

## 综述

## 婴幼儿食品中肠杆菌科重点致病菌污染风险及对我国标准修订的启示

陈潇, 杨舒然, 刘继开, 国鸽, 王晔茹, 甘辛, 徐文静, 闫韶飞, 李辉, 韩小敏, 赵东云

(国家食品安全风险评估中心, 国家卫生健康委食品安全风险评估重点实验室, 北京 100021)

**摘要:** 婴幼儿食品因微生物污染而导致食源性疾病的问题通常会引起国际关注, 由于婴幼儿人群的特殊性使得婴幼儿食品需要特殊且严格的食品安全要求。本文对近年来国内外婴幼儿食品中肠杆菌科所属的沙门菌和克罗诺杆菌(阪崎肠杆菌)污染情况与疾病风险进展进行了综述, 并通过对国内与国际婴幼儿食品产品及生产过程中微生物限量标准对比分析, 为我国婴幼儿食品国家标准的修订提供技术支持。

**关键词:** 婴幼儿食品; 肠杆菌科; 克罗诺杆菌; 沙门菌; 食源性致病菌; 风险暴露; 标准

**中图分类号:** R155 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-8456(2024)03-0346-09

**DOI:** 10.13590/j.cjfh.2024.03.017

**Risk of key pathogens of *Enterobacteriaceae* contamination in foods for infants and young children and implications for the revision of standards of China**

CHEN Xiao, YANG Shuran, LIU Jikai, GUO Ge, WANG Yeru, GAN Xin, XU Wenjing,  
YAN Shaofei, LI Hui, HAN Xiaomin, ZHAO Jianyun

(National Health Commission Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment of Health, China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100021, China)

**Abstract:** The problem of food-borne illnesses due to microbial contamination of infant and young children foods is usually of international concern, and the unique character of the infant and young child population requires special and strict food safety requirements for their own foods. This article reviews the progress of contamination with *Salmonella* and *Cronobacter* (*Enterobacter sakazakii*) of *Enterobacteriaceae* family in foods for infants and young children and its diseases risk at home and abroad in recent years, and also provides technical support for the revision of national standards for infant and young children foods and its manufacturing processes in China through the comparative analysis of domestic and international microbiological limits for infant and young children foods.

**Key words:** Foods for infants and young children; *Enterobacteriaceae*; *Cronobacter*; *Salmonella*; foodborne disease; risk exposure; standards

婴幼儿是0~6月龄婴儿、6~12月龄较大婴儿和12~36月龄幼儿的统称。婴幼儿食品是指针对婴幼儿专门研制的一类食品, 可为婴幼儿生长发育提供必需的全部或部分营养素。目前常见的婴幼儿食品包括婴幼儿配方食品(婴儿配方食品、较大婴儿配方食品、幼儿配方食品、特殊医学用途婴儿配方食品)和婴幼儿辅助食品(婴幼儿谷类辅助食品、婴幼儿罐装辅助食品)。婴幼儿配方食品是以乳类及

乳蛋白制品或大豆与大豆蛋白制品为主要蛋白来源的产品。婴幼儿辅助食品适于6月龄以上婴幼儿食用, 其中婴幼儿谷类辅食是以谷物为主要原料经加工制成的产品, 婴幼儿罐装辅助食品是食品原料经处理、灌装、密封、杀菌或无菌灌装后达到商业无菌并可在常温下保存的产品。对0~6月龄的婴儿, 在母乳不足或无母乳时可使用相应的婴儿配方食品替代, 对于6月龄以上婴幼儿, 还需配合添加辅助食品<sup>[1-3]</sup>。

鉴于婴幼儿自身代谢系统尚未发育完全, 因此更易受到外源性食源性致病因子的侵害, 其中致病微生物污染是影响婴幼儿食品安全的重要因素<sup>[4]</sup>。除了液态婴幼儿配方食品、婴幼儿罐装辅食外, 其他婴幼儿食品并非商业无菌食品。2004年2月, 联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture

收稿日期: 2023-07-18

基金项目: 2022年度国家食品安全风险评估中心融合项目; 2022年国家卫生健康委食品安全风险评估优先项目

作者简介: 陈潇 男 助理研究员 研究方向为营养与食品卫生  
E-mail: chenxiao@cfsa.net.cn

通信作者: 赵东云 女 副研究员 研究方向为营养与食品卫生  
E-mail: zhaojianyun@cfsa.net.cn

Organization of the United Nations, FAO)和世界卫生组织(World Health Organization, WHO)联合专家咨询会将粉状婴儿配方食品(Powdered infant formula, PIF)中的条件致病菌分为A、B、C三类,其中A类和B类对婴儿具有更强的致病性,以肠杆菌科为主,具体见表1。会议提出PIF中阪崎肠杆菌(现称

克罗诺杆菌)和沙门菌是导致婴幼儿感染、疾病和死亡的主要原因<sup>[5]</sup>。2006年1月FAO/WHO召开第二次专家咨询会强调应特别关注PIF中阪崎肠杆菌和沙门菌的污染风险评估与控制措施<sup>[6]</sup>。因此,应特别关注婴幼儿食品终端产品中肠杆菌科所属沙门菌与克罗诺杆菌的污染情况。

表1 粉状婴儿配方食品微生物污染与疾病风险关系<sup>[5]</sup>

Table 1 Relationship between microbiological contamination of powdered infant formula and disease risk<sup>[5]</sup>

分类	微生物
A类微生物—因果关系明确	阪崎肠杆菌和沙门菌
B类微生物—因果关系似乎合理,但尚未证明	成团肠杆菌、哈夫尼亚菌、肺炎克雷伯菌、科塞利柠檬酸杆菌、弗氏柠檬酸杆菌、产酸克雷伯菌、阴沟肠杆菌、大肠埃希氏菌、沙雷菌属和不动杆菌属
C类微生物—因果关系不太合理,或尚未证明	蜡样芽胞杆菌、艰难梭菌、产气荚膜梭菌、肉毒梭菌、单核增生李斯特菌、金黄色葡萄球菌和凝固酶阴性葡萄球菌

虽然通过终产品批次检验并采取召回等措施也能够发现和降低微生物污染导致的疾病风险,但对生产过程的微生物监控可以在污染繁盛的更早期阶段发现和识别风险,从而更快地采取措施。沙门菌和克罗诺杆菌所属的肠杆菌科有超过40个属,包括致病菌与腐败菌<sup>[7]</sup>。由于肠杆菌科污染食品后可能导致的致病风险和可引起食品腐败的特性,使其在乳制品中具有重要意义,在乳品工业中常采用肠杆菌科属细菌作为卫生指示菌<sup>[8]</sup>。目前国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)和欧洲将肠杆菌科作为乳制品,特别是婴幼儿食品卫生指示菌。我国的安全国家标准中则采用大肠菌群作为婴幼儿食品卫生指示菌,而大肠菌群并不包括作为A类微生物的沙门菌和克罗诺杆菌。此外,有研究表明应用肠杆菌科作为食品卫生指示菌可以消除因大肠菌群等检验方法和实验条件不同而造成结果的不确定性,并提高对食品加工环节监控的敏感性<sup>[7-9]</sup>。欧盟食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)认为在婴幼儿配方食品的工业生产加工环节中,应用肠杆菌科作为环境指示菌来控制极低水平的沙门菌和阪崎肠杆菌的污染具有科学性与可行性<sup>[10]</sup>。上述分析表明,肠杆菌科作为卫生指示菌,可以在一定程度上反映产品的卫生状况,帮助企业和监管部门及时发现存在的微生物污染,并采取措施有效管控风险。

本文通过梳理近年来国内外婴幼儿食品中肠杆菌科所属的沙门菌和克罗诺杆菌污染状况与疾病风险相关文献,和比对分析国内外婴幼儿食品生产和生产过程中的微生物限量要求,进而探讨我国现行婴幼儿食品国家标准完善的方向,并提出标准修订的建议。

## 1 婴幼儿食品中肠杆菌科重点致病菌的污染状况与食源性疾病风险

### 1.1 婴幼儿食品中克罗诺杆菌污染状况与食源性疾病风险

克罗诺杆菌原名阪崎肠杆菌(*Enterobacter sakazaki*, *E. sakazaki*),是一类条件致病菌,包括7个种,其中阪崎克罗诺杆菌(*Cronobacter sakazaki*, *C. sakazaki*)是引起人类疾病的主要致病菌。克罗诺杆菌可对任何年龄段的人群引起疾病,其中新生儿与老年人是克罗诺杆菌感染的高风险人群,尤其婴儿感染后通常会引起严重临床反应,包括脑膜炎、菌血症和坏死性小肠结肠炎,死亡率高达40.0%~80.0%<sup>[11]</sup>。有研究表明,当PIF等低水分活度的脱水食品生产设施和操作流程的卫生状况不佳时,易被环境中克罗诺杆菌污染,该菌可在低水分环境中如PIF存活长达12个月,且婴儿配方食品被微量的克罗诺杆菌污染也能导致感染发生<sup>[12]</sup>。因此,克罗诺杆菌一直是婴幼儿食品尤其是PIF质量控制中重点关注的食源性致病菌。

#### 1.1.1 国外婴幼儿食品中克罗诺杆菌污染状况与相关疾病暴发

美国疾病控制和预防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)估计,美国每年有4~6名婴儿会发生阪崎克罗诺杆菌感染<sup>[13]</sup>。加拿大和欧洲国家也相继在市售的婴儿配方食品中检测到克罗诺杆菌<sup>[14-15]</sup>。2008年,响应FAO/WHO的呼吁,为制定PIF、较大婴儿配方食品和其他婴幼儿食品的全球风险管理指南提供数据支持,英国、巴西、葡萄牙、韩国、约旦、马来西亚和印度尼西亚7个国家开展联合调查,共采集了136份PIF和179份其他婴幼儿食品,结果显示克罗诺杆菌的检出率分别为0.74%(1/136)和12.29%(22/179)<sup>[16]</sup>。2010年以后,日本、巴西和伊朗也相继在本国采集的婴儿食

品中检出阪崎克罗诺杆菌,检出率分别为 6.04% (9/149)、13.16% (20/152) 和 5.08% (6/118)<sup>[17-19]</sup>。以上的污染调查结果可以看出,婴儿食品的克罗诺杆菌污染问题是全球性的。

克罗诺杆菌导致的食源性疾病暴发并不常见,大多数受累人群为婴儿,很多患儿是出生后在医院内感染病原体。近 30 年,因摄入 PIF 而导致婴儿感染克罗诺杆菌的案例情况见表 2。由表 2 可知,患儿均为婴儿(12 月龄以内),临床症状包括发热、腹胀、带血腹泻、胃肠道出血、败血症、坏死性小肠结肠炎、脑膜炎,症状大多较为严重。2021 年 9 月—2022 年 1 月,美国又发生了一起疑似婴儿食用克罗诺杆菌污染的婴儿配方乳粉产品而患病的疫情,此次疫情共导致 4 名婴儿患病,其中 2 名死亡,经美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)、美国 CDC 以及州和地方合作伙伴调查,认为克罗诺杆菌感染可能是导致两名患者死亡的原因之一,调查结果显示这 4 名婴儿都食用了同一工厂生产的同一品牌的婴儿配方乳粉<sup>[21]</sup>。

表 2 全球报道的婴儿因摄入粉状婴儿配方食品而感染克罗诺杆菌事件

Table 2 Globally reported cases of *Cronobacter* infections in infants due to the ingestion of powdered infant formula

时间/年	地点	患儿年龄 范围(周)	病例 人数	死亡 人数	参考 文献
1986—1987	冰岛	36~40	3	1	[11]
1988	美国	27~34.5	4	—	[11]
1994	法国	28~41	13	3	[11]
1998	比利时	27~36	12	2	[11]
1999—2000	以色列	27~36	2	0	[20]
2001	美国	<48	11	1	[13]
2010	墨西哥	<48	2	0	[12]

### 1.1.2 国内婴幼儿食品中克罗诺杆菌污染状况与相关疾病暴发

国内罕见因食用婴幼儿食品而感染克罗诺杆菌的案例报道。近年来,研究人员对我国不同地区 PIF 等婴幼儿食品中克诺罗杆菌的污染情况开展了调查,详见表 3。其中 2013 年福建省采集的 PIF 样品克罗诺杆菌污染率高达 37.50%,分析结果显示阳性样品基本来自生产条件较为简陋的小型企业或家庭作坊型企业。从表 3 的调查结果可以看出,

表 3 国内婴幼儿食品中克罗诺杆菌污染情况

Figure 3 *Cronobacter* contamination in domestic foods for infants and young children

年份	地区	食品种类	检出率	其中样品明确为 PIF 的检出率	参考文献
1	2006—2007	四川省 婴幼儿配方乳粉	6.25%(5/80)	—	[22]
2	2006—2010	浙江省 婴幼儿食品(配方乳粉、谷类辅食)	12.28%(14/114)	—	[22]
3	2007—2011	甘肃省 婴幼儿配方乳粉	6.31%(13/206)	—	[23]
4	2009	广东省 婴幼儿食品(配方乳粉、谷类辅食)	5.41%(6/111)	—	[24]
5	2009—2012	湖北省 婴幼儿食品(配方乳粉、谷类辅食)	13.33%(4/30)	—	[25]
6	2010	河北省 婴幼儿食品(配方乳粉、谷类辅食)	11.76%(12/102)	—	[26]
7	2010	山西省 婴幼儿食品(配方粉、谷类辅食)	1.11%(1/90)	—	[27]
8	2011—2016	广西壮族自治区 婴幼儿食品(配方乳粉、谷类辅食)	2.24%(165/7 362)	—	[46]
9	2012	广西壮族自治区 婴幼儿食品(配方粉、谷类辅食)	3.15%(61/1 939)	—	[28]
10	2012	中国 28 省市 婴幼儿食品(PIF、粉状较大婴儿与幼儿配方食品)	1.10%(25/2 282)	0.90%(10/1011)	[29]
11	2012—2016	陕西省 婴幼儿食品(配方粉、谷类辅食)	3.01%(27/897)	1.67%(7/420)	[30]
12	2012—2019	天津市 婴幼儿食品(配方乳粉、谷类辅食及其他食品)	3.23%(15/464)	—	[31]
13	2013	福建省 PIF	37.50%(36/96)	37.50%(36/96)	[32]
14	2013—2016	山西省 婴幼儿谷类辅食	16.07%(18/112)	—	[33]
15	2013—2017	浙江省 婴幼儿食品(配方乳粉、谷类辅食)	9.36%(38/406)	—	[34]
16	2015—2017	中国 3 省市 PIF	2.77%(56/2 020)	2.77%(56/2020)	[35]
17	2016	上海市 婴幼儿食品(配方奶粉、谷类辅食)和 婴幼儿可能食用的固体饮料	8.87%(11/124)	—	[36]
18	2016—2018	云南省 婴幼儿米粉	23.97%(58/242)	—	[37]
19	2017—2019	福建省 婴幼儿配方乳粉	0.09%(1/1086)	0%(0/325)	[38]
20	2018	广西壮族自治区 婴幼儿米粉	16.00%(20/125)	—	[39]
21	2018	湖南省 婴幼儿食品(配方粉、谷类辅食)	3.98%(7/176)	—	[40]
22	2018	河南省 婴幼儿谷类辅食	5.83%(6/103)	—	[41]
23	2018	江西省 婴幼儿食品(配方乳粉、谷类辅食)	7.12%(24/337)	—	[42]
24	2018	中国 29 省市 婴幼儿食品(PIF、谷类辅食)	4.37%(354/8 105)	0.17%(7/4050)	[43]
25	2019	中国 29 省市 婴幼儿谷类辅食	17.53%(701/4 000)	—	[43]
26	2019	福建省 婴幼儿食品(配方粉、谷类辅食)	9.3%(10/108)	—	[44]
27	2020—2021	河南省 婴幼儿谷类辅食	4.35%(4/92)	—	[45]

注:“—”表示未明确

对于国际优先关注的 PIF, 克罗诺杆菌的整体检出水平较低, 婴幼儿辅食的检出率明显高于婴幼儿配方乳粉。需要指出的是, FAO/WHO 评估认为克罗诺杆菌感染对新生儿, 2 个月以下婴儿的健康危害最大, 因而 PIF 是各个国家和地区重点管控并制定限量标准的食品类别。

### 1.2 婴幼儿食品中沙门菌污染状况与食源性疾病风险

沙门菌是一类重要的食源性致病菌, 可以通过粪便传染给健康的人和动物诱发沙门菌病。据统计, 由沙门菌引起的食物中毒事件在细菌性食物中毒病例中位居前列<sup>[47]</sup>。人感染沙门菌后的临床症状主要以急性肠胃炎为主, 许多人不经治疗就可痊愈, 有些人如治疗不及时可能发生死亡。5 岁以下的儿童、老年人和免疫力低下的成年人等人群更易感沙门菌病。沙门菌可在低湿度的食品中长期生存, 并可在干奶制品中存活长达 10 个月<sup>[48]</sup>。

#### 1.2.1 国外婴幼儿食品中沙门菌相关疾病暴发

自 1985 年以来的近 40 年中, 国外暴发的与婴幼儿配方食品污染沙门菌有关的疫情共有 8 起, 受累患者均为 0~12 月龄婴儿, 如表 4 所示。流调结果显示, 每次沙门菌疫情皆由婴儿食用同一品牌或同一生产线生产的不同品牌豆基和乳基 PIF 引起。值得注意的是, 欧洲疫情暴发的受累国家、患者人数往往较多, 这主要与欧洲的区域性、生产与产品供应链特征有关。例如, EFSA 联合欧洲疾病控制和预防中心 (European Centre for Disease Control and Prevention, ECDC) 在 2018 年与 2019 年相继发布了多国暴发与婴幼儿配方粉有关的沙门菌感染事件的报告。2017 年 8 月—2018 年 1 月, 法国暴发了阿贡纳沙门菌 (*Salmonella Agona*, *S. Agona*) 疫情, 共有

表 4 婴儿因摄入粉状婴儿配方食品而感染沙门菌事件

Table 4 *Salmonella* infections in infants due to the ingestion of powdered infant formula

沙门菌血清型	时间	地点	病例人数	死亡人数	参考文献
<i>Ealing</i>	1985 年	英国	48	1	[48]
<i>Tennessee</i>	1993 年	美国、加拿大	≥3	—	[48]
<i>Virchow</i>	1996 年	西班牙	≥48	—	[48]
<i>Anatum</i>	1996—1997 年	英国、法国	17	—	[48]
<i>London</i>	2000 年	韩国	30	0	[48]
<i>Agona</i>	2005 年	法国	141	0	[48]
<i>Agona</i>	2017—2018 年	法国	39	0	[49]
<i>Poona</i>	2018—2019 年	法国、西班牙	32	0	[49]

39 名婴儿受到影响, 其源头为一家法国加工企业, 其生产的 7 个不同品牌的婴儿配方乳粉受到了沙门菌的污染。受污染的产品销往了 13 个欧盟国家和 54 个欧盟外国家, 波及范围较大。2018 年 8 月至 2019 年 2 月, 欧盟又暴发了普那肠道沙门菌 (*Salmonella Poona*, *S. Poona*) 疫情, 共有 32 名婴幼儿受到影响, 其源头为由西班牙加工公司制造, 法国公司销售的同一品牌的婴儿配方食品 (主料为大米)。这些产品分销给法国批发商、零售商和药店, 最终销往欧盟、欧洲自由贸易联盟和其他国家。以上事件反映了在生产过程环节控制微生物污染的必要性。

#### 1.2.2 国内婴幼儿食品中沙门菌污染状况

近年来随着我国对婴幼儿食品的严格监管, 沙门菌污染水平整体较低。现有调查结果显示我国婴幼儿食品的沙门菌检出率为 0%~12.50%, 具体见表 5。需特别指出的是, 2013 年福建省采集的样品阳性检出率高达 12.50%, 这些阳性样品基本来自生产条件较为简陋的小型企业或家庭作坊型企业。但通过 FAO/WHO 的报告和国外接连暴发婴幼儿食品沙门菌疫情的现状来看, 我国仍需警惕婴幼儿食品沙门菌污染隐患。

表 5 国内婴幼儿食品中沙门菌污染情况

Table 5 *Salmonella* contamination in domestic foods for infants and young children

年份	地区	食品种类	检出率	参考文献
2010、2012	陕西省	婴幼儿食品 (配方粉、谷类辅食)	3.40% (24/705)	[50]
2011	山东省	婴幼儿食品 (配方乳粉、谷类辅食)	0% (0/357)	[51]
2011—2016	广西壮族自治区	婴幼儿食品 (配方乳粉、谷类辅食)	0.02% (1/5717)	[46]
2013	福建省	PIF	12.50% (12/96)	[32]
2017—2019	福建省	婴幼儿配方乳粉	0% (0/1086)	[28]

## 2 国内外婴幼儿食品产品及生产过程中微生物限量要求

CAC 于 1972、1981 和 1987 年分别制定了《婴儿配方食品和特殊医学用途婴儿配方食品标准》(CXS 72—1981)、《谷基类婴幼儿加工食品标准》(CXS 74—1981)、《较大婴幼儿配方食品标准》(CXS 156—1987), 这些标准已经成为全球性标准,

为各国的相关标准制定提供参考<sup>[52-54]</sup>。CAC 标准中规定产品的微生物限量需符合《婴幼儿粉状配方食品卫生操作规范》(CXC 66—2008) 的设定, 要求 PIF 不得检出克罗诺杆菌与沙门菌, 粉状较大婴儿和幼儿配方食品不得检出沙门菌, 并且还规定了关键控制环节加工区域和粉状配方食品制备环节不得检出肠杆菌<sup>[55]</sup>。生产企业可按照该要求对生产过程

的卫生管理状况进行持续监测和评估,对卫生措施的正确应用进行确认。

欧盟、澳大利亚和新西兰、美国等均规定了 PIF 中的克罗诺杆菌限量要求,在婴幼儿食品标准中规定了沙门菌限量要求,以确保此类产品货架期内的安全<sup>[56-57]</sup>。除了设定产品限量标准,从生产过程管控婴幼儿食品的微生物安全也是各国普遍采取的做法。如欧盟规定食品从业者应通过实施以危害分析及关键控制点原则为基础的控制措施和良好卫生规范确保食品安全,并要求在 PIF 等产品的生产结束阶段对肠杆菌科进行检测,从而确定生产过程是否达到了规定的卫生要求。美国要求 PIF 制造企业应建立涵盖所有加工阶段的工艺控制系统,以确保 PIF 不会受到原料或加工环境中微生物的污染。

我国婴儿、较大婴儿与幼儿配方食品的固态产品应符合《食品安全国家标准 预包装食品中致病菌限量》(GB 29921—2021)的要求<sup>[59]</sup>。同时,我国在即将实施的《食品安全国家标准 婴幼儿配方食品良

好生产规范》(GB 23790—2023)中规定肠杆菌科可用作生产过程和环境卫生状况的指示菌,规范中还包含了粉状婴幼儿配方食品清洁作业区沙门菌、阪崎肠杆菌和其他肠杆菌的环境监控指南,但尚未规定相关微生物具体限量<sup>[60]</sup>。

综上所述,不同国家或地区均对婴幼儿配方食品制定了较为严格的限量标准。但不同国家对于限量标准中规定的采样量、检样量、检验方法、限量标准适用的条件等存在一定差异。尽管如此,结合婴幼儿人群的普遍特点和此类产品的风险,标准都规定了 PIF 中的克罗诺杆菌和婴幼儿食品中的沙门菌限量要求(表 6)。不符合限量要求的产品将停止销售、下架或召回处理。同时,通过生产规范类标准的实施,对婴幼儿配方食品生产过程中的关键点设置肠杆菌科等合适的指示菌进行监测(表 7),以确保高水平过程卫生控制的有效实施,也是不同法规和标准关注的重点内容,贯彻了 CAC 所提出的“食品微生物安全是通过有效实施已确证的控制措施而实现”的理念。

表 6 国内外部分国家或地区对婴幼儿食品产品的微生物限量规定

Table 6 Microbiological limits for food products for infant and young children in some domestic and international countries or regions

机构/国家/地区	产品类别	指标	限量			
			n	c	m	M
CAC <sup>[55]</sup>	PIF,特殊医学用途粉状婴幼儿配方食品以及母乳强化剂	沙门菌	60	0	0/25 g	—
		阪崎肠杆菌 (克罗诺杆菌属)	30	0	0/10 g	—
	粉状较大婴儿和幼儿配方食品,特殊医学用途粉状幼儿配方食品	沙门菌	60	0	0/25 g	—
欧盟 <sup>[56]</sup>	PIF和特殊医学用途配方食品(适用于6个月以下婴儿)	克罗诺杆菌属	30	0	10 g中不得检出	—
	PIF和特殊医学用途配方食品(适用于6个月以下婴儿),粉状较大婴儿和幼儿配方食品*	沙门菌	30	0	25 g不得检出	—
	婴儿即食食品和特殊医疗用途即食食品	单核增生李斯特菌	10	0	25 g不得检出	—
澳大利亚和新西兰 <sup>[57]</sup>	PIF(粉状较大婴儿配方食品除外)	克罗诺杆菌属	30	0	10 g不得检出	—
		沙门菌	60	0	25 g不得检出	—
	粉状较大婴儿配方食品	沙门菌	60	0	25 g不得检出	—
美国 <sup>[58]</sup>	PIF	大肠菌群	5	2	<3/g	20/g
		沙门菌	10	0	25 g不得检出	—
	克罗诺杆菌属	30	0	0/10 g	—	
中国 <sup>[59]</sup>	PIF、较大婴儿配方食品、幼儿配方食品,婴幼儿谷类辅助食品,粉状特殊医学用途配方食品	菌落总数	5	2	1000 CFU/g	10 000 CFU/g
		大肠菌群	5	2	10 CFU/g	100 CFU/g
		沙门菌	5	0	0/25 g	—
	PIF(仅适用于供0~6月龄婴儿食用的配方食品),特殊医学用途婴儿配方粉	克罗诺杆菌属	3	0	0/100 g	—

注:\*欧盟较大婴儿配方食品年龄划分方式为4月龄以上

### 3 对我国婴幼儿食品产品及生产过程相关限量标准修订的启示

婴幼儿特别是婴儿因其所处的特殊生命阶段,是各类致病微生物的易感人群。建立科学合理的食品安全标准,不断完善过程及食品产品安全标准的技术要求,优化作为监管和管理抓手的指标限量

要求,引导企业提升生产管理水平,是保证婴幼儿食品安全的重要手段。

我国在婴幼儿配方食品中将菌落总数和大肠菌群作为微生物污染的指标。在 GB 23790 中虽然明确规定肠杆菌科为婴配生产环境强制性检测指标,用于监控生产环境消毒卫生措施的有效性,但

表7 国外部分国家或地区对婴幼儿食品生产过程的微生物限量要求

Table 7 Microbiological limits for infant and young children's food manufacturing processes in some domestic and international countries or regions

机构/国家/地区	产品类别	指标	限量				备注
			n	c	m	M	
CAC*[55]	PIF,特殊医学用途粉状婴儿配方食品以及母乳强化剂,粉状较大婴儿和幼儿配方食品,特殊医学用途粉状幼儿配方食品	好氧嗜温细菌	5	2	500 CFU/g	5 000 CFU/g	不包括添加食品用菌种的产品。该指标为湿法加工步骤的卫生状况提供了指示。超出建议限值的表明蒸发器等设备中的细菌积聚或板式换热器泄漏造成的污染
		肠杆菌科	10	2	0/10 g	—	
欧盟[56]	PIF和特殊医学用途配方食品(适用于6个月以下婴儿) 粉状较大婴儿和幼儿配方食品 PIF和特殊医学用途配方食品(适用于6个月以下婴儿)	肠杆菌科	10	0	10 g样品中不得检出	—	适用于生产结束阶段。若超标应提高生产卫生条件将污染降到最低
		肠杆菌科	5	0	10 g样品中不得检出	—	适用于生产结束阶段。若超标应提高生产卫生条件将污染降到最低
		蜡状芽胞杆菌	5	1	50 CFU/g	500 CFU/g	适用于生产结束阶段。若超标应提高生产卫生条件,防止再次污染,原料的选择

注:\*CAC建议此类指标也可用于终产品检验,目的并非是为了评价特定批次产品的安全性,而是对产品生产过程中的卫生管理效果进行验证

与CAC和欧盟相比缺少明确的限量要求,在具体实践中难以起到危害评估作用,更多是依赖终端产品的大肠菌群、沙门菌和克罗诺杆菌限量要求进行监管。虽然大肠菌群和肠杆菌科卫生学意义相似,都是用于评估食品的总体卫生状况。但基于国内外婴幼儿食品微生物污染现状,将肠杆菌科作为指示菌有以下3个优势:①其覆盖的范围要大于大肠菌群,特别是包括不在大肠菌群范围内的沙门菌、克罗诺杆菌和志贺氏菌等致病性较强的细菌。②国际通用性。肠杆菌科作为重要卫生学指标已经广泛应用于国际食品安全相关法规中,统一的指标设置有助于检验数据的互通,以及研究和管理层面的交流。③检测更灵敏。目前国际上通常用肠杆菌科来代替无分类学名称的大肠菌群作为食品卫生指示菌,检出肠杆菌科可以认为加工后产品再次污染细菌,因此大大提高了以大肠菌群实验来证明食品加工不当的敏感性。若食品中肠杆菌科的计数超过一定限量,则表明在加工过程中存在着一个或多个缺陷,如不适当的加工工艺、加工后的再污染、贮存的温度不当等。此外,虽然相比我国标准中规定的PIF中沙门菌5件25g样品均不得检出,克罗诺杆菌3件100g样品不得检出的限量要求,美国、欧盟等对于PIF制定了更为严苛的限量标准(沙门菌60件样品,克罗诺杆菌30件10g样品均不得检出),但近年暴发的婴儿克罗诺杆菌、婴幼儿沙门菌感染的事实证明对终端食品产品的严控也并不能从根本上保证婴幼儿食品安全。严谨的标准制定、严格的过程监管、管理体系的有效运转以及良好的消费者风险沟通才是保障婴幼儿食品微生物安全的根本。

因此,借鉴国际上提出在婴幼儿食品工业生产加工与终端产品环节中,肠杆菌科作为环境样品的指示菌可以控制极低水平的沙门菌和克罗诺杆菌污染的评估内容,有必要对我国粉状婴幼儿配方食品良好生产规范中设置肠杆菌科限量和在婴幼儿食品标准中以肠杆菌科替代大肠菌群开展可行性研究,进一步优化标准指标设置方式,提升标准的应用效果,更好地保护消费者健康。

参考文献

[1] 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 婴儿配方食品: GB 10765—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.  
National Health Commission of the People's Republic of China/ State Administration for Market Regulation. National food safety standard for infant formula: GB 10765—2021 [S]. Beijing: China Standards Press, 2021.

[2] 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 较大婴儿配方食品: GB 10766—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.  
National Health Commission of the People's Republic of China/ State Administration for Market Regulation. National food safety standard for older infants formula: GB 10766—2021 [S]. Beijing: China Standards Press, 2021.

[3] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品: GB 10769—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.  
Ministry of health of the People's Republic of China. National food safety standard for Cereal-based complementary foods for infants and young children: GB 10769—2010[S]. Beijing: China Standards Press, 2010.

[4] BOOR K J, WIEDMANN M, MURPHY S, et al. A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling[J]. Journal of Dairy Science, 2017, 100(12): 9933-9951.

[5] Food and Agriculture Organization of the United Nation/World

- Health Organization. Workshop on *Enterobacter sakazakii* and other microorganisms in powdered infant formula[R]. Geneva: FAO/WHO, 2004.
- [6] Food and Agriculture Organization of the United Nation/World Health Organization. *Enterobacter sakazakii* and salmonella in powdered infant formula: Second Risk Assessment Workshop [R]. Rome: FAO/WHO, 2006.
- [7] NEHA S, SANJEEV A. Enterobacteriaceae ☆ [M]//Paul L H M, John P M. Encyclopedia of Dairy Sciences (Third Edition). United States: Academic Press, 2022: 482-489.
- [8] MARTIN N H, TRMČIĆ A, HSIEH T H, et al. The evolving role of coliforms As indicators of unhygienic processing conditions in dairy foods[J]. *Frontiers in Microbiology*, 2016, 7: 1549.
- [9] HERVERT C J, ALLES A S, MARTIN N H, et al. Evaluation of different methods to detect microbial hygiene indicators relevant in the dairy industry[J]. *Journal of Dairy Science*, 2016, 99(9): 7033-7042.
- [10] European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on biological hazards (BIOHAZ) on the request for review of the opinion on microbiological risks in infant formulae and follow-on formulae with regard to Enterobacteriaceae as indicators [J]. *EFSA Journal*, 2007, 5(2): 444.
- [11] NORBERG S, STANTON C, ROSS R P, et al. *Cronobacter* spp. in powdered infant formula [J]. *Journal of Food Protection*, 2012, 75(3): 607-620.
- [12] HENRY M, FOULADKHAH A. Outbreak history, biofilm formation, and preventive measures for control of *Cronobacter sakazakii* in infant formula and infant care settings [J]. *Microorganisms*, 2019, 7(3): 77.
- [13] KE A, PARREIRA V R, GOODRIDGE L, et al. Current and future perspectives on the role of probiotics, prebiotics, and synbiotics in controlling pathogenic *Cronobacter* spp. in infants [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2021, 12: 755083.
- [14] NAZAROWEC-WHITE M, FARBER J M. Incidence, survival, and growth of *Enterobacter sakazakii* in infant formula [J]. *Journal of Food Protection*, 1997, 60(3): 226-230.
- [15] O'BRIEN S, HEALY B, NEGREDO C, et al. Prevalence of *Cronobacter* species (*Enterobacter sakazakii*) in follow-on infant formulae and infant drinks [J]. *Letters in Applied Microbiology*, 2009, 48(5): 536-541.
- [16] CHAP J, JACKSON P, SIQUEIRA R, et al. International survey of *Cronobacter sakazakii* and other *Cronobacter* spp. in follow up formulas and infant foods [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2009, 136(2): 185-188.
- [17] OONAKA K, FURUHATA K, HARA M, et al. Powder infant formula milk contaminated with *Enterobacter sakazakii* [J]. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 2010, 63(2): 103-107.
- [18] CARVALHO G G, CALARGA A P, TEODORO J R, et al. Isolation, comparison of identification methods and antibiotic resistance of *Cronobacter* spp. in infant foods [J]. *Food Research International*, 2020, 137: 109643.
- [19] PAKBIN B, MAHMOUDI R, MOUSAVI S, et al. Genotypic and antimicrobial resistance characterizations of *Cronobacter sakazakii* isolated from powdered milk infant formula: a comparison between domestic and imported products [J]. *Food Science and Nutrition*, 2020, 8(12): 6708-6717.
- [20] STRYSKO J, COPE JR, MARTIN H, et al. Food safety and invasive *Cronobacter* infections during early infancy, 1961-2018 [J]. *Emerging Infectious Diseases*, 2020, 26(5): 857-865.
- [21] Centers for Disease Control and Prevention. *Cronobacter* and Powdered Infant Formula Investigation [E/OL] (2022-02-17) [2024-03-21]. <https://www.cdc.gov/cronobacter/outbreaks/sourc-date/>.
- [22] 黎明, 黄剑屏, 黄薇. 成都市市售国产婴幼儿配方奶粉中阪崎肠杆菌污染情况调查 [J]. *卫生研究*, 2009, 38(2): 158-159.
- LI M, HUANG J B, HUANG W. Investigating on the contamination of *Enterobacter sakazakii* in domestic powdered infant formula and young children formula sold in Chengdu [J]. *Journal of Hygiene Research*, 2009, 38(2): 158-159.
- [23] 林学海, 龚金炎, 王伟军, 等. 克罗诺杆菌生物学特性及其婴幼儿食品中控制措施研究进展 [J]. *中国乳品工业*, 2016, 44(8): 37-42.
- LIN X H, GONG J Y, WANG W J, et al. Review of biological characteristics and controlling of *Cronobacter* spp. in dairy products [J]. *China Dairy Industry*, 2016, 44(8): 37-42.
- [24] 张欣强, 庞杏林, 刘俊华, 等. 广州市市售国产婴幼儿配方奶粉中阪崎肠杆菌污染调查 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2010, 20(1): 183-185.
- ZHANG X Q, PANG X L, LIU J H, et al. Survey on contamination by *Enterobacter sakazakii* in infant formula made in China on Guangzhou market [J]. *Chinese Journal of Health Laboratory Technology*, 2010, 20(1): 183-185.
- [25] 吕均, 李玉芳, 郑向梅, 等. 十堰市市售婴幼儿配方食品阪崎肠杆菌污染状况调查分析 [J]. *中国预防医学杂志*, 2012, 13(9): 710-711.
- LYU J, LI Y F, ZHENG X M, et al. Investigation and analysis of contamination of *Enterobacter sakazakii* in infant formula and young children formula sold in Shiyan [J]. *Chinese Preventive Medicine*, 2012, 13(9): 710-711.
- [26] 李秀娟, 李丽婕, 高伟利, 等. 石家庄市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): 886-887, 926.
- LI X J, LI L J, GAO W L, et al. Survey of *Enterobacter sakazakii* from formular powder and infant foods samples sold in Shijiazhuang [J]. *Chinese Health Laboratory Technology*, 2010, 20(4): 886-887, 926.
- [27] 宋晓红, 乔玫, 刘晔. 2010年山西省食品中食源性致病菌监测分析 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2013, 25(4): 374-377.
- SONG X H, QIAO M, LIU Y. Surveillance on foodborne pathogens in foods in Shanxi Province in 2010 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2013, 25(4): 374-377.
- [28] 姚雪婷, 唐振柱, 刘展华, 等. 2012年广西市售婴幼儿食品食源性致病菌监测与分析 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2015, 27(1): 85-88.
- YAO X T, TANG Z Z, LIU Z H, et al. Surveillance and analysis of food borne pathogens in foods for infants and young children in Guangxi markets in 2012 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2015, 27(1): 85-88.

- [29] PEI X Y, YAN L, ZHU J H, et al. The Survey of *Cronobacter* spp. (formerly *Enterbacter sakazakii*) in Infant and Follow-up Powdered Formula in China in 2012 [J]. *Biomedical and Environmental Sciences*, 2016, 29(2): 99-106.
- [30] 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 W J, CHEN S, et al. Detection of *Enterobacter sakazakii* in 897 infant food in Shaanxi Province from 2012 to 2016[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2018, 45(8): 1388-1391.
- [31] 李闻, 王源, 于爱萍, 等. 天津市婴幼儿食品和冲调谷物制品中阪崎肠杆菌污染状况及脉冲场凝胶电泳分子分型[J]. *中国热带医学*, 2021, 21(4): 315-319.
- LI W, WANG Y, YU A P, et al. Pollution status and PFGE typing of *Enterobacter sakazakii* from infant food and processed cereal products in Tianjin[J]. *China Tropical Medicine*, 2021, 21(4): 315-319.
- [32] 钟凌, 黄健利, 姚海燕, 等. 婴幼儿配方粉的微生物污染情况研究[J]. *中国卫生检验杂志*, 2013, 23(12): 2705, 2710.
- ZHONG L, HUANG J L, YAO H Y, et al. Study on the microbial contamination of powdered infant and young children formula[J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2013, 23(12): 2705, 2710.
- [33] 董倩, 郭树荣, 成岁岁, 等. 晋城地区市售婴幼儿谷类辅助食品卫生状况调查[J]. *中国卫生检验杂志*, 2018, 28(22): 2810-2812.
- DONG Q, GUO S R, CHENG S S, et al. Sanitary condition investigation of cereal-based complementary food for infants and young children in Jincheng [J]. *Chinese Health Laboratory Technology*, 2018, 28(22): 2810-2812.
- [34] 李毅, 章乐怡, 洪程基, 等. 婴幼儿食品和配方奶粉中克罗诺杆菌污染调查及分子分型研究[J]. *中国食品卫生杂志*, 2019, 31(4): 360-365.
- LI Y, ZHANG L Y, HONG C J, et al. Contamination status and molecular typing of *Cronobacter* in infant food and formula powder[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2019, 31(4): 360-365.
- [35] FEI P, JIANG Y, JIANG Y, et al. Prevalence, molecular characterization, and antibiotic susceptibility of *Cronobacter sakazakii* isolates from powdered infant formula collected from Chinese retail markets[J]. *Frontiers in Microbiology*, 2017, 8: 2026.
- [36] 乔雪飞, 邱香, 吴佳瑾, 等. 2016年上海市松江区婴幼儿食品中阪崎肠杆菌污染状况分析[J]. *环境与职业医学*, 2017, 34(7): 612-616.
- QIAO X F, QIU X, WU J J, et al. *Enterobacter sakazakii* pollution in infant food products in Songjiang District of Shanghai in 2016 [J]. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 2017, 34(7): 612-616.
- [37] 吴林蔚, 杨祖顺, 丁超, 等. 2016—2018年市售242件婴幼儿米粉微生物污染情况调查[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(5): 1679-1686.
- WU L W, YANG Z S, DING C, et al. Investigation on microbial contamination of 242 infant rice flours sold in Yuxi from 2016 to 2018 [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2020, 11(5): 1679-1686.
- [38] 林碧莲, 柯振华. 2017—2019年福建省预包装食品中致病菌污染状况调查与分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(13): 4207-4213.
- LIN B L, KE Z H. Investigation and analysis of pathogenic bacteria contamination in pre-packaged food in Fujian Province from 2017 to 2019 [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2020, 11(13): 4207-4213.
- [39] 梁安莉, 农珍妮, 杨江夏, 等. 婴幼儿配方米粉克罗诺杆菌污染调查与分析[J]. *中国食物与营养*, 2018, 24(9): 29-32.
- LIANG A L, NONG Z N, YANG J X, et al. Investigation and analysis on *Cronobacter* spp. contamination in different infant formula rice flour [J]. *Food and Nutrition in China*, 2018, 24(9): 29-32.
- [40] 钟艳, 罗誉皓, 刘育兰, 等. 2018年湖南省部分市售婴幼儿食品微生物污染状况分析[J]. *微量元素与健康研究*, 2021, 38(4): 35-36.
- ZHONG Y, LUO Y H, LIU Y L, et al. Analysis of microbial contamination of foods for infants and young children sold in Hunan Province in 2018 [J]. *Stud Trace Elem Health*, 2021, 38(4): 35-36.
- [41] 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 D C, CHUI H X, QI H Y, et al. Investigation on microbial contamination of cereal-based complementary foods for infants and young children in Henan in 2018 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2020, 32(2): 175-179.
- [42] 周厚德, 彭思露, 刘成伟, 等. 2018年江西省婴幼儿食品中克罗诺杆菌污染状况及分子分型和耐药特征分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2019, 31(4): 335-339.
- ZHOU H D, PENG S L, LIU C W, et al. Analysis of the contamination, molecular typing and drug resistance of *Cronobacter* in infants and young children foods in Jiangxi Province in 2018 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2019, 31(4): 335-339.
- [43] GAN X, LI M, XU J, et al. Emerging of multidrug-resistant *Cronobacter sakazakii* isolated from infant supplementary food in China [J]. *Microbiology Spectrum*, 2022, 10(5): e0119722.
- [44] 叶玲清, 陈伟伟, 李闽真, 等. 福建省特殊膳食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 L Q, CHEN W W, LI M Z, et al. [J]. *Strait Journal of Preventive Medicine*, 2021, 27(1): 73-75.
- [45] 徐高杰, 陈万胜, 马莉, 等. 河南省9类食品中克罗诺杆菌属的污染检测[J]. *中国卫生检验杂志*, 2022, 32(13): 1549-1551, 1555.
- XU G J, CHEN W S, MA L, et al. Investigation on contamination of *Cronobacter* spp. in 9 kinds of food in Henan Province [J]. *Chinese Health Laboratory Technology*, 2022, 32(13): 1549-1551, 1555.
- [46] 姚雪婷, 赵鹏, 蒋玉艳, 等. 2011—2016年广西壮族自治区市售婴幼儿食品食源性致病菌监测结果分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2020, 32(3): 288-293.

- YAO X T, ZHAO P, JIANG Y Y, et al. Analysis of monitoring results of foodborne pathogens in infant food on the market of Guangxi Zhuang Autonomous Region in 2011-2016[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2020, 32(3): 288-293.
- [47] EHUWA O, JAISWAL A K, JAISWAL S. *Salmonella*, food safety and food handling practices[J]. Foods, 2021, 10(5): 907.
- [48] CAHILL S M, WACHSMUTH I K, COSTARRICA M D, et al. Powdered infant formula as a source of *Salmonella* infection in infants[J]. Clinical Infectious Diseases: an Official Publication of the Infectious Diseases Society of America, 2008, 46(2): 268-273.
- [49] JONES G, PARDOS DE L A GANDARA M, Herrera-Leon L, et al. Outbreak of *Salmonella enterica* serotype Poona in infants linked to persistent *Salmonella* contamination in an infant formula manufacturing facility, France, August 2018 to February 2019 [J]. European Communicable Disease Bulletin, 2019, 24(13): 1900161.
- [50] YANG B, ZHAO H, CUI S, et al. Prevalence and characterization of *Salmonella enterica* in dried milk-related infant foods in Shaanxi, China[J]. Journal of Dairy Science, 2014, 97(11): 6754-6760.
- [51] 姜英辉, 雷质文, 马维兴, 等. 婴幼儿食品微生物及微生物毒素调查分析[J]. 检验检疫学刊, 2011, 21(2): 5-10.
- JIANG Y H, LEI Z W, MA W X, et al. Survey and analysis of contamination level of microorganism and microbial toxin in infant foods[J]. Quality Safety Inspection and Testing, 2011, 21(2): 5-10.
- [52] Codex Alimentarius. Standard For Infant Formula and Formulas for Special Medical Purposes Intended for Infants: CXS 72-1981. Formerly CAC/RS 72-1972. Adopted as a worldwide Standard in 1981. Amended in 1983, 1985, 1987, 2011, 2015, 2016, 2020. Revised in 2007[S]. FAO/WHO.
- [53] Codex Alimentarius. Standard For Processed Cereal-based Foods For Infant and Young Children: CXS 74-1981. Adopted in 1981, Revised in 2006, Amended in 2017, 2019[S]. FAO/WHO.
- [54] Codex Alimentarius. Standard For Follow-up Formular: CXS 156-1987. Adopted in 1987. Amended in 1989, 2011, 2017[S]. FAO/WHO.
- [55] Codex Alimentarius. Code of Hygienic Practice for Powdered Formulae For Infants and Young Children: CAC/RCP 66 - 2008 [S]. FAO/WHO.
- [56] European Commission. Regulation (EU) 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs [S]. European Union, L338/22. 12. 2005.
- [57] Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). Compendium of microbiological criteria for food [S]. Published in 2016. Updated in 2022.
- [58] U. S. Food and Drug Administration. Code of Federal Regulations\_ Title 21\_Section 106.55 [S]. Federal Government of US. 2018.
- [59] 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 预包装食品中致病菌限量: GB 29921—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- National Health Commission of the People's Republic of China/ State Administration for Market Regulation. National food safety standard for pathogenic microorganism limits in food: GB 29921—2021[S]. Beijing: China Standards Press, 2021.
- [60] 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 婴幼儿配方食品良好生产规范: GB 23790—2023 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- National Health Commission of the People's Republic of China/ State Administration for Market Regulation. National food safety standard for Good manufacturing practice for formula for infants and young children: GB 23790—2023 [S]. Beijing: China Standards Press, 2023.