DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20250212001
引用格式: 张元群, 廖倩, 崔博宇, 等. 重庆市巴南区市售鸡蛋中残留兽药现状调查及膳食暴露风险评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(13): 314–320.
ZHANG YQ, LIAO Q, CUI BY, *et al*. Survey on the current status of residue of veterinary drugs in eggs on sale in Banan district, Chongqing and assessment of dietaryposure risk [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(13): 314–320. (in Chinese with English abstract).

重庆市巴南区市售鸡蛋中残留兽药现状调查及膳食暴露风险评估

张元群, 廖　倩*, 崔博宇, 宋兴惠, 冷　吉, 郑金梅
(重庆市巴南区疾病预防控制中心, 重庆　401320)

摘　要: 目的　了解重庆市巴南区市售鸡蛋中兽药残留现状, 评估居民膳食摄入残留兽药导致的健康风险。**方法**　于 2024 年随机抽取重庆市巴南区 10 个镇街的集贸市场和超市售卖的鸡蛋共 208 份, 采用液相色谱-串联质谱法(liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)检测 15 种兽药残留含量, 通过点评估法计算每日估计暴露量和危害商, 评估膳食暴露风险。**结果**　208 份市售鸡蛋样本中兽药残留检出率 8.65% (18/208), 检出率最高为多西环素 3.37% (7/208); 不合格率 0.96% (2/208), 不合格样本主要来源于集贸市场售卖的散装无品牌鸡蛋。膳食暴露评估显示, 兽药残留的每日估计暴露量范围为 0.00013~0.03450 μg/(kg・bw・d), 危害商范围为 0.00000~0.00872, 远低于安全阈值, 提示摄入市售鸡蛋中残留兽药所引起的人体健康危害风险较低。**结论**　重庆市巴南区市售鸡蛋存在兽药残留现象, 但残留量总体可控, 健康风险较低。需重点关注散装和无品牌鸡蛋的监管, 并完善兽药使用规范及残留限量标准。

关键词: 鸡蛋; 兽药残留; 膳食暴露评估; 健康风险

Survey on the current status of residue of veterinary drugs in eggs on sale in Banan district, Chongqing and assessment of dietaryposure risk

ZHANG Yuan-Qun, LIAO Qian*, CUI Bo-Yu, SONG Xing-Hui, LENG Ji, ZHENG Jin-Mei
(*Chongqing Banan Centers for Disease Control and Prevention*, *Chongqing* 401320, *China*)

ABSTRACT: Objective　To investigate the current status of veterinary drug residues in eggs on sold in Banan District, Chongqing and assess the health risk of residues' dietary intake residues. **Methods**　In 2024, a total of 208 egg samples were randomly collected from markets and supermarkets in 10 towns and streets of Banan district. The residues of 15 kinds of veterinary drugs were detected using liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). The point assessment method was employed to calculate the daily estimated exposure and hazard

收稿日期: 2025-02-12
基金项目: 重庆市巴南区 2022 年度区级科技项目(KY202208185571003)
第一作者: 张元群(1984—), 女, 副主任检验技师, 主要研究方向为卫生检验及质量管理。E-mail: 258261538@qq.com
***通信作者:** 廖倩(1989—), 女, 主管检验技师, 主要研究方向为卫生检验。E-mail: 1286879111@qq.com

quotient for dietary exposure risk assessment. **Results**　The detection rate of veterinary drug residues in 208 samples of market eggs was 8.65% (18/208), with doxycycline showed the highest detection rate at 3.37% (7/208). The unqualified rate was 0.96% (2/208), with the unqualified samples mainly coming from unbranded bulk eggs sold in markets. The dietary exposure assessment revealed that the daily estimated exposure of veterinary drug residues ranged from 0.00013 to 0.03450 μg/(kg • bw • d), and the hazard quotient ranged from 0.00000 to 0.00872, significantly below the safety threshold. This indicates a low health risk associated with the intake of veterinary drug residues in eggs sold in the market. **Conclusion**　Veterinary drug residues are detected in eggs sold in Banan District, Chongqing, but the residue is generally controllable and the health risk low. Special attention should be given to bulk and unbranded eggs, and standards for veterinary drug use and residue limits should be further refined.

KEY WORDS: eggs; veterinary drug residues; dietary exposure assessment; health risk

0　引　言

鸡蛋作为优质蛋白质来源, 富含必需氨基酸、维生素和矿物质, 是居民膳食结构的重要组成部分。然而, 在蛋鸡养殖过程中, 兽药(如抗生素、抗寄生虫药)的广泛使用可能导致药物在鸡蛋中残留, 进而通过食物链对人体健康产生潜在危害。研究表明, 兽药残留可能引发过敏反应、肠道菌群紊乱, 甚至导致细菌耐药性增强, 威胁公共卫生安全[1–3]。

近年来, 国内外对鸡蛋中兽药残留的监管日益严格。我国也出台了 GB 31650—2019《食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量》和 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》等标准, 明确了鸡蛋中多种兽药的限量标准。但部分养殖户为降低蛋鸡疾病的发生, 提高养殖产量, 违规使用兽药的现象仍然存在[4–6]。因此, 开展市售鸡蛋的兽药残留风险监测很有必要。本研究系统对巴南区市售鸡蛋中 15 种兽药残留现状进行调查, 并结合点评估模型进行膳食暴露风险评估, 旨在为监管部门制定针对性措施提供数据支持, 同时为消费者食品安全选择提供参考。

1　材料与方法

1.1　材料

在重庆市巴南区 10 个镇街居民主要购买场所, 随机采集市售鸡蛋 208 份, 其中集贸市场 94 份、超市 114 份。包含定型包装样本 62 份、散装样本 146 份。

1.2　仪器和试剂

Waters I-Class/Xevo TQ-XS 液相色谱-串联质谱联用仪、HLB 固相萃取柱(6 cc/150 mg)(美国 Waters 公司); Heraeus Multifuge X1R 冷冻型等速台式离心机(美国 Thermo Fisher Scientific 公司); WT-12A Miulab 水浴氮吹仪(杭州米欧仪器有限公司); KS-7200DE 液晶超声波清洗器(昆山洁力美超声仪器有限公司)。

乙腈、甲醇(色谱纯, 美国 Thermo Fisher Scientific 公司); 甲酸(色谱纯, 美国 Waters 公司); 四环素类标准品(坛墨质检科技股份有限公司); 硝基咪唑类、氟苯尼考类、喹诺酮类、抗球虫类标准品(天津阿尔塔科技有限公司)

1.3　检测项目及检测方法

检测甲硝唑、氟苯尼考、氟苯尼考胺、恩诺沙星、氧氟沙星、培氟沙星、洛美沙星、诺氟沙星、环丙沙星、土霉素、多西环素、金霉素、四环素、尼卡巴嗪、地克珠利、托曲珠利、托曲珠利砜、托曲珠利亚砜等共 18 项兽药残留标志物, 检测方法参照《2024 年国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》中标准操作程序, 液相色谱-串联质谱法进行检测。

1.4　结果判定及依据

按照规定鸡蛋中兽药最大残留限量: 土霉素、金霉素、四环素均为 400 μg/kg, 氟苯尼考(氟苯尼考与氟苯尼考胺之和)、恩诺沙星(恩诺沙星与环丙沙星之和)、多西环素、地克珠利、托曲珠利(托曲珠利、托曲珠利砜及托曲珠利亚砜之和)均为 10 μg/kg, 氧氟沙星、培氟沙星、洛美沙星、诺氟沙星均为 2 μg/kg, 任何 1 种兽药残留量超出标准限量值即判定为产品不合格; 甲硝唑不得检出, 检出即判定为产品不合格。尼卡巴嗪在我国暂未规定鸡蛋残留限量标准, 本研究参照新加坡标准 300 μg/kg[7]进行判定。

1.5　膳食风险暴露评估

采用《食品中化学物风险评估的原则和方法》[8]中的点评估模型进行暴露评估。化学物每日估计暴露值(daily estimated exposure, DEE)等于食物消费量均值与食物中化学物含量的乘积。其计算见公式(1):

$$DEE=F\times C/bw/1000 \quad (1)$$

式中: DEE 为每日每公斤体重兽药暴露量, μg/(kg • bw • d); F 为调查人群每日消费量, 依据 2023 年重庆统计年鉴[9]中城镇常住居民家庭人均主要食品消费量(2021—2022 年)数据, 蛋及蛋制品日平均摄入量 40.19 g/d; C 为兽药残留量检测值, μg/kg; 本研究以兽药残留平均检测值、$P_{97.5}$、最大值

进行估计; bw 为调查人群平均体重, 本研究取人体平均体重 60.0 kg。

采用危害商(hazard quotient, HQ), 即化学物每日估计暴露量与每日允许摄入量的比值, 对市售鸡蛋中兽药残留的人群健康风险进行评价。其计算见公式(2):

$$HQ=DEE/ADI \quad (2)$$

式中: ADI 为化学物每日容许摄入量(acceptable daily intake), μg/(kg • bw)。

当 HQ≤1 时, 表明通过膳食摄入的兽药残留量对人体健康影响风险是可以接受的; 当 HQ>1 时, 表明通过膳食摄入的兽药残留量对人体健康存在风险, 且数值越大风险越高。

1.6 数据处理

运用 WPS Office 2022 表格软件对数据进行整理, SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析。根据食品低水平污染可靠性评价原则[10–11], 对于检测结果小于检出限(limit of detection, LOD)的按未检出计。当未检出率≤60%时, 检测结果低于 LOD 的按 1/2 LOD 计; 当未检出率>60%时, 检测结果低于 LOD 的按 LOD 计。本研究中兽药未检出率均>60%, 检测结果低于 LOD 的按 LOD 计。

2 结果与分析

2.1 总体情况

208 份市售鸡蛋共检出 5 种兽药残留, 18 份样本检出, 检出率 8.65%, 其中 1 份样本同时检出土霉素和多西环素, 见表 1。2 份样本不合格, 不合格率 0.96%, 不合格原因主要为多西环素超标, 见图 1。

表 1 市售鸡蛋兽药残留现状(*n*=208)

Table 1 Current situation of veterinary drug residues in eggs on the market (*n*=208)

兽药名称	检出数/份	检出率/%	不合格数/份	不合格率/%	检测值/(μg/kg)			
					均值	P_{50}	$P_{97.5}$	最大值
甲硝唑	0	0	0	0	0.20	0.20	0.20	0.20
氟苯尼考	0	0	0	0	0.50	0.50	0.50	0.50
恩诺沙星	5	2.40	0	0	0.33	0.30	0.30	2.80
氧氟沙星	0	0	0	0	0.30	0.30	0.30	0.30
培氟沙星	0	0	0	0	0.30	0.30	0.30	0.30
洛美沙星	0	0	0	0	0.30	0.30	0.30	0.30
诺氟沙星	0	0	0	0	0.30	0.30	0.30	0.30
土霉素	3	1.44	0	0	0.60	0.30	0.30	51.50
多西环素	7	3.37	2	0.96	0.64	0.30	1.18	38.90
金霉素	1	0.48	0	0	0.33	0.30	0.30	5.70
四环素	0	0	0	0	0.30	0.30	0.30	0.30
尼卡巴嗪	3	1.44	0	0	0.32	0.30	0.30	3.60
地克珠利	0	0	0	0	0.30	0.30	0.30	0.30
托曲珠利	0	0	0	0	0.60	0.60	0.60	0.60

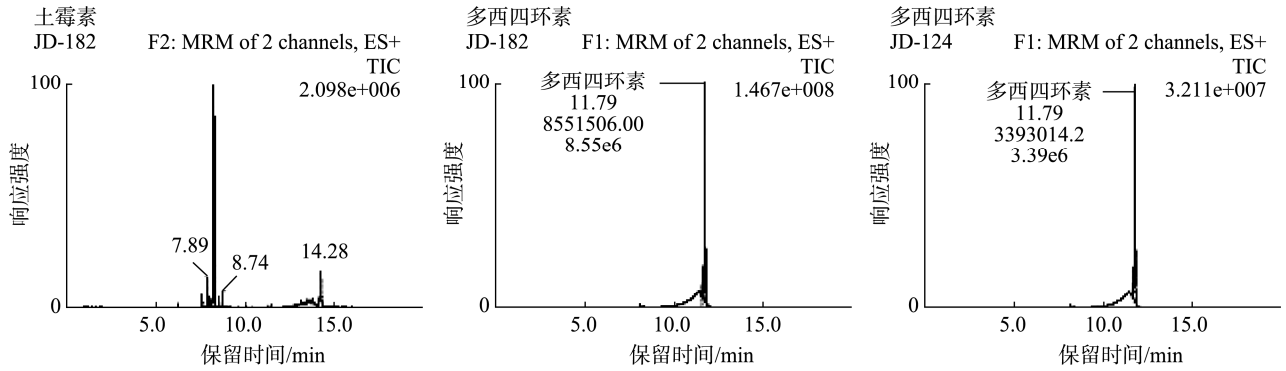

图 1 不合格样本液相色谱-串联质谱图谱

Fig.1 Liquid chromatography-tandem mass spectrometry spectra of the unqualified sample

2.2　地区分布

监测 10 个镇街, 除接龙镇外, 其余 9 个镇街市售鸡蛋均有检出兽药残留。鱼洞街道、龙洲湾街道、花溪街道等中心镇街均未发现兽药残留不合格鸡蛋售卖, 但在个别远郊镇街检出不合格市售鸡蛋。见表 2。

2.3　不同包装市售鸡蛋兽药残留特征

散装样本与定型包装样本中兽药残留检出率分别为 11.64% (17/146)、1.61% (1/62), 差异有统计学意义 (χ^2=5.539, P<0.05)。不合格市售鸡蛋均集中在散装样本, 146 份散装市售鸡蛋 2 份不合格, 不合格率 1.37%, 见表 3。不同价格散装市售鸡蛋均有检出兽药残留, 见表 4。定型包装未发现不合格样本, 但也在 1 份定型包装样本中检出多西环素。

2.4　不同采样场所鸡蛋兽药残留特征

集贸市场和超市售卖的鸡蛋兽药残留检出率分别为 13.83% (13/94)、4.39% (5/114), 差异有统计学意义 (χ^2=5.823, P<0.05)。不合格市售鸡蛋均集中在集贸市场样本中, 在超市环节售卖的鸡蛋也有 5 份检出土霉素、多西环素, 但均在限量标准范围内, 见表 5。

表 2　各镇街市售鸡蛋兽药残留现状分布

Table 2　Current distribution of veterinary drug residues in eggs sold in various towns and streets

镇街名称	样本数/份	检出数/份	检出率/%	不合格数/份	不合格率/%
鱼洞街道	40	4	10.00	0	0
龙洲湾街道	40	2	5.00	0	0
花溪街道	40	3	7.50	0	0
南泉街道	14	2	14.29	1	7.14
南彭街道	18	1	5.56	0	0
界石镇	20	2	10.00	0	0
安澜镇	10	1	10.00	1	10.00
接龙镇	9	0	0	0	0
东温泉镇	9	2	22.22	0	0
双河口镇	8	1	12.50	0	0

表 3　不同包装市售鸡蛋兽药残留现状

Table 3　Current situation of veterinary drug residues in eggs sold in different packaging

包装	样本数/份	检出数/份	检出率/%	不合格数/份	不合格率/%
散装	146	17	11.64	2	1.37
定型包装	62	1	1.61	0	0

表 4　不同价格散装市售鸡蛋兽药残留现状

Table 4　Current situation of veterinary drug residues in bulk eggs sold in the market at different prices

单价(元/kg)	样本数/份	检出数/份	检出率/%	不合格数/份	不合格率/%
<10	17	1	5.88	0	0
10~12	15	1	6.67	0	0
12~14	41	7	14.60	1	2.44
14~16	24	3	12.50	1	4.17
16~18	25	3	12.00	0	0
18~20	13	1	7.69	0	0
≥20	11	1	18.18	0	0

注: 单价区间值为大于等于低值且小于高值。如 10~12 元/kg, 即为大于等于 10 且小于 12 元/kg。

表 5　不同采样场所鸡蛋兽药残留现状

Table 5　Current situation of veterinary drug residues in eggs from different sampling sites

采样场所	样本数/份	检出数/份	检出率/%	不合格数/份	不合格率/%
集贸市场	94	13	13.83	2	2.13
超市	114	5	4.39	0	0

2.5 不同来源鸡蛋兽药残留特征

有品牌与无品牌的市售鸡蛋兽药残留检出率分别为1.35% (1/74)、12.69% (17/134), 差异有统计学意义(χ^2=7.669, P<0.05)。不合格样本均为无品牌样本, 不合格率1.49%。见表6。

2.6 膳食风险评估

采用点评估法计算重庆市巴南区市售鸡蛋兽药残留对居民的膳食影响, 兽药的DEE范围为0.00013~0.03450 μg/(kg • bw • d), HQ 范围为 0.00000~0.00869, 见表 7。其中 1 份样本同时检出土霉素(1.4 μg/kg)和多西环素(38.9 μg/kg), DEE 分别为0.00094、0.02606, HQ 分别为 0.00003、0.00869, 该样本兽药残留累积 HQ 为 0.00872。HQ 均远小于 1, 表明市售鸡蛋中残留兽药对人体健康危害风险较低。甲硝唑、培氟沙星因未设定 ADI 值, 不予暴露风险评价。

表 6 不同来源市售鸡蛋兽药残留现状

Table 6 Current situation of veterinary drug residues in eggs from different sources

品牌	样本数/份	检出数/份	检出率/%	不合格数/份	不合格率/%
有品牌	74	1	1.35	0	0
无品牌	134	17	12.69	2	1.49

表 7 2024 年巴南区市售鸡蛋兽药 DEE 及 HQ

Table 7 DEE and HQ of veterinary drug residues in eggs sold in Banan District in 2024

兽药名称	ADI/[μg/(kg • bw)]	DEE/[μg/(kg • bw • d)]			HQ		
		均值	$P_{97.5}$	最大值	均值	$P_{97.5}$	最大值
甲硝唑	*	0.00013	0.00013	0.00013	-	-	-
氟苯尼考	3	0.00033	0.00033	0.00033	0.00011	0.00011	0.00011
恩诺沙星	6.2	0.00022	0.00020	0.00188	0.00004	0.00003	0.00030
氧氟沙星	5	0.00020	0.00020	0.00020	0.00004	0.00004	0.00004
培氟沙星	*	0.00020	0.00020	0.00020	-	-	-
洛美沙星	25	0.00020	0.00020	0.00020	0.00001	0.00001	0.00001
诺氟沙星	14	0.00020	0.00020	0.00020	0.00001	0.00001	0.00001
土霉素	30	0.00040	0.00020	0.03450	0.00001	0.00001	0.00115
多西环素	3	0.00043	0.00079	0.02606	0.00014	0.00026	0.00869
金霉素	30	0.00022	0.00020	0.00382	0.00001	0.00001	0.00013
四环素	30	0.00020	0.00020	0.00020	0.00001	0.00001	0.00001
尼卡巴嗪	400	0.00021	0.00020	0.00241	0.00000	0.00000	0.00001
地克珠利	30	0.00020	0.00020	0.00020	0.00001	0.00001	0.00001
托曲珠利	2	0.00040	0.00040	0.00040	0.00020	0.00020	0.00020

注: *表示未设置 ADI 值, HQ 值无法计算用-表示。

3 结论与讨论

本研究显示, 重庆市巴南区市售鸡蛋兽药残留检出率为 8.65%, 以多西环素(3.37%)和土霉素(1.44%)为主, 与王姝婷等[12]、张学健等[13]、于帅等[14]、刘峰等[15]在全国多地的调查结果一致。四环素类抗生素因成本低、抗菌谱广, 在养殖业中滥用现象普遍[16–18], 可能导致耐药菌株扩散[19–20]。2019 年, 农业农村部在全国试行食用农产品合格证制度[21], 推进生产者落实农产品质量安全主体责任, 进一步规范兽药等安全使用。此外, 2 份不合格样本均为散装无品牌鸡蛋, 可能存在生产监管盲区以及溯源体系缺失等问题[22]。

散装鸡蛋的兽药残留检出率(11.64%)显著高于定型包装样本(1.61%), 与许燕平等[2]的研究结论相符。集贸市场样本的不合格率(2.13%)高于超市, 可能与其供应链溯源体系不完善有关, 分散批零的经营方式也增加了食用农产品的追溯难度[23]。建议加强散装鸡蛋的源头管控[24], 可依托大数据[25–26]、区块链[27–28]、互联网+等[29–30], 推行“合格证+追溯码”制度, 进一步保证蛋类农产品的质量、提升供应链全过程透明度, 建立快速的退返召回机制。

尽管 HQ 值均低于 1, 但本研究仅评估了 15 种兽药, 未涵盖其他潜在风险物质(如抗病毒药)[31–32]。此外, 点评估法未考虑累积暴露和敏感人群(如儿童、孕妇)的风险。未来需结合生物监测和分子毒理学研究, 进一步明确长期

低剂量暴露的影响。

新加坡等国家已对鸡蛋中尼卡巴嗪设定了严格的残留限量, 而我国仍缺乏相应标准。建议加快制定相关限量标准, 更好地保障食品安全。

参考文献

[1] 赵同渊, 刘兆霞, 杨代蓉, 等. 鸡蛋中兽药残留现状、检测技术及控制措施[J]. 中国动物保健, 2024, 26(8): 85–86.
ZHAO TY, LIU ZX, YANG DR, *et al*. Current status, detection techniques and control measures of veterinary drug residues in eggs [J]. China Animal Health, 2024, 26(8): 85–86.

[2] 许燕平, 包祥嘉, 王菁. 鸡蛋中常用兽药残留的现状、检测方法及防控措施[J]. 食品安全导刊, 2024(19): 9–12.
XU YP, BAO XJ, WANG J. Current status, detection methods and prevention measures of common veterinary drug residues in eggs [J]. China Food Safety Magazine, 2024(19): 9–12.

[3] 郝洪丹. 鸡蛋中兽药残留现状及其检测方法研究进展[J]. 家禽科学, 2022(10): 54–60.
HAO HD. Research progress on current status and detection methods of veterinary drug residues in eggs [J]. China Poultry Science, 2022(10): 54–60.

[4] 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 NH, LI R, *et al*. The current situation of veterinary drug residues in chicken and eggs in Liangshan State in 2022 and the assessment of dietary exposure [J]. Laboratory Testing, 2024, 2(1): 35–41.

[5] 刘发全, 袁琪. 鸡蛋中兽药残留现状及检测技术[J]. 中国动物保健, 2023, 25(6): 76–77.
LIU FQ, YUAN Q. Residue of veterinary drugs in eggs and detection technology [J]. China Animal Health, 2023, 25(6): 76–77.

[6] 彭文绣, 李璇, 成昕. 鸡蛋中喹诺酮类兽药残留现状及对策建议[J]. 中国兽药杂志, 2020, 54(10): 76–81.
PENG WX, LI X, CHENG X. Quinolone residues in eggs: Current situation and suggestions for countermeasures [J]. Chinese Journal of Veterinary Drug, 2020, 54(10): 76–81.

[7] 宁波市商务局预警信息. 新加坡修订鸡蛋中尼卡巴嗪的最大残留限量[EB/OL]. (2020-12-4) [2020-12-7]. http://swj.ningbo.gov.cn/art/2020/12/7/art_1229031552_58924111.html
Ningbo Municipal Bureau of Commerce Early Warning Information. Revision of the maximum residue limit of nicarbazin in eggs in Singapore [EB/OL]. (2020-12-4) [2020-12-7]. http://swj.ningbo.gov.cn/art/2020/12/7/art_1229031552_58924111.html

[8] 刘兆平, 李凤琴, 贾旭东. 食品中化学物风险评估原则和方法[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012.
LIU ZP, LI FQ, JIA XD. Principles and methods for risk assessment of chemicals in food [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2012.

[9] 国家统计局, 国家统计局重庆调查总队. 2023 年重庆统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2023.
National Bureau of Statistics, National Bureau of Statistics Chongqing Survey Team. Chongqing statistical yearbook 2023 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2023.

[10] GEMS/FOOD-EUROS. Reliable evaluation of low-level contamination of food, workshop in the frame of GEMS/Food-EUROS [R]. Kulmbach: Germany, 1995.

[11] Pest Management Regulatory Agency. Assigning values to nondeced/nonquantified pesticide residues in food [M]. Ottawa: Health Canada, 2009.

[12] 王姝婷, 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, 35(7): 1063–1066.
WANG ST, HUANG XH, LIU SY, *et al*. Investigation of tetracycline antibiotic residues and dietary exposure risk assessment in commercial chicken meat and eggs [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2023, 35(7): 1063–1066.

[13] 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]. 现代预防医学, 2023, 50(12): 2201–2205.
ZHANG XJ, LI SR, LIU JY, *et al*. Monitoring analysis and dietary exposure risk assessment of veterinary drug residues in chicken and eggs from some districts and counties of Chongqing [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(12): 2201–2205.

[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*. Monitoring analysis of veterinary drug residues in chicken and eggs from seven prefectures in Xinjiang during 2019-2020 [J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2023, 34(6): 144–147.

[15] 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, 51(3): 497–500.
LIU F, MA MY, LI L, *et al*. Evaluation of residues and health risks of 23 veterinary drugs in chicken and eggs sold in Ningxia from 2016 to 2020 [J]. Journal of Hygiene Research, 2022, 51(3): 497–500.

[16] 王佳琪, 李建军, 皇金龙, 等. 呼伦贝尔地区畜肉兽药残留及膳食风险评估[J]. 当代畜禽养殖业, 2024, 51(3): 29–32.
WANG JQ, LI JJ, HUANG JL, *et al*. Veterinary drug residues in livestock meat and dietary risk assessment in Hulunbuir region [J]. Modern Animal Husbandry, 2024, 51(3): 29–32.

[17] 凌文翠, 范玉梅, 方瑶瑶, 等. 京津冀地区畜禽养殖业抗生素污染现状分析[J]. 环境工程技术学报, 2018, 8(4): 390–397.
LING WC, FAN YM, FANG YY, *et al*. Analysis of the current situation of antibiotic pollution in livestock and poultry farming industry in Beijing-Tianjin-Hebei [J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2018, 8(4): 390–397.

[18] 段丽杰, 林丽红. 吉林省畜禽养殖场粪便中抗生素污染特征[J]. 中国科技信息, 2022(6): 100–102.
DUAN LJ, LIN LH. Antibiotic pollution characteristics of feces from livestock and poultry farms in Jilin Province [J]. China Science and Technology Information, 2022(6): 100–102.

[19] 沈银芳, 龚敬宇, 李刚, 等. 2013—2024 年上海市金山区某三级医院呼吸道感染儿童的化脓链球菌基因组特征[J]. 上海预防医学, 2025. https://link.cnki.net/urlid/31.1635.R.20250218.1458.002
SHEN YF, GONG JY, LI G, *et al*. Genomic characteristics of Streptococcus pyogenes in children with respiratory tract infection in a tertiary hospital in Jinshan District, Shanghai, 2013-2024 [J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2025. https://link.cnki.net/urlid/31.1635.R.

20250218.1458.002

[20] 王丽, 吴风玲, 孟存景. 探究畜禽养殖业抗生素污染现状及应对措施[J]. 畜牧兽医科技信息, 2023(4): 29–31.
WANG L, WU FL, MENG CJ. Explore the current situation of antibiotic pollution in livestock and poultry farming industry and the corresponding measures [J]. Chinese Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2023(4): 29–31.

[21] 农业农村部. 全国试行食用农产品合格证制度实施方案[R]. 北京: 农业农村部, 2019.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Implementation plan for the national trial of the certificate system for edible agricultural products [R]. Beijing: Ministry of Agriculture and Rural Affairs, 2019.

[22] 张斌文. 食品供应链质量与安全管理的问题与对策[J]. 中国食品工业, 2024(7): 53–55.
ZHANG BW. Quality and safety management issues and countermeasures of food supply chain [J]. China Food Industry, 2024(7): 53–55.

[23] 焦勇, 郑涛. 外地食用农产品追溯的困境及对策[J]. 中国市场监管研究, 2019(5): 40–45.
JIAO Y, ZHENG T. Difficulties and countermeasures of traceability of edible agricultural products from other places [J]. Research China Market Regulation, 2019(5): 40–45.

[24] 边红彪, 王菁, 杨洋. 食品安全监管源头控制的主要措施及操作规范可行性分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(5): 2018–2025.
BIAN HB, WANG Q, YANG Y. Main measures and operation norms for source control of food safety supervision and analysis of feasibility [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(5): 2018–2025.

[25] 李敏, 王娟, 宋文敏, 等. 大数据技术在农产品质量安全中的应用与分析[J]. 现代商贸工业, 2025(3): 34–36.
LI M, WANG J, SONG WM, *et al*. Application and analysis of big data technology in the quality and safety of agricultural products [J]. Modern Business Trade Industry, 2025(3): 34–36.

[26] 万才荣. 依托大数据技术,保障农产品质量安全[J]. 农业工程技术, 2024, 44(32): 76–77.
WAN CR. Based on big data technology, ensuring the quality and safety of agricultural products [J]. Agricultural Engineering Technology, 2024, 44(32): 76–77.

[27] 刘双印, 雷墨鸳兮, 徐龙琴, 等. 基于区块链的农产品质量安全可信溯源系统研究[J]. 农业机械学报, 2022 , 53(6): 327–337.
LIU SY, LEI MYX, XU LQ, *et al*. Research on the blockchain-based agricultural products quality and safety trustworthy traceability system [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2022, 53(6): 327–337.

[28] 李旭东, 杨千河, 姚竟发, 等. 基于区块链的农产品溯源技术研究综述[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(6): 16–24.
LI XD, YANG QH, YAO JF, *et al*. Research review of blockchain-based agricultural product traceability technology [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2022, 50(6): 16–24.

[29] 杨雅萍, 姜侯, 胡云锋, 等. “互联网+”农产品质量安全追溯发展研究[J]. 中国工程科学, 2020, 22(4): 58–64.
YANG YP, JIANG H, HU YF, *et al*. Development of quality and safety traceability of agricultural products based on internet plus [J]. Strategic Study of CAE, 2020, 22(4): 58–64.

[30] 徐佳丽, 姚斌, 高军, 等. 基于“互联网+”视角下农产品质量安全监管模式研究[J]. 河北农业, 2023(11): 54–56.
XU JL, YAO B, GAO J, *et al*. Research on the supervision model of agricultural product quality safety based on the perspective of “Internet Plus” [J]. Hebei Agriculture, 2023(11): 54–56.

[31] 欧阳小艳, 黄珊, 蒙德军, 等. QuEChERS-高效液相色谱串联质谱法检测鸡蛋中金刚烷胺、金刚乙胺、氟虫腈及其代谢物残留[J]. 化工技术与开发, 2024, 53(6): 62–66.
OUYANG XY, HUANG S, MENG DJ, *et al*. Determination of residues of amantadine, rimantadine, fluoxpyr and its metabolites in eggs by QuEChERS-PLC-MS/MS [J]. Technology & Development of Chemical Industry, 2024, 53(6): 62–66.

[32] 程静, 刘志红, 张智, 等. 2017年—2018年内蒙古市售鸡蛋和鸡肉中金刚烷胺和利巴韦林残留调查[J]. 中国卫生检验杂志, 2019, 29(16): 2020–2021.
CHENG J, LIU ZH, ZHANG Z, *et al*. Survey of residues of amantadine and ribavirin in eggs and chicken sold in Inner Mongolia from 2017 to 2018 [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2019, 29(16): 2020–2021.

(责任编辑: 蔡世佳 于梦娇)