

风险评估

内蒙古地方特色乳制品及含乳制品兽药残留调查

郑莉韬¹, 蒲云霞², 侯坤², 张卿², 夏雅娟³

(1. 内蒙古医科大学公共卫生学院, 内蒙古呼和浩特 010110; 2. 内蒙古自治区综合疾病预防控制中心理化检验科, 内蒙古呼和浩特 010000; 3. 内蒙古自治区综合疾病预防控制中心慢病所, 内蒙古呼和浩特 010000, China)

摘要:目的 了解内蒙古地方特色乳制品及含乳制品中兽药残留状况, 为开展内蒙古地方特色乳制品及含乳制品兽药残留膳食暴露风险评估及食品安全地方标准制修订提供科学依据。方法 2021年开展了内蒙古地方特色乳制品中兽药残留监测工作, 在12个盟市采集奶皮子、奶茶粉、嚼克等7类内蒙古地方特色乳制品及含乳制品共951份, 其中散装样本370份, 定型包装样本581份, 采用超高效液相色谱-质谱联用方法对样本中喹诺酮类、四环素类、大环内酯类、磺胺类、 β -受体激动剂共5类35种兽药进行检测。结果 奶皮子、奶茶粉、嚼克、楚拉、含乳固态成型制品5类地方特色乳制品中检出兽药残留, 检出率范围0.83%~3.62%; 检出的兽药有萘啶酸、诺氟沙星、培氟沙星、磺胺邻二甲氧嘧啶、磺胺间甲氧嘧啶、磺胺苯吡唑、磺胺甲氧哒嗪和泰乐菌素, 检出率范围是0.11%~1.37%; 经统计学检验, 散装样本兽药残留检出率与定型包装样本兽药残留检出率差异无统计学意义($\chi^2=0.484, P>0.05$)。结论 尽管内蒙古地方特色乳制品中四环素类、磺胺类和大环内酯类兽药残留总体合格率较高(>99%), 但仍存在兽药检出情况, 建议相关部门进一步加强兽药使用的宣传与监管。

关键词: 内蒙古地方特色乳制品; 内蒙古地方特色含乳制品; 兽药残留; 调查分析

中图分类号: R155 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2023)09-1346-05

DOI: 10.13590/j.cjfh.2023.09.015

Investigation on veterinary drug residues of local characteristic dairy products and dairy-containing products in Inner Mongolia

ZHENG Litao¹, PU Yunxia², HOU Kun², ZHANG Qing², XIA Yajuan³

(1. Inner Mongolia Medical College, Inner Mongolia Huhot 010110, China; 2. Department of Psychological Laboratory, Comprehensive Disease Prevention and Control, Inner Mongoli Hohhot 010000, China; 3. Department of Chronic Disease Prevention, Comprehensive Disease Prevention and Control, Inner Mongolia Hohhot 010000, China)

Abstract: Objective To provide a scientific basis for the risk assessment of the dietary exposure of local characteristic dairy products and veterinary drug residues in dairy products in Inner Mongolia and the formulation and revision of local food safety standards, the current situation regarding this matter was studied. **Methods** A total of 951 samples of seven types of local characteristic dairy products and dairy-containing products in Inner Mongolia were collected in 12 league cities, including milk skins, milk tea powder, and chewable milk products. Among them, 370 samples were in bulk and 581 samples were in standardized packaging. The samples were analyzed for quinolones, tetracyclines, macrolides, and β -sulfonamides. **Results** The detection rate of veterinary drug residues was 0.83%-3.62% in five types of local characteristic dairy products, including milk skin, milk tea powder, chew, chula, and milk-containing solid molding products. The detected veterinary drugs were naphthyrac acid, norfloxacin, pefloxacin, sulfamethoxazole, sulfamethoxazole, and tylosin, with the detection rate ranging from 0.11% to 1.37%. According to the statistical test,

收稿日期: 2022-08-09

基金项目: 内蒙古自治区科技计划项目(2021GG0119)

作者简介: 郑莉韬 女 硕士研究生 研究方向为食品中兽药残留监测与评估 E-mail: 1719163739@qq.com

通信作者: 夏雅娟 女 主任医师 研究方向为地方病与慢性病研究 E-mail: yajxia@126.com

蒲云霞 女 主任检验师 研究方向为食品安全风险监测与评估 E-mail: btliisa2008@163.com

夏雅娟和蒲云霞为共同通信作者

there was no statistical difference between the detection rate of veterinary drug residues in bulk samples and that of veterinary drug residues in stereotyped packaging samples ($\chi^2=0.484$, $P>0.05$). **Conclusion** Although the overall qualification rate of tetracycline, sulfonamide, and macrolide residues in local characteristic dairy products in Inner Mongolia is relatively high (>99%), there are still cases of veterinary drug detection. It is recommended that relevant departments further strengthen the promotion and supervision of veterinary drug use.

Key words: Local characteristic dairy products in Inner Mongolia; local characteristic dairy-containing products in Inner Mongolia; veterinary drug residues; research analysis

内蒙古地方特色乳制品(传统乳制品)及含乳制品是以生鲜乳为原料,经蒙古族传统工艺制成的奶制品^[1],具有较高的营养价值和良好的食疗作用^[2],深受消费者的喜爱,但乳制品中兽药残留的问题也同样受到消费者的关注。消费者长期食用兽药达到一定残留水平的食品会产生人体过敏反应、激素样作用、人体耐药性增强等危害,此外也会产生生态毒性^[3-6],影响养殖业的发展与进出口贸易^[7]。2019年,内蒙古自治区人民政府办公厅发布了《关于推进奶业振兴的实施意见》,指出“要鼓励民族乳制品特色化发展,坚决守住奶业质量与安全底线”。为充分了解内蒙古地方特色乳制品及含乳制品中兽药残留现状,深入开展内蒙古地方特色乳制品及含乳制品中兽药残留膳食暴露风险评估,本研究对2021年内蒙古地区地产的7类地方特色乳制品及含乳制品中35种兽药残留进行监测。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样本

在内蒙古自治区12个盟市的81个旗县(区)按照随机抽样原则,在超市、农贸市场、食品加工坊等场所共采集内蒙古地方特色乳制品及含乳制品951份,其中奶茶粉240份,奶皮子221份,含乳固态成型制品273份,嚼克102份,酸酪蛋67份,楚拉30份,毕希拉格18份,每份样本采样量约1000g。

1.1.2 监测兽药种类

根据内蒙古自治区农牧业厅近几年在本区奶牛养殖环节使用兽药的问题信息,确定对喹诺酮类、大环内酯类、磺胺类、四环素类及 β -受体激动剂共5类35种兽药进行调查。

1.1.3 主要仪器与试剂

6460液相色谱三重四极杆质谱联用仪(美国Aglient公司);HSS T3色谱柱(2.1 mm \times 100 mm, 1.8 μ m)(美国Waters公司);超纯水机(美国Millipore公司);SCR20BA低温高速离心机(HITACHI公司);XC-1200数控超声波清洗机(济宁鑫欣超声电子设备有限公司);BT124S电子天平

(德国Sartorius公司);MiltuReax多功能涡旋式混合器(德国Heidolph公司);GM200样品均质机(德国Retsch公司)。

35种兽药标准溶液(1 mg/mL,纯度>99.0%)(中国阿尔塔公司);乙腈、甲醇(色谱纯,德国Merck公司);甲酸(色谱纯,美国Sigma公司);C₁₈粉末(中国Agela Technologies公司)。

1.2 方法

1.2.1 样本前处理

将预冷过的样本置于均质机中搅打混匀,分装在50 mL离心管中冷藏保存备用。

称取均质试样2.00 g(精确到0.01 g),置于50 mL聚丙烯离心管中。加入10 mL甲酸-乙腈-水(1+84+15)提取液,涡旋溶解1 min。高温超声30 min,以6000 r/min的转速离心10 min(温度低于5 $^{\circ}$ C,离心半径113 mm)。移取6 mL上清液于15 mL聚丙烯离心管中,加入150 mg C₁₈粉末净化。以6000 r/min的转速离心6 min(温度低于5 $^{\circ}$ C,离心半径101 mm),移取上清液1 mL于15 mL聚丙烯离心管中,加入1 mL 0.1%甲酸水,涡旋混匀,将提取液过0.22 μ m的尼龙膜,待上机检测。

1.2.2 液相色谱条件

表1 液相色谱条件

Table 1 Liquid chromatography conditions

程序	条件
色谱柱	Waters HSS T3色谱柱(2.1 mm \times 100 mm, 1.8 μ m)
柱温	35 $^{\circ}$ C
流速	0.4 mL/min
进样量	5 μ L
流动相A	含0.1%甲酸水和10 mmol/L乙酸铵水溶液
流动相B	乙腈
梯度洗脱程序	见表2

表2 梯度洗脱条件

Table 2 Gradient elution conditions

洗脱时间/min	流动相A/%	流动相B/%
0~6	95	5
6~9	65	35
9~9.5	35	65
9.5~13	95	5

1.2.3 质谱条件

仪器使用安捷伦射流电喷雾离子源(AJS-

ESI);多反应监测(MRM),在正离子模式下运行;数据采集使用Mass Hunter(B.06.00版本)。具体参数优化如下:干燥气温度:320℃;干燥气流量5.0 L/min;氮气(纯度为99.9%)作为碰撞气体;雾化器压力:45 psi;鞘流气温度:350℃;鞘流气流量:11 L/min;毛细管电压(CV):3 500 V;喷嘴电压(NV):0 V;EMV电压(CV):300 V;选择双反应监测模式(SRM),一个用于定量,另一个用于定性。

1.2.4 质量控制

1.2.4.1 样本采集过程的质量控制

采样前对全区12个盟市不同旗县(区)生产和销售的产品种类进行摸底调查,根据居民的消费习惯和不同的消费方式,采样时覆盖居民消费的所有环节。采用随机抽样的方式进行采样,每个批次样本采集3份,保证样本的代表性。

1.2.4.2 样本检测过程的质量控制

将每一个编号下采集的3份样本充分混合制样,在检测的过程中设置10%的平行样与10%的样本加标,同时采用全过程空白的方法进行本底

控制。

1.3 统计学分析

运用Excel对检测数据进行汇总,采用SPSS 22.0统计软件对检测数据进行一般性描述,采用 χ^2 检验比较率的差异。对于小于LOD的样本,按照WHO全球环境监测系统规定的标准进行处理,即低于LOD样本比例>60%时,所有小于LOD的检测值按LOD计算;低于LOD样本的比例<60%时,所有小于LOD的检测值按1/2 LOD计算^[8]。

2 结果

2.1 不同类别内蒙古地方特色乳制品及含乳制品中兽药残留检出情况

本研究所建立的超高效液相色谱-质谱联用法检测不同兽药的标准曲线、回收率及检出限见表3。在监测的951份内蒙古地方特色乳制品及含乳制品中,有17份样本检出兽药残留,样本总体检出率为1.79%(17/951)。毕希拉格和酸酪蛋中未检出兽药残留,检出兽药残留的食品类别分别是:奶皮

表3 标准曲线、 R^2 及检出限

Table 3 Stand curves, R^2 and limit of detection

兽药种类	标准曲线	R^2	回收率/%	LOD/($\mu\text{g}/\text{kg}$)
沙拉沙星	$Y=2.06\times 10^3 X-3.154\times 10^3$	0.995	77.9	0.05
二氟沙星	$Y=7.417\times 10^3 X-7.292\times 10^3$	0.996	80.4	0.10
丹诺沙星	$Y=2.067\times 10^3+4.024\times 10^3$	0.904	98.9	0.10
噁唑酸	$Y=6.24\times 10^{-1} X+7.17\times 10^{-2}$	0.999	114.7	0.05
萘啶酸	$Y=2.629\times 10^3 X+1.804\times 10^3$	0.999	104.1	0.10
氟甲唑	$Y=3.54\times 10^{-1} X-7.18\times 10^{-3}$	0.999	110.1	0.05
依诺沙星	$Y=1.295\times 10^5 X-4.254\times 10^4$	0.993	88.6	0.05
西诺沙星	$Y=3.367\times 10^5 X+3.408\times 10^4$	0.996	88.5	0.05
吡哌酸	$Y=7.334\times 10^4 X-2.734\times 10^4$	0.994	103.3	0.50
诺氟沙星	$Y=2.369 X-5.414\times 10^{-1}$	0.999	98.2	0.10
培氟沙星	$Y=1.270 X-2.645\times 10^{-1}$	0.999	98.8	0.10
洛美沙星	$Y=2.982\times 10^3 X-1.373\times 10^3$	0.989	80.5	0.20
泰乐菌素	$Y=2.863\times 10^3 X+1.485\times 10^3$	0.999	110.4	0.20
磺胺噻唑	$Y=2.173\times 10^2 X-2.836\times 10^2$	0.998	82.2	0.10
磺胺甲基嘧啶	$Y=5.273\times 10^2 X-1.109\times 10^3$	0.999	84.5	0.20
磺胺甲噻二唑	$Y=3.756\times 10^2 X-2.148\times 10^2$	0.999	79.5	0.20
磺胺甲氧吡嗪	$Y=1.831\times 10^3 X-2.041\times 10^3$	0.998	98.8	0.05
磺胺邻二甲氧嘧啶	$Y=5.415\times 10^3 X-1.177\times 10^3$	0.999	85.5	0.01
磺胺间二甲氧嘧啶	$Y=2.027\times 10^3 X-9.391\times 10^2$	0.999	105.4	0.01
磺胺苯吡唑	$Y=1.354\times 10^3 X+1.684\times 10^2$	0.999	91.7	0.20
磺胺喹噁啉	$Y=7.208\times 10^2 X+1.603\times 10^2$	0.999	93.7	0.20
磺胺甲噻唑	$Y=5.046\times 10^2 X-3.273\times 10^2$	0.998	100.5	0.30
磺胺间甲氧嘧啶	$Y=9.233\times 10^2 X+1.191\times 10^3$	0.999	91.4	0.05
磺胺甲基异噻唑	$Y=1.988\times 10^2 X-4.815\times 10^2$	0.996	91.5	0.20
磺胺二甲异噻唑	$Y=1.181\times 10^5 X-2.361\times 10^4$	0.998	91.2	0.50
磺胺醋酰	$Y=3.051\times 10^4 X+8.641\times 10^3$	0.991	84.6	0.10
磺胺吡啶	$Y=2.346\times 10^4 X+1.961\times 10^4$	0.993	91.1	1.00
磺胺氯吡嗪	$Y=6.988\times 10^4 X-1718.31\times 10^3$	0.999	90.8	0.05
四环素	$Y=5236.97\times 10^3 X-2.865\times 10^3$	0.991	80	2.00
强力霉素	$Y=64.50 X-79.91$	0.993	119	2.00
莱克多巴胺	$Y=1.585\times 10^5 X+6.750\times 10^4$	0.993	102.3	0.05
克伦特罗	$Y=4.278\times 10^5 X+2.912\times 10^4$	0.997	96.4	0.30
特布他林	$Y=6.00\times 10^{-1} X-2.593\times 10^{-2}$	0.999	93.4	0.50
沙丁胺醇	$Y=2.07 X-8.00\times 10^{-3}$	0.997	88.9	0.50
西马特罗	$Y=8.906\times 10^4 X+1.459\times 10^4$	0.997	90.4	0.10

子(8份)、奶茶粉(3份)、含乳固态成型制品(4份)、嚼克(2份)、楚拉(1份),其总体检出率范围在0.83%~3.62%。不同乳制品类别中检出的兽药种类,残留量不全相同,结果见表4。

2.2 不同种类兽药检出情况

在检测的35种兽药中,喹诺酮类、磺胺类和大环内酯类3类8种兽药有检出,检出率范围为0.11%~1.37%。其中,检出率较高的兽药是喹诺酮类药物中的诺氟沙星,检出率为1.05%(10/951),

结果见表5。

2.3 不同包装类型兽药残留检出情况

在采集的951份内蒙古地方特色乳制品及含乳制品中,有370份样本是散装,581份样本是定型包装。散装样本中有8份样本检出兽药残留,检出率为2.16%(8/370);定型包装样本中有9份样本检出兽药残留,检出率为1.55%(9/581)。经 χ^2 检验,两种包装类型的检出率差异没有统计学意义($P>0.05$),结果见表6。

表4 不同类别内蒙古地方特色乳制品及含乳制品兽药残留检出情况

Table 4 Detection rate of veterinary drug residues in different dairy products

食品类别	样本量/份	兽药种类	检出份数/份	检测值范围/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	国家限值/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	检出率/%
奶皮子	221	磺胺苯吡唑	1	ND~0.81	100	0.45
		萘啶酸	1	ND~0.68	—	0.45
		诺氟沙星	4	ND~3.4	—	1.81
		培氟沙星	2	ND~1.85	—	0.90
奶茶粉	240	磺胺甲氧哒嗪	1	ND~3.34	100	0.42
		磺胺甲氧嘧啶	1	ND~0.93	100	0.42
		诺氟沙星	1	ND~3.48	—	0.42
嚼克	102	磺胺邻二甲氧嘧啶	1	ND~8.58	100	0.98
		诺氟沙星	1	ND~0.42	—	0.98
含乳固态成型制品	273	诺氟沙星	4	ND~93.8	—	1.47
楚拉	30	泰乐菌素	1	ND~1.26	100	3.33

注:“ND”表示低于定量限或未检出;“—”表示无限量值

表5 不同种类兽药检出情况

Table 5 Detection rate of different types of veterinary drugs

兽药种类	兽药名称	检测份数/份	检出份数/份	检出值范围/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	检出率/%
喹诺酮类	萘啶酸	951	1	ND~0.68	0.11
	诺氟沙星	951	10	ND~93.80	1.05
	培氟沙星	951	2	ND~1.85	0.21
磺胺类	磺胺邻二甲氧嘧啶	951	1	ND~8.58	0.11
	磺胺间甲氧嘧啶	951	1	ND~0.93	0.11
	磺胺苯吡唑	951	1	ND~0.81	0.11
	磺胺甲氧哒嗪	951	1	ND~3.34	0.11
大环内酯类	泰乐菌素	951	1	ND~1.26	0.11

注:“ND”表示低于定量限或未检出

表6 不同包装类型样本中兽药残留检出情况

Table 6 Detection rate of veterinary drug residues in different packaging types samples

样本类型	样本量/份	散装样本		定型包装	
		检出数量/份	检出率/%	检出数量/份	检出率/%
奶茶粉	240	0	0.00	2	0.83
奶皮子	221	5	2.26	3	1.36
含乳固态成型制品	273	0	0.00	4	1.47
嚼克	102	2	1.96	0	0.00
楚拉	30	1	3.33	0	0.00
合计	866	8	2.16	9	1.55

2.4 不同地区采集的样本中兽药残留检出情况

在12个盟市中,除通辽市、兴安盟和锡林郭勒盟外,其他盟市均有兽药残留检出,检出率范围为1.00%~3.06%,经 χ^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7。

3 讨论

本研究对内蒙古地方特色乳制品及含乳制品中兽药残留的检测结果显示,有5类地方特色乳制品及含乳制品中检出了兽药残留,大环内酯类药物的合格率大于99.89%,磺胺类药物的合格率大于99.68%,四环素类药物的合格率为100%。

在奶皮子、嚼克、楚拉、奶茶粉、含乳固态成型制品中检出了兽药残留,从采样信息来看,检出兽药残留的样本大多采自手工作坊。付东梅和吴露露^[9]的研究提示,地方特色乳制品小作坊奶源多来自于自养奶牛或周边牧户,由于奶农缺乏安全使用兽药意识和知识,在养殖环节存在超量使用兽药或未遵守休药期等违规操作,导致原奶中有兽药残留。

在奶皮子、奶茶粉、嚼克、含乳固态成型制品中检出了诺氟沙星和培氟沙星。氟喹诺酮类药物作为细菌感染类疾病的治疗药物,可通过禽畜产品食物

表7 不同地区样本中兽药残留检出情况

Table 7 Detection rate of veterinary drug residues in different regions samples

监测地区	检测份数/份	检出份数/份	平均值/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	P95/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	检出值范围/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	检出率/%
阿拉善盟	98	3	0.35	2.00	ND~93.80	3.06
巴彦淖尔市	100	3	0.34	2.00	ND~30.90	3.00
包头市	100	3	0.32	2.00	ND~8.58	3.00
赤峰市	100	1	0.31	2.00	ND~3.34	1.00
鄂尔多斯市	100	2	0.31	2.00	ND~3.48	2.00
呼和浩特市	100	1	0.31	2.00	ND~0.42	1.00
呼伦贝尔市	100	1	0.31	2.00	ND~1.26	1.00
乌海市	100	2	0.31	2.00	ND~4.02	2.00
乌兰察布市	100	1	0.31	2.00	ND~3.40	1.00

注：“ND”表示低于定量限或未检出

链传递对人体产生危害,如造成中枢神经系统紊乱,使人出现失眠、头痛、惊厥等症状^[10],为此,农业农村部于2015年发布了2292号公告,要求在食品动物中停止使用洛美沙星、培氟沙星、氧氟沙星和诺氟沙星这4种兽药。魏东等^[11]指出氟喹诺酮类药物引起消化系统等不良反应,往往与剂量有关,口服剂量小于600 mg/d引起胃肠道反应发生率较低,当剂量大于800 mg/d,则发生率较高。本次检测的诺氟沙星、培氟沙星最大检出值分别为93.80、1.85 $\mu\text{g}/\text{kg}$,按照人们的一般饮食习惯,每日摄入量远远低于可能引起胃肠不良反应的剂量。

不同地区采集的样本兽药残留检出情况没有显著差异,可能与内蒙古地区奶牛养殖模式已呈现牧场化、规模化、现代化^[12],对兽药的使用更加规范和科学有关。

本次调查结果表明,内蒙古地区部分地方特色乳制品和含乳制品中存在兽药残留现象,但未发现兽药残留超标情况,后续工作我们将开展兽药残留的风险评估工作,为监管部门加强兽药的规范化管理提供科学依据。

参考文献

[1] 内蒙古自治区市场监督管理局. 蒙古族传统奶制品术语: DB15/T 1983—2020[S]. 呼和浩特: 内蒙古自治区质量和标准化研究院, 2020.
Inner Mongolia Autonomous Region Market Supervision Administration. Mongolian traditional milk products terms: DB15/T 1983—2020 [S]. Inner Mongolia Institute of Quality and Standardization, 2020.

[2] 刘浩. 内蒙古传统乳制品产业发展优势、问题与路径[J]. 北方经济, 2021, 406(9): 42-44.
LIU H. Advantages, problems and paths of traditional dairy industry in Inner Mongolia[J]. Northern Economy, 2021, 406(9): 42-44.

[3] 刘二花, 刘松雁. 畜产品兽药残留的危害及检测方法[J]. 今日畜牧兽医, 2021, 37(6): 1, 31.
LIU E H, LIU S Y. Harm and detection method of veterinary drug residues in animal products[J]. Today Animal Husbandry

and Veterinary Medicine, 2021, 37(6): 1, 31.

[4] XIE M, ZHAO F, ZHANG Y, et al. Recent advances in aptamer-based optical and electrochemical biosensors for detection of pesticides and veterinary drugs [J]. Food Control, 2022, 131: 108399.

[5] ZAITSEVA N V, SHUR P Z, ATISKOVA N G, et al. Human health hazards associated with tetracycline drugs residues in food [J]. International Journal of Advanced Research (IJAR), 2014, 2(8): 488-495.

[6] CHEN Z Y. Hazards and detection techniques of veterinary drug residues in animal-origin food [J]. E3S Web of Conferences, 2021, 271: 04033.

[7] 梁莉, 李皓晨. 浅析兽药残留的原因、危害及防控措施[J]. 中国食品, 2021(19): 88-89.
LIANG L, LI H C. Analysis on the causes, hazards and prevention and control measures of veterinary drug residues [J]. China Food, 2021(19): 88-89.

[8] World Health Organization. Second workshop on reliable evaluation of low-level contamination of food [R]. Rome: World Health Organization, 1995.

[9] 付东梅, 吴露露. 促进内蒙古特色乳制品产业发展壮大的对策建议[J]. 北方经济, 2022, 415(6): 11-13.
FU D M, WU L L. Countermeasures and suggestions for promoting the development and growth of characteristic dairy industry in Inner Mongolia [J]. Northern Economy, 2022, 415(6): 11-13.

[10] 费丹, 王梦芝, 周瑶敏, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定畜禽毛发中4种违禁氟喹诺酮类兽药[J]. 分析科学学报, 2021, 37(5): 618-624.
FEI D, WANG M Z, ZHOU Y M, et al. Determination of four illegal fluoroquinolone veterinary drugs in animal hair by ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Journal of Analytical Science, 2021, 37(5): 618-624.

[11] 魏东, 李振华, 张乃生. 氟喹诺酮类药物的不良反应[J]. 动物医学进展, 2006, 27(7): 105-107.
WEI D, LI Z H, ZHANG N S. Adverse reactions of fluoroquinolones [J]. Progress in Veterinary Medicine, 2006, 27(7): 105-107.

[12] 布和朝鲁. 内蒙古奶牛养殖业规模化进程加快[J]. 当代畜牧养殖业, 2012, 353(2): 52.
BUHE Z L. The scale process of dairy farming in Inner Mongolia has been accelerated [J]. Modern Animal Husbandry, 2012, 353(2): 52.