



陈文,周佳翊,万萍,等.氟苯尼考在修水黄羽乌鸡体内不同组织的残留消除规律研究[J].江西农业大学学报,2026,48(1):165-175.

CHEN W,ZHOU J Y,WAN P,et al.A study on residual elimination of florfenicol in different tissues of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens[J].Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2026,48(1):165-175.

## 氟苯尼考在修水黄羽乌鸡体内不同组织的 残留消除规律研究

陈文<sup>1,2</sup>,周佳翊<sup>1,2</sup>,万萍<sup>3</sup>,陶慧慧<sup>4</sup>,陈薇<sup>5</sup>,张大文<sup>1\*</sup>,廖且根<sup>1</sup>,吴国平<sup>2\*</sup>

(1.江西省农业科学院 农产品质量安全与标准研究所/农业农村部禽类产品质量安全控制重点实验室/农产品质量安全江西省重点实验室,江西 南昌 330200;2.江西农业大学 食品科学与工程学院,江西 南昌 330045;3.江西省九江市农业综合行政执法支队,江西 九江 332000;4.江西省九江市动物疫病预防控制中心,江西 九江 332000;5.江西省九江市农产品质量安全中心,江西 九江 332000)

**摘要:**【目的】旨在探究氟苯尼考在修水黄羽乌鸡不同组织中的残留消除规律,明确其在修水黄羽乌鸡体内的休药期,为氟苯尼考在修水黄羽乌鸡养殖中的合理使用提供科学依据,保障修水黄羽乌鸡产品质量安全。【方法】选择42只160日龄健康修水黄羽乌鸡,按照20%氟苯尼考粉推荐剂量1.5 g/L饮水连续给药5 d,停药后分别于0.16,1,3,5,9,15,20 d采集肌肉、肝脏、肾脏、皮脂样本。采用液相色谱-串联质谱法对样品中的氟苯尼考和氟苯尼考胺残留量进行测定,并利用休药期软件(WT 1.4)计算出氟苯尼考在修水黄羽乌鸡各个组织中的休药时间。【结果】氟苯尼考在修水黄羽乌鸡体内的休药时间长于普通肉鸡。氟苯尼考在修水黄羽乌鸡肌肉、肝脏、肾脏和皮脂中的休药期分别是11.26,0,0,17.58 d。【结论】为保障修水黄羽乌鸡产品质量安全和消费者健康,建议氟苯尼考在修水黄羽乌鸡体内的休药时间应不少于18 d。

**关键词:**修水黄羽乌鸡;氟苯尼考;氟苯尼考胺;休药期;残留

中图分类号:S831 文献标志码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号:1000-2286(2026)01-0165-11

CSTR:32399.14.aauj.2026015



## A study on residual elimination of florfenicol in different tissues of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens

CHEN Wen<sup>1,2</sup>,ZHOU Jiayi<sup>1,2</sup>,WAN Ping<sup>3</sup>,TAO Huihui<sup>4</sup>,CHEN Wei<sup>5</sup>,  
ZHANG Dawen<sup>1\*</sup>,LIAO Qiegen<sup>1</sup>,WU Guoping<sup>2\*</sup>

收稿日期:2025-07-11 修回日期:2025-09-19 接受日期:2025-09-26

基金项目:农业农村部农产品质量安全风险评估重大专项(GJFP20230304)和江西省现代农业科研协同创新专项经费(JXXTKYJTJS202505)

Project supported by the National Major Project for Risk Assessment of Quality and Safety of Agricultural Products (GJFP20230304) and the Jiangxi Special Fund for Agro-scientific Research in the Collaborative Innovation (JXXTKYJTJS202505)

作者简介:陈文,硕士生,orcid.org/0009-0003-0661-6586,1836310522@qq.com;\*通信作者:张大文,研究员,博士,主要从事禽产品质量安全与营养品质评价研究,orcid.org/0000-0002-5021-6526,zdw3296@163.com;吴国平,教授,博士,主要从事食品微生物检测及安全控制研究,orcid.org/0000-0001-7797-7627,jdwp@163.com。

©《江西农业大学学报》编辑部,开放获取CC BY-NC-ND协议

(1. Key Laboratory for Quality and Safety Control of Poultry Products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, Key Laboratory of Agricultural Product Quality and Safety in Jiangxi Province, Institute for Quality & Safety and Standards of Agricultural Products Research, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 2. College of Food Science and Engineering, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330200, China; 3. Jiujiang Agricultural Comprehensive Law Enforcement Detachment, Jiujiang, Jiangxi 332000, China; 4. Jiujiang Animal Disease Prevention and Control Center, Jiujiang, Jiangxi 332000, China; 5. Jiujiang Agricultural Product Quality and Safety Center, Jiujiang, Jiangxi 332000, China)

**Abstract:** [Objective] This study aims to investigate the residue depletion patterns of florfenicol in different tissues of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens and to determine the withdrawal time of florfenicol in these chickens. The findings will provide a scientific basis for establishing the withdrawal period of antimicrobial drugs in Xiushui yellow-feathered black-bone chickens, thereby ensuring the safety of Xiushui yellow-feathered black-bone chicken products. [Method] A total of forty-two healthy 160-day-old Xiushui yellow-feathered black-bone chickens were selected. They were administered florfenicol via drinking water at the recommended dosage of 1.5 g/L of 20% florfenicol powder for 5 consecutive days. Samples of muscle, liver, kidney, and skin fat were collected at 0.16, 1, 3, 5, 9, 15, and 20 days after drug withdrawal. The residues of florfenicol and florfenicol amine in the samples were determined using liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). The withdrawal time for florfenicol in various tissues of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens was calculated using withdrawal period software (WT 1.4). [Result] The half-life and withdrawal time of florfenicol in Xiushui yellow-feathered black-bone chickens were longer than those in ordinary broiler chickens. The withdrawal times for florfenicol soluble powder in muscle, liver, kidney, and skin fat of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens were 11.26 days, 0 days, 0 days, and 17.58 days, respectively. [Conclusion] To ensure the safety of Xiushui yellow-feathered black-bone chicken products and consumer health, it is recommended that the withdrawal times for florfenicol in Xiushui yellow-feathered black-bone chickens should be greater than 18 days.

**Keywords:** Xiushui yellow-feathered black-bone chickens; florfenicol; florfenicol amine; withdrawal time; residue

【研究意义】乌鸡作为一种兼具食用和药用价值的家禽,肉质鲜美,具有延缓衰老、提高免疫力和清除自由基等多重功效<sup>[1]</sup>。修水黄羽乌鸡是江西省修水县的地方特产,作为2010年以来江西省通过国家鉴定的家鸡遗传资源之一<sup>[2]</sup>,具有较高的营养价值、低脂肪含量和优良的口感,且具备黄羽的显性特征与乌鸡特有的富含黑色素的特点,呈现出典型的“五乌一黄”特征<sup>[3]</sup>。然而,近年来的研究与报道表明,乌鸡体内抗菌药物残留超标问题较为突出<sup>[4]</sup>,其主要原因在于乌鸡体内丰富的黑色素会影响抗菌药物的代谢与排除<sup>[5]</sup>,导致药物在体内的停留时间较长,进而需要更长的休药期。氟苯尼考(flорfenicol)是一种广谱抗菌药物,因其吸收良好、抗菌谱广且不易产生耐药性,广泛用于畜禽动物感染的治疗<sup>[6]</sup>。已有研究<sup>[7-9]</sup>表明,不同乌鸡品种对药物的残留消除规律存在较大差异。然而,已有研究<sup>[7-9]</sup>主要集中在泰和乌鸡和余干乌骨鸡,未见针对黄羽乌鸡中药物残留消除的研究。因此,探究氟苯尼考在修水黄羽乌鸡体内的分布与残留消除规律,明确其安全休药期,对于保障黄羽乌鸡产业的高质量发展具有重要意义。同时,这一研究也可为科学制定修水黄羽乌鸡的休药期提供数据支撑,为确保食品安全和消费者健康提供理论依据。【前人研究进展】研究人员对抗菌药物在乌鸡体内的残留消除规律研究主要集中在泰和乌鸡、余干乌骨鸡、四川山地乌骨鸡等。Yuan等<sup>[7]</sup>的研究表明,恩诺沙星在泰和乌鸡体内的主要残留组织为皮脂,其在泰和乌鸡皮肤中的休药期为284 d,而在余干乌骨鸡中则为210 d<sup>[9]</sup>。泰和乌鸡和余干乌骨鸡对甲氧苄啶的休药时间分别为159 d和69 d<sup>[7-8]</sup>。Zhang等<sup>[10]</sup>对替米考星在泰和乌鸡体内的残留消除规律进行了研究,结果显示,替米考星在泰和乌鸡肾脏中残留量最高,其余依次为

肝脏、皮脂和肌肉,计算得出休药期为 32 d。张静等<sup>[11]</sup>的研究发现,四川山地乌鸡在休药期之后 6 h,肝脏中仍可检测到沙拉沙星残留,且残留量超过国家规定的最大残留限量;休药 5 d 后,血液和鸡蛋中仍存在沙拉沙星残留。Liu 等<sup>[12]</sup>基于研究结果,建议泰和乌鸡中沙拉沙星的休药期为 93 d。龙伟等<sup>[13]</sup>开展了泰和乌鸡中氟苯尼考药物残留代谢规律研究,结果显示,氟苯尼考在泰和乌鸡中的休药期为 10 d,高于国家推荐的氟苯尼考 5 d 安全休药期的规定。

【本研究切入点】关于乌鸡中药物残留代谢规律的研究主要集中在泰和乌鸡和余干乌骨鸡,而不同乌鸡品种间药物残留消除规律存在较大差异,迄今为止,缺乏针对修水黄羽乌鸡体内药物残留消除规律的研究。【拟解决的关键问题】以修水黄羽乌鸡为研究对象,在连续给予氟苯尼考 5 d 后,探明氟苯尼考在修水黄羽乌鸡各组织中的分布和残留消除规律,计算出其在修水黄羽乌鸡体内的半衰期和所需的安全休药期。

1 材料与方法

1.1 主要试剂

20% 氟苯尼考粉(广东温氏大华农生物科技有限公司);氟苯尼考标准品(纯度≥99%,德国 Dr. Ehrenstorfer 有限公司);氟苯尼考胺标准品(纯度≥99%,德国 Dr. Ehrenstorfer 有限公司);氟苯尼考-D<sub>3</sub>标准品(纯度≥95%,德国 Dr. Ehrenstorfer 有限公司);氟苯尼考胺-D<sub>3</sub>标准品(纯度≥95%,德国 Dr. Ehrenstorfer 有限公司);氨水、氯化钠(分析纯);乙腈、甲酸(色谱纯)。

1.2 主要仪器

超高效液相色谱仪-三重四级杆质谱仪(1290 II-6495 型,安捷伦公司)、离心机(LXJ-IIIB 型,上海安亭科学仪器厂)、数显型旋涡混合器(IKAMS3 型,德国 IKA 公司)、超声波发生器(KH-500DB 型,昆山禾创超声仪器有限公司)、冷冻干燥机(pilot5-8E 型,北京博医康实验仪器有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 给药方案和样品的采集

选取 42 只 160 日龄健康修水黄羽乌鸡(购自九江修水黄羽乌鸡原种场)为试验对象,公母各半。氟苯尼考可溶性粉按照说明书推荐剂量 1.5 g/L 饮水连续给药 5 d,分别在停药后的第 0.16、1、3、5、9、15、20 天随机选择 3 只公鸡和 3 只母鸡进行屠宰,采集肌肉、肝脏、肾脏和皮脂组织,用密封袋分别封装并保存于-20 ℃冰箱。样品进行冷冻干燥后碾碎,作为供试试料,并记录干燥前后试样的质量。

1.3.2 样品前处理

样品前处理过程参考 Zheng 等<sup>[14]</sup>的分析方法,具体步骤如下:分别称取 0.5 g 鸡胸肉、皮脂、肝脏和 0.2 g 肾脏试料,置于 50 mL 离心管中,加入 50 μL 1.0 μg/mL 混合内标工作溶液(氟苯尼考-D<sub>3</sub>和氟苯尼考胺-D<sub>3</sub>),再加入 5 mL 0.2 mol/L pH 11 的磷酸盐缓冲液涡旋混匀 1 min;随后加入 10.0 mL 乙腈,立即涡旋混合 1 min,超声 30 min 后,加入 3 g NaCl 剧烈振摇 1 min,再超声 10 min,于 4 000 r/min 离心 5 min。取上清液转移至 15 mL 离心管,再加入 5 mL 正己烷除脂,弃去上层正己烷,将下层乙腈溶液氮吹至近干,加 1 mL V(甲醇):V(水)=2:8 溶解残渣,过 0.22 μm 滤膜后,用 LC-MS/MS 分析测定。

1.3.3 色谱条件

色谱柱为 C<sub>18</sub>(2.1 mm×50 mm, 1.8 μm),柱温:35 ℃,进样量:5.00 μL,流速:0.3 mL/min,流动相 A:0.1% 氨水,流动相 B:甲醇。液相色谱梯度洗脱条件见表 1。

表 1 液相色谱梯度洗脱条件

Tab.1 Gradient elution conditions for liquid chromatography

| 时间/min | 流动相 A/%        | 流动相 B/%        | 流速/(mL·min <sup>-1</sup> ) |
|--------|----------------|----------------|----------------------------|
| Time   | Mobile phase A | Mobile phase B | Rate                       |
| 0.5    | 90             | 10             | 0.3                        |
| 3      | 2              | 98             | 0.3                        |
| 5      | 2              | 98             | 0.3                        |
| 5.1    | 90             | 10             | 0.3                        |
| 6      | 90             | 10             | 0.3                        |

### 1.3.4 质谱条件

质谱条件:电喷雾电离、正负离子双模式,脱溶剂温度:150 ℃;氮气作为去溶剂气体,流速:15 L/min;雾化器压力: $2.1\times 10^5$  Pa;鞘气流速:12 L/min;鞘气温度:300 ℃;毛细管正电压:3 000 V;毛细管负电压:2 000 V;碰撞气:氮气。多反应监测条件见表2。

表2 多反应监测条件  
Tab.2 Multi-reaction monitoring parameters

| 化合物名称<br>Compound name                                | 母离子/( $m\cdot z^{-1}$ )<br>Parent ion | 子离子/( $m\cdot z^{-1}$ )<br>Product ion | 裂解电压/V<br>Declustering potential | 碰撞能量/V<br>Collision energy |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 氟苯尼考 Florfenicol                                      | 356                                   | 336                                    | 380                              | 5                          |
|                                                       |                                       | 185                                    | 380                              | 15                         |
| 氟苯尼考-D <sub>3</sub> Florfenicol-D <sub>3</sub>        | 359                                   | 339                                    | 380                              | 15                         |
|                                                       |                                       | 188                                    | 380                              | 5                          |
| 氟苯尼考胺 Florfenicol amine                               | 248.1                                 | 229.9                                  | 380                              | 25                         |
|                                                       |                                       | 130.1                                  | 380                              | 10                         |
| 氟苯尼考胺-D <sub>3</sub> Florfenicol amine-D <sub>3</sub> | 251                                   | 223                                    | 380                              | 10                         |

### 1.3.5 标准曲线制备

分别取适量氟苯尼考和氟苯尼考胺混合标准工作液,加入50 μL 1.0 μg/mL混合内标工作溶液(氟苯尼考-D<sub>3</sub>和氟苯尼考胺-D<sub>3</sub>),用初始流动相稀释定容到1.0 mL,涡旋混匀,配制成氟苯尼考和氟苯尼考胺质量浓度分别为5.0,10.0,20.0,50.0,100.0,200 ng/mL的系列标准溶液。以氟苯尼考和氟苯尼考胺的色谱峰与内标峰的面积比和药物质量浓度作线性回归,制作标准曲线。对含量超出标准曲线范围的样品,采用增加或减少称样量的方法进行测定。采用内标法同步校正不同组织的基质效应,因此氟苯尼考与氟苯尼考胺的定量结果不受基质差异影响。

### 1.3.6 数据分析和休药期计算

采用SPSS 22.0软件对氟苯尼考和氟苯尼考胺残留数据进行单因素方差分析,以 $P<0.05$ 为差异显著性标准,残留量的结果用“平均值±标准偏差”表示。在确定总体显著差异后,采用邓肯(Duncan's)检验进行事后多重比较。参照农业农村部对食品中兽药最大残留限量的规定<sup>[15]</sup>,采用WT 1.4软件按照95%置信区间计算氟苯尼考在肌肉、肝脏、肾脏及皮脂中的休药期。采用WinNonlin药代动力学分析软件的非房室模型计算各组织的药代动力学参数。

## 2 结果与分析

### 2.1 氟苯尼考与氟苯尼考胺的线性范围、检出限、定量限和回收率

氟苯尼考及氟苯尼考胺在5.0~200 ng/mL质量浓度范围内线性关系良好,相关系数均高于0.999。二者检测限均为0.5 μg/kg,定量限均为1.0 μg/kg。在不同基质样品中,于0.05~0.2 mg/kg添加水平下,其回收率为83.6%~95.8%,变异系数为3.5%~5.7%,显示出良好的准确性和精密度。

### 2.2 氟苯尼考与氟苯尼考胺在修水黄羽乌鸡各组织的分布规律

在饮水中添加1.5 g/L氟苯尼考可溶性粉,连续自由饮水5 d,停药后氟苯尼考原型在修水黄羽乌鸡体内的组织分布情况见表3。停药后4 h(0.16 d),肌肉、肝脏、肾脏和皮脂组织中的氟苯尼考原型含量快速上升,其中皮脂中含量最高,达到 $(185.41\pm 46.01)\mu\text{g/kg}$ ,显著高于其他组织( $P<0.05$ );肝脏中含量最低 $[(39.72\pm 20.65)\mu\text{g/kg}]$ ,显著低于其他组织( $P<0.05$ );肌肉和肾脏中含量差异不显著( $P>0.05$ )。氟苯尼考在修水黄羽乌鸡体内不同组织中分布由多到少依次为皮脂、肌肉、肾脏和肝脏。氟苯尼考的主要代谢产物氟苯尼考胺在修水黄羽乌鸡体内组织分布情况如表4所示。停药后4 h(0.16 d),氟苯尼考胺在修水黄羽乌鸡体内组织分布由多到少依次为皮脂、肾脏、肌肉和肝脏。其中,皮脂中的氟苯尼考胺含量最高 $[(921.41\pm 389.86)\mu\text{g/kg}]$ ,显著高于其他组织( $P<0.05$ );肝脏组织中的含量略低于肌肉和肾脏,但3个组织之间的含量差异不显著( $P>0.05$ )。

表 3 修水黄羽乌鸡不同组织中氟苯尼考含量  
Tab.3 Florfenicol content in different tissues of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens

| 停药后时间/d<br>Time after cessation of administration | 肌肉/( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Muscle | 肝脏/( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Liver | 肾脏/( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Kidney | 皮脂/( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Skin |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 0.16                                              | 119.25±41.13 <sup>b</sup>                         | 39.72±20.65 <sup>c</sup>                         | 97.84±34.01 <sup>b</sup>                          | 185.41±46.01 <sup>a</sup>                       |
| 1                                                 | 47.53±35.67 <sup>b</sup>                          | 25.70±14.23 <sup>b</sup>                         | 54.23±35.06 <sup>b</sup>                          | 131.19±47.17 <sup>a</sup>                       |
| 3                                                 | 28.62±10.05 <sup>b</sup>                          | 3.27±1.63 <sup>c</sup>                           | 4.16±2.56 <sup>c</sup>                            | 62.83±27.30 <sup>a</sup>                        |
| 5                                                 | 17.31±7.25 <sup>b</sup>                           | 2.42±2.37 <sup>b</sup>                           | 2.63±3.99 <sup>b</sup>                            | 57.16±19.84 <sup>a</sup>                        |
| 9                                                 | 8.62±4.21 <sup>b</sup>                            | ND                                               | 2.07±1.67 <sup>b</sup>                            | 38.89±22.47 <sup>a</sup>                        |
| 15                                                | 11.73±5.31 <sup>b</sup>                           | ND                                               | 0.95±1.63 <sup>c</sup>                            | 19.25±5.80 <sup>a</sup>                         |
| 20                                                | 2.99±1.81 <sup>b</sup>                            | ND                                               | ND                                                | 18.70±9.58 <sup>a</sup>                         |

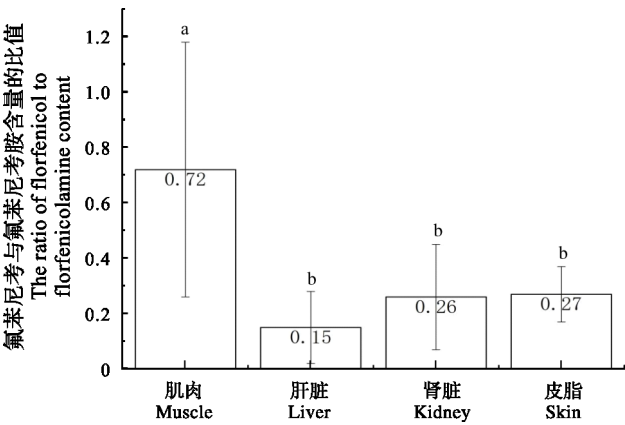
相同小写字母表示每行数据间差异不显著( $P>0.05$ ),同行小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ )。  
Identical lowercase letters denote no significant differences among the data within the same row ( $P>0.05$ ), whereas different lowercase letters within the same row signify significant differences ( $P<0.05$ ).

表 4 修水黄羽乌鸡不同组织中氟苯尼考胺含量  
Tab.4 Florfenicol amine content in different tissues of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens

| 停药后时间/d<br>Time since drug withdrawal | 肌肉/( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Muscle | 肝脏/( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Liver | 肾脏/( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Kidney | 皮脂/( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Skin |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 0.16                                  | 247.74±103.34 <sup>b</sup>                        | 114.31±49.51 <sup>b</sup>                        | 267.96±62.15 <sup>b</sup>                         | 921.41±389.86 <sup>a</sup>                      |
| 1                                     | 83.12±30.89 <sup>b</sup>                          | 63.62±28.65 <sup>b</sup>                         | 85.97±24.43 <sup>b</sup>                          | 885.60±210.34 <sup>a</sup>                      |
| 3                                     | 76.91±38.10 <sup>b</sup>                          | 37.96±13.87 <sup>b</sup>                         | 67.42±27.33 <sup>b</sup>                          | 300.68±111.25 <sup>a</sup>                      |
| 5                                     | 21.63±15.18 <sup>b</sup>                          | 27.57±16.95 <sup>b</sup>                         | 33.53±16.10 <sup>b</sup>                          | 220.30±125.44 <sup>a</sup>                      |
| 9                                     | 13.79±17.57 <sup>b</sup>                          | 6.98±3.33 <sup>b</sup>                           | 9.53±7.90 <sup>b</sup>                            | 184.42±112.18 <sup>a</sup>                      |
| 15                                    | 7.71±6.25 <sup>b</sup>                            | 2.70±1.39 <sup>b</sup>                           | 3.52±1.65 <sup>b</sup>                            | 58.83±17.95 <sup>a</sup>                        |
| 20                                    | 4.74±1.89 <sup>b</sup>                            | 3.68±2.25 <sup>b</sup>                           | 2.41±1.59 <sup>b</sup>                            | 46.38±22.84 <sup>a</sup>                        |

相同小写字母表示每行数据间差异不显著( $P>0.05$ ),同行小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),ND为未检出。  
Identical lowercase letters denote no significant differences among the data within the same row ( $P>0.05$ ), whereas different lowercase letters within the same row signify significant differences ( $P<0.05$ ).“ND” represents values below the detection limit.

修水黄羽乌鸡饮水给药后,体内各组织中的氟苯尼考与氟苯尼考胺含量的比值如图 1 所示。结果显示,修水黄羽乌鸡肌肉、肝脏、肾脏和皮脂中的氟苯尼考与氟苯尼考胺含量的比值均小于 1,表明修水黄羽乌鸡体内各组织中,氟苯尼考胺含量高于氟苯尼考。其中,肌肉中氟苯尼考与氟苯尼考胺含量的比值



相同字母表示不同组织间的差异不显著( $P>0.05$ ),不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。  
The same letters indicate no significant difference ( $P>0.05$ ), different letters indicate a significant difference ( $P<0.05$ ).

图 1 修水黄羽乌鸡各组织中的氟苯尼考与氟苯尼考胺含量之比  
Fig.1 The ratio of florfenicol to florfenicol amine in various tissues of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens

最高,达到0.72,显著高于肝脏、肾脏和皮脂中的比值( $P<0.05$ )。肝脏中比值最低,低于肾脏和皮脂,但差异不明显( $P>0.05$ );皮脂中的比值与肝脏、肾脏相比无显著差异( $P>0.05$ )。结果表明,氟苯尼考残留标志物在修水黄羽乌鸡各个组织中主要以氟苯尼考胺的形式存在,尤其在肝脏中,氟苯尼考与氟苯尼考胺含量的差距最大。

### 2.3 氟苯尼考与氟苯尼考胺在修水黄羽乌鸡体内的残留消除规律

根据农业农村部规定<sup>[15]</sup>,氟苯尼考在禽类中的残留标志物以氟苯尼考和氟苯尼考胺之和计。连续给药5 d后,氟苯尼考残留标志物在修水黄羽乌鸡体内的残留消除规律如图2所示。停药0.16 d后,氟苯尼考残留标志物在修水黄羽乌鸡各组织中达到峰值,随后开始迅速下降;在停药0.16~1 d期间,肌肉、肝脏和肾脏中的氟苯尼考残留标志物含量下降幅度最大,随后逐渐进入缓慢消除阶段。结果表明,氟苯尼考药物在修水黄羽乌鸡的肌肉、肝脏和肾脏中能够快速吸收并消除。而在皮脂中,氟苯尼考残留标志物含量在停药后的1~3 d下降幅度最大,随后进入缓慢消除阶段。整个试验的20 d中,皮脂中氟苯尼考残留标志物的含量始终高于其他3个组织。氟苯尼考和氟苯尼考胺在修水黄羽乌鸡不同组织的残留情况如表5所示,停药后的0.16~3 d,各组织对氟苯尼考残留标志物清除效率由高到低依次为肾脏(80%)、肝脏(73%)、肌肉(72%)和皮脂(67%)。其中,皮脂在停药0.16~1 d时,氟苯尼考胺含量下降较为缓慢,在停药1 d后仍有较高含量的氟苯尼考胺 $[(885.60\pm 210.34)\mu\text{g/kg}]$ ,推测是由于其他组织中大量的氟苯尼考被迅速代谢成为氟苯尼考胺并富集在皮脂中。停药后第9天,肝脏中未检出氟苯尼考残留;停药第15天,肾脏中的氟苯尼考仅少量残留;第20天时,肾脏中氟苯尼考未检出。停药后第0.16天,肝脏和肾脏中氟苯尼考残留标志物残留量低于国家规定的最大残留限量值;停药后第5天,肌肉中氟苯尼考残留标志物残留量低于国家规定的最大残留限量值;但皮脂中,停药第9天,氟苯尼考残留标志物含量仍高于国家规定的最大残留限量值。结果表明,氟苯尼考药物在皮脂中的消除速度最慢。

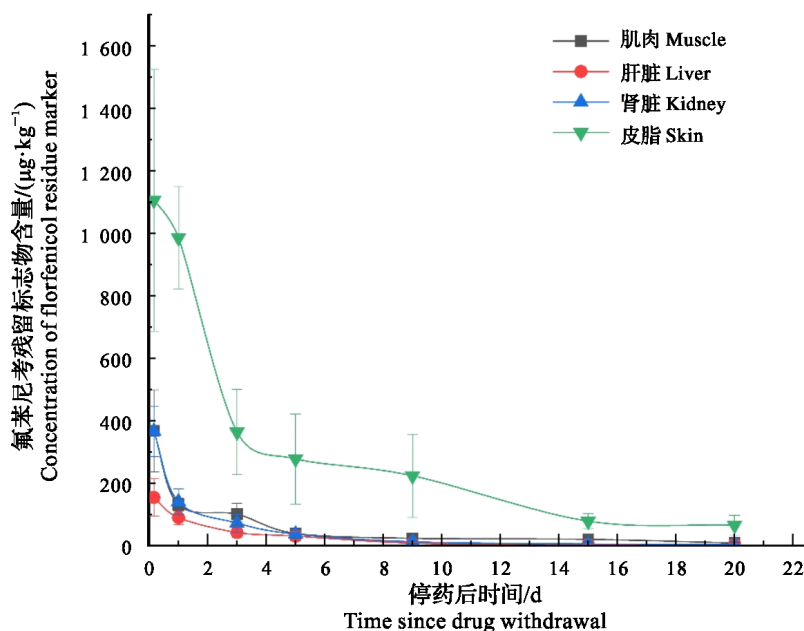


图2 氟苯尼考残留标志物的残留消除规律

Fig.2 Residue depletion regularity of florfenicol residue markers

### 2.4 休药期的计算

我国GB 31650—2019规定,氟苯尼考在家禽中的残留标志物为氟苯尼考和氟苯尼考胺之和,在家禽肌肉、肝脏、肾脏和皮脂中最大残留限量值分别为100,2 500,750,200  $\mu\text{g/kg}$ 。氟苯尼考在修水黄羽乌鸡各组织中的残留消除拟合情况如图3所示,修水黄羽乌鸡体内肌肉、肝脏、肾脏、皮脂中的氟苯尼考残留标志物休药期分别为11.26,0,0,17.58 d。因此,为确保修水黄羽乌鸡产品的食用安全性,建议氟苯尼考在该品种鸡体内的休药期应不少于18 d。

表 5 氟苯尼考和氟苯尼考胺在修水黄羽乌鸡不同组织的残留情况  
Tab.5 Residue profiles of florfenicol and florfenicol amine in different tissues of Xiushui yellow silky chickens

| 组织<br>Tissue | 停药后时间/d<br>Time since drug withdrawal | 氟苯尼考残留量/<br>( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Concentration of florfenicol | 氟苯尼考胺残留量/<br>( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Concentration of florfenicol amine | 氟苯尼考残留标志物残留量/<br>( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<br>Concentration of florfenicol & florfenicol amine |
|--------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 肌肉<br>Muscle | 0.16                                  | 119.25±41.13                                                                     | 247.74±103.34                                                                           | 366.99±131.97                                                                                             |
|              | 1                                     | 47.53±35.67                                                                      | 83.12±30.89                                                                             | 130.65±20.26                                                                                              |
|              | 3                                     | 28.62±10.05                                                                      | 76.91±38.10                                                                             | 100.23±35.02                                                                                              |
|              | 5                                     | 17.31±7.25                                                                       | 21.63±15.18                                                                             | 38.67±16.34                                                                                               |
|              | 9                                     | 8.62±4.21                                                                        | 13.79±17.57                                                                             | 22.41±15.37                                                                                               |
|              | 15                                    | 11.73±5.31                                                                       | 7.71±6.25                                                                               | 19.44±6.72                                                                                                |
|              | 20                                    | 2.99±1.81                                                                        | 4.74±1.89                                                                               | 7.74±1.74                                                                                                 |
| 肝脏<br>Liver  | 0.16                                  | 39.72±20.65                                                                      | 114.31±49.51                                                                            | 154.03±59.23                                                                                              |
|              | 1                                     | 25.70±14.23                                                                      | 63.62±28.65                                                                             | 89.32±22.26                                                                                               |
|              | 3                                     | 3.27±1.63                                                                        | 37.96±13.87                                                                             | 41.23±15.33                                                                                               |
|              | 5                                     | 2.42±2.37                                                                        | 27.57±16.95                                                                             | 29.98±15.23                                                                                               |
|              | 9                                     | ND                                                                               | 6.98±3.33                                                                               | 7.25±3.49                                                                                                 |
|              | 15                                    | ND                                                                               | 2.70±1.39                                                                               | 2.99±1.77                                                                                                 |
|              | 20                                    | ND                                                                               | 3.68±2.25                                                                               | 3.68±2.25                                                                                                 |
| 肾脏<br>Kidney | 0.16                                  | 97.84±34.01                                                                      | 267.96±62.15                                                                            | 365.80±81.32                                                                                              |
|              | 1                                     | 54.23±35.06                                                                      | 85.97±24.43                                                                             | 140.20±41.51                                                                                              |
|              | 3                                     | 4.16±2.56                                                                        | 67.42±27.33                                                                             | 71.58±28.11                                                                                               |
|              | 5                                     | 2.63±3.99                                                                        | 33.53±16.10                                                                             | 36.16±14.74                                                                                               |
|              | 9                                     | 2.07±1.67                                                                        | 9.53±7.90                                                                               | 11.59±7.05                                                                                                |
|              | 15                                    | 0.95±1.63                                                                        | 3.52±1.65                                                                               | 4.47±2.65                                                                                                 |
|              | 20                                    | ND                                                                               | 2.41±1.59                                                                               | 2.43±1.58                                                                                                 |
| 皮脂<br>Skin   | 0.16                                  | 185.41±46.01                                                                     | 921.41±389.86                                                                           | 1106.82±419.85                                                                                            |
|              | 1                                     | 131.19±47.17                                                                     | 885.60±210.34                                                                           | 986.79±163.90                                                                                             |
|              | 3                                     | 62.83±27.30                                                                      | 300.68±111.25                                                                           | 363.51±137.14                                                                                             |
|              | 5                                     | 57.16±19.84                                                                      | 220.30±125.44                                                                           | 277.46±144.13                                                                                             |
|              | 9                                     | 38.89±22.47                                                                      | 184.42±112.18                                                                           | 223.31±133.43                                                                                             |
|              | 15                                    | 19.25±5.80                                                                       | 58.83±17.95                                                                             | 78.08±23.60                                                                                               |
|              | 20                                    | 18.70±9.58                                                                       | 46.38±22.84                                                                             | 65.07±32.16                                                                                               |

ND 表示未检出。  
ND stands for not detected.

2.5 氟苯尼考在修水黄羽乌鸡体内的药代动力学参数

修水黄羽乌鸡各组织氟苯尼考药代动力学参数如表 6 所示。修水黄羽乌鸡各组织中氟苯尼考达峰时间顺序为皮脂(0.58 d)>肝脏(0.44 d)>肌肉(0.16 d)=肾脏(0.16 d);皮脂、肾脏、肌肉和肝脏中氟苯尼考达峰浓度分别为 1 162.66, 324.00, 323.56, 145.48  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 半衰期分别为 5.81, 3.43, 5.50, 4.64 d, 平均滞留时间分别为 5.50, 3.44, 4.93, 3.90 d; 皮脂、肾脏、肌肉和肝脏中氟苯尼考药时曲线下面积分别为 5 587.04, 698.77, 995.21, 434.50  $\text{d}\cdot\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

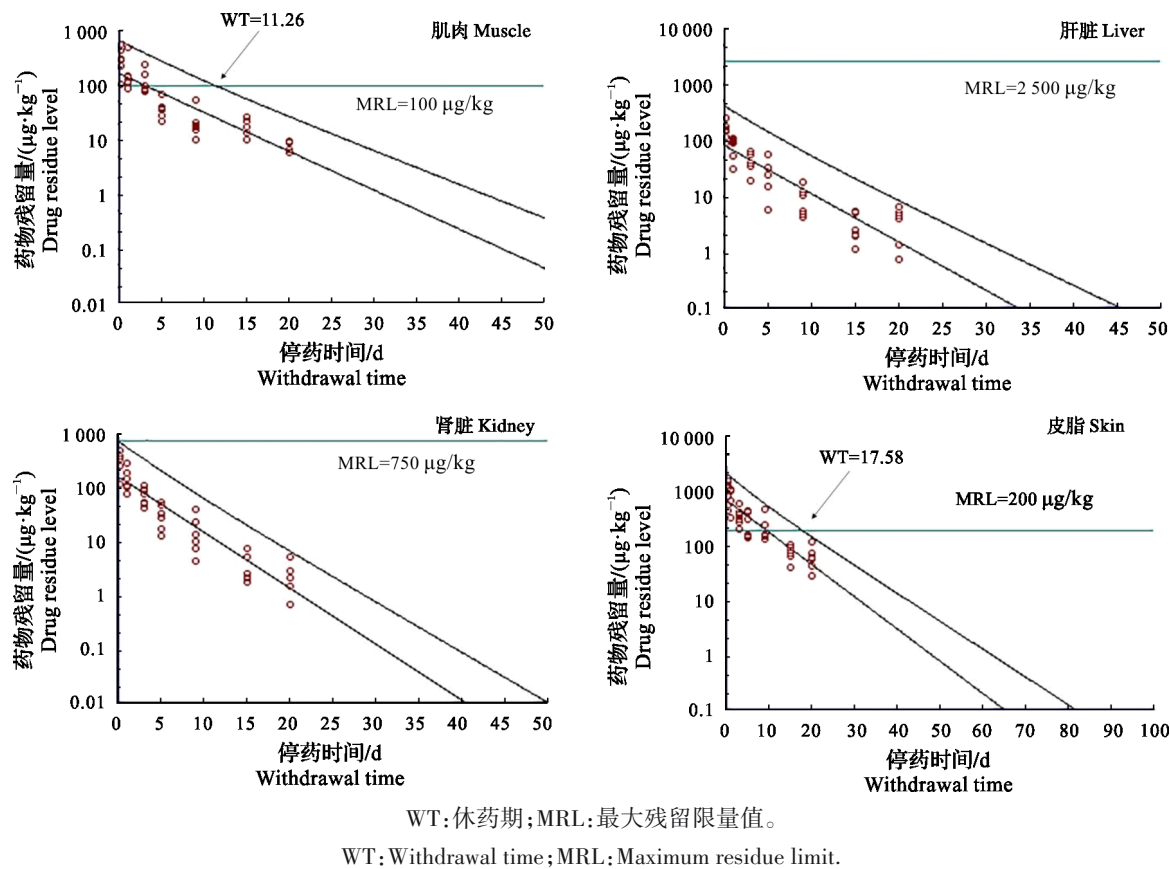


图3 修水黄羽乌鸡体内不同组织中氟苯尼考残留拟合分析

Fig.3 Fitting curve of florfenicol residues in different tissues of Xiushui yellow-feathered black-bone chickens

表 6 饮水给药氟苯尼考可溶性粉后修水黄羽乌鸡各组织的药代动力学参数  
Tab.6 Pharmacokinetic parameters of florfenicol soluble powder in various tissues of Xiushui yellow-feathered black-boned chickens after administration via drinking water

| 药代动力学参数<br>Pharmacokinetic parameters                                                      | 肌肉<br>Muscle | 肝脏<br>Liver | 肾脏<br>Kidney | 皮脂<br>Skin |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| 达峰时间 $T_{max}/d$<br>Time to peak concentration                                             | 0.16         | 0.44        | 0.16         | 0.58       |
| 达峰浓度 $C_{max}/(\mu g \cdot kg^{-1})$<br>Maximum concentration                              | 323.56       | 145.48      | 324.00       | 1162.66    |
| 药时曲线下面积 $AUC/(d \cdot \mu g \cdot kg^{-1})$<br>The area under the concentration-time curve | 995.21       | 434.50      | 698.77       | 5587.04    |
| 半衰期 $t_{1/2}/d$<br>Elimination half-life                                                   | 5.50         | 4.64        | 3.43         | 5.81       |
| 平均滞留时间 $MRT_{last}/d$<br>Mean residence time                                               | 4.93         | 3.90        | 3.44         | 5.50       |
| 相关系数 $R^2$<br>Correlationcoefficient                                                       | 0.82         | 0.81        | 0.88         | 0.90       |

3 讨论与结论

3.1 讨论

已有研究<sup>[16-18]</sup>表明,氟苯尼考在动物体内主要以其原型和氟苯尼考胺代谢产物的形式存在。在本研

究中,修水黄羽乌鸡各组织中氟苯尼考与氟苯尼考胺的比值范围为0.15~0.72,说明氟苯尼考在修水黄羽乌鸡中主要以代谢物氟苯尼考胺的形式存在,这与氟苯尼考在泰和乌鸡中的代谢结果一致<sup>[13]</sup>。

在本研究中,通过饮水途径连续5 d给药氟苯尼考后,在修水黄羽乌鸡的肌肉、肝脏、肾脏及皮脂等可食性组织中均检测到氟苯尼考及其主要代谢产物氟苯尼考胺的残留。这一分布特征证实氟苯尼考经胃肠道吸收后具有广泛的组织分布特性。给药后,一部分原型药物通过体循环分布至各靶组织,并表现出良好的血脑屏障穿透能力,可分布于中枢神经系统及骨髓等深层组织,这种广泛的组织分布特性主要归因于氟苯尼考的高脂溶性及其分子特性,使其能够有效穿透生物膜结构。米璐等<sup>[19]</sup>研究显示,氟苯尼考在北京油鸡体内的组织分布由多到少依次为肌肉、肾脏和肝脏;龙伟等<sup>[13]</sup>发现氟苯尼考和氟苯尼考胺在泰和乌鸡体内的组织分布由多到少依次为皮脂、肾脏、肌肉和肝脏;Zheng等<sup>[14]</sup>的研究显示氟苯尼考和氟苯尼考胺在鸡体内的组织分布由多到少依次为肾脏、肌肉、肝脏和皮脂;而在本研究中,修水黄羽乌鸡各组织中氟苯尼考及其代谢产物氟苯尼考胺残留量呈现皮脂最高,其次依次为肌肉、肾脏和肝脏的趋势,与上述研究结果存在差异。这表明,氟苯尼考在不同鸡种中的组织分布规律存在差异,不同鸡种自身的生理特征和其对药物的代谢能力可能是主要原因。

研究证实,氟苯尼考进入动物体内后,药物在吸收过程中经历首过效应,部分药物经门静脉进入肝脏,在肝微粒体酶系(主要为细胞色素P450酶)的催化下发生生物转化,生成氟苯尼考胺等代谢产物<sup>[20]</sup>。柏雪等<sup>[21]</sup>研究发现,氟苯尼考在鸡体内的半衰期为2.9 h;Abu-basha等<sup>[22]</sup>通过给鸡内服2种氟苯尼考溶液,测得其在鸡体内的半衰期分别为1.41 h和1.35 h。然而,本研究中氟苯尼考在修水黄羽乌鸡皮脂组织中的消除半衰期最长,达到5.58 d( $R^2=0.90$ ),在肾脏组织中的半衰期最短,该结果与柏雪等<sup>[21]</sup>、Abu-basha等<sup>[22]</sup>的研究结果存在差异。本研究中,在停药0.16~0.3 d时,各组织对氟苯尼考残留标志物清除效率由大到小依次为肾脏(80%)、肝脏(73%)、肌肉(72%)和皮脂(67%),这与龙伟等<sup>[13]</sup>对泰和乌鸡的研究结果一致。

在本研究中,依据修水黄羽乌鸡各组织中氟苯尼考残留消除规律计算出的肌肉、肝脏、肾脏、皮脂中氟苯尼考休药期分别为11.26,0,0,17.58 d,这说明氟苯尼考在修水黄羽乌鸡中的休药期应不少于18 d,才能确保修水黄羽乌鸡产品质量安全,这一结果在目前已报道的所有鸡种中最长<sup>[13,23,24]</sup>。马丽娜等<sup>[24]</sup>和Anadón等<sup>[25]</sup>对白羽肉鸡中氟苯尼考残留消除研究结果显示,计算出的氟苯尼考休药期分别不少于4 d和6 d;龙伟等<sup>[13]</sup>对泰和乌鸡中氟苯尼考残留消除结果显示,泰和乌鸡中氟苯尼考休药期应不少于10 d。上述结果表明,不同乌鸡品种对药物的残留消除具有较大的差异,开展不同乌鸡品种中药物残留代谢规律的系统研究,提出适用于不同乌鸡品种的休药期具有重要意义。

### 3.2 结论

氟苯尼考在修水黄羽乌鸡体内吸收速度快、分布广泛,在皮脂残留消除最慢;20%氟苯尼考粉在修水黄羽乌鸡体内的休药时间应不少于18 d。

致谢:江西省农业科学院基础研究与人才培养专项(JXSNKYJCRC202201)和九江市科技计划项目(九科字【2024】25号-12)同时对本研究给予了资助,谨致谢意!

### 参考文献 References:

- [1] 沈刚. 乌骨鸡金属螯合肽的分离纯化及其金属螯合、抗氧化活性研究[D]. 南昌:南昌大学,2020.  
SHEN G. Study on the isolation and purification of metal chelating peptides from Black-Bone Silky Fowl and its metal chelating and antioxidant activities[D]. Nanchang: Nanchang University, 2020.
- [2] 魏依晨. 江西修水打造“黄羽乌鸡”科学养殖产业链[N]. 科技日报,2023-08-29(3).  
WEI Y C. Jiangxi Xiushui builds a scientific breeding industry chain for “Huangyu Black-Boned Chicken” [N]. Science and technology daily, 2023-08-29(3).
- [3] 张乐红,苏红卫,吴红翔,等. 修水黄羽乌鸡资源利用现状及发展对策[J]. 黑龙江畜牧兽医,2013(23):50-52.  
ZHANG L H, SU H W, WU H X, et al. Utilization status and development countermeasures of Xiushui yellow-boned chicken resources[J]. Heilongjiang animal science and veterinary medicine, 2013(23):50-52.
- [4] 陈珍珍. 近年来动物源性食品中兽药残留超标问题现状分析与建议[J]. 福建畜牧兽医,2024,46(3):46-47.

- CHEN Z Z. Analysis and suggestions on the current status of veterinary drug residue exceedances in animal-derived foods in recent years[J]. Fujian journal of animal husbandry and veterinary medicine, 2024, 46(3): 46-47.
- [5] ONO C, TANAKA M. Binding characteristics of fluoroquinolones to synthetic levodopa melanin [J]. Journal of pharmacy and pharmacology, 2010, 55(8): 1127-1133.
- [6] 孟凡亮. 氟苯尼考对鸡胚胎发育及雏鸡免疫功能的影响研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2020.
- MENG F L. Effects of florfenicol on embryonic development and immune function of chicken[D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2020.
- [7] YUAN L J, WU H Z, WANG J M, et al. Pharmacokinetics, withdrawal time, and dietary risk assessment of enrofloxacin and its metabolite ciprofloxacin, and sulfachloropyridazine-trimethoprim in Taihe black-boned silky fowls[J]. Journal of food science, 2023, 88(4): 1743-1752.
- [8] ZHAO L, ZHANG D W, LAN J, et al. Tissue residue distribution and withdrawal time estimation of trimethoprim and sulfachloropyridazine in Yugan black-bone fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson)[J]. Food additives & contaminants: part A, chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment, 2023, 40(8): 981-991.
- [9] 赵琳, 张大文, 张瑞英, 等. 恩诺沙星在余干乌鸡不同组织中的残留消除规律研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(4): 1327-1333.
- ZHAO L, ZHANG D W, ZHANG R Y, et al. Study on residue elimination rule of enrofloxacin in different tissues of Yugan black-boned chicken[J]. Journal of food safety and quality, 2022, 13(4): 1327-1333.
- [10] ZHANG L, YUAN L J, YE M J, et al. Residue depletion and withdrawal time estimation of tilmicosin in black-bone silky fowls after administration via drinking water[J]. Food additives & contaminants: part A, 2025, 42(2): 203-212.
- [11] 张静, 岳琴, 李丽, 等. 乌骨鸡中沙拉沙星残留消除规律研究[J]. 农产品质量与安全, 2023(1): 56-60.
- ZHANG J, YUE Q, LI L, et al. Study on the residue and elimination patterns of sarafloxacin in black-boned chicken[J]. Quality and safety of agro-products, 2023(1): 56-60.
- [12] LIU B T, SUN S K, CHEN L, et al. Residue depletion of sarafloxacin in black-bone silky fowl tissues after oral administration [J]. Turkish journal of veterinary & animal sciences, 2021, 45(3): 451-456.
- [13] 龙伟, 肖娜, 袁丽娟, 等. 氟苯尼考在泰和乌鸡可食性组织中残留消除规律研究[J]. 中国家禽, 2024, 46(4): 80-87.
- LONG W, XIAO N, YUAN L J, et al. Residue depletion of florfenicol in various edible tissues of Taihe black-bone silky fowl [J]. China poultry, 2024, 46(4): 80-87.
- [14] ZHENG Y, FAN L X, ZHAO L J, et al. Development and validation of a method for quantification of residual florfenicol in various tissues of broiler chicken by UPLC-MS/MS[J]. Journal of food measurement and characterization, 2021, 15(4): 3143-3152.
- [15] 中华人民共和国农业农村部, 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量: GB 31650—2019[S]. 北京: 中国农业出版社, 2019.
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, National Health Commission of the People's Republic of China, and State Administration for Market Regulation. National food safety standard maximum residue limits of veterinary drugs in foods: GB 31650—2019[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2019.
- [16] 韩超. 氟苯尼考对肉鸡肝脏和免疫功能的损伤及丹参多糖保护效果的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2021.
- HAN C. Research on florfenicol induces liver and immune function damage in broilers and the ameliorating effect of *Salvia miltiorrhiza* polysaccharides[D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2021.
- [17] LI X, CHEN L, YUE H, et al. Depletion of florfenicol and florfenicol amine in eggs of laying hens and growing pullets after oral administration[J]. Food additives & contaminants: part A, 2020, 37(9): 1-10.
- [18] 张莉, 董一帆, 袁丽娟, 等. 蛋鸡产蛋前用药后氟苯尼考在鸡蛋中的残留代谢规律研究[J]. 江西农业大学学报, 2024, 46(3): 691-700.
- ZHANG L, DONG Y F, YUAN L J, et al. Residue depletion of florfenicol in eggs after oral administration to laying hens before laying [J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2024, 46(3): 691-700.
- [19] 米璐, 甘芝霖, 王雪, 等. 氟苯尼考在北京油鸡体内残留变化规律研究[J]. 食品科学技术学报, 2022, 40(1): 132-139.
- MI L, GAN Z L, WANG X, et al. Study on regularity of residual change of florfenicol in Beijing fatty chicken[J]. Journal of food science and technology, 2022, 40(1): 132-139.
- [20] 王国永. 氟苯尼考与聚醚类离子载体抗球虫药在肉鸡体内的相互作用初步研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.

- WANG G Y. Preliminary interaction study of florfenicol with polyether ionophore coccidiostats in broiler chickens [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2012.
- [21] 柏雪, 陈宇, 赵立军, 等. 氟苯尼考在鸡蛋和蛋鸡组织中的残留规律及预测模型建立[J]. 食品科学, 2021, 42(13): 26-33.
- BAI X, CHEN Y, ZHAO L J, et al. Residual patterns and predicting modeling of florfenicol in eggs and body tissues of laying hens[J]. Food science, 2021, 42(13): 26-33.
- [22] ABU-BASHA E A H, GEHRING R, AL-SHUNNAQ A F, et al. Pharmacokinetics and bioequivalence of florfenicol oral solution formulations (flonicol® and veterin® 10%) in broiler chickens[J]. Journal of bioequivalence & bioavailability, 2012, 4(1): 1-5.
- [23] 王小慈. 食品动物常用抗菌药物休药期规定一览表(2019年)[J]. 中国动物保健, 2019, 21(10): 18-23.
- WANG X C. A table of withdrawal period regulations for commonly used antimicrobial drugs in food animals (2019)[J]. China animal health, 2019, 21(10): 18-23.
- [24] 马丽娜, 王翠月, 陈大伟, 等. 氟苯尼考及其代谢物氟苯尼考胺在肉鸡中残留消除规律[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(11): 240-248.
- MA L N, WANG C Y, CHEN D W, et al. Residue elimination regularity of florfenicol and its metabolite florfenicol amine in broilers[J]. Journal of food safety and quality, 2023, 14(11): 240-248.
- [25] ANADÓN A, MARTÍNEZ M A, MARTINEZ M. Plasma and tissue depletion of florfenicol and florfenicol-amine in chickens. [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2008, 56(22): 11049-11056.

(责任编辑:熊淑琪)



**第一作者简介:**陈文, 硕士生, 曾于2019—2020年在科伦药业江西新药市场部工作, 读研期间的专业方向为食品质量安全方向, 并在江西省农业科学院农产品质量安全与标准研究所参加实践, 学习各种检测技术。读研期间获江西农业大学学业奖学金、优秀研究生干部等荣誉。



**通信作者简介:**张大文, 博士, 研究员, 主要从事畜禽产品质量安全风险评估。现任江西省农业科学院农产品质量安全与标准研究所所长, 农业部畜禽产品质量安全风险评估实验室(南昌)技术负责人兼副主任, 荣获农业农村部“杰出青年农业科学家”、全国科普工作先进工作者、江西省主要学术学科带头人——领军人才、江西省最美科技工作者提名等荣誉称号。兼任农业农村部兽药残留与耐药性控制专家委员会委员、中国农学会理事、江西省农学会常务理事等, 主持完成了23项省部级以上科研项目; 发表研究论文80余篇, 主编著作6部, 获省部级奖励3项, 授权发明专利9项。



**通信作者简介:**吴国平, 教授, 博士生导师, 江西农业大学教务处处长, 理学博士, 江西省主要学科学术和技术带头人, 江西省人民代表大会教育科学文化卫生委员会专家委员会专家, 江西省微生物学会常务理事, 美国麻省大学(UMASS Amherst)访问学者。主要从事水产加工与质量安全控制教学科研, 主持国家自然科学基金项目4项, 省部级科研项目10余项, 入选江西省农业农村厅产业体系岗位专家, 发表论文100多篇, 获批专利5项。