

2020年石家庄市89份乳品安全指标检测结果分析

高辉^{1#}, 史学丽^{1#*}, 周永红¹, 赵伟²

(1. 河北省石家庄市妇幼保健院, 石家庄 050051; 2. 河北省石家庄市疾病预防控制中心, 石家庄 050051)

摘要: 目的 了解2020年石家庄市市售乳品安全情况。**方法** 2020年采集石家庄市12个县区4类乳品共89份样品,按照GB 4789.41—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 肠杆菌科检验》、NY/T 1331—2007《乳与乳制品中嗜冷菌、需氧芽孢及嗜热需氧芽孢数的测定》分别对乳粉中肠杆菌科细菌以及生牛乳、巴氏杀菌乳和超高温灭菌乳中需氧芽孢和嗜热需氧芽孢进行检测;参考国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册对生牛乳和巴氏杀菌乳中碱性磷酸酶进行检测;采用气相色谱-串联质谱法对乳粉中氯丙醇酯和缩水甘油酯进行检测。并根据现有国家限量标准对检测结果进行分析。**结果** 89份乳品样品中有9份样品出现单指标或多指标阳性。乳粉、超高温杀菌乳、生牛乳和巴氏杀菌乳的合格率分别为100%、100%、16.67%和55.56%,其中生牛乳的检测指标阳性率由高到低分别为:碱性磷酸酶(100%)>需氧芽孢(83.33%)>嗜热需氧芽孢(16.67%);巴氏杀菌乳的检测指标阳性率由高到低分别为:需氧芽孢(44.44%)>嗜热需氧芽孢(11.11%)。**结论** 石家庄市市售乳品中生牛乳和巴氏杀菌乳的污染问题较为突出,应当加大乳品原料的生产、加工、运输与贮存等环节监管力度,防控乳品污染风险,以确保乳品质量安全。

关键词: 乳品; 有害污染物; 食品安全

Analysis of test results of safety index of 89 dairy in Shijiazhuang city in 2020

GAO Hui^{1#}, SHI Xue-Li^{1#*}, ZHOU Yong-Hong¹, ZHAO Wei¹

(1. Shijiazhuang Maternal and Child Health Hospital, Shijiazhuang 050051, China;
2. Shijiazhuang Center for Disease Control, Shijiazhuang 050051, China)

ABSTRACT: Objective To understand the safety status of dairy products sold in Shijiazhuang. **Methods** Eighty-nine samples consisting of 4 kinds of dairy products were collected from 12 counties of Shijiazhuang in 2020. Enterobacteriaceae bacteria in milk powder, aerobic spores and thermophilic aerobic spores in raw milk, pasteurized milk and ultra-high temperature sterilized milk were tested according to GB 4789.41—2016 *National Standard for Food safety-Food microbiology test-Enterobacteriaceae test* and NY/T 1331—2007 *Determination of number of thermophilic and thermophilic aerobic spores in milk and dairy products*; alkaline phosphatase in raw milk and pasteurized milk was tested according to national food contaminants and hazardous factors risk monitoring work manual; chloropropanol esters and glycidyl esters in milk powder were tested by gas chromatography-tandem mass

项目基金: 河北省医学科学研究课题计划(20210699)、河北省医学科学研究课题计划(20210192)

Fund: Supported by the Project Plan of Medical Science Research in Hebei Province (20210699), and the Project Plan of Medical Science Research in Hebei Province (20210192)

[#]高辉、史学丽为共同第一作者。

[#]GAO Hui and SHI Xue-Li are Co-first Authors.

*通信作者: 史学丽, 硕士, 副主任药师, 主要研究方向为食品与药物分析。E-mail: shixueli1126@126.com

*Corresponding author: SHI Xue-Li, Master, Associate Chief Pharmacist, Shijiazhuang Maternal and Child Health Hospital, Shijiazhuang 050051, China. E-mail: shixueli1126@126.com

spectrometry. The tested results were analyzed based on current national limitation standards. **Results** Nine of the 89 dairy samples were positive for single or multiple indicators. The qualified rates of milk powder, ultra-high temperature sterilized milk, raw milk and pasteurized milk were 100%, 100%, 16.67% and 55.56%, respectively. The positive rates of the detection indicators of raw milk from high to low were: Alkaline phosphatase (100%)>aerobic spore (83.33%)>thermophilic aerobic spore (16.67%); the positive rates of the detection indicators of pasteurized milk from high to low were: Aerobic spores (44.44%)>thermophilic aerobic spores (11.11%). **Conclusion** Both raw milk and pasteurized milk remain serious contamination, and the supervision of production, processing, transportation and storage of dairy raw materials should be strengthened to prevent and control the risk of dairy contamination, so as to ensure the quality and safety of dairy products.

KEY WORDS: dairy; harmful contamination; food safety

0 引 言

乳品为人体生长和发育提供了全面均衡的营养, 因而被誉为“白色血液”。由于我国居民长期钙摄入量不足^[1], 《中国居民膳食指南(2016)》建议每天摄入约 300 g 液态奶, 可见乳品对人体的重要性。然而, 从安徽假奶粉到三聚氰胺事件^[2], 再到激素奶事件^[3], 乳品安全一直是社会关注的热点^[4]。常见的乳品安全评价检测指标包括碱性磷酸酶、氯丙醇酯、缩水甘油酯、肠杆菌科和芽孢杆菌属等。

碱性磷酸酶是一种普遍存在于生物体并参与生化反应的天然酶类物质, 其活性是评估生物体生理特性的重要指标^[5]。由于碱性磷酸酶的热稳定性略高于乳品中的致病微生物, 且在 56 °C、30 min 条件下会发生热变性, 因此乳品中碱性磷酸酶的活性是衡量乳品巴氏杀菌是否达标的重要依据^[6]。目前碱性磷酸酶活性低于 350 mU/L 已经作为乳品巴氏杀菌合格的重要指标^[7]。

芽孢杆菌属主要通过污染农场饲料、土壤、加工生产线等途径进入乳品, 误食被芽孢杆菌污染的乳品会引发呕吐和腹泻等食物中毒症状^[8]。赵薇等^[9]对吉林省 1693 份食品样品中蜡芽孢杆菌进行检测, 发现乳制品中蜡芽孢杆菌的污染情况最为严重。此外, 由于芽孢具有抗热性, 乳品经过巴氏杀菌处理后, 芽孢休眠体能够通过生物膜附着作用在环境中存在, 随着乳品贮藏期延长, 休眠体被乳品中的营养物质诱导刺激, 能够大量增长并且代谢产生蛋白酶、脂肪酶, 致使乳品腐败变质^[10]。

氯丙醇酯是食品中一类有机污染物, 其形成机制与食用植物油的高温加工方式密切相关。缩水甘油酯是缩水甘油和脂肪酸的酯化产物, 在一定条件下能够转化生成氯丙醇酯, 并且缩水甘油酯代谢产物具有遗传毒性^[11]。目前国际癌症研究机构(International Agency for Research on Cancer, IARC)将氯丙醇酯和缩水甘油酯分别列为 2B 和 2A 级致癌物。由于奶粉中的部分脂肪源自食用植物油(棕榈油)的外来添加, 目前世界多个国家和地区的婴幼儿奶粉中已经检出氯丙醇酯污染物^[12], 因此检测奶粉中的氯丙醇酯和缩水甘油酯意义重大。

常见污染乳品的肠杆菌科主要包括大肠杆菌、坂崎肠杆菌、沙门氏菌等。以坂崎肠杆菌为例, 马琳等^[13]曾对陕西省婴幼儿食品中的坂崎肠杆菌进行检测, 发现奶粉类食品中坂崎肠杆菌污染情况较为严重。由于婴幼儿免疫能力较低, 感染坂崎肠杆菌后会出现脑膜炎、菌血症及小肠坏死等症状, 致死率高达 80%^[14], 因此对乳品中的肠杆菌科类细菌进行检测对构筑婴幼儿乳品安全防线有重要意义。

本研究对石家庄市 12 个地区市售 4 大类乳品(乳粉、生牛乳、巴氏杀菌乳和超高温灭菌乳)抽取 89 份样品进行相关污染指标检测与分析, 收集市售乳品中污染基础数据, 为及时发现食品安全风险隐患及促进乳品行业持续健康发展和保障人民健康与食品安全提供保障。

1 材料与方法

1.1 样品来源

根据《国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》, 2020 年在石家庄市 12 个地区(井陘县、无极县、平山县、无极县、矿区、鹿泉市、新华区、裕华区、长安区、桥西区、新乐市、行唐县)中的超市、农场、农贸市场、孕婴店、网店等地随机抽取乳粉(44 份)、生牛乳(6 份)、巴氏杀菌乳(9 份)和超高温杀菌乳(30 份), 共计采样 89 份, 其中每份采样量 ≥ 2000 g。

1.2 主要仪器设备

DSQII 型气相色谱质谱仪(美国 Thermo Fisher Scientific 公司); EnSURE Touch 便携式生物荧光仪、ZymoSnap 碱性磷酸酶检测拭子(美国 Hygiene 公司)。

1.3 检测指标

乳粉的检测指标: 肠杆菌、氯丙醇酯和缩水甘油酯; 生牛乳和巴氏杀菌乳检测指标: 碱性磷酸酶、需氧芽孢和嗜热需氧芽孢; 超高温杀菌牛乳检测指标: 需氧芽孢和嗜热需氧芽孢。

1.4 检测方法

根据 GB 4789.41—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 肠杆菌科检验》中的第一法平板计数法对乳粉中

的肠杆菌进行检测;根据 NY/T 1331—2007《乳与乳制品中嗜冷菌、需氧芽孢及嗜热需氧芽孢数的测定》对生牛乳、巴氏杀菌乳和超高温杀菌乳中需氧芽孢和嗜热需氧芽孢进行检测;依据 EnSURE Touch 便携式生物荧光仪和 ZymoSnap 碱性磷酸酶检测拭子说明书对生牛乳、巴氏杀菌乳中碱性磷酸酶进行检测;参考 SN/T 5220—2019《出口食品中 3-氯丙醇酯及缩水甘油酯的测定 气相色谱-质谱法》对乳粉中氯丙醇酯(2-氯丙醇酯、3-氯丙醇酯)和缩水甘油酯进行检测。

1.5 评价标准

根据《2020 年国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》,碱性磷酸酶测定结果不小于 350 mU/L 为阳性样品,测定结果小于 100 mU/L,则为阴性样品,测定结果介于 100~350 mU/L 时为可疑样品^[7];肠杆菌不得检出;由于我国食品国家标准尚未对乳粉中氯丙醇酯、缩水甘油酯进行限量规定,本研究参考 SN/T 5220—2019 中乳粉中氯丙醇酯(2-氯丙醇酯和 3-氯丙醇酯)和缩水甘油酯的检出限分别为 0.020 mg/kg (2-氯丙醇酯和 3-氯丙醇酯)和 0.024 mg/kg,高于检出限即归为阳性;参考 NY/T 1331—2007,对相关芽孢菌采用梯度稀释法进行平板培养检测,如果 2 个稀释梯度(10^0 、 10^{-1})平板中菌落计数均小于 10,结果记为小于 10 CFU/mL,如果菌落计数不小于 10 CFU/mL,则按照实际情况计数^[3]。为便于归纳分析,本研究将检测结果不小于 10 CFU/mL 归类为阳性。每份样品中如果有一项检测指标为阳性,即将该样品归类为阳性样品。由于生牛乳未经过高温灭菌处理,其碱性磷酸酶含量为 100%,因此根据嗜热需氧芽孢和需氧芽孢的检测指标情况定义生牛乳的阳性情况。

1.6 数据处理

采用 SPSS 22.0 软件进行数据统计学分析,使用 χ^2 分布检验法,以 $P < 0.05$ 表示具有统计学差异意义。

2 结果与分析

2.1 44 份乳粉中肠杆菌、氯丙醇酯和缩水甘油酯检测结果

乳粉中肠杆菌科细菌检测结果显示,阳性率为 0%。与

2010 年石家庄市市售国产奶粉中坂崎肠杆菌 7.27% 的检出率相比^[15],本研究所选 2020 年市售乳品肠杆菌科细菌检出率大幅度降低,这与近 10 年来石家庄市食品安全监管工作密不可分。由于样品的提取、水解、净化和衍生等前处理方法存在一定差异,导致相同检测方法(气相色谱-串联质谱法)对乳粉中氯丙醇酯和缩水甘油酯的检出限也有所不同,如朱冰等^[16]对氯丙醇酯的检出限为 0.015 mg/kg,而刘印平等^[17]对氯丙醇酯的检出限为 0.024 mg/kg。本研究对氯丙醇酯(2-氯丙醇酯和 3-氯丙醇酯)和缩水甘油酯的检出限分别为 0.020 和 0.024 mg/kg,与 SN/T 5220—2019 及相关文献报道的检出限数量级一致。由于实际样品中 2 种指标含量均低于检出限,故判定 44 份乳粉中氯丙醇酯和缩水甘油酯的检出率均为 0%。表明石家庄市市售乳粉食品安全状况良好,受污染风险较低。

2.2 6 份生牛乳和 9 份巴氏杀菌乳的检测结果

对生牛乳和巴氏杀菌乳中的碱性磷酸酶、嗜热需氧芽孢、需氧芽孢进行检测,检测结果如表 1 和表 2 所示。对于生牛乳而言,3 个检测指标的阳性率从大到小分别为:碱性磷酸酶(100%)>需氧芽孢(83.33%)>嗜热需氧芽孢(16.67%);对于巴氏杀菌乳而言,其检测指标阳性率依次为需氧芽孢(44.44%)>嗜热需氧芽孢(11.11%)>碱性磷酸酶(0%)。由于生牛乳未经过高温杀菌处理,因此碱性磷酸酶检出率均为 100%,然而生牛乳中有 5 份样品被检测有芽孢菌属,表明采样的生牛乳的污染程度较高。尽管巴氏杀菌乳碱性磷酸酶阳性率也为 0%,但仍有芽孢菌属被检出,表明石家庄市市售巴氏杀菌乳中存在被芽孢菌属污染的风险,乳品安全状况不容忽视。

2.3 30 份超高温杀菌乳的检测结果

对超高温杀菌乳中的嗜热需氧芽孢和需氧芽孢进行检测,各区县采集并检测样品数目分布如下:藁城区 4 份、鹿泉区 5 份、桥西区 4 份、新华区 3 份、裕华区 2 份、长安区 3 份、新乐市 5 份、行唐县 4 份。结果显示,30 份超高温杀菌乳中的嗜热需氧芽孢和需氧芽孢的含量均小于 10 CFU/g·mL⁻¹,30 份超高温杀菌乳阳性检出率为 0%,表明石家庄市市售超高温杀菌乳食品安全状况良好。

表 1 6 份生牛乳检测结果
Table 1 Test results of 6 raw milk

生牛乳样品	采样地区	碱性磷酸酶/(mU/L)	嗜热需氧芽孢/(CFU/g·mL ⁻¹)	需氧芽孢/(CFU/g·mL ⁻¹)
生牛乳样品 1	藁城区	509300	10	8000
生牛乳样品 2	鹿泉区	73300	<10	10
生牛乳样品 3	新华区	60000	<10	<10
生牛乳样品 4	新乐市	2400	<10	60
生牛乳样品 5	行唐县	20400	<10	450
生牛乳样品 6	行唐县	100000	<10	30
阳性样品数	-	6	1	5
阳性检出率/%	-	100	16.67	83.33

注:-表示无此项,下同。

表 2 9 份巴氏杀菌乳检测结果
Table 2 Test results of 9 pasteurized milk

巴氏杀菌乳样品	采样地区	碱性磷酸酶/(mU/L)	嗜热需氧芽孢/(CFU/g·mL ⁻¹)	需氧芽孢/(CFU/g·mL ⁻¹)
巴氏杀菌乳 1	桥西区	2	<10	<10
巴氏杀菌乳 2	桥西区	102	<10	10
巴氏杀菌乳 3	新华区	5	<10	<10
巴氏杀菌乳 4	新华区	84	<10	<10
巴氏杀菌乳 5	裕华区	62	<10	<10
巴氏杀菌乳 6	裕华区	178	<10	10
巴氏杀菌乳 7	裕华区	6	<10	<10
巴氏杀菌乳 8	长安区	10	<10	20
巴氏杀菌乳 9	长安区	10	220	1400
阳性样品数	-	0	1	4
阳性检出率/%	-	0.00	11.11	44.44

2.4 不同种类乳品阳性率检测情况

89 份乳品合格率评价结果如表 3 所示。所采集的 89 份乳品中共有 9 份阳性样品, 合格率为 89.89%, 4 大类乳品中, 乳粉和超高温杀菌乳的合格率最高(100%), 巴氏杀菌乳合格率次之(55.56%)、生牛乳合格率最低(16.67%)。表明石家庄市市售乳品中乳粉和超高温灭菌乳的食品安全状况较好, 污染风险极低, 但是生牛乳和巴氏杀菌乳的合格率较低, 污染水平较为严重, 应当重视生牛乳和巴氏杀菌乳食品卫生安全问题。

表 3 89 份乳品合格率评价结果
Table 3 Evaluation results of qualified rates of 89 dairy samples

乳品种类	样品数量 /份	阳性样品数量 /份	阳性率 /%	合格率 /%
乳粉	44	0	0.00	100.00
生牛乳	6	5	83.33	16.67
巴氏杀菌乳	9	4	44.44	55.56
超高温杀菌乳	30	0	0.00	100.00
合计	89	9	10.11	89.89

注: $\chi^2=55.39$, $P<0.001$, 差异具有统计学意义。

3 结论与讨论

从 2020 年河北省石家庄市 89 份乳品各指标检测情况来看, 生牛乳和巴氏杀菌乳的食品卫生状况不容乐观, 阳性率分别高达 83.33% 和 44.44%。6 份生牛乳中碱性磷酸酶阳性率为 100%。碱性磷酸酶是一种天然酶, 广泛存在于生鲜乳品中, 由于碱性磷酸酶的抗热性比无芽孢微生物强,

因此通常以碱性磷酸酶的含量衡量品巴氏杀菌是否合格。本研究采样的 9 份巴氏杀菌乳样品中的碱性磷酸酶含量均低于 350 mU/L, 表明其巴氏杀菌工艺合格, 而生牛乳由于未经过高温杀菌处理, 其碱性磷酸酶检测均为阳性。不论低温长时(62~68 °C, 30 min)或是高温短时(72~85 °C, 15 s)均能够使生牛乳中碱性磷酸酶失活, 因此只需严格执行巴氏杀菌工艺, 即可大大降低乳品中碱性磷酸酶阳性检出率, 确保乳品杀菌水平达标。

此外, 本研究采样的 6 份生牛乳、9 份巴氏杀菌中需氧芽孢和嗜热需氧芽孢阳性率分别为 83.33%、16.67%、44.44%、11.11%, 而来自生产加工线和养殖场的生牛乳样品阳性率均为 100%。李建洲等^[10]认为奶牛饲料污染、牛乳房不清洁、挤奶器具消毒不彻底是导致生牛乳被芽孢菌污染的危害因子, 而贮存环境和运输条件是影响巴氏杀菌乳中芽孢数量的主要因素。本研究检测的生牛乳中嗜热需氧芽孢和需氧芽孢阳性率较高, 并且部分巴氏杀菌乳样品中也有芽孢检出。表明石家庄市农场饲养卫生状况较差, 以及巴氏杀菌乳的冷链运输与贮存环节存在食品安全疏漏。因此, 针对生牛乳与巴氏杀菌乳中(需氧)芽孢检出结果, 我市应当重视奶牛牧场卫生状况, 从源头整治生牛乳原料卫生问题; 乳品企业要运用危害分析和关键控制点(hazard analysis and critical control point, HACCP)分析巴氏杀菌乳加工容易遭受污染的环节; 与此同时, 国家应当尽快推动乳品中(嗜热)需氧芽孢相关限量标准的设立。

值得注意的是, 尽管 44 份乳粉中肠杆菌科检出率为 0%, 但是郭大城等^[18]对河南省婴幼儿谷类辅食中坂崎肠杆菌检出率为 5.83%, 叶玲清等^[19]对 108 份特殊膳食用中肠杆菌科检出率为 17.6%。表明市售乳粉依然存在被肠杆菌科污染的风险, 相关部门不能掉以轻心, 要加强食品中

肠杆菌科细菌的检测。此外,目前 GB 19644—2010《食品安全国家标准 乳粉》中仅针对大肠菌群和沙门氏菌进行了限量规定,而 GB 25596—2010《食品安全国家标准 特殊医学用途婴儿配方食品通则》在此基础上新增了坂崎肠杆菌不得检出的要求,以保障婴幼儿食品安全。由于近年来有较多坂崎肠杆菌在乳粉中被检出的案例,因此国家应当扩大食品安全国家标准中致病菌限量种类,提高对乳粉的质量安全要求。与此同时,我国现行的食品安全标准中仅针对调味品中 3-氯丙醇进行了限量(液态 0.4 mg/kg、固态 1.0 mg/kg),尚未有针对乳粉中氯丙醇酯和缩水甘油酯检测和限量的国家统一标准。作为 2B 和 2A 级致癌物,目前食品添加剂联合专家委员会以 3-氯丙醇最大耐受量 4 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 作为氯丙醇酯类的风险评估标准^[20],而欧洲食品安全局在 2018 年更新了 3-氯丙醇最大耐受量为 2 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,并且于 2016 年估算了儿童 3-氯丙醇每日耐受量为 0.8 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ ^[21-22]。欧洲联盟规定婴幼儿配方奶粉中的缩水甘油酯限量为 0.5 mg/kg^[23]。因此相关部门应当加大对乳品中氯丙醇酯和缩水甘油酯的检测,为制定相关食品安全标准提供依据。

综上所述,针对 89 份市售乳品有害污染物的检测结果,石家庄市质检部门应当加强对乳品来源、生产加工线、运输过程以及上市乳品的质量监测,确保乳品从生产到上市的每一个环节的安全质量可控;市场监管部门应当加强对乳品原料供应地、销售点等卫生力度监管,降低市售乳品受污染的风险;同时消费者也应强化食品安全意识,选择正规门店购买乳品。

参考文献

- [1] PUN KK, CHAN L, CHUNG V, *et al.* Calcium content of common food items in Chinese diet [J]. *Calcified Tissue Int*, 1991, 48(3): 153-156.
- [2] 周辉. 我国食品安全法律制度探析—评《食品安全法律控制研究》[J]. *中国酿造*, 2019, 38(8): 234-234.
ZHOU H. An analysis of my country's food safety legal system—Comment on “Research on food safety legal control” [J]. *China Brew*, 2019, 38(8): 234-234.
- [3] 郭德安, 刘晓峰. 生牛乳及其制品中雌激素含量超标的危害及原因[J]. *山东畜牧兽医*, 2020, 41(8): 23.
GUO DAN, LIU XF. The harm and causes of excessive estrogen content in raw milk and its products [J]. *Shandong J Anim Sci Vet Med*, 2020, 41(8): 23-23.
- [4] 任伟. 我国乳品质量安全问题频发的原因及对策探讨[J]. *食品安全导刊*, 2019, 234(9): 28.
REN W. Discussion on the reasons and countermeasures of frequent issues of milk quality and safety in China [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2019, 234(9): 28.
- [5] LING Y, HE LZ, WAN CC, *et al.* ZIF-8@GMP-Tb nanocomplex for ratiometric fluorescent detection of alkaline phosphatase activity [J]. *Spectrochim Acta A*, 2022, 264: 120230.
- [6] 张昊. 乳及乳制品中碱性磷酸酶和乳过氧化物酶活性检测方法的评估及应用[D]. 兰州: 兰州大学, 2019.
- [7] ZHANG H. Evaluation and application of methods in detecting the activity of alkaline phosphatase and lactoperoxidase in dairy products [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2019.
- [7] 2020 年国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册[Z]. National handbook for risk monitoring of food contamination and harmful factors [Z].
- [8] 赵月明. 乳制品中蜡样芽孢杆菌的暴露研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2014.
ZHAO YM. The research on the expose of bacillus cereus in dairy products [D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2014.
- [9] 赵薇, 孙景昱, 刘思洁, 等. 吉林省 2011—2015 年食品中蜡样芽孢杆菌污染监测数据分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2018, 9(5): 1190-1194.
ZHAO W, SUN JY, LIU SJ, *et al.* Nalysis on the monitoring data of bacillus cereus in food in Jilin Province during 2011—2015 [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(5): 1190-1194.
- [10] 李建洲, 邵伟, 陈贺, 等. 生鲜乳中芽孢杆菌的危害与控制措施[J]. *中国奶牛*, 2020, (5): 47-52.
LI JZ, SHAO W, CHEN H, *et al.* The harm and control measures of bacillus in raw milk [J]. *China Dairy Cattle*, 2020, (5): 47-52.
- [11] 赵丽敏, 黄云霞, 孟志娟, 等. 特殊医学用途婴幼儿配方食品中 3-氯丙醇酯及缩水甘油酯的测定[J]. *乳业科学与技术*, 2021, 44(4): 15-18.
ZHAO LM, HUANG YX, MENG ZJ, *et al.* Detection of 3-chloropropanol esters and glycidyl esters in infant formula for special medical purposes [J]. *J Dairy Sci Technol*, 2021, 44(4): 15-18.
- [12] 尹峰, 李靖, 杨冰洁, 等. 婴配食品中氯丙醇酯的污染状况及检测方法研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(5): 1126-1132.
YIN F, LI J, YANG BJ, *et al.* Advances in contamination status and detection methods of chloropropanol esters in infant foods [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(5): 1126-1132.
- [13] 马琳, 李文涓, 陈飒, 等. 2012-2016 年陕西省 897 份婴幼儿食品中阪崎肠杆菌检测[J]. *现代预防医学*, 2018, 45(8): 1388-1391.
MA L, LI WJ, CHEN S, *et al.* Detection of *Enterobacter sakazakii* in 897 infant food in Shaanxi Province from 2012 to 2016 [J]. *Prev Med*, 2018, 45(8): 1388-1391.
- [14] LIU Z, YUAN Y, WU X, *et al.* A turn-off colorimetric DNAzyme-aptasensor for ultra sensitive detection of viable *Cronobacter sakazakii* [J]. *Sens Actuat B-Chem*, 2020. DOI: 10.1016/j.snb.2020.128646
- [15] 李秀娟, 李丽婕, 高伟利, 等. 石家庄市售国产配方奶粉和婴幼儿食品中阪崎肠杆菌污染调查[J]. *中国卫生检验杂志*, 2010, 20(4): 886-926.
LI XJ, LI LJ, GAO WL, *et al.* Survey of *Enterobacter sakazakii* from formula powder and infant foods samples sold in Shijiazhuang [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2010, 20(4): 886-926.
- [16] 朱冰, 王玲莉, 何华丽. 杭州市 0-3 岁婴幼儿配方乳粉中 3-氯丙醇酯暴露风险评估[J]. *中国食品卫生杂志*, 2020, 32(5): 544-547.
ZHU B, WANG LL, HE HL. Exposure risk assessment of 3-chloropropanol esters in 0-3 aged infants [J]. *Chin J Food Hyg*, 2020, 32(5): 544-547.
- [17] 刘印平, 云鹏, 陈福尊, 等. 几种市售婴幼儿配方奶粉中氯丙醇酯的定量检测及风险评估[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(19): 6867-6872.
LIU YP, YUN P, CHEN FZ, *et al.* Quantitative detection and risk assessment of chloropropanol ester in several infant formula milk powder

- [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(19): 6867–6872.
- [18] 郭大城, 炊慧霞, 戚浩彧, 等. 2018 年河南省市售婴幼儿谷类辅助食品微生物污染状况调查[J]. *中国食品卫生杂志*, 2020, 32(2): 175–179.
GUO DC, CUI HX, QI HY, *et al.* Investigation on microbial contamination of cereal-based complementary foods for infants and young children in Henan in 2018 [J]. *Chin J Food Hyg*, 2020, 32(2): 175–179.
- [19] 叶玲清, 陈伟伟, 李闽真, 等. 福建省特殊膳食用食品中肠杆菌科污染状况调查[J]. *海峡预防医学杂志*, 2021, 27(1): 73–75.
YE LQ, CHEN WW, LI MZ, *et al.* Investigation on enterobacteriaceae contamination in special dietary foods in Fujian Province [J]. *Strait J Prev Med*, 2021, 27(1): 73–75.
- [20] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, World Health Organization. Safety evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) [M]. Geneva: World Health Organization, 2011.
- [21] KNUTSEN HK, ALEXANDER J, BARREGÅRD L, *et al.* Update of the risk assessment on 3-monochloropropane diol and its fatty acid esters [J]. *EFSA J*, 2018, 16(1): 5083.
- [22] European Food Safety Authority. Risks for human health related to the presence of 3-and 2-monochloropropanediol (MCPD) and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food [J]. *EFSA J*, 2016, 14(5): 4426.
- [23] WOEHLIN F, FRY H, LAHRSEN-WIEDERHOLT M, *et al.* Occurrence of fatty acid esters of 3-MCPD, 2-MCPD and glycidol in infant formula [J]. *Food Addit Contam A*, 2015, 32(11): 1810–1822.

(责任编辑: 郑 丽 张晓寒)

作者简介



高 辉, 硕士, 主管药师, 主要研究方向为药物分析。

E-mail: 13363886308@163.com



史学丽, 硕士, 副主任药师, 主要研究方向为食品与药物分析。

E-mail: shixueli1126@126.com