

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240611004

# 内蒙古部分地区鸡蛋中土霉素和强力霉素检测及膳食风险评估

高珊, 田岳申\*, 吕薇, 索晓敏, 燕思宇

(巴彦淖尔市疾病预防控制中心, 临河 015000)

**摘要:** **目的** 了解内蒙古自治区部分地区鸡蛋中土霉素和强力霉素残留情况, 并评估膳食风险。**方法** 在内蒙古自治区部分地区的农贸市场、商店、网店等采集共 180 份样品, 采用液相色谱-串联质谱法(liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)进行检测, 分析鸡蛋中的土霉素、强力霉素残留含量, 根据内蒙古居民的饮食消费情况, 采用点评估法和食品安全指数法对鸡蛋中兽药的暴露风险进行评估。**结果** 2022—2023 年内蒙古自治区部分地区土霉素、强力霉素总体样本检出率为 24.44% (44/180), 超标率为 12.22% (22/180)。强力霉素检出 42 份, 检出率为 23.33% (42/180), 超标率为 12.22% (22/180); 土霉素检出 3 份, 检出率为 1.67% (3/180), 此次调查中无超标样本; 鸡蛋中强力霉素食品安全指数均值为 0.001851, 最大值为 0.2137, 均小于 1。**结论** 内蒙古自治区部分地区鸡蛋样本中存在少量的土霉素和强力霉素残留, 暴露风险较低, 对人体健康危害处在可接受范围。

**关键词:** 鸡蛋; 土霉素; 强力霉素; 兽药残留; 膳食暴露; 风险评估

## Detection and dietary risk assessment of oxytetracycline and doxycycline, in eggs of parts of Inner Mongolia

GAO Shan, TIAN Yue-Shen\*, LV Wei, SUO Xiao-Min, YAN Si-Yu

(Bayannur Center for Disease Control and Prevention, Linhe 015000, China)

**ABSTRACT: Objective** To understand the residues of 2 kinds of veterinary drugs in eggs in some areas of Inner Mongolia Autonomous Region, and to assess the health risk of human intake. **Methods** A total of 180 samples were collected from farmers' markets, stores and online stores in some areas of Inner Mongolia Autonomous Region, and tested by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) to analyze the residual levels of tetracycline veterinary drugs in eggs, and to assess the exposure risk of veterinary drugs in eggs based on the dietary consumption of Inner Mongolia residents using the point assessment method and the food safety index method. **Results** The overall sample detection rate of oxytetracycline and doxycycline in some areas of Inner Mongolia Autonomous Region from 2022 to 2023 was 24.44% (44/180), and the over-standard rate was 12.22% (22/180). 42 doxycycline samples were detected, the detection rate was 23.33% (42/180), and the over-standard rate was 12.22% (22/180). The 3 samples of oxytetracycline were detected, the detection rate was 1.67% (3/180), and no samples exceeded the standard in this investigation; the mean value of the food safety index of doxycycline in eggs was

\*通信作者: 田岳申, 主管技师, 主要研究方向为食品理化检验。E-mail: 415791191@qq.com

\*Corresponding author: TIAN Yue-Shen, Technician, Bayannur Center for Disease Control and Prevention, Linhe 015000, China. E-mail: 415791191@qq.com

0.001851, and the maximum value was 0.2137, which were less than 1. **Conclusion** There are a small amount of oxytetracycline and doxycycline residues in egg samples in some areas of Inner Mongolia Autonomous Region, and the exposure risk is low, and the harm to human health is within the acceptable range.

**KEY WORDS:** eggs; oxytetracycline; doxycycline; veterinary drug residues; dietary exposure; risk assessment

## 0 引言

鸡蛋中含有丰富的蛋白质、维生素、脂肪、微量元素等营养成分, 是重要的动物蛋白来源, 鸡蛋已经成为人们日常饮食中不可或缺的一部分<sup>[1-2]</sup>。蛋鸡养殖生产过程中, 使用土霉素、强力霉素等兽药可减少蛋鸡生病概率、保障鸡蛋产能<sup>[3]</sup>, 但是存在使用禁用药物及过量使用兽药的现象, 会导致不同程度的兽药残留<sup>[4-6]</sup>。土霉素、强力霉素等兽药可能具有对人的身体器官的毒性作用, 导致进食者发生中毒反应。通常情况下, 人们的食用量受限, 兽药残留量不会引起急性中毒反应, 然而, 如果食用者长期摄入含土霉素、强力霉素等兽药残留的食品, 则可能对人体健康造成不同程度的危害<sup>[7-12]</sup>, 同时还会造成生态环境的污染<sup>[13-15]</sup>, 近些年国内外对蛋类食品兽药残留分析和监测研究高度重视<sup>[16-19]</sup>。因此, 为了解内蒙古自治区市售鸡蛋中兽药残留情况及膳食暴露风险, 本研究对 2022—2023 年内蒙古 9 个盟市的农贸市场、超市销售鸡蛋中的土霉素、强力霉素残留进行监测和分析, 对结果进行膳食暴露风险评估, 为规范健康的养殖方式和制定质量安全监管措施提供相应的依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

根据《2022 年国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》中规定的采样技术要求采集样本。2022 年在网店采集 26 份, 在呼和浩特市商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 包头市的商店采集 4 份、农贸市场采集 1 份, 巴彦淖尔市的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 鄂尔多斯市的商店采集 5 份、农贸市场采集 2 份, 乌兰察布市的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 赤峰市的商店采集 5 份、农贸市场采集 4 份, 通辽市的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 兴安盟的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 呼伦贝尔市的商店采集 4 份、农贸市场采集 4 份。2023 年在网店采集 28 份, 在呼和浩特市商店采集 3 份、农贸市场采集 3 份, 包头市的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 巴彦淖尔市的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 鄂尔多斯市的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 乌兰察布市的商店采集 7 份、农贸市场采集 2 份, 赤峰市的商店采集 5 份、农贸市场采集 3 份, 通辽市的商店采集 3 份、农贸市场采集 1 份, 兴安盟的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份, 呼伦贝

尔市的商店采集 4 份、农贸市场采集 3 份。总计 180 份样本。样本采集后全部进行匀浆处理, -20℃冷冻保存。

### 1.2 仪器和试剂

#### 1.2.1 仪 器

安捷伦 6460 液相色谱-质谱联用仪(美国安捷伦科技有限公司); BEH C<sub>18</sub> 色谱柱(2.1 mm×100 mm, 1.7 μm, 沃特世科技上海有限公司); UPR-HW601 优普超纯水机(四川优普超纯水科技公司); U41073CC 颇尔过滤器(美国颇尔过滤器北京有限公司); KH20R 医用离心机(湖南凯达科学仪器有限公司); AutoEVA-60 全自动平行浓缩仪(厦门睿科集团股份有限公司); BIM-363 自动涡旋振荡器(海道尔夫仪器设备有限公司); QT 漩涡混合器(上海琪特分析仪器有限公司); KC-100A 超声波清洗机(东莞市洁康超声波设备有限公司); HLB 固相萃取柱(200 mg/6 mL, 上海欧姆尼医药科技有限公司)。

#### 1.2.2 试 剂

乙腈、甲醇(色谱纯, 德国赛默飞世尔科技公司); 甲酸(色谱纯, 北京迈瑞达科技有限公司); 柠檬酸(分析纯, 北京化工厂); 乙二胺四乙酸二钠(分析纯, 上海麦克林生化有限公司); 磷酸氢二钠(分析纯, 天津市光复科技有限公司); 强力霉素标准溶液、土霉素标准溶液(1000 μg/mL, 坛墨质检科技股份有限公司)。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 检测方法

土霉素和强力霉素检测参照《2023 年国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》动物源性食品中四环素类药物残留测定标准操作—液相色谱-串联质谱测定法。

#### 1.3.2 质量控制

实施检测时需要使用 10% 的平行样本和 10% 的加标样本, 并且应用全过程空白方法来控制背景干扰<sup>[20]</sup>。

#### 1.3.3 风险评估方法

蛋类膳食消费量依据《2023 内蒙古统计年鉴》<sup>[21]</sup>中城镇常住居民家庭人均主要食品消费量数据, 蛋及蛋制品的日平均摄入量为 39.70 g。此次评估运用点评估模型及食品安全指数法描述其残留风险<sup>[22]</sup>。日膳食暴露量按式(1)计算, 兽药食品安全指数按式(2)计算:

$$EDI = \frac{R \times F}{bw} \quad (1)$$

式中: EDI 为膳食暴露量(estimated daily intake), μg/(kg bw·d); R 为某种禁用药物或兽药残留浓度, μg/kg; F 为蛋类

消费量, g/d; bw 为中国标准人体重, 按照 63 kg 计算<sup>[23]</sup>。

$$IFS = \frac{R \times F}{SI \times bw} \quad (2)$$

式中: IFS 为某种禁用药物或兽药的安全指数; SI 为某种禁用药物或兽药的每日允许摄入量(acceptable daily intake, ADI)的值, 兽药残留 ADI 值参考 GB 31650—2019《食品安全国家标准 食品中兽药残留最大残留量》。

### 1.3.4 判定标准

2022 年的数据结果根据 GB 31650—2019 进行判定, 鸡蛋中土霉素最大限值为 400 μg/kg, 强力霉素不得检出。2023 年的数据结果根据 GB 31650.1—2022《食品安全国家标准 食品中 41 种兽药最大残留限量》进行判定, 鸡蛋中土霉素最大限值为 400 μg/kg, 强力霉素最大限值为 10 μg/kg。

利用 IFS 进行健康风险评估, IFS 数值越低代表食品安全风险越低, 当 IFS ≤ 1 时, 表示药物对食品安全影响在可接受范围; 当 IFS > 1 时, 表示药物对食品安全的影响超出可接受范围<sup>[24]</sup>。

对未检出数据以采用世界卫生组织推荐的处理方法, 当未检出数据比例小于等于 60% 时, 所有小于检出限(limit of detection, LOD)的结果用 1/2LOD 计; 当未检出数据比例大于 60%、小于等于 80% 时, 至少有 25 个结果以数量表示时, 对所有小于 LOD 的结果, 得出 2 个估计值, 0 和 1/2LOD; 当未检出数据比例大于 80% 时, 对所有小于 LOD 的结果, 得出 2 个估计值, 0 和 1/2LOD<sup>[25]</sup>。

## 1.4 数据处理

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析, 不同组别之间的比较采用卡方检验, 若  $P < 0.05$ , 则差异有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 土霉素和强力霉素残留监测总体情况

将土霉素和强力霉素的混合标准溶液用流动相初始比例配制标准溶液, 以峰面积对浓度绘制标准曲线, 本研究检测到的强力霉素和土霉素线性回归方程、回收率范围、 $r^2$  及 LODs 见表 1, 2022—2023 年内蒙古自治区部分地区鸡蛋中土霉素和强力霉素残留结果见表 2。2022 年度内蒙古自治区部分地区鸡蛋中土霉素和强力霉素残留监测项目总体样品检出率为 25.56% (23/90), 超标率为 23.33% (21/90)。强力霉素检出 21 份, 检出值中最高为 1017.20 μg/kg, 平均值为 16.88 μg/kg, 检出率为 23.33% (21/90), 产蛋期禽类禁用强力霉素, 因此检出强力霉素的样本全部超标, 超标率为 23.33% (21/90), 土霉素检出 3 份, 检出值中最高为 67.80 μg/kg, 平均值为 0.86 μg/kg, 检出率为 3.33% (3/90), 家禽蛋中土霉素的最高残留限量(maximum residue limit, MRL)为 400 μg/kg, 调查中无超标样本; 2023 年度内蒙古自治区部分地区鸡蛋中土霉素和强力霉素残留监测项目总体样品检出率为 23.33% (21/90), 超标率为 1.11% (1/90)。强力霉素检出 21 份, 检出值中最高为 15.11 μg/kg, 平均值为 0.73 μg/kg, 检出率为 23.33% (21/90), 强力霉素最大限值为 10 μg/kg, 超标率为 1.11% (1/90), 土霉素在本次调查中未检出。

2022—2023 年内蒙古自治区部分地区鸡蛋中土霉素和强力霉素残留监测项目总体样品检出率为 24.44% (44/180), 超标率为 12.22% (22/180)。强力霉素检出 42 份, 检出值中最高为 1017.20 μg/kg, 平均值为 8.81 μg/kg, 检出

表 1 土霉素、强力霉素回归方程、 $r^2$ 、回收率范围及 LODs

Table 1 Standard curve equations,  $r^2$ , recovery ranges and LODs of oxytetracycline and doxycycline

年份	兽药种类	回归方程	$r^2$	回收率/%	LODs/(μg/kg)
2022	土霉素	$Y=488.544348X-302.234490$	0.999	80.10~107.75	0.3
	强力霉素	$Y=384.970626X-29.793149$	0.999	89.00~109.85	0.3
2023	土霉素	$Y=46.680095X-8.204475$	0.997	84.20~117.15	0.3
	强力霉素	$Y=40.212434X-108.609493$	0.999	81.20~118.67	0.3

表 2 2022—2023 年鸡蛋中兽药残留监测总体情况

Table 2 Overall monitoring of veterinary drug residues in eggs from 2022 to 2023

年份	监测项目	样本数/份	平均值/(μg/kg)	最小值/(μg/kg)	最大值/(μg/kg)	检出数/份	检出率/%	超标数/份	超标率/%	限量值/(μg/kg)
2022	土霉素	90	0.86	ND	67.80	3	3.33	0	0	400.0
	强力霉素	90	16.88	ND	1017.20	21	23.33	21	23.33	-
2023	土霉素	90	ND	ND	ND	0	0	0	0	400.0
	强力霉素	90	0.73	ND	15.11	21	23.33	1	1.11	10.0
2022—2023	土霉素	180	0.43	ND	67.80	3	1.67	0	0	400.0
	强力霉素	180	8.81	ND	1017.20	42	23.33	22	12.22	-

注: ND 代表未检出(表 4 同), - 表示无限量值; 按未检出数据比例, 对于所有小于 LOD 的结果, 强力霉素按“1/2LOD (0.15 μg/kg)”统计, 土霉素按“0”统计。

率为 23.33% (42/180), 超标率为 12.22% (22/180)。通过数据分析得出兽药残留较严重的是强力霉素。

## 2.2 强力霉素暴露水平及食品安全指数

对样本中有较高检出率的强力霉素进行膳食暴露评估, 结果如表 3 所示。强力霉素的 ADI 为 0~3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 2022—2023 年 EDI 均值为 0.005552  $\mu\text{g}/(\text{kg bw}\cdot\text{d})$ , EDI 最大值为 0.6410  $\mu\text{g}/(\text{kg bw}\cdot\text{d})$ , IFS 均值为 0.001851, IFS 最大值为 0.2137; 2022 年 EDI 均值为 0.01064  $\mu\text{g}/(\text{kg bw}\cdot\text{d})$ , EDI 最大值为 0.6410  $\mu\text{g}/(\text{kg bw}\cdot\text{d})$ , IFS 均值为 0.003546, IFS 最大值为 0.2137。

为 0.2137; 2023 年 EDI 均值为 0.0004600  $\mu\text{g}/(\text{kg bw}\cdot\text{d})$ , EDI 最大值为 0.009522  $\mu\text{g}/(\text{kg bw}\cdot\text{d})$ , IFS 均值为 0.0001533, IFS 最大值为 0.003174。本次检测结果中的 IFS 均小于 1, 暴露风险较低, 对人体健康危害处在可接受范围。

## 2.3 不同地区采集样本的检出情况

在 9 个盟市中, 除呼和浩特市没有检出, 其他盟市均有检出, 检出率范围在 15%~55%, 经  $X^2$  检验, 各个盟市兽药残留检出率的差异没有统计学意义 ( $P>0.05$ ), 结果见表 4。

表 3 2022—2023 年鸡蛋中强力霉素暴露水平及食品安全指数  
Table 3 Exposure levels and food safety index of doxycycline in eggs from 2022 to 2023

项目类别	年份	ADI / $(\mu\text{g}/\text{kg})$	EDI 均值 / $[\mu\text{g}/(\text{kg bw}\cdot\text{d})]$	EDI 最大值 / $[\mu\text{g}/(\text{kg bw}\cdot\text{d})]$	IFS 均值	IFS 最大值
强力霉素	2022	0~3	0.01064	0.6410	0.003546	0.2137
	2023	0~3	0.0004600	0.009522	0.0001533	0.003174
	2022—2023	0~3	0.005552	0.6410	0.001851	0.2137

表 4 不同地区样本中兽药残留检出情况  
Table 4 Detection status of veterinary drug residues in samples from different regions

检测地区	检测份数/份	检出份数/份	平均值 / $(\mu\text{g}/\text{kg})$	$P$	检出值范围 / $(\mu\text{g}/\text{kg})$	检出率 /%
包头市	20	11	51.90	0.117	ND~1017.20	55
巴彦淖尔市	20	4	1.02	0.117	ND~15.11	20
鄂尔多斯市	20	6	22.63	0.117	ND~327.00	30
乌兰察布市	20	6	0.44	0.117	ND~2.87	30
赤峰市	20	5	1.68	0.117	ND~15.88	25
通辽市	20	3	0.45	0.117	ND~5.66	15
兴安盟	20	6	3.79	0.117	ND~67.80	30
呼伦贝尔市	20	3	0.26	0.117	ND~3.68	15

## 3 讨论与结论

本研究结果显示, 2022—2023 年内蒙古自治区部分地区所抽检的 180 份鸡蛋样本中, 土霉素、强力霉素总检出率为 24.44%, 土霉素检出率为 1.67%, 强力霉素检出率为 23.33%, 强力霉素检出率高于山东省部分地区<sup>[26]</sup>的强力霉素检出率(4.29%)和宁夏回族自治区<sup>[24]</sup>的强力霉素检出率(10.30%), 对比 2022 年和 2023 年鸡蛋中土霉素、强力霉素残留的情况, 土霉素的检出率明显下降, 而强力霉素的检出率持平, 并且不同采样地点中鸡蛋样品的强力霉素检出率差异均无统计学意义, 说明内蒙古自治区各地所售鸡蛋中强力霉素低含量污染持续存在。根据膳食暴露风险评估的结果显示, 鸡蛋中强力霉素的 IFS 均值为 0.001851, 最大值为 0.2137, 评估结果远低于 1, 说明鸡蛋中强力霉素的污染程度对食品安全影响比较小, 尽管如此, 低残留

的抗生素仍有可能使长期暴露人群产生耐药性进而影响人体健康。本次监测反映了内蒙古自治区各地鸡蛋中土霉素、强力霉素的残留现状, 对今后开展其他兽药残留监测和预警工作具有积极的作用<sup>[26]</sup>。

从 2022—2023 年内蒙古自治区部分地区鸡蛋中土霉素、强力霉素残留监测情况来看, 家禽养殖行业中存在违规使用禁用抗生素的情况, 为了解决我国禽蛋的兽药残留安全问题, 提高食品安全管理效率, 应该要完善国家残留标准, 加大研究机构对更为安全、残留量更低的兽药种类的开发<sup>[27]</sup>, 相关部门应对食品生产流通全过程进行严格控制<sup>[28-29]</sup>, 加大监管力度, 严把质量安全关<sup>[30]</sup>。

但在本次在食品安全指数评估中, 蛋消费量依据的是内蒙古自治区统计年鉴中城镇居民人均食品消费量(2022 年)数据中所有蛋类的消费总量, 其评估结果可能偏高; 鸡蛋样本数量不足, 导致代表性不强; 此外, 以上研

研究所采用的中国成年人标准体重, 没有考虑个体之间的差异, 也没有考虑摄入量的差异, 这些因素可能会对评估结果产生一定的影响。

## 参考文献

- [1] 王艳, 罗培林, 王森, 等. 成都市鸡蛋兽药残留风险研究及防控措施浅析[J]. 四川农业科技, 2023, (8): 86–89.  
WANG Y, LUO PL, WANG M, *et al.* Study on risk of veterinary drug residue in eggs and analysis on prevention and control measures in Chengdu [J]. Sichuan Agric Sci Technol, 2023, (8): 86–89.
- [2] 刘冰, 王志恒, 田梅, 等. 鸡蛋中常见药物残留及防治对策[J]. 中国畜禽种业, 2021, 17(11): 183–184.  
LIU B, WANG ZH, TIAN M, *et al.* Common drug residues in eggs and their control strategies [J]. Chin Livest Poultry Breed, 2021, 17(11): 183–184.
- [3] 墨瑾瑜, 林茜. 鸡蛋中兽药残留的检测方法及防控措施[J]. 现代食品, 2023, 29(1): 25–27.  
MO JY, LIN Q. Eggs of veterinary drug residue detection method and control measures in the [J]. Mod Food, 2023, 29(1): 25–27.
- [4] 吴亚军. 蛋鸡滥用兽药的危害[J]. 吉林畜牧兽医, 2021, 42(11): 51, 53.  
WU YJ. The harm of the abuse of veterinary drugs in laying hens [J]. Jilin Anim Husband Vet Med, 2021, 42(11): 51, 53.
- [5] 赵书河. 浅谈禽类产品中兽药残留的危害[J]. 畜牧兽医科技信息, 2022, (2): 177–178.  
HAO SH. On the harm of veterinary drug residues in poultry products [J]. Chin J Anim Husband Vet Med, 2022, (2): 177–178.
- [6] 阿力腾才斯克, 萨仁高娃. 动物性食品中兽药残留危害及其成因[J]. 畜牧兽医科学(电子版), 2020, (14): 156–157.  
ALITENG CSK, SAREN GW. Hazards and causes of veterinary drug residues in animal food [J]. Graziery Vet Sci (Electr Vers), 2020, (14): 156–157.
- [7] 刘莉丽, 梁少东. 2019—2020 年北海市禽蛋中 6 种兽药残留检测结果分析[J]. 食品安全导刊, 2021, (19): 86–88.  
LIU LL, LIANG SD. Detection results of 6 veterinary drugs residues in poultry eggs in Beihai City from 2019 to 2020 [J]. Chin Food Saf Magaz, 2021, (19): 86–88.
- [8] 陆向梅, 胡波, 宫平, 等. 动物源性食品中氟喹诺酮类药物残留检测前处理技术的比较研究[J]. 食品安全导刊, 2023, (13): 130–132, 145.  
LU XM, HU B, GONG P, *et al.* Comparative study on pretreatment techniques for detection of fluoroquinolone residues in food of animal origin [J]. Chin Food Saf Magaz, 2023, (13): 130–132, 145.
- [9] 李吉岭. 食品中农药残留检测技术要点探讨[J]. 中国食品工业, 2023, (7): 62–63, 76.  
LI JL. Main points of pesticide residue detection technology in food [J]. China Food Ind, 2023, (7): 62–63, 76.
- [10] 左凤, 边腊红, 李芮, 等. 2022 年凉山州鸡肉、鸡蛋中兽药残留现状及膳食暴露评估[J]. 实验室检测, 2024, 2(1): 35–41.  
ZUO F, BIAN LH, LI R, *et al.* Status and dietary exposure assessment of veterinary drug residues in chicken and eggs in Liangshan prefecture in 2022 [J]. Lab Test, 2018, 2(1): 35–41.
- [11] 张晓. 九江部分地区鸭蛋中抗菌类兽药残留调查分析及控制对策研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2023.
- [12] ZHANG X. Investigation and analysis of antimicrobial veterinary drug residues in duck eggs in some areas of Jiujiang and study on control measures [D]. Nanchang: Nanchang University, 2023.
- [12] 刘凯, 王丽娜, 郭思琦. 超高效液相色谱-串联质谱法测定鸡蛋中四环素类、喹诺酮类、磺胺类残留量[J]. 广东饲料, 2023, 32(3): 31–34.  
LIU K, WANG LN, GUO SQ. Determination of tetracycline, quinolone and sulfonamides residues in eggs by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Guangdong Feed, 2023, 32(3): 31–34.
- [13] 肖永华, 革丽亚, 梁高道, 等. 湖北省鸡肉和鸡蛋中多组分抗生素残留分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2022, 34(2): 292–296.  
XIAO YH, GE LY, LIANG GD, *et al.* Analysis of multi-component antibiotic residues in chicken and eggs in Hubei Province [J]. Chin J Food Hyg, 2022, 34(2): 292–296.
- [14] 于帅, 周旭东, 王珊, 等. 2019—2020 年新疆七地州市鸡肉和鸡蛋兽药残留监测分析[J]. 公共卫生与预防医学, 2023, 34(6): 144–147.  
YU S, ZHOU XD, WANG S, *et al.* Surveillance and analysis of veterinary drug residues in chicken and eggs in Qidi City, Xinjiang from 2019 to 2020 [J]. J Public Health Prev Med, 2023, 34(6): 144–147.
- [15] 付海燕, 卢欢欢, 龙婉君, 等. 动物源食品中抗生素残留检测方法与研究进展[J]. 轻工学报, 2023, 38(6): 37–45.  
FU HY, LU HH, LONG WJ, *et al.* Detection methods and research progress of antibiotic residues in food of animal origin [J]. J Light Ind, 2023, 38(6): 37–45.
- [16] SHIYAN L, GAOQI J, AMAN MK, *et al.* The quantitative source apportionment of heavy metals in peri-urban agricultural soils with UNMIX and input fluxes analysis [J]. Environ Technol Innov, 2020, 1: 101232.
- [17] MUND DM, KHAN HU, TAHIR U, *et al.* Antimicrobial drug residues in poultry products and implications on public health: A review [J]. Int J Food Prop, 2016, 20(7): 1433–1446.
- [18] 张飞, 郭慧静, 常恒瑞, 等. 新疆地区鸡肉中兽药残留检测及风险分析[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(15): 180–182, 187.  
ZHANG F, GUO HJ, CHANG HR, *et al.* Detection and risk analysis of veterinary drug residues in chicken meat in Xinjiang [J]. J Anhui Agric Sci, 2022, 50(15): 180–182, 187.
- [19] 王睿, 方菁. 禽蛋中抗菌药物残留状况研究[J]. 中国抗生素杂志, 2022, 47(4): 333–343.  
WANG R, FANG J. Study on antimicrobial residues in poultry eggs [J]. Chin J Antibiot, 2022, 47(4): 333–343.
- [20] 郑莉韬, 蒲云霞, 侯坤, 等. 内蒙古地方特色乳制品及含乳制品兽药残留调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2023, 35(9): 1346–1350.  
ZHENG LT, PU YX, HOU K, *et al.* Local characteristics of Inner Mongolia dairy and dairy veterinary drug residue survey [J]. Chin J Food Hyg, 2023, 35(9): 1346–1350.
- [21] 徐宏智. 2023 内蒙古统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2023.  
XU HZ. 2023 Inner Mongolia Statistical Yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2023.
- [22] 张磊, 李凤琴, 刘兆平. 食品中化学物累积风险评估方法及应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, (4): 378–382.  
ZHANG L, LI FQ, LIU ZP. Method and application of cumulative risk assessment of chemicals in food [J]. Chin J Food Hyg, 2011, (4): 378–382.
- [23] 刘书贵, 尹怡, 单奇, 等. 广东省鳙鱼和杂交鲤中孔雀石绿和硝基呋喃

- 残留调查及暴露评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(5): 553-558.
- LIU SG, YIN Y, SHAN Q, *et al.* Investigation and exposure assessment of malachite green and nitrofurans residues in mandarin fish and hybrid ophiocephalus in Guangdong Province [J]. *Chin J Food Hyg*, 2015, 27(5): 553-558.
- [24] 刘峰, 马明阳, 李蕾, 等. 2016-2020 年宁夏市售鸡肉和鸡蛋中 23 种兽药残留及健康风险评估[J]. 卫生研究, 2022, (3): 497-500, 508.
- LIU F, MA MY, LI L, *et al.* Residual and health risk assessment of 23 veterinary drugs in chicken and eggs sold in Ningxia from 2016 to 2020 [J]. *J Hyg Res*, 2022, (3): 497-500, 508.
- [25] 王妹婷, 黄希汇, 刘少颖, 等. 市售鸡肉与鸡蛋中四环素类抗生素残留调查与膳食暴露风险评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2023, (7): 1063-1066.
- WANG ST, HUANG XH, LIU SY, *et al.* Investigation of tetracycline antibiotics residues in chicken and eggs and risk assessment of dietary exposure [J]. *Chin J Food Hyg*, 2023, (7): 1063-1066.
- [26] 武玉平, 杨爱青, 汪洋, 等. 山东省部分地市鸡蛋中禁用药物及兽药含量特征分析及膳食暴露风险评估[J]. 食品安全导刊, 2023, (21): 76-79.
- WU YP, YANG AIQ, WANG Y, *et al.* Analysis of prohibited drugs and veterinary drugs in eggs and risk assessment of dietary exposure in some cities of Shandong Province [J]. *China Food Saf Magaz*, 2023, (21): 76-79.
- [27] 李明珠, 王雅蓉, 卢立志, 等. 欧盟与中国禽蛋食品安全兽药残留限量对比分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15(5): 260-268.
- LI MZ, WANG YR, LU LZ, *et al.* Comparative analysis of residue limits of agricultural and veterinary drugs in poultry and egg food safety between EU and China [J]. *J Food Saf Qual*, 2024, 15(5): 260-268.
- [28] 张学健, 李世荣, 刘继洋, 等. 重庆市部分区县鸡肉和鸡蛋兽药残留监测分析及膳食暴露风险评估[J]. 食品安全导刊, 2024, (3): 39-42.
- ZHANG XJ, LI SR, LIU JY, *et al.* Surveillance analysis and dietary exposure risk assessment of veterinary drug residues in chicken and eggs in some districts and counties of Chongqing [J]. *China Food Saf Magaz*, 2024, (3): 39-42.
- [29] 郑莉韬. 内蒙古地方特色乳制品及含乳制品中抗菌药物残留的检测与膳食暴露风险评估[D]. 呼和浩特: 内蒙古医科大学, 2023.
- ZHENG LT. Detection and dietary exposure risk assessment of antimicrobial residues in local dairy products and dairy products in Inner Mongolia [D]. Hohhot: Inner Mongolia Medical University, 2023.
- [30] 李文香, 刘华格, 陈欢, 等. 鸡蛋中兽药残留及防控对策[J]. 北方牧业, 2023, (3): 17-18.
- LI WX, LIU HG, CHEN H, *et al.* Residues of veterinary drugs in eggs and countermeasures for prevention and control [J]. *North Anim Husb*, 2023, (3): 17-18.

(责任编辑: 于梦娇 韩晓红)

## 作者简介



高珊, 初级技师, 主要研究方向为食品理化检验。

E-mail: shangao1228@163.com



田岳申, 主管技师, 主要研究方向为食品理化检验。

E-mail: 415791191@qq.com