



曾莉, 黄仕凤, 刘思玲, 等. 广州市售肉类食品源大肠埃希菌耐药性分析[J]. 华南农业大学学报, 2017, 38(2): 27-31.

# 广州市售肉类食品源大肠埃希菌耐药性分析

曾莉<sup>1†</sup>, 黄仕凤<sup>2†</sup>, 刘思玲<sup>1</sup>, 王晶<sup>1</sup>, 刘健华<sup>1</sup>

(1 华南农业大学 兽医学院/广东省兽药研制与安全评价重点实验室, 广东 广州 510642;

2 佛山市正典生物技术有限公司, 广东 佛山 528138)

**摘要:**【目的】了解广州市售肉类食品源大肠埃希菌的污染和耐药情况。【方法】自2011年7月至8月,从广州市各大农贸市场和超市采集市售肉类样品310份,其中猪肉253份,鸡肉57份。采用选择性培养基分离鉴定大肠埃希菌 *Escherichia coli*,琼脂稀释法测定大肠埃希菌对19种抗菌药物的最小抑菌浓度(MIC)。【结果】310份样品中共分离到213株大肠埃希菌,分离率为68.7%,其中猪肉源177株,鸡肉源36株。受试菌株对复方新诺明、链霉素和四环素的耐药率超过75.0%,对氨苄西林、萘啶酸、氯霉素、新霉素、氟苯尼考、磷霉素、环丙沙星、安普霉素、恩诺沙星、庆大霉素和头孢唑啉的耐药率为10.0%~60.0%,而对头孢西丁、头孢曲松、头孢他啶、黏菌素和阿米卡星表现较为敏感,耐药率小于5.0%。鸡肉源大肠埃希菌对头孢唑啉、头孢西丁、头孢曲松、头孢他啶和磷霉素的耐药率均高于猪肉源大肠埃希菌,差异极显著( $P < 0.01$ )。213株大肠埃希菌中82.2%为多重耐药菌。【结论】广州市售肉类食品存在较为严重的多重耐药大肠埃希菌污染,且鸡肉源大肠埃希菌耐药性较猪肉源大肠埃希菌严重。

**关键词:** 大肠埃希菌; 肉类食品源; 琼脂稀释法; 耐药性

中图分类号: S852.61

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2017)02-0027-05

## Antimicrobial activity of *Escherichia coli* from retail meat in Guangzhou

ZENG Li<sup>1†</sup>, HUANG Shifeng<sup>2†</sup>, LIU Siling<sup>1</sup>, WANG Jing<sup>1</sup>, LIU Jianhua<sup>1</sup>

(1 College of Veterinary Medicine, South China Agricultural University/Guangdong Provincial Key Laboratory of Veterinary Pharmaceutics Development and Safety Evaluation, Guangzhou 510642, China;

2 Foshan Standard Bio-Tech Co., Ltd., Foshan 528138, China)

**Abstract:**【Objective】To understand the contamination status and antimicrobial activity of *Escherichia coli* in retail meat sold in Guangzhou.【Method】We collected 310 meat samples including 253 retail pork and 57 chicken meat from markets and supermarkets in Guangzhou from July to August, 2011. *E. coli* strains were isolated and identified using the selective media. The susceptibilities of *E. coli* strains to 19 common antibiotics represented by the minimum inhibitory concentrations (MIC) were tested using the agar dilution method.【Result】Totally 213 *E. coli* strains were isolated from 310 meat samples with the detection frequency of 68.7%, including 177 pork isolates and 36 chicken meat isolates. More than 75.0% isolates were resistant to sulfamethoxazole/trimethoprim, streptomycin and tetracycline, 10.0% to 60.0% isolates were resistant to ampicillin, nalidixic acid, chloramphenicol, neomycin, florfenicol, fosfomicin, ciprofloxacin, apramycin, enrofloxacin, gentamicin and cefazolin, and the isolates were sensitive to cefoxitin, ceftriaxone, ceftazidime, colistin and amikacin with below 5.0% being resistant strains. Isolates from chicken meat showed significantly higher resistance to cefazolin, cefoxitin, ceftriaxone, ceftazidime and fosmycin compared to pork isolates ( $P < 0.01$ ). There were 82.2% multi-drug

收稿日期: 2016-05-04 优先出版时间: 2017-01-10

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.s.20170110.1423.008.html>

作者简介: 曾莉(1991—),女,硕士研究生, E-mail: 347589120@qq.com; 黄仕凤(1989—),女, E-mail: 910564993@qq.com;

†表示对本文贡献相同; 通信作者: 刘健华(1973—),女,教授,博士, E-mail: jhliu@scau.edu.cn

基金项目: 973计划(2013CB127200)

resistant strains of 213 *E. coli* strains. 【Conclusion】Retail meat sold in Guangzhou were severely contaminated by multi-drug resistant *E. coli*, and chicken meat isolates showed higher resistance compared to pork isolates.

**Key words:** *Escherichia coli*; retail meat origin; agar dilution method; antimicrobial activity

近年来,食品安全倍受各国政府和公众的关注,其中微生物污染造成的食源性疾病是世界食品安全中相对突出的问题。肉类因其丰富的营养成分成为人们膳食营养的主要来源之一,但也容易受到微生物污染而腐败变质。大肠埃希菌 *Escherichia coli* 是人和动物的肠道共栖菌和条件性致病菌。某些特殊血清型的大肠埃希菌可引起严重腹泻和败血症<sup>[1]</sup>。大肠埃希菌作为共生菌,在人和动物的肠道及食品中广泛存在,一方面保持了肠道内菌群的平衡,另一方面也成为了耐药基因的贮存库,为耐药基因在不同菌株间的传播创造条件<sup>[2]</sup>,在研究耐药基因的传播机制中至关重要。

在近代的动物养殖业中,不以治疗为目的的抗生素作为饲料添加剂被滥用,以期改善动物性能,提高养殖效益。随着长时间大量地使用抗生素,抗生素残留越来越多,动物体内及周围环境中细菌产生耐药性<sup>[3]</sup>。耐药细菌的产生及快速传播,为临床治疗增加了成本和治愈风险,不仅对动物的健康造成危害,给养殖业带来经济损失,同时可经食物链传播给人类,威胁人类的健康<sup>[4]</sup>。研究表明食品动物源大肠埃希菌的耐药性复杂,各地区耐药性差异大且随时间变化快<sup>[5-6]</sup>。本试验对广州市售肉类食品中大肠埃希菌进行分离鉴定及耐药性调查,以期对养殖业抗菌药物的合理使用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2011年7—8月从广州市各地区11个农贸市场和6家超市采集310份肉类样品,包括253份猪肉,57份鸡肉。大肠埃希菌 ATCC25922 为广东省兽药研制与安全评价重点实验室保存。

碱性蛋白胨缓冲液(BPW)、麦康凯琼脂、伊红美兰琼脂、LB琼脂、LB肉汤、水解酪蛋白琼脂、水解酪蛋白肉汤均购自广州海博微生物有限公司。大肠埃希菌科细菌生化编码微量鉴定管购自杭州天和微生物试剂有限公司。氨苄西林(AMP)、头孢唑啉(CFZ)、头孢曲松(CRO)、头孢西丁(FOX)、头孢他啶(CAZ)、安普霉素(APR)、庆大霉素(GEN)、链霉素(STR)、氯霉素(CHL)、新霉素(NEO)、阿米卡星(AMI)、四环素(TET)、黏菌素(CL)、磷霉素(FOS)、复方新诺明(SXT)、萘啶酸(NAL)、恩诺沙星(ENR)

和环丙沙星(CIP)均购自中国药品生物制品检定所;氟苯尼考(FLR)购自中国兽医药品监察所。

### 1.2 方法

1.2.1 细菌分离鉴定 样品处理按照中华人民共和国国家标准 GB/T 4789.1—2008 食品卫生微生物学检验总则中规定进行。样品采集后,将其置于低温保存箱或常温条件下运送至实验室。肉类样品采用无菌操作的方法取表面的肉接种到10 mL BPW中,置于37 °C恒温摇床培养3~5 h后吸取1 mL BPW接种到4 mL的LB肉汤中,37 °C培养过夜后,划线接种于麦康凯平板上培养16~18 h,挑取红色不透明中等大小的可疑单菌落,划线接种于伊红美兰平板上培养16~18 h后,挑取黑色带金属光泽的单菌落划线接种于LB琼脂平板。挑取上述分离的单菌落,接种于LB肉汤,37 °C静置培养16~18 h,用高压灭菌后的生理盐水将菌液稀释到 $1 \times 10^5$  CFU·mL<sup>-1</sup>,用直径为0.5 mm的接种丝蘸取稀释液接种于肠杆菌科细菌生化编码微量鉴定管中,氨基酸和氨基酸对照鉴定管用石蜡封口,其他鉴定管以封口膜封口,整个操作过程确保无杂菌污染。将接好菌的鉴定管置于恒温培养箱内,37 °C静置培养24 h后,对菌株的生化结果进行判断并编码,按编码值检索肠杆菌科细菌生化编码表,对无法判定的菌株进一步生化试验予以判断。

1.2.2 药敏试验 参照美国临床实验室标准化委员会(CLSI)的指导原则和执行标准,采用琼脂稀释法测定按照1.2.1方法分离出的213株大肠埃希菌对19种抗菌药的最小抑菌浓度(MIC),大肠埃希菌 ATCC25922 作为质控菌株,受试药物的质控范围和耐药折点参考 CLSI (M100-S25) 和 (VET01-S2),以敏感、中介和耐药3种形式对 MIC 做出判定。

### 1.3 数据处理

Excel 整理数据,运用卡方检验进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 细菌的分离鉴定

肠杆菌科生化鉴定结果显示,最终从310份样品中分离得到213株大肠埃希菌,分离率为68.7%,其中,鸡肉源大肠埃希菌36株,分离率为63.2%,猪肉源大肠埃希菌177株,分离率为70.0%。

## 2.2 药敏试验结果

药敏试验结果如表1所示,213株肉类食品源大肠埃希菌对复方新诺明耐药率最高,达85.0%,对链霉素和四环素耐药率超过75.0%,对氨苄西林、萘啶酸、氯霉素、新霉素、氟苯尼考、环丙沙星、安普霉素、恩诺沙星、庆大霉素、头孢唑啉耐药率为10.0%~60.0%,而对磷霉素、头孢西丁、头孢曲松、头孢他啶、黏菌素和阿米卡星表现较为敏感,耐药率低于10.0%。猪肉源和鸡肉源大肠埃希菌对复方新诺明的耐药率均大于80.0%。鸡肉源菌株对阿米卡星和黏菌素较为敏感(耐药率均低于6.0%),而猪肉源大肠埃希菌对阿米卡星、黏菌素、头孢他啶、头孢曲松、头孢西丁和头孢唑啉多种药物敏感(耐药率均低于10.0%)。除了四环素、复方新诺明、链霉素和氯霉素4种药物外,鸡肉源大肠埃希菌对其他15种药物的耐药率均高于猪肉源菌株,尤其是对头孢唑啉、头孢西丁、头孢曲松、头孢他啶和磷霉素的耐药率均高于猪肉源大肠埃希菌,差异显著或极显著( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ );猪肉源大肠埃希菌链霉素耐药率显著高于鸡肉源大肠埃希菌( $P < 0.05$ )。

表1 大肠埃希菌药敏试验结果<sup>1)</sup>

Tab.1 Results of antimicrobial susceptibilities of *Escherichia coli*

药物名称	耐药率/%		
	肉类食品源 (n=213)	猪肉源 (n=177)	鸡肉源 (n=36)
阿米卡星	0.5	0	2.8
黏菌素	4.2	4.0	5.6
庆大霉素	19.2	19.2	19.4
恩诺沙星	19.2	17.5	27.8
安普霉素	21.6	19.2	33.3
环丙沙星	22.1	20.3	30.6
氟苯尼考	31.5	30.5	36.1
新霉素	41.3	40.1	47.2
氯霉素	41.8	42.9	36.1
萘啶酸	47.9	46.9	52.8
氨苄西林	57.7	56.5	63.9
链霉素	76.5	79.1	63.9*
四环素	76.5	76.8	75.0
复方新诺明	85.0	85.3	83.3
头孢他啶	2.8	1.1	11.1**
头孢曲松	4.2	1.1	19.4**
头孢西丁	4.7	2.3	16.7**
头孢唑啉	11.3	7.3	30.6**
磷霉素	7.0	5.1	16.7*

1) \*和\*\*分别表示猪肉源大肠埃希菌与鸡肉源大肠埃希菌的耐药性差异显著和极显著( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ , 卡方检验)。

## 2.3 大肠埃希菌多重耐药性

213株大肠埃希菌的多重耐药情况如表2所示,

175株大肠埃希菌表现为多重耐药性(82.2%),其中耐3~5种药物的有61株(28.6%);耐6~9种药物有90株(42.3%);耐10~18种药物有24株(11.3%)。耐5种药物的菌株最多,共28株,占总菌株数的13.1%,其次是耐6种和7种药物的菌株,分别有26株(12.2%)和23株(10.8%),未检测到同时耐19种药物的菌株。8株大肠埃希菌对20种药物全部敏感,其中鸡肉源1株和猪肉源7株;鸡肉源大肠埃希菌中具有多重耐药性的菌株占66.7%,猪肉源大肠埃希菌的则占79.7%。鸡肉源大肠埃希菌以耐1或2种药物最多(占13.9%),多重耐药主要集中在耐4种药物型(占11.1%),耐10种以上药物的菌株占22.2%,有1株菌对除了黏菌素外的18种药物均耐药;猪肉源大肠埃希菌以耐5种药物最多(占13.6%),其次是耐6种(13.6%)和7种药物(12.4%),多重耐药主要集中在耐3~9种药物(占70.6%),耐10种以上药物的菌株占9.0%。

表2 不同来源大肠埃希菌的多重耐药情况

Tab.2 Multi-drug resistance of *Escherichia coli* from different sources

耐药种数	猪肉源(n=177)		鸡肉源(n=36)	
	菌株数/株	耐药率/%	菌株数/株	耐药率/%
0	7	4.0	1	2.8
1	9	5.1	5	13.9
2	12	6.8	5	13.9
3	14	7.9	2	5.6
4	13	7.3	4	11.1
5	26	14.7	2	5.6
6	24	13.6	2	5.6
7	22	12.4	1	2.8
8	14	7.9	2	5.6
9	12	6.8	3	8.3
10	6	3.4	2	5.6
11	6	3.4	0	0
12	2	1.1	1	2.8
13	1	0.6	0	0
14	1	0.6	1	2.8
15	0	0	2	5.6
17	0	0	1	2.8
18	0	0	1	2.8
≥3	141	79.7	24	66.7
≥10	16	9.0	8	22.2

## 3 讨论与结论

目前在国内已有报道市售猪肉和鸡肉存在大肠埃希菌污染,且部分菌株已产生较为复杂的耐药性<sup>[7-13]</sup>。2006—2009年只帅等<sup>[12]</sup>对采自陕西省市售猪肉进行检测,大肠埃希菌检出率为88%(30/34)。

2009年6月至2010年5月邹立扣等<sup>[8]</sup>采集四川省鲜猪肉126份,分离出105株大肠埃希菌,分离率达到83.33%。2010年7—9月,史秋梅等<sup>[13]</sup>采集河北省市售猪肉和鸡肉,大肠埃希菌阳性检出率分别为23.8%(5/21)和35.3%(12/34)。段沙沙等<sup>[14]</sup>对2012年2月采自郑州市售83份猪肉和56份鸡肉样品分别进行检测,结果分别从16份猪肉(19.3%)和18份鸡肉(32.1%)样品中检出大肠埃希菌。Zhang等<sup>[15]</sup>于2012和2013年从四川采集193份猪肉和59份鸡肉,大肠埃希菌分离率分别达到79.3%(161/193)和84.8%(50/59)。Abdallah等<sup>[16]</sup>2013年在埃及采集112份鸡肉样品,其中分离到38株大肠埃希菌,分离率为33.93%。2014年周雪雁等<sup>[7]</sup>报道甘肃省市售猪肉大肠埃希菌检出率为71.4%(50/70)。本研究表明广州市售肉类食品源大肠埃希菌分离率为68.7%,且猪肉源大肠埃希菌分离率(70.0%)高于鸡肉源(63.2%),说明广州地区大多数市售肉类食品都存在大肠埃希菌污染。

药敏试验结果显示分离自市售猪、鸡肉的大肠埃希菌呈高水平广谱耐药,比2009年何嘉仪等<sup>[11]</sup>报道的广东省东莞市售鲜肉源大肠埃希菌耐药性明显上升,也显著高于邹立扣等<sup>[8]</sup>报道的2009—2010年四川省猪肉源大肠埃希菌耐药率,其中四环素的耐药率最高,为55.3%。Zhang等<sup>[15]</sup>报道的2012—2013年四川省食品源大肠埃希菌则对磺胺甲恶唑、四环素、氨苄西林和卡那霉素的耐药率分别为61.6%、61.2%、48.2%和22.4%,除阿米卡星的耐药率显著高于本研究外,其余3种药物耐药率均低于本研究。而Ghodousi等<sup>[17]</sup>发现意大利2013年分离自鸡肉的134株大肠埃希菌中分别有19株(14.1%)和106株(79.1%)对庆大霉素和复方新诺明耐药,与本研究结果相近,对四环素的耐药率高于本研究结果,达到88.8%;而环丙沙星的耐药率则高达91.8%。本研究中分离自2011年广州市零售猪肉和鸡肉的大肠埃希菌对复方新诺明、四环素、链霉素和氨苄西林的耐药率较高,分别为85.0%、76.5%、76.5%和57.7%,只帅等<sup>[12]</sup>也报道了陕西食源性大肠埃希菌对这4种药物的高耐药率,且美国2002—2008年分离自零售肉的大肠埃希菌也有类似报道<sup>[18]</sup>,这4种药物对畜禽大肠埃希菌病的疗效降低是因为这些药物使用时间长、临床使用广泛而导致的抗药性。但相对于氨苄西林耐药率(57.7%),其他头孢类药物的耐药率维持在较低的水平,这是因为目前头孢类药物尤其是第3代头孢菌素价格昂贵,且批准在兽医临床上使用的药物有限,兽医临床使用率较低,宋立等<sup>[6]</sup>研究的结果也证明了这一点,但同时因为头孢类药物在国内兽医临床的使用而引起头孢类药物的交叉耐药,因此在动物

性食品中也呈现一定程度的耐药性。另外,鸡肉源大肠埃希菌对头孢菌素类药物的耐药率要显著地高于猪肉源大肠埃希菌,这与国内报道动物食品源大肠埃希菌耐药性结果相呼应<sup>[19]</sup>,鸡肉源大肠埃希菌耐药性较猪肉源大肠埃希菌严重。

本试验中猪肉和鸡肉源的大肠埃希菌对氯霉素的耐药率分别为42.9%和36.1%,虽然氯霉素因其严重的毒副作用在食品性动物中被禁止使用,但同属于酰胺醇类药物的动物专用药氟苯尼考,因其良好的广谱抗菌活性被广泛应用于兽医临床,从而引起氯霉素的交叉耐药。磷霉素虽然已经在人医临床上使用了40多年,但它对多种细菌尤其是多重耐药菌依然保持了良好的抗菌活性<sup>[20]</sup>。Ho等<sup>[21]</sup>检测的动物源大肠埃希菌对磷霉素的耐药率为4.2%,国内动物食品源大肠埃希菌对磷霉素的耐药率为1.3%<sup>[22]</sup>,Yang等<sup>[23]</sup>报道的2009—2011年鸡肉源大肠埃希菌磷霉素耐药率为8.8%。本试验中肉类食品源大肠埃希菌对磷霉素的耐药率为7.0%,然而,由于磷霉素在国内并未被批准用于家畜,动物食品和肉类食品中高磷霉素耐药率这一现象很有可能是其他多种抗菌药物共同选择(例如头孢菌素类和氨基糖苷类抗生素同时选择)或者非法使用磷霉素而导致的结果,这需要引起临床兽医和人医的注意。阿米卡星作为半合成的氨基糖苷类抗菌药物对治疗革兰阴性菌感染有良好的效果,但因其价格较昂贵,在养殖业中较少用来治疗动物细菌感染,本试验中阿米卡星的低耐药率也是与此相符的。多黏菌素类药物被临床人医视为“最后一道防线”,用于临床上多重耐药革兰阴性菌感染的治疗,因此在国际上也受到极其广泛的关注。黏菌素在养殖业中被广泛用于防治畜禽疾病,虽然本试验中大肠埃希菌对黏菌素的耐药率依然很低,但随着可转移的多黏菌素耐药基因*mcr-1*的发现<sup>[24]</sup>,有必要对动物食品中黏菌素的耐药情况进行长期监测。

受试菌株除了对某些抗菌药表现高的耐药性外,多重耐药现象也较为普遍,分离的大肠埃希菌中,高达82.2%的菌株呈多重耐药性。研究表明病原菌的高度耐药性与养殖户用药过程中选药、用药剂量、疗程不当等存在直接关系<sup>[11]</sup>。肉类本身富含营养物质,适合大肠埃希菌繁殖,加工过程也容易造成2次污染<sup>[10]</sup>。这都提示人们在临床用药时一定要考虑药物的抗菌活性及细菌对药物的敏感性等多方面因素,采取相应措施尽量避免耐药现象的产生。

目前,大肠埃希菌已成为潜在的人畜共患病病原菌之一,其耐药性的不断增加使得临床上对该病的防治面临日益严峻的挑战,既增加了治疗成本,缩短了新药的使用周期,也加大了新药的研发成本。同时,大量使用抗菌药也导致畜禽产品的药物残留

及耐药菌向人体的转移,给人类健康构成了潜在的威胁<sup>[25]</sup>。因此,为了减少和避免耐药性的产生,同时也为保障畜牧业的健康持续发展、食品安全及公共卫生,兽医临床治疗细菌感染时应根据药敏试验结果,结合养殖场实际情况,制定出合理的治疗方案。当发现某种药物敏感性下降或较低时,应减少或停止该药的使用,在实际中还可采用轮换用药、交叉用药或联合用药,尽量避免耐药和多重耐药性的产生。

#### 参考文献:

- [1] COOPER M L, WALTERS E W, KELLER H M, et al. Epidemic diarrhea among infants associated with the isolation of a new serotype of *Escherichia coli*: *E. coli* 0127:B8 [J]. *Pediatrics*, 1955, 16(2): 215-227.
- [2] AHMED W, TUCKER J, BETTELHEIM K A, et al. Detection of virulence genes in *Escherichia coli* of an existing metabolic fingerprint database to predict the sources of pathogenic *E. coli* in surface waters [J]. *Water Res*, 2007, 41(16): 3785-3791.
- [3] VON SALVIATI C, LAUBE H, GUERRA B, et al. Emission of ESBL/AmpC-producing *Escherichia coli* from pig fattening farms to surrounding areas [J]. *Vet Microbiol*, 2015, 175(1): 77-84.
- [4] NOBREGA D B, BROCCHI M. An overview of extended-spectrum  $\beta$ -lactamases in veterinary medicine and their public health consequences [J]. *J Infect Dev Ctries*, 2014, 8(8): 954-960.
- [5] RAO L, LV L, ZENG Z, et al. Increasing prevalence of extended-spectrum cephalosporin-resistant *Escherichia coli* in food animals and the diversity of CTX-M genotypes during 2003—2012 [J]. *Vet Microbiol*, 2014, 172(3/4): 534-541.
- [6] 宋立,宁宜宝,沈建忠,等. 中国不同年代食品动物大肠埃希菌耐药性调查研究 [J]. *中国科学(C辑:生命科学)*, 2009(7): 692-698.
- [7] 周雪雁,刘翊中,卢建雄,等. 市售鲜猪肉中大肠埃希菌的分离鉴定及耐药性分析 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2014(14): 2116-2119.
- [8] 邹立扣,蒲妍君,杨莉,等. 四川省猪肉源大肠埃希菌和沙门氏菌的分离与耐药性分析 [J]. *食品科学*, 2012(13): 202-206.
- [9] 何雪梅,郭莉娟,吴国艳,等. 猪肉源大肠埃希菌对抗生素及消毒剂耐药性研究 [J]. *食品科学*, 2014(7): 132-137.
- [10] 周建平. 襄樊市肉食品大肠埃希菌污染状况的检测 [J]. *安徽农学通报*, 2008, 14(13): 35-36.
- [11] 何嘉仪,卢沛炯,赖红青. 肉类大肠埃希菌耐药性调查 [J]. *中国畜牧兽医*, 2009, 36(3): 201-202.
- [12] 只帅,席美丽,刘攻关,等. 陕西部分地区不同食源性大肠埃希菌耐药性检测 [J]. *中国食品学报*, 2011, 11(1): 196-201.
- [13] 史秋梅,张艳英,高桂生,等. 河北省部分地区肉、蛋食品大肠埃希菌污染状况的检测 [J]. *河北科技师范学院学报*, 2012(4): 7-11.
- [14] 段沙沙,钟杏好,刘保光,等. 郑州市售畜禽肉中分离菌对 $\beta$ -内酰胺类的耐药及毒力特征 [J]. *江西农业学报*, 2015, 27(10): 108-111.
- [15] ZHANG A Y, HE X M, MENG Y, et al. Antibiotic and disinfectant resistance of *Escherichia coli* isolated from retail meats in Sichuan, China [J]. *Microb Drug Resist*, 2016, 22(1): 80-87.
- [16] ABDALLAH H M, REULAND E A, WINTERMANS B B, et al. Extended-spectrum  $\beta$ -lactamases and/or carbapenemases-producing Enterobacteriaceae isolated from retail chicken meat in Zagazig, Egypt [J]. *PLoS One*, 2015, 10(8): e136052. doi: org/10.1371/journal.pone.0136052.
- [17] GHODOUSI A, BONURA C, DINOTO A M, et al. Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase, AmpC-producing, and fluoroquinolone-resistant *Escherichia coli* in retail broiler chicken meat, Italy [J]. *Foodborne Pathog Dis*, 2015, 12(7): 619-625.
- [18] ZHAO S, BLICKENSTAFF K, BODEIS-JONES S, et al. Comparison of the prevalences and antimicrobial resistances of *Escherichia coli* isolates from different retail meats in the United States, 2002 to 2008 [J]. *Appl Environ Microbiol*, 2012, 78(6): 1701-1707.
- [19] 饶丽丽,罗东妹,陈佩玲,等. 屠宰前鸡、猪源大肠埃希菌耐药性调查 [J]. *中国畜牧兽医*, 2014, 41(7): 225-229.
- [20] 吕群. 重新认识磷霉素 [J]. *中国乡村医生*, 2004, 20(6): 32-32.
- [21] HO P L, CHAN J, LO W U, et al. Dissemination of plasmid-mediated fosfomycin resistance *fosA3* among multi-drug-resistant *Escherichia coli* from livestock and other animals [J]. *J Appl Microbiol*, 2013, 114(3): 695-702.
- [22] HOU J, YANG X, ZENG Z, et al. Detection of the plasmid-encoded fosfomycin resistance gene *fosA3* in *Escherichia coli* of food-animal origin [J]. *J Antimicrob Chemother*, 2013, 68(4): 766-770.
- [23] YANG X Y, LIU W L, LIU Y Y, et al. F33: A-, B-, IncHI2/ST3, and IncII/ST71 plasmids drive the dissemination of *fosA3* and *bla*<sub>CTX-M-55/-14/-65</sub> in *Escherichia coli* from chickens in China [J]. *Front Microbiol*, 2014(5): 688.
- [24] LIU Y Y, WANG Y, WALSH T R, et al. Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-1 in animals and human beings in China: Amicrobiological and molecular biological study [J]. *Lancet Infect Dis*, 2016, 16: 161-168.
- [25] 元文礼,王新. 养殖业滥用抗生素危及食品安全 [J]. *生产力研究*, 2012(9): 47-48.

【责任编辑 霍欢】