

生鲜乳中常检禁限用物质和药物判定标准的研究

高翔¹, 杜杨^{2*}

(1. 郑州市兽药饲料质量安全检验中心, 郑州 450052; 2. 安阳市畜产品质量安全监测检验中心, 安阳 455000)

摘要: 乳制品在国民膳食结构中占据着越来越重要的位置, 其质量是人们高度关注的焦点。在生鲜乳中违法添加有害物质、使用违禁药物或超量、超范围使用药物等会对人体健康产生严重威胁。本文研究了2018年以来农业农村部生鲜乳质量安全监测计划, 其中生鲜乳常检项目为三聚氰胺、革皮水解物、碱类物质、硫氰酸钠和 β -内酰胺酶等违法添加物质, 铅、铬、汞、砷、黄曲霉毒素 M_1 等限量物质和各类兽药残留, 总结了生鲜乳中常检违法添加物质和限量物质的种类、危害、常用检测方法和检测结果判定标准。同时, 根据法律法规、技术标准、农业农村部公告等对奶牛禁用和生鲜乳中不得检出药物种类、限用药物种类、残留标志物和最大残留限量进行分析整理, 并建立名录, 以期对相关生产经营企业、行政管理部门和质量检测机构提供参考。

关键词: 生鲜乳; 违法添加; 限量物质; 禁用药物; 最大残留限量

Research on the determination standard of frequently tested substance and drugs that prohibited and restricted in raw milk

GAO Xiang¹, DU Yang^{2*}

(1. Zhengzhou Veterinary Drug and Feed Quality and Safety Inspection Centre, Zhengzhou 450052, China;
2. Anyang Animal Products Quality and Safety Inspection Centre, Anyang 455000, China)

ABSTRACT: Dairy products occupy an increasingly important position in the national dietary structure, and its quality and safety are the focus of people's attention. The illegal addition of harmful substances to raw milk, the use of illegal drugs, or the excessive or beyond the scope of drugs will pose a serious threat to human health. This paper researched the quality and safety monitoring plan of fresh milk in the Ministry of Agriculture and Rural Affairs since 2018, among which the items for regular inspection of fresh milk were illegal added substances such as melamine, leather hydrolysate, alkali substances, sodium thiocyanate and β -lactamase and limited substances such as lead, chromium, mercury, arsenic, aflatoxin M_1 and various veterinary drug residues, and summarized and analyzed the types, harms, common detection methods and determination criteria of detection results of illegal substances and limited substances in fresh milk. At the same time, according to laws and regulations, technical standards, Ministry of Agriculture and Rural Affairs announcements, etc., this article analyzed and arranged the types of drugs, restricted drugs, residual markers and maximum residue limits that could not be detected in dairy cows and raw milk, and established a directory, in order to provide reference for the relevant production and operation enterprises, administrative departments and quality testing agencies.

KEY WORDS: raw milk; illegal to add; limit substances; banned drugs; maximum residue limit

*通信作者: 杜杨, 高级畜牧师, 主要研究方向为畜产品质量安全监测检验。E-mail: 252969610@qq.com

*Corresponding author: DU Yang, Senior Engineer, Anyang Animal Products Quality and Safety Inspection Centre, No. 15, Yongming Road, Wenfeng District, Anyang 455000, China. E-mail: 252969610@qq.com

0 引言

随着乳制品在国民膳食结构中占据着越来越重要的位置,乳制品质量安全引发人们的高度关注,而乳制品的质量安全主要取决于生乳的质量安全^[1-2]。生鲜乳中违法添加有害物质、使用违禁药物或超量、超范围使用药物等会对人体健康产生严重威胁^[3-5]。本文总结了目前生鲜乳中常检违法添加物质和限量物质种类、危害、常用检测方法和检测结果判定标准,同时,建立奶牛禁用和生乳中不得检出药物种类、限用药物种类、残留标志物和最大残留限量名录,以期对相关生产经营企业、行政管理部門和质量检测机构提供参考。

1 生鲜乳中常检违法添加物质及判定标准

通过研究分析 2018 年以来农业农村部生鲜乳质量安全监测计划^[6-7]中生乳监测项目发现,目前常检违法添加物质主要为三聚氰胺、革皮水解物、碱类物质、硫氰酸钠和 β -内酰胺酶。虽然上述物质在生鲜乳生产加工过程中不得添加,但是考虑物料带有引入等情况,判定标准不能简单的与不得检出划等号。

1.1 三聚氰胺

三聚氰胺是一种三嗪类含氮杂环有机化合物,是化工企业在生产加工中常用的基本原料,可用于塑料、涂料、粘合剂、食品包装材料的生产,因其含氮量高,添加到生乳及乳制品中可以虚假提高蛋白质含量^[8-9]。三聚氰胺禁止人为添加到生鲜乳中,但由于其可能从环境、食品包装材料等途径进入到食品中,因此《卫生部、工业和信息化部、农业部、国家工商行政管理总局、国家质检总局关于三聚氰胺在食品中的限量值的公告》(2011 年第 10 号)中规定,三聚氰胺在生鲜乳中的限量值为 2.5 mg/kg。

1.2 革皮水解物

革皮水解物是将皮革下脚料、动物毛发等采用化学方法进行水解而得到的物质,含有重金属六价铬,可引起中毒、关节疏松肿大等,严重危害人体健康^[10-11]。革皮水解物非法添加到乳与乳制品中可以提高蛋白质的含量。*L*-羟脯氨酸为胶原蛋白中特有组分,生鲜乳中不含此氨基酸,因此可依据 NY/T 3130—2017《生乳中 *L*-羟脯氨酸的测定》进行检测,检测结果超出方法检出限(30 mg/L)即判定为不合格。

1.3 碱类物质

在微生物的作用下,生鲜乳中乳酸分解使其酸度增高。通过在生鲜乳中加入碳酸钠、工业用火碱(化学名称氢氧化钠)、碳酸氢钠等碱性物质,可降低酸度,掩盖生鲜乳酸败现象^[12-13]。加入碱类物质后的生鲜乳口感变差,易于

腐败菌生长,破坏某些维生素。长期食用牛奶,同时摄入大量可吸收的碱剂,可导致高钙血症、碱中毒和不同程度的肾功能损坏等。可依据 T/TDSTIA 017—2019《生乳中碱类物质的测定》进行检测,检测结果超出方法检出限(0.05%)即判定为不合格。

1.4 硫氰酸钠

硫氰酸钠是一种用于医药、印染等多种行业的化工原料,其在人体内释放的氰根离子可与细胞色素氧化酶中的三价铁离子结合,并抑制该酶活性^[14-16],使组织不能利用氧,引起恶心、呕吐、腹痛、腹泻等主要症状,还会引起血压波动、胃肠道功能紊乱、心率减慢等,重度中毒可明显损害肾功能,少量摄取可妨碍机体对碘的吸收利用,引起甲状腺疾病^[17]。《食品中可能违法添加的非食用物质名单(第一批)》中规定禁止在乳及乳制品中添加硫氰酸钠用于保鲜。可依据 NY/T 3513—2019《生乳中硫氰酸根的测定 离子色谱法》进行检测(检出限 0.25 mg/kg,定量限 0.75 mg/kg),检测结果为具体检测值,检测结论可不作判定。

不判定结果的原因主要是生鲜乳中硫氰酸盐的来源相对广泛,是动物体内正常含有的阴离子,天然存在于各种食品中(包括乳);十字花科类植物作为青饲料在奶牛饲养中必不可少,而此类植物富含硫代糖苷(硫氰酸钠的前体),成为生鲜乳中非人为添加的硫氰酸钠的主要来源之一,同时硫氰酸盐作为工业原料,可用于生产农药、杀虫剂、杀菌剂等,可能会残留在饲料原料中,所以生鲜乳中硫氰酸盐的本底浓度值不确定^[18-20]。因此,生鲜乳中检出硫氰酸钠浓度低于国家食药监总局风险监测参考值 10 mg/kg,不是人为恶意添加,检测结论可不作判定。

1.5 β -内酰胺酶

β -内酰胺类抗生素如最常用的青霉素与头孢菌素,可治疗牛乳腺炎和其他细菌感染性疾病,在生鲜乳生产中应用广泛。但注射进奶牛体内的抗生素可能会在生鲜乳中残留,人长期饮用会因抗生素积累而导致肠道菌群失调,产生耐药性,也可引起过敏人群的过敏反应^[21]。 β -内酰胺酶是细菌代谢过程产生的一种蛋白质,可特异性分解 β -内酰胺类抗生素,掩盖抗生素残留的事实,从而干扰检测^[22-23]。可依据 NY/T 3313—2018《生乳中 β -内酰胺酶的测定》进行检测,检出限 4 U/mL,结果呈阳性即判定为不合格。

2 生鲜乳中常检限量物质及判定标准

从生鲜乳质量安全方面考虑,饲养方式、饲料污染、土壤和水等环境污染均可导致生鲜乳及乳制品中残留污染物^[24-26]。目前常检污染物主要为铅、铬、汞、砷等具有显著生物毒性的重金属污染和真菌毒素污染(主要为黄曲霉毒素 M₁)。

2.1 重金属污染物限量

2.1.1 铅

铅属于强污染物,排入环境后无法再降解,是对人体毒性最强的重金属之一,在人体内可累积,长期摄入可引起慢性中毒,导致听力丧失、贫血、肾功能衰竭,造成儿童智力低下和认知功能障碍^[27-29]。常用检测方法为 GB 5009.12—2017《食品安全国家标准 食品中铅的测定》,根据 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》进行判定,限量为 0.05 mg/kg(以 Pb 计)。

2.1.2 铬

铬是人体必需的微量元素,毒性与其存在的价态有关。三价铬对人体几乎无毒,六价铬可通过消化道、呼吸道、皮肤和粘膜侵入人体,积聚在肝、肾、肺和内分泌腺中,造成肝损伤、致癌、皮肤过敏等^[30-31]。铬的污染源有含铬矿石的加工、金属表面处理、皮革鞣制及印染等排放的污水。常用检测方法为 GB 5009.123—2014《食品安全国家标准 食品中铬的测定》,根据 GB 2762—2017 进行判定,限量为 0.3 mg/kg(以 Cr 计)。

2.1.3 汞

汞是环境中重要的重金属类污染物,是毒性最大的物质之一,可导致急性和慢性中毒,易被皮肤、呼吸道和消化道吸收,口服、吸入或接触后可破坏中枢神经系统,可导致 Hunte Russell 综合征、水俣病等严重疾病^[32]。常用检测方法为 GB 5009.17—2014《食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定》,根据 GB 2762—2017 进行判定,限量为 0.01 mg/kg(以 Hg 计)。

2.1.4 砷

砷及其化合物在工农业生产中应用广泛,正常的食品中均具有砷的本底浓度。元素砷无毒,砷化合物如氧化物、盐类及有机砷化合物均有毒性。进入人体的砷在毛发、指甲中高度富集,骨和皮肤次之,在其他组织中则平均分布。砷一般通过污染水源和空气进入人体内,超过限量时会引起人体神急、慢性中毒,导致皮肤癌、肺癌、膀胱癌等多种疾病^[33-34]。常用检测方法为 GB 5009.11—2014《食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定》,根据 GB 2762—2017 进行判定,限量为 0.1 mg/kg(以 As 计)。

2.2 黄曲霉毒素 M₁ 限量

黄曲霉毒素是霉菌的代谢物,是一组化学结构类似的化合物总称^[35]。黄曲霉毒素 M₁(AFM₁)是黄曲霉毒素 B₁(AFB₁)的羟基化代谢物,是 2B 类致癌物,常见的生鲜乳加工方式无法破坏其结构,具有致癌和肝毒性^[36-38]。生鲜乳中检出超标的黄曲霉毒素 M₁,可能是由于饲料贮藏条件和时间不当、饲料污染、地理位置和区域、季节变换、当地气候等的影响^[39-41]。

可采用快速法进行初步筛选,快速筛选方法的检出限不高于 0.01 μg/kg,检测结果高于检出限的样品采用 GB

5009.24—2016《食品安全国家标准 食品中黄曲霉毒素 M 族的测定》第一法或第二法进行检测确证(检出限 0.005 μg/kg)。检测结果根据 GB 2761—2017《食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量》判定,限量为 0.5 μg/kg。

3 奶牛禁用和生鲜乳中不得检出药物种类

奶牛禁用药物与生鲜乳中不得检出药物不能简单画等号。生鲜乳中不得检出药物一般都有规定的每日允许摄入量 and 在其他动物、组织的残留限量规定,与禁用药物有本质区别。在泌乳期禁用可能是由于药物研发时缺少相关研究数据,或者是考虑到泌乳期间无法严格执行休药期,如果在生鲜乳中检出相关药物残留应是在养殖环节超出范围、不规范用药导致。

根据 GB 31650—2019《食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量》《食品动物禁用的兽药及其化合物清单》(农业农村部公告第 250 号)^[42]《禁止在食品动物中使用洛美沙星等 4 种原料药的各种盐、酯及其各种制剂的公告》(农业部公告第 2292 号)^[43]《停止经营、使用喹乙醇、氨苯胂酸、洛克沙酮等 3 种兽药的原料药及各种制剂的公告》(农业部公告第 2638 号)^[44]规定,可以用于产奶动物但不得在生鲜乳中检出的兽药共有 11 种,不得用于产奶动物的兽药 42 种,其中 38 种兽药禁止用于所有食品动物,3 种兽药停止在食品动物中使用,1 种禁止用于产奶动物,检测结果通常以公认的判定限、监测文件中明确的判定数值、检测方法检出限(或定量限)进行判定,具体药物分类和药物名称见表 1^[42-44]。

4 生鲜乳中限用兽药种类和最大残留限量

兽药在动物生产中应用广泛,用于治疗、预防疾病,但兽药残留可能对消费者造成健康风险,是食品安全日益关注的公共卫生问题^[45-46]。兽药残留主要来源为:联合、反复、超量用药,不执行休药期,不按标注途径用药,使用违禁药等^[47]。不同国家和组织所规定的牛奶中兽药残留限定的数量之间有较大差异。2019 年,日本规定列表中包括 355 种,澳大利亚规定了 319 种,新西兰为 55 种;欧盟规定了 111 种兽药残留限量;2018 年加拿大兽药署以及国际食品法典委员会(codex alimentarius commission, CAC)修订兽药残留标准(CX/MRL2—2018)数量分别为 37、36 种^[48]。我国 GB 31650—2019 中规定了牛奶中 65 种兽药的最大残留限量,其限量值与国际法典委员会、美国、欧盟等国际组织和国家(地区)的限量值基本一致^[49-50]。实际监测工作中,检测结果超出最大残留限量规定即判定为不合格。现将 GB 31650—2019 中与生鲜乳相关的兽药残留限量进行整理汇总,按照抗生素类、化学合成抗菌药类、抗寄生虫类、杀虫类和其他药物进行分类,并建立生鲜乳中各类兽药名称、种类、残留标志物和最大残留限量清单,具体结果见表 2~6。

表 1 奶牛禁用和生鲜乳中不得检出的药物及其他化合物清单
Table 1 List of drugs and compounds prohibited from dairy cows and not detectable in raw milk

药物分类	药物名称
β -兴奋剂类及其盐、酯	
硝基咪唑类	呋喃西林、呋喃妥因、呋喃它酮、呋喃唑酮、呋喃苯烯酸钠
硝基化合物	硝基酚钠、硝呋烯醇
硝基咪唑类	洛硝达唑、替硝唑
激素类	类固醇激素: 醋酸美仑孕酮、甲基睾丸酮、群勃龙(去甲雄三烯醇酮)、玉米赤霉醇 雌激素: 己二烯雌酚、己烯雌酚、己烷雌酚及其盐、酯孕激素: 黄体酮
催眠镇静类	安眠酮、赛拉嗪
解热镇痛类	水杨酸钠、阿司匹林
抗虫类	常山酮、托曲珠利、癸氧喹酯、阿维菌素、左旋咪唑
杀虫类	杀虫脒(克死螨)、毒杀芬(氯化烯)、呋喃丹(克百威)、林丹、酒石酸锑钾、锥虫砷胺、氯化亚汞(甘汞)、醋酸汞、硝酸亚汞、吡啶基醋酸汞、孔雀石绿、五氯酚酸钠
抑菌抗菌类	氨苯砜、洛美沙星、培氟沙星、氧氟沙星、诺氟沙星原料药的各种盐、酯及其各种制剂; 二氟沙星; 喹乙醇、氨苯砜酸、洛克沙酮原料药及各种制剂;
抗生素类	氯霉素及其盐、酯、多西环素、氟苯尼考、万古霉素及其盐、酯
喹噁啉类	卡巴氧及其盐、酯

表 2 抗生素类药物最大残留限量规定
Table 2 Maximum residue limits for antibiotics

名称	兽药分类	残留标志物	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)
阿莫西林		阿莫西林	4
氨苄西林		氨苄西林	4
青霉素/普鲁卡因青霉素	β -内酰胺类抗生素	青霉素	4
氯唑西林		氯唑西林	30
苯唑西林		苯唑西林	30
头孢氨苄		头孢氨苄	100
头孢唑肟	头孢菌素类抗生素	头孢唑肟	20
头孢噻吩		去呋喃头孢噻吩	100
杆菌肽	多肽类抗生素	杆菌肽 A、杆菌肽 B 和杆菌肽 C 之和	500
黏菌素		黏菌素 A 与黏菌素 B 之和	50
红霉素		红霉素 A	40
螺旋霉素	大环内酯类抗生素	螺旋霉素和新螺旋霉素总量	200
替米考星		替米考星	50
泰乐菌素		泰乐菌素 A	100
庆大霉素		庆大霉素	200
卡那霉素		卡那霉素 A	150
新霉素	氨基糖苷类抗生素	新霉素 B	1500
大观霉素		大观霉素	200
链霉素/双氢链霉素		链霉素、双氢链霉素总量	200
土霉素/金霉素/四环素	四环类抗生素	土霉素、金霉素、四环素单个或组合	100
甲砜霉素	酰胺醇类抗生素	甲砜霉素	50
林可霉素	林可胺类抗生素	林可霉素	150
吡利霉素		吡利霉素	200
克拉维酸	β -内酰胺酶抑制剂	克拉维酸	200

表3 化学合成抗菌药物最大残留限量规定
Table 3 Maximum residue limits for chemically synthesized antimicrobial agents

名称	兽药分类	残留标志物	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)
达氟沙星		达氟沙星	30
恩诺沙星	喹诺酮类	恩诺沙星与环丙沙星之和	100
氟甲喹		氟甲喹	50
磺胺二甲嘧啶	磺胺类	磺胺二甲嘧啶	25
磺胺类		兽药原形之和	100(除磺胺二甲嘧啶)
甲氧苄啶	抗菌增效剂	甲氧苄啶	50

表4 抗寄生虫类药物最大残留限量规定
Table 4 Maximum residue limits for antiparasitic drugs

名称	兽药分类	残留标志物	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)
三氮脒	抗锥虫药	三氮脒	150
氮氨菲啶		氮氨菲啶	100
氯羟吡啶	抗球虫药	氯羟吡啶	20
莫能菌素		莫能菌素	2
氯氰碘柳胺		氯氰碘柳胺	45
硝碘酚脒	抗吸虫药	硝碘酚脒	20
碘醚柳胺		碘醚柳胺	10
三氯苯达唑		三氯苯达唑酮	10
阿苯达唑		阿苯达唑亚砷、阿苯达唑砷、阿苯达唑-2-氨基砷和阿苯达唑之和	100
乙酰氨基阿维菌素		乙酰氨基阿维菌素 B1a	20
敌百虫		敌百虫	50
多拉菌素	抗线虫药	多拉菌素	15
伊维菌素		23,23-二氢阿维菌素 B1a	10
非班太尔/芬苯达唑/奥芬达唑		芬苯达唑、奥芬达唑和奥芬达唑砷的总和,以奥芬达唑砷等效物表示	100
莫昔克丁		莫昔克丁	40
噻苯达唑		噻苯达唑与5-羟基噻苯达唑之和	100
咪多卡	抗梨形虫药	咪多卡	50

表5 杀虫药最大残留限量规定
Table 5 Maximum residue limits for insecticides

名称	残留标志物	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)
双甲脒	双甲脒+2,4-二甲基苯氨的总和	10
氟氯氰菊酯	氟氯氰菊酯	40
三氟氯氰菊酯	三氟氯氰菊酯	30
氯氰菊酯/ α -氯氰菊酯	氯氰菊酯总和	100
溴氰菊酯	溴氰菊酯	30
二嗪农	二嗪农	20
氰戊菊酯	氰戊菊酯异构体之和	40
氟氯苯氰菊酯	氟氯苯氰菊酯	30

表 6 其他药物最大残留限量规定
Table 6 Maximum residue limits for other drugs

名称	兽药分类	残留标志物	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)
倍他米松	糖皮质激素类	倍他米松	0.3
地塞米松		地塞米松	0.3
安乃近	解热镇痛抗炎药	4-氨基-安替比林	50

5 结束语

随着我国奶牛养殖规模化水平持续提升, 奶业产业素质不断提高, 质量安全监管工作不断强化, 生鲜乳质量安全水平不断向优。据统计, 2019 年生乳抽检合格率达 99.9% 以上, 其中三聚氰胺等违禁添加物质抽检合格率连续多年达 100%, 下一步可适当降低已知违法添加物质监测频次, 重点兼顾违法添加物替代物监测。对于禁用、停用和不得检出的药物, 目前多数情况下依据各级政府部门监测文件中明确的判定值进行判定, 无明确判定值的依据检测方法检测限(或定量限)进行判定, 业内和有关部门认识不一致或采用检测方法不同时可能存在判定标准不严格统一的问题, 亟需有关部门进行风险评估并对判定值进行进一步明确和规范。我国兽药残留限定数量与日本、澳大利亚等国家相比, 还有一定差距, 随着新型药物不断出现, 需要研究制定更加快速、简便、灵敏度高的快速检测方法, 进一步降低检测成本, 加大风险监测和耐药性监测力度, 扩大监测覆盖面, 为及时修订兽药残留限量标准提供依据, 避免国家标准法规更新不及时、不完善, 出现兽药残留无法有效控制的情况。

参考文献

- [1] 李梅, 高杰, 盛玉娟, 等. 生乳的质量安全及其影响因素分析[J]. 食品安全导刊, 2020, (21): 67.
LI M, GAO J, SHENG YJ, *et al.* Quality and safety of raw milk and influencing factors [J]. Chin Food Saf Magaz, 2020, (21): 67.
- [2] 沈易霖. 影响生乳质量的因素分析与防控措施[J]. 食品安全导刊, 2020, (27): 103-105.
SHEN YL. Analysis of factors affecting raw milk quality and prevention and control measures [J]. Chin Food Saf Magaz, 2020, (27): 103-105.
- [3] 田杯香, 陈彬, 孙学锋, 等. 指纹图谱技术在生鲜乳掺假检测中的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(17): 5837-5843.
TIAN HX, CHEN B, SUN XF, *et al.* Research progress of fingerprinting technology for detection of adulteration in raw milk [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(17): 5837-5843.
- [4] 赵娟, 刘维华, 周洁, 等. 宁夏奶牛散养户生鲜乳质量安全状况调查分析[J]. 宁夏农林科技, 2019, 60(2): 23-26.
ZHAO J, LIU WH, ZHOU J, *et al.* Investigation and analysis on the quality and safety of raw milk on family-scale farm [J]. Ningxia J Agric Fores Sci Technol, 2019, 60(2): 23-26.
- [5] 王均良, 王冲. 影响生乳质量的因素分析与防控措施[J]. 榆林学院学报, 2020, 30(4): 50-54.

- WANG JL, WANG C. Factors affecting raw milk quality and prevention and control [J]. J Yulin Univ, 2020, 30(4): 50-54.
- [6] 中华人民共和国农业农村部. 关于开展 2019 年生乳质量安全监督检查工作的通知[EB/OL]. [2020-01-10]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2019/201910/202001/t20200110_6334710.htm. [2020-02-18].
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Notice on the implementation of random inspection of the quality and safety of raw milk in 2019 [EB/OL]. [2020-01-10]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2019/201910/202001/t20200110_6334710.htm. [2020-02-18].
 - [7] 中华人民共和国农业农村部. 关于印发 2020 年饲料兽药生鲜乳质量安全监测计划的通知[EB/OL]. [2020-05-11]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2020/202004/202005/t20200511_6343646.htm. [2020-05-29].
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Notice on the monitoring plan for the quality and safety of fodder veterinary drugs and raw milk in 2020 [EB/OL]. [2020-05-11]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2019/201910/202001/t20200110_6334710.htm. [2020-05-29].
 - [8] 李香珍. 运用高效液相色谱法检测生鲜乳中的三聚氰胺[J]. 饲料博览, 2020, (2): 92.
LI XZ. Determination of melamine in fresh milk by high performance liquid chromatography [J]. Feed Rev, 2020, (2): 92.
 - [9] 许莉, 李可强. 乳品中可能含有的不安全物质及其快速检测方法[J]. 中国乳品工业, 2016, 44(1): 38-43.
XU L, LI KQ. Unsafe substance may contain in dairy products and rapid detection methods [J]. Chin Dairy Ind, 2016, 44(1): 38-43.
 - [10] 黄秀山. 生鲜乳质量安全检测项目和方法[J]. 四川畜牧兽医, 2013, 40(7): 35.
HUANG XS. Quality and safety test of fresh milk [J]. Sichuan Anim Vet Sci, 2013, 40(7): 35.
 - [11] 奇云. 以假乱真的“山寨蛋白”-非法食品添加物“革皮水解物”解读[J]. 城市与减灾, 2013, (3): 51-53.
QI Y. Imitation protein -interpretation of illegal food additive “leather hydrolysate” [J]. City Disast Red, 2013, (3): 51-53.
 - [12] MOOSAVY MH, KORDAS HHK, KHATIBI SA, *et al.* Assessment of the chemical adulteration and hygienic quality of raw cow milk in the northwest of Iran [J]. Qual Assur Saf Crop, 2019, 11(5): 491-498.
 - [13] 申惠敏, 贾秀珍. 生鲜乳快速检测技术及常用方法[J]. 四川畜牧兽医, 2014, 41(4): 44-45.
SHEN HM, JIA XZ. Rapid detection technology and common methods of fresh milk [J]. Sichuan Anim Vet Sci, 2014, 41(4): 44-45.
 - [14] 田西学, 李宏, 李胜, 等. 生鲜乳中危害因子与奶业质量安全分析[J]. 畜牧兽医杂志, 2016, 35(1): 46-53.
TIAN XX, LI H, LI S, *et al.* Analysis of the risk factors of fresh milk and milk quality safety [J]. J Anim Sci Vet Med, 2016, 35(1): 46-53.

- [15] 王丽芳, 宋洁, 李秀萍, 等. 内蒙古地区生鲜乳中硫氰酸钠含量的风险监测[J]. 动物营养学报, 2019, 31(3): 1422-1427.
WANG LF, SONG J, LI XP, *et al.* Risk monitoring of sodium thiocyanate in raw milk in Inner Mongolia area [J]. *Chin J Anim Nutr*, 2019, 31(3): 1422-1427.
- [16] 王爽, 陈婷婷, 陈栋, 等. 基于色谱分析探究生鲜乳中硫氰酸钠的检测[J]. 食品安全导刊, 2020, (30): 86-87.
WANG S, CHEN TT, CHEN D, *et al.* Determination of sodium thiocyanate in fresh milk based on chromatographic analysis [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2020, (30): 86-87.
- [17] 杨健, 王丽芳, 姚一萍, 等. 生鲜乳中硫氰酸钠毒性作用及其机理[J]. 畜牧与饲料科学, 2017, 38(9): 44-47.
YANG J, WANG LF, YAO YP, *et al.* Toxic effects of sodium thiocyanate in raw milk and its mechanism [J]. *Anim Husb Feed Sci*, 2017, 38(9): 44-47.
- [18] 杨玉琪, 张杨, 吴悦. 生鲜乳中硫氰酸盐的来源及风险控制分析[J]. 中国乳业, 2018, (6): 67-70.
YANG YQ, ZHANG Y, WU Y. Analysis on the source and risk control of thiocyanate in fresh milk [J]. *Chin Dairy*, 2018, (6): 67-70.
- [19] 李香珍. 试论生鲜乳中硫氰酸钠的检测[J]. 饲料博览, 2020, (3): 95.
LI XZ. Study on the determination of sodium thiocyanate in fresh milk [J]. *Feed Rev*, 2020, (3): 95.
- [20] 李征, 黄骅, 娄迎霞, 等. 离子色谱法同时测定生鲜乳中碘离子、硫氰酸根离子[J]. 中国奶牛, 2020, (7): 47-50.
LI Z, HUANG H, LOU YX, *et al.* Simultaneous determination of iodide ion and thiocyanate ion in raw milk by ion chromatography [J]. *Chin Dairy Cattle*, 2020, (7): 47-50.
- [21] 狄彩霞, 杨永青, 莎娜. 历年生鲜乳中舒巴坦敏感 β -内酰胺酶类药物检验考核及注意事项分析[J]. 畜牧与兽医, 2019, 51(1): 131-135.
DI CX, YANG YQ, SHA N. Inspection and key points for testing of sulbactam sensitive β -lactamases in raw milk over the years [J]. *Anim Husb Vet Med*, 2019, 51(1): 131-135.
- [22] 秦婧, 张莉, 舒静, 等. 陕西省生鲜乳中 β -内酰胺酶的检测与结果分析[J]. 中国乳品工业, 2016, 44(9): 61-64.
QIN J, ZHANG L, SHU J, *et al.* Monitoring and analysis of β -lactamase in raw milk in Shanxi province [J]. *Chin Dairy Ind*, 2016, 44(9): 61-64.
- [23] 陈美霞, 文芳, 郑楠, 等. 牛奶中 β -内酰胺酶来源及其检测方法研究进展[J]. 中国乳品工业, 2015, 43(12): 24-28.
CHEN MX, WEN F, ZHENG N, *et al.* Research on the sources and analytical methods of β -Lactamase residues in milk [J]. *Chin Dairy Ind*, 2015, 43(12): 24-28.
- [24] ZAFAR I, FARHAT A, MUHAMMAD I, *et al.* Human health risk assessment of heavy metals in raw milk of buffalo feeding at wastewater-irrigated agricultural farms in Pakistan [J]. *Environ Sci Poll Res*, 2020, 27(23): 29567-29579.
- [25] MARTINA P, RÓBERT T, VLADIMÍR T. Concentrations of toxic metals and essential elements in raw cow milk from areas with potentially undisturbed and highly disturbed environment in Slovakia [J]. *Environ Sci Poll Res*, 2020, 27(21): 26763-26772.
- [26] DIAB HM, ALKAHTANI MA, AHMED AS, *et al.* Coexistence of diverse heavy metal pollution magnitudes: Health risk assessment of affected cattle and human population in some rural regions, Qena, Egypt [J]. *J Adv Vet Anim Res*, 2020, 7(2): 345-359.
- [27] TORFS J. Health impact assessment and monetary valuation of IQ loss in pre-school children due to lead exposure through locally produced food [J]. *Sci Total Environ*, 2012, 414: 90-97.
- [28] ESLAMI S, MOGHADDAM AH, JAFARI N, *et al.* Trace element level in different tissues of rutilus frisii kutum collected from Tajan river, Iran [J]. *Biol Trace Elem Res*, 2011, 143(2): 965-973.
- [29] KARRARI P, MEHRPOUR O, ABDOLLAHI M. A systematic review on status of lead pollution and toxicity in Iran; guidance for preventive measures [J]. *Daru J Pharm Sci*, 2012, 20(1): 2.
- [30] SU C, LIU H, QU X, *et al.* Heavy metals in raw milk and dietary exposure assessment in the vicinity of leather-processing plants [J]. *Bio Trace Elem Res*, 2020, (11): 1-9.
- [31] 张子栋. 六价铬毒性作用及其影响因素[J]. 生物技术世界, 2013, (8): 71.
ZHANG ZD. Toxicity of hexavalent chromium and its influencing factors [J]. *Biotech World*, 2013, (8): 71.
- [32] 李志强, 韩俊艳, 郭宇俊, 等. 汞毒性研究进展[J]. 畜牧与饲料科学, 2018, 39(12): 64-68.
LI ZQ, HAN JY, GUO YJ, *et al.* Research progress on mercury toxicity [J]. *Anim Husb Feed Sci*, 2018, 39(12): 64-68.
- [33] 曹立, 郭小娟. 慢性砷暴露与砷毒性的研究新进展[J]. 医学综述, 2014, 20(17): 3161-3163.
CAO L, GUO XJ. Study on chronic arsenic exposure and toxicity of arsenic [J]. *Med Recapitul*, 2014, 20(17): 3161-3163.
- [34] MANDAL BK, SUZUKI K. Arsenic round the world: A review [J]. *Talanta*, 2002, 58(1): 201-235.
- [35] MOHAMMEDI-AMEUR S, DAHMANE M, BRERA C, *et al.* Occurrence and seasonal variation of aflatoxin M_1 in raw cow milk collected from different regions of Algeria [J]. *Vet World*, 2020, 13(3): 433-439.
- [36] TAHIRA I, SULTANA N, MUNIR A, *et al.* Report: Occurrence of aflatoxin M_1 in raw and processed milk consumed in Pakistan [J]. *Pak J Pharm Sci*, 2019, 32(3): 1097-1101.
- [37] ABYANEH HK, BAHONAR A, NOORI N, *et al.* Aflatoxin M_1 in raw and pasteurized and UHT milk marketed in Iran [J]. *Food Addit Contam B*, 2019, 12(4): 236-244.
- [38] PUGA-TORRES B, SALAZAR D, CACHIGUANGO M, *et al.* Determination of aflatoxin M_1 in raw milk from different provinces of Ecuador [J]. *Toxins*, 2020, 12(8): 498.
- [39] PATYAL A, GILL J, BEDI JS, *et al.* Potential risk factors associated with the occurrence of aflatoxin M_1 in raw milk produced under different farm conditions [J]. *J Environ Sci Health Part B*, 2020, 55(9): 827-834.
- [40] POUR SH, MAHMOUDI S, MASOUMI S, *et al.* Aflatoxin M_1 contamination level in Iranian milk and dairy products: A systematic review and meta-analysis [J]. *World Mycotoxin J*, 2020, 13(1): 67-82.
- [41] RODRÍGUEZ-BLANCO M, RAMOS AJ, PRIM M, *et al.* Usefulness of the analytical control of aflatoxins in feedstuffs for dairy cows for the prevention of aflatoxin M_1 in milk [J]. *Mycotoxin Res*, 2020, 36(1): 11-22.
- [42] 中华人民共和国农业农村部. 食品动物禁用的兽药及其化合物清单(农业农村部公告第250号)[EB/OL]. [2020-04-14]. http://www.moa.gov.cn/nybg/2020/202002/202004/t20200414_6341556.htm. [2020-06-02].

- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. List of veterinary drugs and compounds prohibited in food and animals (Announcement of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs No. 250) [EB/OL]. [2020-04-14]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2020/202002/202004/t20200414_6341556.htm. [2020-06-02].
- [43] 中华人民共和国农业农村部. 禁止在食品动物中使用洛美沙星等 4 种原料药的各种盐、酯及其各种制剂的公告(农业部公告第 2292 号)[EB/OL]. [2017-12-02]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2015/jiuqi/201712/t20171219_6103873.htm. [2020-04-14].
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Announcement on the prohibition of the use of various salts, esters and various preparations of four kinds of drug substances such as lomefloxacin in food-producing animals (Announcement of the Ministry of Agriculture No.2292) [EB/OL]. [2017-12-02]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2015/jiuqi/201712/t20171219_6103873.htm. [2020-04-14].
- [44] 中华人民共和国农业农村部. 停止经营、使用喹乙醇、氨基甲酸、洛克沙肿等 3 种兽药的原料药及各种制剂的公告(农业部公告第 2638 号)[EB/OL]. [2018-01-11]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2018/201802/201805/t20180515_6142147.htm. [2020-04-14].
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Announcement on the cessation of operation and use of various preparations and bulk pharmaceutical chemicals of odoxydox, arsanilic acid and roxarsone (Announcement of the Ministry of Agriculture No.2638) [EB/OL]. [2018-01-11]. http://www.moa.gov.cn/nybgb/2018/201802/201805/t20180515_6142147.htm. [2020-04-14].
- [45] MADOUGOU AM, DOUNY C, MOULA N, *et al.* Survey on the presence of antibiotic residues in raw milk samples from six sites of the dairy pool of Niamey, Niger [J]. *Vet World*, 2019, 12(12): 1970–1974.
- [46] MOUDGIL P, BEDI JS, AULAKH RS, *et al.* Antibiotic residues and mycotoxins in raw milk in Punjab (India): A rising concern for food safety [J]. *J Food Sci Technol*, 2019, 56(11): 5146–5151.
- [47] 钟红萍. 生鲜乳抗生素残留检测技术研究[J]. *现代食品*, 2020, (13): 216–218.
- ZHONG HP. Detection of antibiotic residues in fresh milk [J]. *Mod Food*, 2020, (13): 216–218.
- [48] 解书斌, 韩伟, 阎玉林, 等. 牛奶中兽药残留限量新国标及主要检测方法的国内外比较分析[J]. *中国兽药杂志*, 2020, 54(7): 74–80.
- XIE SB, HAN W, YAN YL, *et al.* Comparison and analysis of the new national standards and detection methods for veterinary drug residue limits in milk at home and abroad [J]. *Chin J Vet Drug*, 2020, 54(7): 74–80.
- [49] 卢阳, 陈晋元, 贺兆源, 等. 中国与国外牛、羊肉及其产品兽药残留限量标准的对比研究[J]. *中国兽药杂志*, 2020, 54(11): 57–64.
- LU Y, CHEN JY, HE ZY, *et al.* Comparative study on veterinary drug residue limits of beef, mutton and their products between china and abroad [J]. *Chin J Vet Drug*, 2020, 54(11): 57–64.
- [50] 王聪, 赵晓宇, 张会亮, 等. 中国与国际食品法典委员会动物食品兽药残留标准的对比分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(19): 7164–7169.
- WANG C, ZHAO XY, ZHANG HL, *et al.* Comparative analysis on maximum residue limits for veterinary drugs in animal-derived food between china and codex alimentarius commission standards [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(19): 7164–7169.

(责任编辑: 张晓寒)

作者简介



高翔, 硕士, 高级畜牧师, 主要研究方向为兽药、饲料、畜产品质量安全监测。
E-mail: gaoxiang_fish@163.com



杜杨, 高级畜牧师, 主要研究方向为畜产品质量安全监测检验。
E-mail: 252969610@qq.com