, No.27, West Third Ring Road, Haidian District, Beijing 100089, China. E-mail: jiali800214@163.com

ability to verify satisfactory results, and better provide support and services for food quality safety monitoring department.

KEY WORDS: animal-derived food; veterinary drug residues; standards; proficiency testing

1 引言

动物源性食品是全部可食用的动物组织, 以及蛋和奶, 包括肉类及其制品(含动物脏器)、水产品等^[1]。随着经济增长和生活水平的不断提高, 人们对动物源性食品的需求量呈逐年上升趋势, 但是其安全问题特别是兽药残留问题也随之而来。

兽药残留是指动物用药后蓄积或贮存在细胞、组织、产品中的药物原形、代谢产物和药物杂质等^[2-5], 主要包括抗生素类药物、激素类药物及其他药物如孔雀石绿类等的残留^[6-8]。长期食用兽药残留超标的动物源性食品, 会严重影响身体健康^[9-15]; 兽药以原形或代谢物的形式进入到环境中, 会危害生态系统的平衡^[16-18]; 兽药使用监控不到位, 同样会引起一系列动物源性食品出口问题^[19-21]。因此, 对动物源性食品质量安全的监控工作必不可少^[22,23]。为此, 农业部制订了兽药残留标准, 分为兽药最高残留限量标准和兽药残留检测方法标准两类。残留检测标准是动物源性食品质量安全监控工作的基础和技术指南, 也是该类食品在国际贸易中的一项技术壁垒^[24-26]。

由于实验室间的检验能力良莠不齐, 有时会对数据的可靠性存在质疑, 影响监控工作的权威性, 因此监管部门将能力验证作为检验实验室能力水平的一个主要的方式^[27]。能力验证是利用实验室间比对, 按照预先制定的准则评价参加者的能力^[28], 其活动形式主要有能力验证计划、实验室间比对和测量审核^[29]。能力验证不仅可以帮助管理者发现自身技能的不足, 找出与其他实验室之间的差距, 还有助于提高检测人员的整体水平, 使得实验室的综合能力得到锻炼和提升^[30,31]。

在实际工作中, 与同一个检测项目相关的检测标准较多, 涉及的前处理方法和所用仪器设备均有差异, 需要根据检测目的和要求选择^[27]。为了解决兽药残留检测中由于标准方法理解不到位和操作熟练程度较低, 出现检验结果有偏差的问题, 本文综述了动物源性食品质量安全监控工作中关注较多的兽药残留检测标准, 简单介绍了各种标准的适用范围、分析方法、灵敏度和定量方式, 并对标准中的关键点进行了详细阐述, 最后提出做好能力验证工作的建议, 以期食品检测机构提高动物源性食品中兽药残留的检测能力和能力验证整体水平提供借鉴。

2 动物源性食品中兽药残留检测标准关键点

2.1 β -受体激动剂

表 1 是动物源性食品中 β -受体激动剂残留检测常用的

标准, 研读这些标准时不仅要了解其自身限定的适用范围, 还要关注后续增补版本和增加的使用方面的相关要求。GB/T 21313-2007^[32]适用于猪肉、猪肝、猪肾等动物源性食品, 以及猪尿中克伦特罗、沙丁胺醇、妥布特罗、特布它林、非诺特罗、福莫特罗、莱克多巴胺、异丙喘宁共 8 种 β -受体激动剂类残留量的液相色谱-质谱/质谱(liquid chromatography-mass spectrometry/mass spectrometry, LC-MS/MS)测定。GB/T 22286-2008^[33]规定的也是适用于猪肝和猪肉中的 11 种 β -受体激动剂的检测, 不适用于牛羊肉。2010 年 3 月 22 日, 全国食品安全整顿工作办公室专家组提出了《食品中可能违法添加的非食用物质和易滥用的食品添加剂名单(第四批)》, 规定猪肉、牛羊肉及肝脏等中盐酸克伦特罗和莱克多巴胺适用 GB/T 22286-2008。参照此规定, 《国家食品安全监督抽检实施细则(2018 年版)》中猪肉、牛羊肉中克伦特罗、沙丁胺醇、莱克多巴胺和特布他林的检测指定标准都是 GB/T 22286-2008。

GB/T 21313-2007、农业部 1025 号公告-18-2008^[34]和 GB/T 22286-2008 3 个标准均采用 LC-MS/MS 检测; GB/T 22286-2008 的灵敏度较其他 2 个标准低, 且采用内标法定量; GB/T 21313-2007 为双柱固相萃取净化, 效果好于液液分配后再固相萃取。此外, 3 个标准中同一个目标物的写法不同, 如克伦(仑)特罗和特布它(他)林, 书写原始记录、出具报告时应注意与选用标准一致。结合日常检测中的问题, 本文着重介绍 GB/T 21313-2007 和农业部 1025 号公告-18-2008 的实验关键点。

2.1.1 GB/T 21313-2007

(1) 配制标准溶液时, 应仔细阅读标准物质证书, 确认其有效成分的分子式, 如果是盐类物质, 需要折算后称量。且折算时, 需根据特定浓度称取对应质量的标准品, 否则工作溶液的浓度会出现小数, 不方便计算。例如:

如图 1 所示, 此标准物质的有效成分是盐酸克伦特罗, 含量为 90.5%, 分子量是 313.65, 如果使用 10 mL 容量瓶配制浓度为 100 mg/L 克伦特罗的标准溶液, 需要称取多少毫克该标准品? (克伦特罗的分子量为 277.15)

计算过程为:

$$m=100\text{ mg/L}\times 10\text{ mL}\times 313.65\div 277.15\div 90.5\%=1.25\text{ mg}。$$

(2) 与多数兽残检测不同, 本标准采用基质加标标准工作曲线法定量, 即向阴性样品中加入系列浓度的标准溶液, 与实际样品一起前处理, 得到的基质标准溶液工作曲线用于样品的定量分析。

(3) 配制乙酸-乙酸钠缓冲溶液(pH=5.2)时需注意, 应选用带结晶水的乙酸钠。称取试剂后, 需边加水边搅拌,

表 1 动物源性食品中β-受体激动剂残留检测标准
Table 1 Detection standards of beta-agonist in animal-derived food

检测标准	适用范围	目标物	净化方法	检测方法	灵敏度/(μg/kg)	定量方式
GB/T 21313-2007	猪肉、猪肝、猪肾	克伦特罗、沙丁胺醇、妥布特罗、特布它林、非诺特罗、福莫特罗、莱克多巴胺、异丙喘宁共 8 种	HLB 柱和 MCX 柱固相萃取净化	LC-MS/MS	0.3 ^b	外标法
农业部 1025 号公告-18-2008	猪肝、猪肉、牛奶、鸡蛋	特布他林、西马特罗、沙丁胺醇、非诺特罗、氯丙那林、莱克多巴胺、克伦特罗、妥布特罗、喷布特罗共 9 种	乙酸乙酯、叔丁基甲醚 2 次液液萃取, MCX 柱固相萃取净化	LC-MS/MS	0.5 ^b	外标法
GB/T 22286-2008	猪肝、猪肉	沙丁胺醇、特布他林、塞曼特罗、塞布特罗、莱克多巴胺、克伦特罗、溴布特罗、苯氧丙酚胺、马布特罗、马赉特罗、溴代克伦特罗共 11 种	异丙醇-乙酸乙酯液液分配萃取、MCX 柱固相萃取净化	LC-MS/MS	0.5 ^a	内标法(克伦特罗-D ₉ 、沙丁胺醇-D ₃)

注: a 表示检出限, b 表示定量限; 本文中所有表格 a、b 含义均与此相同。

General information:

Data of analysis: 19 April 2017

Valid to: 19 April 2019

(under recommended storage condition)

Batch No: 170419

Storage: Tightly closed at 0–8 °C and dark

Appearance: Off-white solid

Commercial Name: Clenbuterol hydrochloride

Notice: Dry portion at 105 °C for 2 hours before using. Use a value of 0.905 mg of C₁₂H₁₉C₁₂N₂O per mg of material.

Product structure:

Purity: 90.5%

Uncertainty: ±2.0%

CAS No: 21898-19-1

Formula: C₁₂H₁₉C₁₃N₂O; Notice

Mol. weight: 313.65

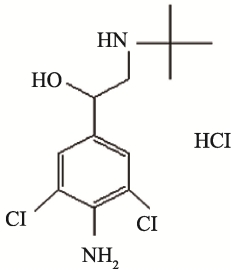


图 1 盐酸克伦特罗标准物质证书
Fig.1 Reference material certificate of clenbuterol hydrochloride

超声辅助全部溶解之后, 再加乙酸调节 pH。GB/T 22286-2008 中选用的是 CH₃COONa·3H₂O, 定容至 500 mL; 本标准为 CH₃COONa·4H₂O, 应加水定容至 1000 mL, 而不是标准中所阐述的“100 mL”。

(4) 25 mL 提取液上样耗时较长, 如果脂肪或者油脂含量较多, 容易堵塞 HLB 柱, 净化效果不理想。因此, 在 10000 r/min 低温离心 10 min 后, 用一次性小勺将提取溶液

上层的脂肪和油脂揩走, 再将上清液转移至另外一个离心管中, 可以一定程度去除这些杂质的干扰, 也有助于提取液顺利通过净化柱。

2.1.2 农业部 1025 号公告-18-2008

(1) 与 GB/T 21313-2007 不同, 本标准中的提取液为乙酸铵溶液(pH=5.2), 乙酸铵在水中的溶解度较大, 其溶液的配制较乙酸-乙酸钠缓冲溶液简单。

(2) 依照本标准的操作步骤进行实验时,发现试剂空白溶液中有杂质干扰克仑特罗的测定,为此,借鉴 GB/T 21313-2007,采用 MCX 柱净化时,先加入 3 mL 5%氨水甲醇活化,再进行后续的操作,可以除去该杂质的干扰。

2.2 氯霉素类药物

常用的动物源性食品中氯霉素类药物残留检测标准为 GB/T 20756-2006^[35]和 GB/T 22338-2008^[36](表 2),均为氯霉素、甲砒霉素和氟苯尼考 3 种目标物。氟苯尼考和氟甲砒霉素为同一种物质,与 β -受体激动剂类似,选用不同的标准,出具原始记录和报告的表达方式也不同。

GB/T 20756-2006 采用正己烷液液分配法净化,LC-MS/MS 测定,以 d₅-氯霉素为内标对 3 种目标物进行定量。GB/T 22338-2008 包括气相色谱-质谱联用法(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)和 LC-MS/MS 法,对应的净化方法和定量方式不同:前者所有样品均用正己烷与提取溶液液液分配后用 Florisil 柱固相萃取净化,后者同样分为液液分配和固相萃取 2 个步骤,只是不同的样品提取溶剂和净化柱不同;前者 3 种物质均采用内标法定量,而后者只有氯霉素采用内标法。此标准中 LC-MS/MS 法在使用时应注意以下问题:

(1) 前处理过程中容易引入污染,所用器皿如离心管、分液漏斗等使用前需用新开瓶的乙腈进行清洗处理。

(2) 液液萃取时,乙腈提取液和正己烷体系容易产生乳化现象,尤其第二遍萃取时,应多静置一段时间后再分液。

(3) 由于部分油脂的存在,定容时溶液通常比较浑浊,应静置后取下层过膜。

注:国标兽残检测中这种现象较普遍,喹诺酮、磺胺类物质的前处理实验中也有类似现象。

(4) 3 种物质的定量方式不同:氯霉素采用内标法定量;甲砒霉素和氟甲砒霉素使用外标法定量。

2.3 孔雀石绿和结晶紫

孔雀石绿和结晶紫均有代谢物,分别为隐色孔雀石绿、隐色结晶紫,检测时需同时分析。GB/T 19857-2005^[37]适用于鲜活水产品 and 加工水产品,由于基质性质有差别,对应的净化方法也不同(见表 3)。实际使用此标准时需注意:

(1) 孔雀石绿标准品多为草酸盐的形式,称量时需要折算。
例如:该标准品中孔雀石绿草酸盐含量为 95.1%,分子量为 927,如果采用 10 mL 容量瓶配制浓度为 100 mg/L 孔雀石绿的标准溶液,需要称取多少毫克该标准品?(孔雀石绿的分子量为 328)

$$m=100\text{ mg/L}\times10\text{ mL}\div927\div328\div95.1\%\div2=1.49\text{ mg}$$

表 2 动物源性食品中氯霉素类药物残留检测标准
Table 2 Detection standards of chloramphenicol in animal-derived food

检测标准	适用范围	目标物	净化方法	检测方法	灵敏度/($\mu\text{g/kg}$)	定量方式
GB/T 20756-2006	可食动物肌肉、肝脏、鱼和虾	氯霉素、甲砒霉素和氟苯尼考共 3 种	正己烷液液分配	LC-MS/MS	0.1 ^a (氯霉素)、1.0 ^a (甲砒霉素、氟苯尼考)	内标法(d ₅ -氯霉素)
			正己烷液液分配、Florisil 柱固相萃取净化	GC-MS	0.1 ^b (氯霉素)、0.5 ^b (甲砒霉素、氟甲砒霉素)	内标法(间硝基氯霉素)
GB/T 22338-2008	水产品、畜禽产品和畜禽副产品	氯霉素、甲砒霉素和氟甲砒霉素共 3 种	乙腈提取液与正己烷(动物组织与水产品)、提取液与乙酸乙酯-乙醚(动物肝、肾组织)、提取液与乙酸乙酯(蜂蜜)液液分配后再分别用 LC-Si(动物组织与水产品)或 EN 固相萃取(蜂蜜)	LC-MS/MS	0.1 ^b (氯霉素)、0.1 ^b (甲砒霉素、氟甲砒霉素)	内标法(氯霉素用氯霉素-d ₅ 定量)、外标法(甲砒霉素、氟甲砒霉素)

表 3 动物源性食品中孔雀石绿和结晶紫残留检测标准
Table 3 Detection standard of malachite green and crystal violet in animal-derived food

检测标准	适用范围	目标物	净化方法	检测方法	灵敏度/($\mu\text{g/kg}$)	定量方式
GB/T 19857-2005	鲜活水产品及其制品	孔雀石绿及其代谢物隐色孔雀石绿、结晶紫及其代谢物隐色结晶紫共 4 种	中性氧化铝柱固相萃取(鲜活水产品);提取液与二氯甲烷液液分配、中性氧化铝柱串联 MCX 柱固相萃取(加工水产品)	LC-MS/MS	0.5 ^b	内标法(D ₅ -孔雀石绿、D ₆ -隐色孔雀石绿)

General information:

Data of analysis: 27 March 2016

Purity: 95.1%

Valid to: 27 March 2018

Uncertainty: $\pm 1.0\%$

(under recommended storage condition)

Batch No: 160327

CAS No: 2437-29-8

Storage: Tightly closed at 0-8°C and dark

Formula: $C_{52}H_{54}N_4O_{12}$

Appearance: Green solid

Mol. weight: 927

Commercial Name: Malachite green oxalate

Product structure:

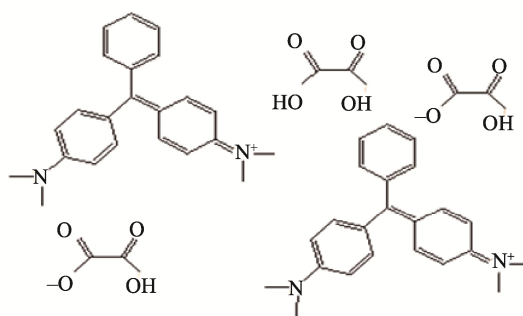


图 2 孔雀石绿草酸盐标准物质证书

Fig.2 Reference material certificate of malachite green oxalate

计算时还需注意, 1 个草酸盐分子中含有 2 个孔雀石绿分子, 最终标准品的计算质量应减半。

(2) 此类物质在进样过程中容易残留, 需要注意提高系统清洗次数以减少残留干扰。同时, 对样品进行前处理时引入试剂空白, 便于判断干扰物质的来源。

(3) 对于鲜活水产品, 净化过程中上样和洗脱溶液全部接收后浓缩, 这种处理与 β -受体激动剂固相萃取步骤有明显区别。

(4) 与其他内标法定量类似, 此标准在配制标准曲线时, 需根据前处理过程稀释倍数计算工作曲线系列标准溶液中内标的浓度。

(5) 孔雀石绿残留量测定结果为孔雀石绿和它的代谢物隐色孔雀石绿残留量之和; 结晶紫同样是结晶紫和代谢物隐色结晶紫残留量之和。

2.4 硝基呋喃类代谢物

硝基呋喃类药物是一类人工合成抗菌药, 包括呋喃唑酮、呋喃它酮、呋喃西林和呋喃妥因 4 种物质^[38]。这类药物具有对光敏感、代谢快的特点, 而对应的代谢物——5-吗啉甲基-3-氨基-2-噁唑烷基酮 (3-amino-5-morpholinomethyl-2-oxazolidinone, AMOZ)、氨基脒 (semicarbazide, SEM)、1-氨基-2-内酰脲 (1-aminohydantoin, AHD)、3-氨基-2-噁唑烷基酮 (3-amino-2-oxazolidinone, AOZ), 可长期保持稳定, 因此,

通常以测定代谢物残留量来判断硝基呋喃类药物的使用情况^[39]。目前, 食品检测机构常用的标准为 GB/T 20752-2006^[40]和 GB/T 21311-2007^[41], 它们的适用范围、净化和检测方法等相关内容参见表 4。实验时需要注意:

(1) SEM 和 AHD 的标准品通常为盐酸盐, 应根据分子量和纯度进行折算, 配制标准溶液时可利用超声波辅助溶解。

(2) GB/T 21311-2007 用毒性更小的甲醇代替二甲基亚砷配制邻硝基苯甲醛衍生剂, 更加环保。

(3) 对样品溶液净化前需调节 pH=7.4, 如果偏碱性, 净化过程损失较大, 目标物响应较低, 而偏酸性影响略微小些。

(4) 采用 GB/T 21311-2007 操作时定容液中常含有少量油脂, 说明其液液萃取的净化方法对油脂的去除效果不如 GB/T 20752-2006 中的固相萃取法, 选择标准时可以作为考量因素。

(5) 对于残留量超出线性范围的样品, 可以采取以下方式: 一减少称样量, 可根据估算结果确定是否可以采用这种方法达到目的; 二加大内标的量, 并在定容时稀释到相应浓度^[27]。

2.5 磺胺类药物

磺胺类药物是指具有对氨基苯磺酰胺结构的一类药

物的总称, 含有的物质较多。其中 GB/T 20759-2006^[42]和 GB/T 21316-2007^[43]分别检测 16 种和 23 种目标物, 23 种全部包含 16 种(见表 5)。这类物质多为异构体, 且同一种物质有多种命名方式, 同时检测多种物质时易混乱, 为此, 本文汇总了 23 种目标物的化学信息(表 6), 实验时可参照以防出现搞混的情况。

表 4 动物源性食品中硝基呋喃类代谢物残留检测标准
Table 4 Detection standards of nitrofuran metabolic residues in animal-derived food

检测标准	适用范围	目标物	净化方法	检测方法	灵敏度/(μg/kg)	定量方式
GB/T 20752-2006	猪肉、牛肉、鸡肉、猪肝和水产品(鱼类、虾蟹类和贝类)	AMOZ、SEM、AHD、AOZ 共 4 种	HLB 柱固相萃取	LC-MS/MS	0.5 ^a	内标法(D ₅ -AMOZ、 ¹³ C ¹⁵ N-SEM、 ¹³ C ₃ -AHD、D ₄ -AOZ)
GB/T 21311-2007	肌肉、内脏、鱼、虾、蛋、奶、蜂蜜和肠衣	AMOZ、SEM、AHD、AOZ 共 4 种	提取液和乙酸乙酯液萃取、定容液与正己烷液液萃取	LC-MS/MS	0.5 ^b	内标法(D ₅ -AMOZ、 ¹³ C ¹⁵ N-SEM、 ¹³ C ₃ -AHD、D ₄ -AOZ)

表 5 动物源性食品中磺胺类药物残留检测标准
Table 5 Detection standards of sulfonamides in animal-derived food

检测标准	适用范围	目标物	净化方法	检测方法	灵敏度/(μg/kg)	定量方式
GB/T 20759-2006	牛肉、羊肉、猪肉、鸡肉和兔肉	SAA、SDZ、SPD、STZ、SMR、SDM、SMP、SMT、SMD、SMM、SCP、SDX、SMZ、SFZ、SDT、SPA 共 16 种	乙腈提取液和正己烷液液分配	LC-MS/MS	2.5 ^a (SMT)、5.0 ^a (SAA、SDZ、SPD、SFZ、SMR、SCP、SMM、SDX、SMZ)、10.0 ^a (STZ、SMP、SDT)、20.0 ^a (SMD、SDM)、40.0 ^a (SPA)	外标法
GB/T 21316-2007	肝、肾、肌肉、水产品 and 牛奶	SGN、TMP、SIM、SAA、SDZ、SPD、STZ、SMR、SMD、SMM、SCP、SDX、SMZ、SFZ、SBA、SDT、SQX、SPA、SAN 共 23 种	提取液和正己烷液液萃取	LC-MS/MS	50 ^b (动物肝、肾、肌肉组织和牛奶)、10 ^b (水产品)	外标法

表 6 23 种磺胺的化学信息
Table 6 Chemical information of 23 sulfonamides

序号	名称	Cas 号	结构式	分子量	缩写
1	磺胺脒	57-67-0		214.05	SGN
2	甲氧苄啶(磺胺增效剂、甲氧苄氨嘧啶、甲氧苄胺嘧啶、三甲氧苄二氨嘧啶)	738-70-5		290.14	TMP
3	磺胺索嘧啶(磺胺二甲异嘧啶)	515-64-0		278.08	SIM
4	磺胺醋酰(乙酰磺胺、醋磺酰胺)	144-80-9		214.04	SAA

续表 6

序号	名称	Cas 号	结构式	分子量	缩写
5	磺胺嘧啶	68-35-9		250.05	SDZ
6	磺胺吡啶	144-83-2		249.06	SPD
7	磺胺噻唑(对氨基苯磺酰胺基噻唑)	72-14-0		255.01	STZ
8	磺胺甲嘧啶(磺胺甲基嘧啶)	127-79-7		264.07	SMR
9	磺胺噁唑(磺胺二甲唑、磺胺二甲噁唑、磺胺二甲基噁唑)	729-99-7		267.07	SMO
10	磺胺二甲嘧啶(磺胺间二甲嘧啶、磺胺二甲基嘧啶)	57-68-1		278.08	SDM
11	磺胺甲氧嗪(磺胺甲氧吡嗪、长效磺胺)	80-35-3		280.06	SMP
12	磺胺甲二唑(磺胺甲噻二唑)	144-82-1		270.02	SMT
13	磺胺对甲氧嘧啶(磺胺甲氧嘧啶、磺胺对甲氧基嘧啶、5-甲氧基磺胺嘧啶)	651-06-9		280.06	SMD
14	磺胺间甲氧嘧啶(磺胺-6-甲氧嘧啶)	1220-83-3		280.06	SMM
15	磺胺氯吡嗪	80-32-0		284.01	SCP

续表 6

序号	名称	Cas 号	结构式	分子量	缩写
16	磺胺多辛(磺胺邻二甲氧嘧啶、周效磺胺)	2447-57-6		310.07	SDX
17	磺胺甲噁唑(磺胺甲基噁唑、磺胺甲基异噁唑)	723-46-6		253.05	SMZ
18	磺胺异噁唑(磺胺二甲异噁唑)	127-69-5		267.07	SFZ
19	磺胺苯酰(苯酰磺胺、苯甲酰磺胺、磺胺苯甲酰)	127-71-9		276.06	SBA
20	磺胺地索辛(磺胺间二甲氧嘧啶、磺胺莫托辛)	122-11-2		310.07	SDT
21	磺胺喹沙啉(磺胺喹噁啉)	59-40-5		300.07	SQX
22	磺胺苯吡唑	526-08-9		314.08	SPA
23	磺胺硝苯	122-16-7		335.06	SAN

表 6 中 4、5、6、7、8、10、11、12、13、14、15、16、17、18、20、22 为 GB/T 20759-2006 中 16 种目标物, 1 和 4, 3 和 10, 9 和 18, 11、13 和 14, 16 和 20 分别互为异构体, 提取离子时同时出现 2~3 个色谱峰。如图 3 所示, SMD、SMP 和 SMM 3 种物质的分子量均为 280.06, 定性和定量离子均为 281-156、281-108, 它们的提取离子色谱图均有 3 个峰, 必须根据单标确定具体位置。

此外, 对这些物质命名时应注意其分子结构, 尤其是六元杂环中嘧啶和哒嗪类物质, 氮原子的位置分别是间位

和邻位, 同一种磺胺类物质不会既命名为哒嗪, 又称作嘧啶, 必须根据分子结构确定(图 4)。在百度百科中, 磺胺地索辛中文别名既为磺胺二甲氧嘧, 又命名为磺胺间二甲氧嘧啶, 是明显错误的。

采用 GB/T 21316-2007 进行实验时, 需注意:

(1) 部分目标物在甲醇或乙腈中的溶解度较小, 配制标准溶液时, 可以加入 200~400 μL 甲酸助溶, 也可以降低标准储备液的配制浓度。标准工作液应定期配制, 否则对峰形有影响。此外, 配制工作液时应该采用流动相进行稀

释,用纯甲醇稀释的标准溶液在色谱柱上不易保留^[27]。

(2) 由于此国标涉及物质较多,配制标准溶液工作量较大,可以购买23种磺胺的混合标准溶液直接使用,但需同时核对23种物质是否齐全。

(3) 部分目标物提取离子色谱图有多个峰,必须根据单标确认具体物质。

(4) 采用乙腈和乙酸水溶液为流动相,对23种物质的分离效果好于甲醇和甲酸水溶液,建议开发检测方法时优先考虑乙腈和乙酸水溶液。

(5) 与其他兽药残留检测方法相似,液液分配时正己烷对油脂的去除效果不理想,定容液较浑浊,需静置后取

下层过膜测定。

2.6 喹诺酮类药物

与 β -受体激动剂检测标准相似,喹诺酮类药物残留检测标准 GB/T 20366-2006^[44]和 GB/T 21312-2007^[45]中伊诺沙星(依诺沙星)、丹诺沙星(单诺沙星)的书写方式也不同(表7);2个标准的净化方式分别为液液分配和固相萃取法,同样存在前者定容液浑浊的情况。另外,不同目标物的溶解性不同,如环丙沙星盐酸盐在乙腈中溶解度较小,而易溶于甲醇;诺氟沙星不易溶于甲醇,宜用乙腈配制标准溶液。同时检测多种物质时,可以购买对应标准的11种或14种喹诺酮类药物的混合标准溶液直接使用。

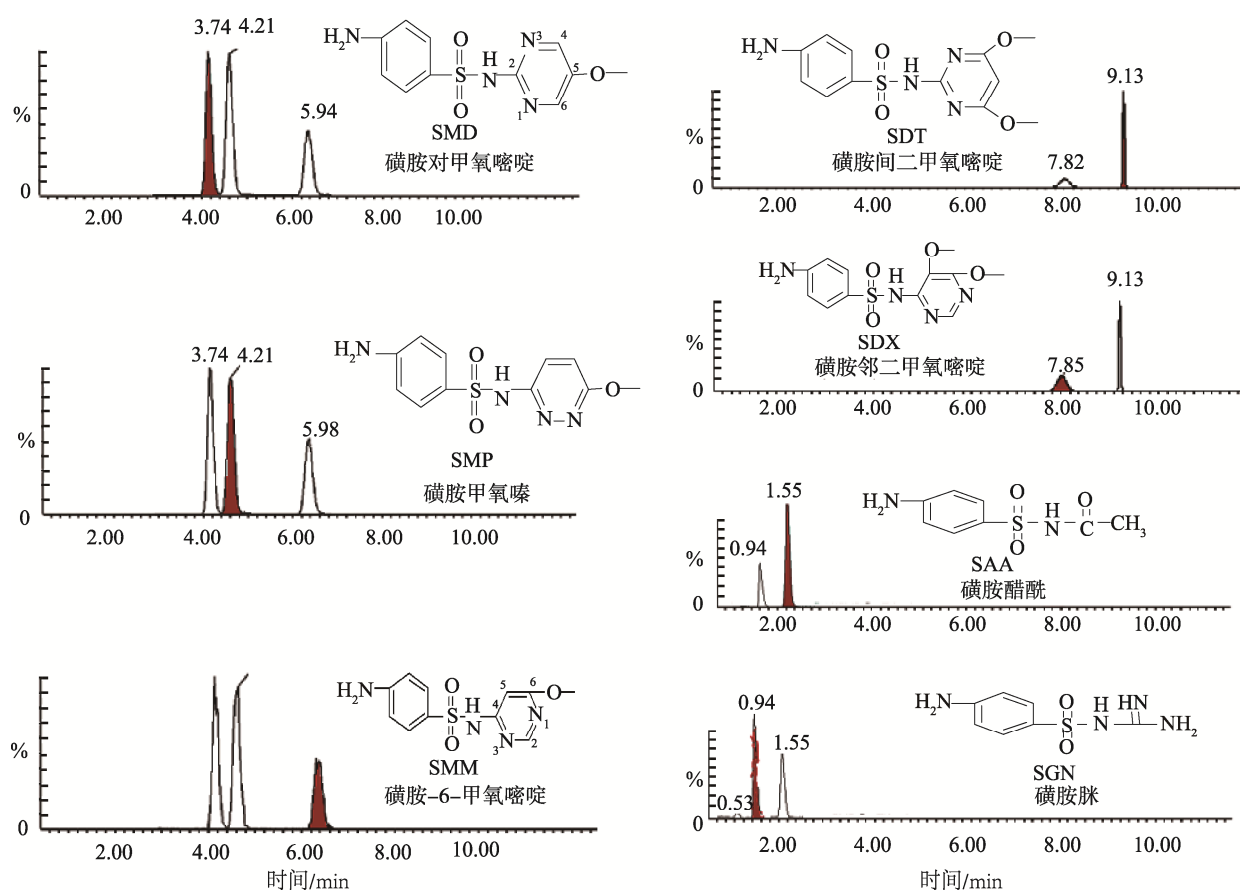


图3 部分磺胺类物质同分异构体的色谱图

Fig.3 Chromatograms of 7 sulfonamides

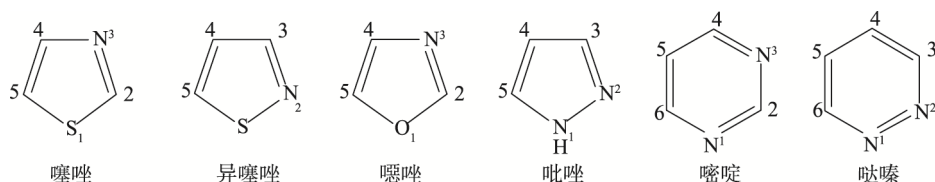


图4 部分杂环类物质异构体分子结构式

Fig.4 Chemical structures of 6 heterocyclic compounds

表 7 动物源性食品中喹诺酮类药物残留检测标准
Table 7 Detection standards of quinolone drugs in animal-derived food

检测标准	适用范围	目标物	净化方法	检测方法	灵敏度/(μg/kg)	定量方式
GB/T 20366-2006	禽、兔、鱼、虾等	伊诺沙星、氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、环丙沙星、洛美沙星、丹诺沙星、恩诺沙星、沙拉沙星、双氟沙星、司帕沙星共 11 种	乙腈提取液和正己烷液液分配	LC-MS/MS	1.0 ^a	外标法
GB/T 21312-2007	猪肉、猪肝、猪肾、牛奶、鸡蛋等	恩诺沙星、诺氟沙星、培氟沙星、环丙沙星、氧氟沙星、沙拉沙星、依诺沙星、洛美沙星、吡哌酸、萘啶酸、奥索利酸、氟甲喹、西诺沙星、单诺沙星共 14 种	HLB 柱固相萃取	LC-MS/MS	动物组织: 3.0 ^b (氟甲喹、萘啶酸、奥索利酸、西诺沙星、恩诺沙星、单诺沙星、洛美沙星、氧氟沙星)、8 ^b (环丙沙星)、6 ^b (沙拉沙星、诺氟沙星、培氟沙星、吡哌酸)、10 ^b (依诺沙星)	外标法

3 对做好动物源性食品中兽药残留检测技术能力验证工作的建议

能力验证是对检测机构开展外部质量控制的重要方式,是确保实验室维持较高的检测水平、提升从业人员技术能力的有效途径,也是对检测工作进行考核监督和确认的常规手段^[46]。为此,针对兽药残留检测中需注意的问题,对能力验证工作提出以下建议:

3.1 考核样品的处理

收到考核样品后,需确认保存条件,确定是冷藏、冷冻,还是室温保存,必须严格按照指定条件存放,并且样品打开之后尽快测定。

3.2 实验方案的确定

仔细研读作业指导书,查看是否已指定检测标准,拟定合适的前处理和检测方法,其中包括标准溶液的配制(采用基质工作曲线还是溶剂工作曲线定量);如未指定检测标准,则需选用已经 CMA 或 CNAS 认证的实验室成熟的方法测定。必要时,可引入内标参考校正数据结果。

3.3 标准溶液的配制

配制标准溶液时,需仔细核对标准物质证书中标明的标准品的有效成分,如为盐的形式需折算后称量。

3.4 质量控制

进行能力验证实验时,应采取多种方式进行质量控制,包括空白实验(试剂空白和对应的基质空白)、添加回收实验(以定量限加标、3~10 倍定量限加标)、标准样品测定等^[47],并且所有样品与考核样品同时测定。空白实验可确保空白值在控制限内,避免测试过程中的污染和空白基质的干扰^[48]。添加回收实验可保障测试结果的灵敏度和准确度^[27]。

初次测定考核样品得到检测结果后,可将标准溶液的线性范围缩小,以便更精确的定量,同时控制加标实验

样品的添加浓度尽量接近此数值。

检测结果超过作业指导书指定范围时,应更换实验员复检,2 次检测结果相符时才能作为最终结果^[49]。

3.5 数据结果的处理

参照 GB/T 27404-2008^[50]判断平行样的测定结果是否在相对偏差范围内,质控样品的精密度和准确度是否符合要求。对于偏差较大的数据,可以采用统计学的方法进行测算,如平均值的置信区间等。最后报送的检测结果应根据作业指导书对有效数字的要求进行正确的修约,且单位也必须符合要求。

4 小 结

动物源性食品基质复杂,前处理过程繁琐,成本高,所以对兽药残留进行检测时,需要熟练掌握检测标准的关键操作步骤,以便准确地测定目标物的含量。本文通过对动物源性食品中部分兽药残留检测标准,包括 β -受体激动剂类、氯霉素类、孔雀石绿和结晶紫、硝基呋喃类代谢物、磺胺类和喹诺酮类药物 6 类物质 12 个检测标准,进行梳理,强化分析方法中的操作要领和关键点,有助于检测人员提升实验操作技能,有利于检测机构提高检测水平和能力验证通过率,提升检测服务质量,从而为动物源性食品中兽药残留监控工作保驾护航。

参考文献

[1] 宋跃进. 动物源性食品中兽药残留检测的绿色高效样品前处理技术研究[D]. 烟台: 烟台大学, 2017.
Song YJ. Study on the green and efficient pretreatment technology of veterinary drug residues in animal-origin foods [D]. Yantai: Yantai University, 2017.
[2] 李俊锁, 邱月明, 王超. 兽药残留分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002.
Li JS, Qiu YM, Wang C. Residue analysis for veterinary drug [M].

- Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2002.
- [3] 矫秀燕. 我国动物性食品中兽药残留的现状、问题及对策[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2017, 33(1): 28.
- Jiao XY. Current situation, problems and countermeasures of veterinary drug residues in animal food in China [J]. Chin Abst Anim Husb Vet Med, 2017, 33(1): 28.
- [4] 吴会仙. 动物性食品中兽药残留现状及对策[J]. 食品安全导刊, 2017, (9): 25.
- Wu HX. Current situation and countermeasures of veterinary drug residues in animal food [J]. Chin Food Saf Magaz, 2017, (9): 25.
- [5] 张盼盼. 动物源性食品中磺胺类药物及增效剂残留检测分析方法的优化及应用[D]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2018.
- Zhang PP. Comparison and application of analytical methods for sulfonamides and synergist residues in animal-derived food [D]. Harbin: Heilongjiang University, 2018.
- [6] 冯冰, 王硕. 动物源性食品兽药安全分析[J]. 食品研究与开发, 2017, 28(1): 158–162.
- Feng B, Wang S. The analysis of the veterinary drug safety in the animal food [J]. Food Res Dev, 2017, 28(1): 158–162.
- [7] 方从容, 高洁, 王雨昕, 等. QuEChERS-超高效液相色谱-串联质谱法测定鸡蛋中 125 种兽药残留[J]. 色谱, 2018, 36(11): 1119–1131.
- Fang CR, Gao J, Wang YX, *et al.* Determination of 125 veterinary drugs residues in eggs by QuEChERS-ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr, 2018, 36(11): 1119–1131.
- [8] 黄正华. 超高效液相色谱-串联质谱法测定动物源食品中的 30 种兽药残留[J]. 现代食品, 2018, (21): 170–173.
- Huang ZH. Simultaneous determination of 30 veterinary drug residues in foods of animal origin by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Mod Food, 2018, (21): 170–173.
- [9] Stolker AA, Brinkman UA. Analytical strategies for residue analysis of veterinary drugs and growth-promoting agents in food-producing animals-A review [J]. J Chromatogr A, 2005, 1067(1-2): 15–53.
- [10] 马立利, 刘艳, 贾丽, 等. 动物源性食品中糖皮质激素残留检测技术的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2013, 4(3): 847–856.
- Ma LL, Liu Y, Jia L, *et al.* Progress in determination of glucocorticoid hormones residues in animal derived food [J]. J Food Saf Qual, 2013, 4(3): 847–856.
- [11] 马燕红, 王妍, 李志刚, 等. 动物源性食品中青霉素类药物残留检测[J]. 食品科学, 2018, 39(24): 317–321.
- Ma YH, Wang Y, Li ZG, *et al.* Simultaneous determination of four penicillin residues in animal origin foods [J]. Food Sci, 2018, 39(24): 317–321.
- [12] 高洁, 朱莉萍, 倪永付, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定多脂肪类动物源性食品中硝基呋喃代谢物[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(6): 1362–1368.
- Gao J, Zhu LP, Ni YF, *et al.* Determination of metabolites of nitrofurans in fatty animal samples by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(6): 1362–1368.
- [13] 王杰, 裴斐, 李彭, 等. 不同前处理方法对猪组织中喹诺酮类药物残留检测效果对比[J]. 食品科学, 2018, 39(18): 309–314.
- Wang J, Pei F, Li P, *et al.* Comparison of different sample pretreatments for the analysis of quinolone residues in porcine tissues [J]. Food Sci, 2018, 39(18): 309–314.
- [14] 覃玲, 董亚蕾, 王钢力, 等. 分散固相萃取-液相色谱-串联质谱法测定常见动物源性食品中 42 种兽药残留[J]. 色谱, 2018, 36(9): 880–888.
- Qin L, Dong YL, Wang GL, *et al.* Determination of 42 veterinary drug residues in common animal derived food by dispersive solid phase extraction coupled with liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr, 2018, 36(9): 880–888.
- [15] 张颖颖, 李慧晨, 吴彦超, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定动物性食品中 8 种抗病毒类药物残留量[J]. 食品科学, 2018, 39(2): 303–309.
- Zhang YY, Li HC, Wu YC, *et al.* Determination of eight antiviral drug residues in animal-derived food by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Food Sci, 2018, 39(2): 303–309.
- [16] 肖良. 中国农产品质量安全检验检测体系研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2007.
- Xiao L. Study on the system of quality and safety inspection and testing of agro-products for China [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2007.
- [17] 王小平. 兽药残留对生态环境的影响及人体的危害[J]. 山东畜牧兽医, 2016, 37(6): 47–48.
- Wang XP. Effects of veterinary drug residues on ecological environment and human beings [J]. Shandong Anim Husb Vet Med, 2016, 37(6): 47–48.
- [18] 孙晓崢, 孙晓军, 翟莲, 等. 浅谈兽药滥用的危害性及防控措施[J]. 畜牧兽医科技信息, 2018, (10): 12–14.
- Sun XZ, Sun XJ, Zhai L, *et al.* Discussion on the harmfulness of abusing of veterinary drug and control measures [J]. Chin J Animal Husb Vet Med, 2018, (10): 12–14.
- [19] 王鹤佳, 郭筱华, 安肖. 发达国家兽药残留标准对我国畜牧业的影响[J]. 中国兽医杂志, 2010, 46(11): 92–94.
- Wang HJ, Guo XH, An X. Impact of veterinary drug residue standards in developed countries on animal husbandry in China [J]. China J Vet Drug, 2010, 46(11): 92–94.
- [20] Valverde S, Ibáñez M, Bernal JL, *et al.* Development and validation of ultra high performance-liquid chromatography-tandem mass spectrometry based methods for the determination of neonicotinoid insecticides in honey [J]. Food Chem, 2018, (266): 215–222.
- [21] 郭亚文, 卜晓娜, 刘楚君, 等. 动物源性食品中氟喹诺酮类药物残留色谱质谱检测技术研究进展[J]. 中国兽药杂志, 2019, 53(1): 64–76.
- Guo YW, Bu XN, Liu CJ, *et al.* Research status on chromatographic and mass spectrometry analytical methods for the detection of fluoroquinolones residues in animal food [J]. China J Vet Drug, 2019, 53(1): 64–76.
- [22] Casado N, Morante-Zarcero S, Pérez-Quintanilla D, *et al.* Application of a hybrid ordered mesoporous silica as sorbent for solid-phase multi-residue extraction of veterinary drugs in meat by ultra-high-performance liquid chromatography coupled to ion-trap tandem mass spectrometry [J]. J Chromatogr A, 2016, (1459): 24–37.
- [23] Zhu WX, Yang JZ, Wang ZX, *et al.* Rapid determination of 88 veterinary

- drug residues in milk using automated Turbor Flow online clean-up mode coupled to liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *Talanta*, 2016, (148): 401–411.
- [24] Sun HW, Sun N, Li H, *et al.* Development of multiresidue analysis for 21 synthetic colorants in meat by microwave-assisted extraction–solid-phase extraction–reversed-phase ultrahigh performance liquid chromatography [J]. *Food Anal Methods*, 2013, (6): 1291–1299.
- [25] 解析我国兽药残留标准及兽药的合理使用[DB/OL]. [2017-07-14]. http://www.sohu.com/a/157151159_611523.
Analysis of veterinary drug residue standards and rational use of veterinary drugs in China [DB/OL]. [2017-07-14]. http://www.sohu.com/a/157151159_611523.
- [26] 吴海燕, 张志华, 朱文嘉, 等. 水产品中兽药残留限量标准的对比分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2018, 9(18): 4877–4884.
Wu HY, Zhang ZH, Zhu WJ, *et al.* Comparative analysis of veterinary drug maximum residue limits of aquatic products [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(18): 4877–4884.
- [27] 孙伟红, 刘欢, 邢丽红, 等. 水产品兽药残留检测技术标准解析及能力验证工作探讨[J]. *中国渔业质量与标准*, 2017, 7(2): 11–18.
Sun WH, Liu H, Xing LH, *et al.* Standards analysis of detection techniques and discussion of proficiency testing for veterinary drug residues in aquatic products [J]. *Chin Fish Qual Stand*, 2017, 7(2): 11–18.
- [28] GB/T 27043-2012/ISO/IEC 17043:2010 合格评定 能力验证的通用要求[S].
GB/T 27043-2012/ISO/IEC 17043:2010 Conformity assessment–General requirements for proficiency testing [S].
- [29] 陈茵茵, 陈科. 浅谈食品药品检验检测机构开展能力验证的质量控制[J]. *食品与发酵科技*, 2018, 54(3): 97–100.
Chen YY, Chen K. Discussion on the quality control of the ability verification of the food and drug inspection and testing organization [J]. *Food Ferment Technol*, 2018, 54(3): 97–100.
- [30] 唐凌天, 符斌. 实验室能力验证的发展[J]. *中国无机分析化学*, 2013, 3(4): 11–15.
Tang LT, Fu B. Development of laboratory proficiency testing [J]. *Chin J Inorg Anal Chem*, 2013, 3(4): 11–15.
- [31] 帅云, 万宏伟, 王娟, 等. 农产品质量安全检测机构农药残留检测能力验证的方法与技巧[J]. *现代食品*, 2018, (22): 84–87.
Shuai Y, Wan HW, Wang J, *et al.* Method and skills of verification of pesticide residue detection ability in agricultural product quality and safety in situations [J]. *Mod Food*, 2018, (22): 84–87.
- [32] GB/T 21313-2007 动物源性食品中 β -受体激动剂残留检测方法 液相色谱-质谱/质谱法[S].
GB/T 21313-2007 Analysis of β -agonists in foods of animal origin by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [S].
- [33] GB/T 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/T 22286-2008 Determination of β -agonists residues in foodstuff of animal origin–Liquid chromatography with tandem-mass spectrometric method [S].
- [34] 农业部 1025 号公告-18-2008 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[S].
Ministry of Agriculture Proclamation No. 1025-18-2008 Determination of β -agonists residues in animal derived food by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [S].
- [35] GB/T 20756-2006 可食动物肌肉、肝脏和水产品中氯霉素、甲砒霉素和氟苯尼考残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
GB/T 20756-2006 Method for the determination of chloramphenicol, thiamphenicol, and florfenicol residues in edible animal muscles, liver and aquatic products–LC-MS-MS method [S].
- [36] GB/T 22338-2008 动物源性食品中氯霉素类药物残留量测定[S].
GB/T 22338-2008 Determination of multi-residues of chloramphenicols in animal-original food [S].
- [37] GB/T 19857-2005 水产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定[S].
GB/T 19857-2005 Determination of malachite green and crystal violet residues in aquatic product [S].
- [38] 尹晖, 孙雷, 叶妮, 等. 鸡蛋中硝基呋喃类代谢物残留的 UPLC-MS/MS 检测方法研究[J]. *中国兽药杂志*, 2015, 48(12): 42–46.
Yin H, Sun L, Ye N, *et al.* Determination of nitrofurans metabolites residues in egg by UPLC-MS/MS [J]. *China J Vet Drug*, 2015, 48(12): 42–46.
- [39] 徐伟, 耿士伟, 刘路, 等. 硝基呋喃类药物及其代谢物检测方法的研究进展[J]. *天津农业科学*, 2018, 24(8): 16–20.
Xu W, Geng SW, Liu L, *et al.* Research progress on the detection methods of nitrofurant antibiotics and their metabolites [J]. *J Tianjin Agric Sci*, 2018, 24(8): 16–20.
- [40] GB/T 20752-2006 猪肉、牛肉、鸡肉、猪肝和水产品中硝基呋喃类代谢物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
GB/T 20752-2006 Method for the determination residues of the metabolites of nitrofurant in pork, beef, chicken, porcine liver and aquatic products–LC-MS-MS method [S].
- [41] GB/T 21311-2007 动物源性食品中硝基呋喃类药物代谢物残留量检测方法 高效液相色谱/串联质谱法[S].
Determination of residues of nitrofurant metabolites in foodstuffs of animal origin–HPLC-MS/MS method [S].
- [42] GB/T 20759-2006 畜禽肉中十六种磺胺类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
GB/T 20759-2006 Method for the determination of sixteen sulfonamide residues in livestock and poultry muscles–LC-MS-MS method [S].
- [43] GB/T 21316-2007 动物源性食品中磺胺类药物残留量的测定 液相色谱-质谱/质谱法[S].
GB/T 21316-2007 Determination of residues of sulfonamides in foodstuffs of animal origin–LC-MS/MS [S].
- [44] GB/T 20366-2006 动物源产品中喹诺酮类残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].
GB/T 20366-2006 Method for the determination of quinolones in animal tissues–LC-MS/MS method [S].
- [45] GB/T 21312-2007 动物源性食品中 14 种喹诺酮类药物残留检测方法 液相色谱-质谱/质谱法 [S].
GB/T 21312-2007 Analysis of fourteen quinolones in food of animal origin by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [S].
- [46] 易泽夫, 杨韶红, 邓清林, 等. 湖南省农产品质检机构能力验证工作分析及发展建议[J]. *湖南农业科学*, 2018, (3): 98–102.
Yi ZF, Yang SH, Deng QL, *et al.* Analysis and development suggestions

on ability verification of agricultural product quality inspection institutions in Hunan [J]. J Hunan Agric Sci, 2018, (3): 98–102.

- [47] 马文丽, 林立民, 胡静. 食品分析实验室利用标准样品进行质量控制[J]. 粮食与饲料工业, 2018, (1): 60–62.

Ma WL, Lin LM, Hu J. Quality control in food analysis laboratories using standard samples [J]. Food Feed Ind, 2018, (1): 60–62.

- [48] 孙茂艳. 实验室检测质量控制的方法[J]. 食品安全导刊, 2018, (35): 77–78.

Sun MY. Quality control method of laboratory testing [J]. Chin Food Saf Magaz, 2018, (35): 77–78.

- [49] 周崇桢, 张雷. 常见能力验证不满意结果原因分析及对策[J]. 现代测量与实验室管理, 2013, (3): 38–39.

Zhou CC, Zhang L. Analysis and strategies for unsatisfactory results of proficiency testing [J]. Adv Meas Lab Manag, 2013, (3): 38–39.

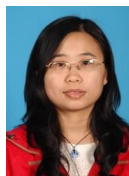
- [50] GB/T 27404-2008 实验室质量控制规范 食品理化检测[S].

GB/T 27404-2008 Criterion on quality control of laboratories—Chemical

testing of food [S].

(责任编辑: 武英华)

作者简介



马立利, 副研究员, 主要研究方向为食品安全检测技术的开发。

E-mail: malili14@163.com



贾 丽, 副研究员, 主要研究方向为食品安全质量管理与检测技术开发。

E-mail: jiali800214@163.com

“淀粉及其功能化修饰与深加工”专题征稿函

淀粉是自然界最丰富的物质之一, 作为重要的可再生环境友好工业原料, 主要用于食品、纺织、造纸、水产饲料、制药、化工、机械、石油、建筑等行业, 越来越受到社会的广泛重视。对淀粉的极大需求推动了淀粉工业的发展, 因此淀粉工业也被称为黄金产业, 对国民经济具有重要作用。改革开放以来, 我国淀粉及其相关制品工业迅速发展。中国淀粉工业协会联合艾格农业发布报告称, 2017 年我国淀粉产量为 2720 万吨, 创历史新高, 同比增幅 15.4%, 淀粉深加工产品产量达到 1,450 万吨。其中仅玉米淀粉产量达到 2,595 万吨, 需求量达到 2,550 万吨, 增幅为 13.8%。

淀粉工业领域基础研究、产品开发等各方面的发展, 有力地支撑了我国高速发展的淀粉及相关制品工业。近年来, 在淀粉科学与工程研究领域, 科研工作者不断与生物化工、营养学、医学、材料科学等多学科知识和生物技术、医疗技术、纳米技术等前沿高新技术交叉融合, 推动了淀粉基础研究与高新技术新的突破。

鉴于此, 本刊特别策划了“淀粉及其功能化修饰与深加工”专题, 由华南理工大学 陈玲 教授担任专题主编, 华南理工大学 李晓玺 教授担任专题副主编, 主要包括淀粉的生物合成与转化, 淀粉的结构与功能特性, 淀粉修饰、转化与应用, 淀粉现代分析检测与质量控制, 变性淀粉生产新工艺新技术等方面内容或您认为本领域有意义的问题进行论述。本专题计划在 2019 年 8 月出版。

鉴于您在该领域丰富的研究经历和突出的学术造诣, 学报主编吴永宁研究员、专题主编陈玲教授和专题副主编李晓玺教授特别邀请您为本专题撰写稿件, 综述、研究论文、研究简报均可, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。请在 2019 年 6 月 30 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同行之间转发, 再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部