

超高效液相色谱-串联质谱法测定鲟鱼中庆大霉素和新霉素残留量

吕芳^{1,2*}, 李英^{1,2}, 沈媛^{1,2}, 贾晨^{1,2}, 孙煊^{1,2}, 高峰^{1,2}, 张园^{1,2}

(1. 北京市水产技术推广站, 北京 100176; 2. 农业农村部水产品质量安全风险评估实验室(北京), 北京 100176)

摘要: **目的** 建立超高效液相色谱-串联质谱法(ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometric, UPLC-MS/MS)检测鲟鱼中庆大霉素和新霉素的分析方法。**方法** 样品经 10 mmol/L 磷酸盐缓冲溶液提取, 0.1%甲酸沉淀蛋白, HLB 固相萃取柱净化。采用 CORTECS HILIC(100 mm×2.1 mm, 1.6 μm)色谱柱分离, 以 0.1%甲酸溶液(A)和乙腈(B)作为流动相进行梯度洗脱, 通过电喷雾正离子扫描(electronic spray ion, ESI⁺), 多反应监测模式(multiple reaction monitoring, MRM)对庆大霉素和新霉素的定量离子和定性离子进行测定。**结果** 本方法在 5 min 内完成 2 种目标化合物的分离分析。庆大霉素在 25~300 μg/L 浓度范围内呈现良好的线性关系, 相关系数 $r^2 > 0.995$; 方法检出限为 10 μg/kg, 定量限为 25 μg/kg; 添加量为 25、50、100 μg/kg 时回收率在 76.7%~106.3%之间, 相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)在 0.18%~2.15%之间($n=6$)。新霉素在 50~600 μg/L 浓度范围内呈现良好的线性关系, 相关系数 $r^2 > 0.996$; 方法检出限为 20 μg/kg, 定量限为 50 μg/kg; 在 50、100、200 μg/kg 添加水平的回收率为 96.1%~109.0%之间, 相对标准偏差(RSD)在 0.72%~2.84%之间($n=6$)。**结论** 该方法精密度好、灵敏度高, 能简便、准确地测定鲟鱼中庆大霉素和新霉素的药物残留。**关键词:** 庆大霉素; 新霉素; 超高效液相色谱-串联质谱法; 鲟鱼

Determination of gentamycin and neomycin residues in sturgeon by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry

LV Fang^{1,2*}, LI Ying^{1,2}, SHEN Yuan^{1,2}, JIA Chen^{1,2}, SUN Xuan^{1,2}, GAO Feng^{1,2}, ZHANG Yuan^{1,2}

(1. Aquatic Product Technology Promotion Department of Beijing, Beijing 100176, China; 2. Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Aquatic Products (Beijing), Ministry Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100176, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for the determination of gentamycin and neomycin residues in sturgeon by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS). **Methods** The samples were extracted with 10 mmol/L phosphate buffer solution, precipitating protein with 0.1% formic acid, and purified by HLB solid phase extraction column. And then gentamycin and neomycin residues in the extracts were separated by CORTECS HILIC chromatographic column using a gradient elution program of 0.1% formic acid aqueous solution (A) and acetonitrile solution (B). The quantitative and qualitative ions of gentamicin and neomycin were determined by electronic spray ion (ESI⁺) and multiple reaction monitoring (MRM). **Results** The method completed the separation analysis of 2 target compounds within 5 min. Gentamycin had good linear relationships in

基金项目: 北京市农业局科技新星计划项目(20180211)

Fund: Supported by the Technology Rising Project of Beijing Municipal Bureau of Agriculture and Rural Affairs (20180211)

*通讯作者: 吕芳, 硕士, 工程师, 主要研究方向为水产品质量安全。E-mail: Lvfang8866@126.com

*Corresponding author: LV Fang, Master, Engineer, Aquatic Product Technology Promotion of Beijing, Beijing 100176, China. E-mail: Lvfang8866@126.com

the range of 25–300 $\mu\text{g/L}$, $r^2 > 0.995$. The limits of detection were 10 $\mu\text{g/kg}$ and the limits of quantitation were 25 $\mu\text{g/kg}$. The recoveries at 3 spiked levels (25, 50, 100 $\mu\text{g/kg}$) were 76.7%–106.3%, with the relative standard deviations of 0.18%–2.15% ($n=6$). Neomycin had good linear relationships in the range of 50–600 $\mu\text{g/L}$, $r^2 > 0.996$. The limits of detection were 20 $\mu\text{g/kg}$ and the limits of quantitation were 50 $\mu\text{g/kg}$. The recoveries at 3 spiked levels (50, 100, 200 $\mu\text{g/kg}$) were 96.1%–109.0%, with the relative standard deviations of 0.72%–2.84% ($n=6$). **Conclusion** This method is accurate and sensitive, which is convenient for determination of gentamycin and neomycin residues in sturgeon.

KEY WORDS: gentamycin; neomycin; ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry; sturgeon

1 引言

庆大霉素和新霉素属于氨基糖苷类药物,是一种广谱抗生素,可防治各种动物性疾病和促进生长发育,被广泛应用于畜牧、水产养殖中^[1]。但随着研究发现,此类药物对人体会产生耳毒性、肾毒性的毒副作用,易产生抗药性,对消费者存在潜在的危害^[2,3]。目前,许多国家和地区已明确规定了动物源性食品中庆大霉素和新霉素的最高残留量,而我国农业部 235 号公告仅对两者在牛、猪、鸡等作了限量要求,而未涉及水产品,因此对水产品中庆大霉素和新霉素残留量检测技术的研究是至关重要的。

目前,庆大霉素和新霉素定量检测方法主要为以液相色谱法为基础的仪器分析方法^[4-8],其中液相色谱法需要柱前或者柱后衍生化,操作复杂,稳定性差;而液相色谱-质谱法选择性高、灵敏度高,提高了定性和定量的准确性。但庆大霉素和新霉素极性高,易与样品基质成分结合,前处理提取率偏低,同时水产品种类繁多,基质成分复杂,近年来相关研究主要集中于草鱼、斑点叉尾鮰、小龙虾、南美白对虾、河蟹等基质^[8-11],而针对鲟鱼基质的研究较少。本研究专门针对鲟鱼基质,优化前处理方法,采用 CORTECS HILIC 色谱柱,乙腈-甲酸水溶液作为流动相,避免了离子对试剂、无机盐溶液对仪器或色谱柱的污染,采用超高效液相色谱-串联质谱法同时检测鲟鱼中庆大霉素和新霉素残留量,并应用于北京本地养殖场特色养殖品种鲟鱼的药物排查中,以期对庆大霉素和新霉素的准确检测提供技术支持。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

TQ-XSUPLC-MS/MS 超高效液相色谱-串联质谱仪(美国 Waters 公司); N-EVAP112 氮吹仪(美国 Organomation 公司); X1R 离心机(美国 Thermo Scientific 公司); LPD2500 多管涡旋混合仪(北京莱普特科学仪器有限公司)。

庆大霉素(gentamycin sulfate, 纯度 92.7%)、新霉素

(neomycin sulfate, 纯度 80.0%)(德国 DR.E 公司)。

甲醇、乙腈(色谱纯,德国 Merck 公司); 乙酸乙酯、甲酸(色谱纯,美国 Fisher 公司); 磷酸氢二钾、 $\text{Na}_2\text{EDTA}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (分析纯,国药集团试剂有限公司); ACQUITY CORTECS HILIC 色谱柱(美国 Waters 公司); HLB 固相萃取柱(6 mL, 200 mg, 美国 Waters 公司); GHP Acrodisc 0.22 μm 滤膜(美国 Pall 公司); 实验室用水为屈臣氏纯水。

2.2 实验方法

2.2.1 溶液配制

庆大霉素标准储备溶液配制: 准确称取 10 mg 的庆大霉素到 100.0 mL 的容量瓶中,用纯水配成 100 mg/L 标准储备液,4 $^{\circ}\text{C}$ 保存。

新霉素标准储备溶液配制: 准确称取 10 mg 的新霉素到 100.0 mL 的容量瓶中,用纯水配成 100 mg/L 标准储备液,4 $^{\circ}\text{C}$ 保存。

0.1%甲酸水溶液: 准确量取 0.1 mL 甲酸于 100.0 mL 容量瓶中,定容至 100.0 mL。

庆大霉素和新霉素混合中间标准工作液配制: 准确量取上述浓度的庆大霉素和新霉素储备溶液 100、200 μL ,用乙腈: 0.1%甲酸水溶液(1:1, V:V)定容至 10.00 mL,配制成混合中间标准工作液(庆大霉素 1 mg/L 和新霉素 2 mg/L)。

0.1%甲酸-10 mmol/L 磷酸盐混合缓冲溶液: 准确称取 2.28 g 磷酸氢二钾($\text{K}_2\text{HPO}_4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$)、1.50 g $\text{Na}_2\text{EDTA}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 于烧杯中,纯水溶解,再加入量取 0.1 mL 甲酸混合,纯水定容至 1000.0 mL。

2.2.2 样品前处理

参考相关文献^[12],并作优化如下:

(1) 采样和试样制备

抽取北京养殖基地的鲟鱼样品,去除内脏、皮,取可食用部分均质混匀,装入样品袋中,避光,-18 $^{\circ}\text{C}$ 存放备用。

(2) 提取

称取样品 5 g(精确至 0.01 g)于 50 mL 离心管中,准确加入 20 mL 0.1%甲酸-10 mmol/L 磷酸盐混合缓冲溶液,充分振荡 5 min,4 $^{\circ}\text{C}$ 10000 r/min 离心 10 min,吸管弃上层脂

肪层后取上清液于比色管中,定容至 25 mL,备用。

(3) 净化

HLB 固相萃取小柱先用 5 mL 甲醇,5 mL 水活化。取上清液 5 mL 过柱,用 5 mL 0.1% 甲酸水溶液淋洗,抽干,最后用 5 mL 甲醇+乙酸乙酯(1:9, V:V)洗脱,收集洗脱液,氮吹(50 °C)至干,用 1.0 mL 的乙腈+0.1% 甲酸水溶液(1:1, V:V)定容、过膜、上机。

2.2.3 超高效液相色谱-串联质谱条件

(1) 液相色谱条件

ACQUITY CORTECS HILIC 色谱柱(100 mm×2.1 mm, 1.6 μm),流动相:A 为 0.1% 甲酸,B 为乙腈,梯度洗脱程序:0~1.5 min, 5%~65%; 1.5~3.0 min, 65%; 3.0~3.5 min, 65%~5%; 3.5~10.0 min, 5%。流速:0.3 mL/min,进样体积:5 μL,柱温:30 °C。

(2) 质谱条件

离子源:电喷雾电离(electronic spray ion, ESI⁺),离子源温度:150 °C,毛细管电压:4.0 kV,碰撞气:氦气 0.15 mL/min,脱溶剂管温度:500 °C,脱溶剂气流量:1000 L/h,扫描模式:多反应监测模式(multiple reaction monitoring, MRM)。

3 结果与分析

3.1 质谱条件优化

分别将庆大霉素和新霉素标准储备溶液配制成 1 mg/L 浓度的标准溶液,在正离子模式下进行全扫描,确定化合物的母离子,给予一定的碰撞能量和碰撞气体,全扫描二级离子,选取丰度较强、干扰较小的 2 个子离子分别作为定性及定量离子,并优化锥孔电压和碰撞能量,质谱参数优化结果见表 1。

表 1 庆大霉素和新霉素质谱参数

Table 1 Chromatogram parameters of gentamycin and neomycin

编号	化合物	母离子(m/z)	子离子(m/z)	锥孔电压/V	碰撞能量/eV
1	庆大霉素	478.4	157.0*	40	22
		478.4	160.0	40	24
2	新霉素	615.4	293.2*	70	22
		615.4	323.2	70	20

注: *为定量离子。

3.2 色谱条件优化

庆大霉素和新霉素极易溶于水,极性较强,在普通的 C₁₈ 反相色谱柱上保留较弱,而容易在 HILIC 亲水作用色谱柱上保留^[13],故本研究选择 CORTECS HILIC 色谱柱作为分析柱。流动相比较了甲醇-水、乙腈-水、甲醇-甲酸水溶液、乙腈-甲酸水溶液、乙腈-甲酸铵水溶液、乙腈-乙酸铵水溶液的色谱分离效果,其中水相中添加不同浓度的甲酸(0.05%、0.1%、0.2%)、甲酸铵(50~200 mmol/L)、乙酸铵(5~50 mmol/L),结果显示,有机相为乙腈时分离效果明显优于甲醇^[9,14];水相中加入 0.05% 甲酸,可提高目标物的离子化效率^[7],实现色谱峰分离,但峰型较宽,随着甲酸浓度的增加,目标物的峰型尖锐且无大的差异,而加入不同浓度的甲酸铵和乙酸铵,目标物的分离效果不明显,故最终流动相确定为乙腈-0.1% 甲酸水溶液。

3.3 前处理条件优化

鲟鱼样品基质成分复杂,富含蛋白质、脂肪等成分,易产生杂质干扰,因此本研究考察了 4 °C 和 25 °C 不同温度条件下样品离心后的杂质分离效果,结果显示 4 °C 下脂肪层析出,而 25 °C 下样品提取溶液浑浊,未见明显析出,

故选择 4 °C 离心提取;10 mmol/L 磷酸盐混合缓冲溶液中通过添加 0.05% 甲酸、0.1% 甲酸、0.2% 甲酸来沉淀蛋白,发现 0.1% 甲酸沉淀效果优于 0.05% 甲酸,但甲酸浓度增加至 0.2%,无显著变化,故选择 0.1% 甲酸。经过优化的条件提取后,选用固相萃取柱 Oasis HLB、WCX、MCX、C₁₈ 对庆大霉素和新霉素进行净化,结果显示 Oasis HLB 净化效果较好,2 种目标物的回收率均可超过 70%。

3.4 方法的线性范围、检出限及定量限

以空白鲟鱼样品为基质,添加一系列庆大霉素和新霉素中间混合标准工作液,浓度范围为 25~300 μg/L 庆大霉素和 50~600 μg/L 新霉素,按照 2.2.2 项方法同程处理消除基质效应^[15],测定分析得出线性方程及相关系数见表 2。

以特征质量色谱峰的信噪比 $S/N > 3$ 为检测限,信噪比 $S/N > 10$ 为定量限,检测到庆大霉素的检出限(limit of detection, LOD)为 10 μg/kg,定量限(limit of quantitation, LOQ)为 25 μg/kg;新霉素的检出限为 20 μg/kg,定量限为 50 μg/kg。空白鲟鱼样本中添加 25 μg/kg 庆大霉素和 50 μg/kg 新霉素 2 种药物的特征离子质量色谱图见图 1。

表 2 庆大霉素和新霉素的线性范围和线性方程
Table 2 Linear ranges and regression on equations for gentamycin and neomycin

化合物	线性范围/($\mu\text{g/L}$)	线性回归方程	相关系数(r^2)
庆大霉素	25~300	$Y=60563.1X-1.36627e^6$	0.995
新霉素	50~600	$Y=1382.76X-34666.8$	0.996

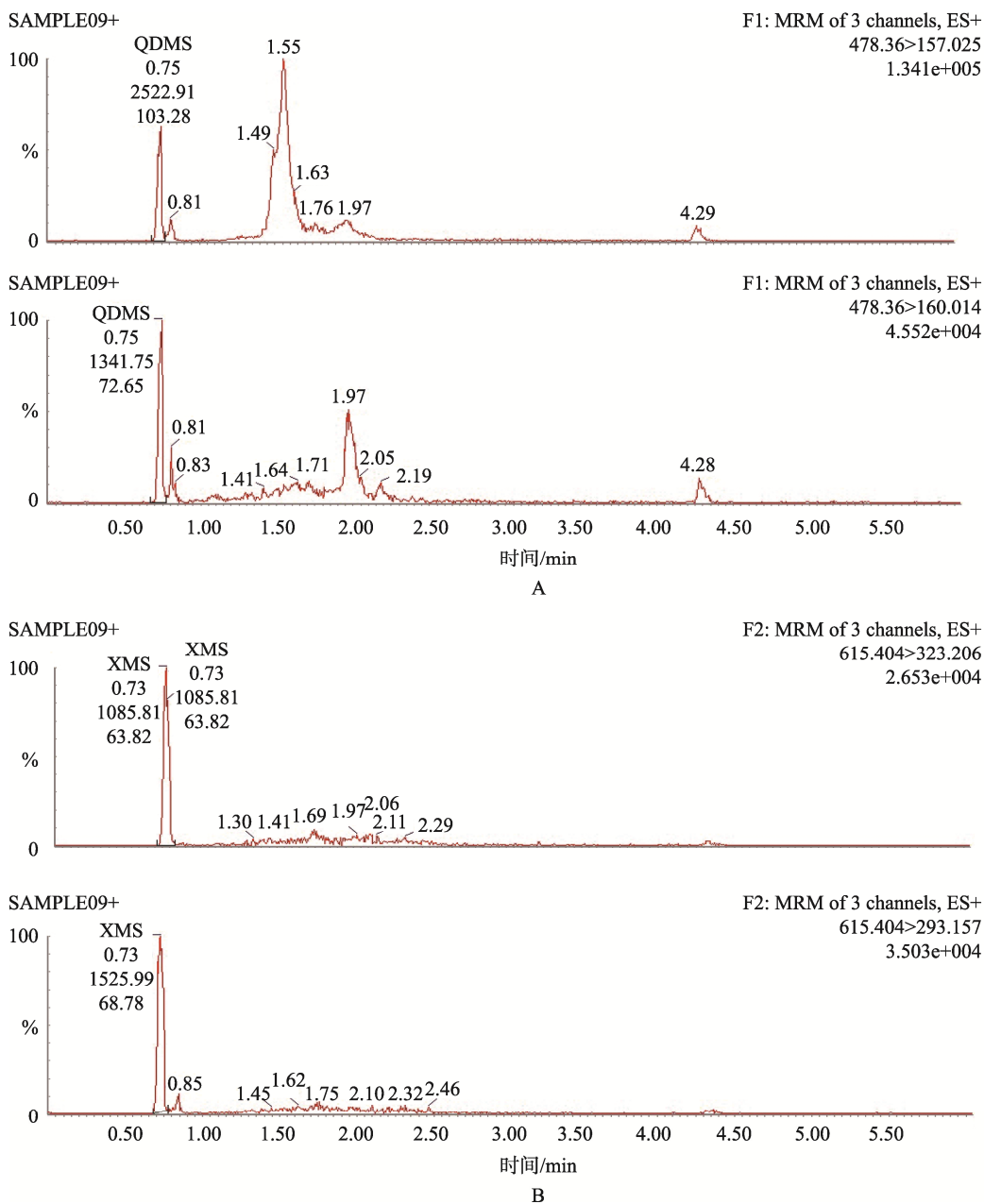


图 1 空白鲟鱼样本中添加 25 $\mu\text{g/kg}$ 庆大霉素(A)和 50 $\mu\text{g/kg}$ 新霉素(B)特征离子质量色谱图

Fig. 1 Characteristic ion mass chromatograms of blank salmon with 25 $\mu\text{g/kg}$ gentamicin (A) and 50 $\mu\text{g/kg}$ neomycin (B)

3.5 回收率及精密度实验

以空白鲟鱼样本作为基质, 进行庆大霉素和新霉素 3 个不同浓度水平(庆大霉素 25、50、100 $\mu\text{g/kg}$ 和新霉素, 50、100、200 $\mu\text{g/kg}$)的加标回收实验, 每个加标水平做 6 个平行,

结果见表 3。从表 3 中回收率和精密度数据可见, 庆大霉素在鲟鱼基质中的加标回收率在 76.7%~106.3%, 相对标准偏差(RSD)在 0.18%~2.15%; 新霉素在鲟鱼基质中的回收率在 96.1%~109.0%之间, 相对标准偏差在 0.72%~2.84%之间,

均能满足检测方法的要求。

表 3 鲟鱼中庆大霉素和新霉素的加标回收率和精密度($n=6$)
Table 3 Recovery and repeatability for gentamycin and neomycin in sturgeon

化合物	添加水平/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	平均回收率/%	RSD/%
庆大霉素	25	106.3	1.60
	50	76.7	2.15
	100	84.2	0.18
新霉素	50	99.2	2.84
	100	96.1	0.72
	200	109.0	1.91

3.6 实际样品测定

采用本方法对北京本地 10 家养殖场的鲟鱼样品进行检测,结果显示样品中均未检出庆大霉素和新霉素药物残留。

4 结 论

本研究通过优化提取溶液体系,有效提高了水产品中庆大霉素和新霉素药物残留的回收率,通过固相萃取净化,超高效液相色谱-质谱联用法同时测定鲟鱼中庆大霉素和新霉素残留量,该方法样品前处理简单、快速高效,回收率高,重现性好。由此可见三重四极杆液相色谱-质谱联用法多反应监测模式在多组分快速检测方面有明显优势。

参考文献

- [1] 刘晓东,林洪,江洁. 动物源性食品中氨基糖苷类抗生素检测技术的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(8): 4128-4132.
Liu XD, Lin H, Jiang J. Detection technology for aminoglycosides in animal origin foods [J]. J Anhui Agric Sci, 2010, 38(8): 4128-4132.
- [2] 刘皋林,盛海峰,邓渝林,等. 庆大霉素给药间隔与豚鼠耳、肾毒性的关系[J]. 第二军医大学学报, 2001, 22(1): 61-64.
Liu GL, Sheng HF, Deng YL, et al. The relation between single or multiple dose gentamycin daily and nephrotoxicity and ototoxicity in guinea pigs [J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2001, 22(1): 61-64.
- [3] 李昱,王爱梅. 氨基糖苷类抗生素耳毒性机理与防治的研究[J]. 医学综述, 2008, 14(3): 459-461.
Li Y, Wang AM. Ototoxic research progress of aminoglycoside antibiotics [J]. Med Recap, 2008, 14(3): 459-461.
- [4] 刘晓东. 水产品中氨基糖苷类抗生素高效液相检测方法的建立[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010.
Liu XD. Studies on establishment of HPLC determination methods of aminoglycosides residue in seafood [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2010.
- [5] GB/T 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/T 21323-2007 Determination of aminoglycosides residues in animal tissues-HPLC-MS/MS method [S].

- [6] 龙朝阳,许秀敏. 动物源性食品中氨基糖苷类抗生素兽药残留分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2006, 18(2): 148-152.
Long CY, Xu XM. Determination of aminoglycosides veterinary residues in animal foods [J]. Chin J Food Hyg, 2006, 18(2): 148-152.
- [7] 蔡春燕,杨芳,闫爱国,等. UPLC-MS/MS 法同时检测饲料中 5 种氨基糖苷类抗生素[J]. 广东化工, 2014, 41(10): 144-145.
Cai CY, Yang F, Yan AG, et al. Determination of five aminoglycoside antibiotics in fodder by UPLC-MS/MS [J]. Guangdong Chem Ind, 2014, 41(10): 144-145.
- [8] 高玲,张丹,高峰,等. 水产品中氨基糖苷类药物残留的高效液相色谱-串联质谱检测方法研究[J]. 中国兽药杂志, 2012, 46(11): 27-30.
Gao L, Zhang D, Gao F, et al. Determination of aminoglycoside residue in aquatic products using high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. Chin J Vet Drug, 2012, 46(11): 27-30.
- [9] 刘永涛,李乐,徐春娟,等. 固相萃取-高效液相色谱/串联质谱法测定水产品中硫酸新霉素残留量[J]. 分析科学学报, 2017, 33(1): 6-10.
Liu YT, Li L, Xu CJ, et al. Determination of neomycin sulfate in aquatic products by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry with solid phase extraction [J]. J Anal Sci, 2017, 33(1): 6-10.
- [10] 王强,王旭峰,赵东豪,等. 免疫亲和和柱净化-UPLC-MS/MS 测定鱼虾肉中的三种氨基糖苷类抗生素[J]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20180209.1041.068.html>. 2018-02-09.
Wang Q, Wang XF, Zhao DH, et al. Determination of three aminoglycosides in fish and shrimp by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry with immunoaffinity column clean-up [J]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20180209.1041.068.html>. 2018-02-09.
- [11] 黄原飞,姜晓伟,周哲,等. 分子印迹聚合物固相萃取-超高效液相色谱-串联质谱法检测水产品中 11 种氨基糖苷类药物残留[J]. 分析化学, 2018, 46(3): 454-461.
Huang YF, Lou XW, Zhou Z, et al. Determination of 11 kinds of aminoglycosides in aquatic products by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry with molecularly imprinted polymers solid phase extraction [J]. Chin J Anal Chem, 2018, 46(3): 454-461.
- [12] 苏晶,汤立忠,陈长毅,等. 高效液相色谱串联质谱法同时测定 9 种龙虾中氨基糖苷类和四环素类抗生素残留[J]. 食品工业科技, 2016, 37(2): 60-63, 67.
Su J, Tang LZ, Chen CY, et al. Simultaneous determination of nine aminoglycosides and tetracyclines antibiotics residues in crayfish by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Sci Technol Food Ind, 2016, 37(2): 60-63, 67.
- [13] 刘雪红,张秀芹,侯颖,等. 超高效液相色谱-串联质谱法检测牛奶中 7 种氨基糖苷类药物残留[J]. 中国兽药杂志, 2015, 49(3): 48-52.
Liu XH, Zhang XQ, Hou Y, et al. Detection of seven aminoglycoside residues in milk by UPLC-MS-MS [J]. Chin J Vet Drug, 2015, 49(3): 48-52.
- [14] 龚强,丁利,朱绍华,等. 高效液相色谱串联质谱法检测乳制品中 10 种氨基糖苷类抗生素残留[J]. 色谱, 2012, 30(11): 1143-1147.
Gong Q, Ding L, Zhu SH, et al. Determination of ten aminoglycoside

residues in milk and dairy products using high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr, 2012, 30(11): 1143-1147.

[15] 王立琦, 贺利民, 曾振灵, 等. 液相色谱-串联质谱检测兽药残留中的基质效应研究进展[J]. 质谱学报, 2011, 32(6): 321-332.

Wang LQ, He LM, Zeng ZL, et al. Progress in matrix effect of veterinary drug residues analysis by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. J Chin Mass Spectrom Soc, 2011, 32(6): 321-332.

(责任编辑: 武英华)

作者简介



吕 芳, 硕士, 工程师, 主要研究方向为水产品质量安全。

E-mail: Lvfang8866@126.com



“肉制品加工与质量安全”专题征稿函

肉制品不仅种类多样, 而且营养丰富, 是人体摄入蛋白的主要来源, 除此之外, 还能提供给人体所需的脂肪、维生素、矿物质、碳水化合物等营养物质, 对人体生长及各种机能的调节都具有重要作用。我国是肉类生产和消费大国, 随着人们生活水平的提高, 消费者对肉制品的风味品质、营养价值与质量安全都提出了更高的要求。

鉴于此, 本刊特别策划了“肉制品加工与质量安全”专题, 由西南大学李洪军教授担任专题主编主要围绕畜禽屠宰、分割及保鲜、肉制品储存及质量控制、肉制品研发、肉制品加工与副产物利用、肉制品品质特性研究等方面或您认为有意义的相关领域展开论述和研究, 综述及研究论文均可。

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与本专题主编李洪军教授特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。本专题计划在 2019 年 3 月出版, 请在 2019 年 2 月 1 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事之间转发一下, 再次感谢您的关怀与支持!

谢谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者登录-注册投稿-投稿选择“专题: 肉制品加工与质量安全”)

E-mail: jfoodsqa@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部