

2018 年宁波市售婴儿配方乳粉中矿物质元素含量的调查分析

应 璐¹, 张书芬^{1*}, 程春梅², 宿宇婷¹, 邢家溧¹, 石琳琳¹, 柯剑君¹, 张少华¹

(1. 宁波市食品检验检测研究院, 宁波 315048; 2. 浙江医药高等专科学校, 宁波 315000)

摘 要: **目的** 统计分析 2018 年宁波市售的婴儿配方乳粉(1 段乳粉, 适合于 0-6 个月婴儿食用)矿物质含量情况。**方法** 抽取市售婴儿配方乳粉 150 批, 对其中的 12 种矿物质元素进行检测, 分析产品中各矿物质元素的分布规律。检测结果与食品安全国家标准中的限量要求和《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013 版)》中相关参考值想对比。**结果** 所有元素实际含量均满足我国食品安全国家标准的限量要求, 但除铁外的 11 种矿物质含量均分布在标准限量范围的较低区间。与中国居民膳食营养素参考摄入量中给出的适宜摄入量比较, 硒、铜、钾、钠、碘 5 种元素均有不同比例的样品不满足适宜摄入量的要求。**结论** 目前市售婴儿配方乳粉存在矿物质元素不能满足婴儿生长发育需要的风险。建议国家结合欧盟等国外新修订婴儿配方食品标准, 同时充分考虑新版 DRIs 的要求, 尽快对食品安全国家标准进行修订。

关键词: 婴儿配方乳粉; 矿物质元素; 调查分析

Investigation and analysis of mineral elements in infant formula milk powder sold in Ningbo in 2018

YING Lu¹, ZHANG Shu-Fen^{1*}, CHENG Chun-Mei², SU Yu-Ting¹, XING Jia-Li¹,
SHI Lin-Lin¹, KE Jian-Jun¹, ZHANG Shao-Hua¹

(1. Ningbo Institute for Food Control, Ningbo 315048, China; 2. Zhejiang Pharmaceutical College, Ningbo 315000, China)

ABSTRACT: Objective To statistically analyze the mineral content of infant formula milk powder (1 stage milk powder, suitable for infants aged 0-6 months) sold in Ningbo in 2018. **Methods** A totally of 150 batches of marketable infant formula milk powder were extracted and 12 mineral elements were detected to analyze the distribution rules of mineral elements in the products. The test results were compared with the limit requirements in the national food safety standard and the relevant reference values in "Reference intake of dietary nutrients of Chinese residents (2013 edition)". **Results** The actual contents of all elements met the requirements of national food safety standards, but the contents of 11 minerals except iron were distributed in the lower range of the standard limits. Compared with the appropriate intake given in the reference intake of dietary nutrients of Chinese residents, samples with different proportions of 5 elements of selenium, copper, potassium, sodium and iodine did not meet the requirement of appropriate intake. **Conclusion** There is a risk that the mineral elements in commercially available infant formula will not meet the growth and development needs of infants. It is recommended that the country

*通讯作者: 张书芬, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为食品检验检测技术的研究开发与应用。E-mail: shufenzhang1128@163.com

*Corresponding author: ZHANG Shu-Fen, Master, Senior Engineer, Ningbo Institute for Food Control, No.66, Qingyi Road, Hi-tech Zone, Ningbo 315048, China. E-mail: shufenzhang1128@163.com

combine the European Union and other foreign countries to revise the infant formula standards, and fully consider the requirements of the new DRIs, and revise the national food safety standards as soon as possible.

KEY WORDS: infant formula; minerals; survey analysis

1 引言

婴儿配方乳粉作为特殊膳食食品,它的安全直接关系到婴幼儿的身体健康。尤其是近年来,母乳喂养呈不断下降的趋势^[1],婴儿配方乳粉作为母乳的替代物,成为婴儿补充能量的最主要的选择。

婴儿配方乳粉包含有人体发育不可缺少的多种矿物质元素,这些元素既有氯、钙、磷、钾、钠、镁等常量元素,又含有锌、铁、锰、铜、碘、硒等微量元素^[2,3],它们均在婴儿生长发育过程中起着重要的作用。如钙、镁为组成骨骼、牙齿的成分,铁为组成血红蛋白的成分,长期缺乏这些矿物质元素会对婴幼儿健康产生不利影响,如儿童生长发育迟缓、缺铁性贫血、佝偻病等^[4]。磷是细胞膜和核酸的组成成分,锌元素在人体发育、认知行为、味觉和免疫调节等方面有重要作用^[5]。因此,国内外对婴儿乳粉作了较多的研究与报道^[6-9]。我国 GB 10765-2010《食品安全国家标准 婴儿配方食品》^[10]中对婴儿配方食品中的 12 种矿物质含量也做出了明确的限量规定,作为企业生产添加的依据,保障婴儿的生长发育需求。因此检测婴儿配方乳粉中矿物质元素具有十分重要的意义。

本研究对宁波市售的主要婴儿配方乳粉中的 12 种矿物质元素进行系统检测,并与食品安全国家标准中规定的限量值进行比较分析,确认目前市售婴儿配方乳粉中的矿物质元素的含量是否符合我国食品安全国家标准,并全面了解其具体分布情况,同时将检测结果换算转化与中国居民膳食营养素参考摄入量(dietary reference intake, DRIs)中 0~6 月婴儿适宜摄入量(adequate intake, AI)、可耐受最高摄入量(tolerable upper intake levels, UL)要求进行比较,确认市售婴儿配方乳粉中矿物质元素是否满足膳食营养素参考摄入量要求。分析调研结果可以使生产企业了解目前市场上婴儿乳粉矿物质元素的总体添加状况,以及与中国居民 DRIs 中的摄入量要求相满足的情况,从而为企业结合婴幼儿的生长发育特点,调整添加配方提供有力的支持,同时为国家标准未来的修订提供依据和思路。

2 材料与方法

2.1 样品来源

采集 2018 年宁波市各大销售市场(主要是超市、母婴店、商场等流通环节)不同生产单位、不同原产国的婴儿配

方乳粉样品 150 批。样品 42.7%来自我国各生产单位,57.3%来自新西兰、法国、丹麦、爱尔兰等 12 个国家,基本覆盖了国内市售的主要婴儿配方乳粉种类。对所有样品相关信息(样品名称、规格、生产日期、保质期、生产单位、商标、地址、原产地、经销商和进口代理商等)进行登记,样品抽样完成后在 15 天内完成检测。样品的具体组成情况见表 1。

2.2 试剂与仪器

2.2.1 试剂

硝酸、高氯酸、硫酸(优级纯,国药集团化学试剂有限公司);铬酸钾、氢氧化钠、酚酞、无水乙醇、对苯二酚、无水亚硫酸钠、钼酸铵、氯化亚锡、硫酸肼、30%过氧化氢、亚铁氰化钾、乙酸锌、无水硫酸钠(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);丁酮(色谱纯,美国 Sigma 公司);正己烷(色谱纯,德国默克公司);磷酸二氢钾(99.5%,东京化成工业株式会社);钠、钾、铜、镁、铁、锌、锰、钙、硒、磷等标准品(1000 $\mu\text{g/mL}$,国家有色金属及电子材料分析测试中心);碘化钾(纯度>95%,加拿大多伦多研究化学公司);基准氯化钠(纯度 99.95%~100.05%,天津福晨化学试剂厂)。

2.2.2 仪器

NexI on1000G 电感耦合等离子体质谱仪(美国珀金埃尔默公司);Avio 200 电感耦合等离子体发射光谱仪(美国珀金埃尔默);ME204E 电子天平(瑞士梅特勒托利多);Milli-Q Advantage 去离子水发生器(美国 Millipore 公司);Cary 100 分光光度计(美国安捷伦公司);FE28 pH 计(瑞士梅特勒托利多公司);7890B 气相色谱仪(美国安捷伦公司)。

2.3 实验方法

为了提高检测效率,钠、钾、铜、镁、铁、锌、锰、钙元素采用了 GB 5009.268-2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》^[11]第二法电感耦合等离子体发射光谱法进行同时测定,其他元素采用 GB 10765-2010《食品安全国家标准 婴儿配方食品》标准指定方法进行测定,具体见表 2。

2.4 结果计算

为了和国家食品安全标准中的限量值进行比较,各营养含量的检测结果除以相应产品的能量后,换算成与 GB10765-2016 中规定的限量值相同单位的检测结果(以 100 kJ 中产品计),利于结果的讨论和分析。能量的获得和计算方法如表 3 所示。

表 1 婴儿配方乳粉样品分布情况
Table 1 The distribution of samples in infant formul

生产国别	样品批次/批	样品批次占比/%	生产单位/个
中国	64	42.7	30
新西兰	13	8.7	11
法国	17	11.3	7
丹麦	13	8.7	5
爱尔兰	11	7.3	3
荷兰	15	10.0	5
德国、澳大利亚等 7 个国家	17	11.3	14

表 2 矿物质元素的检测方法
Table 2 Methods for detection of mineral elements

项目	检测方法	参考文献
钠、钾、铜、镁、铁、锌、锰、钙	GB 5009.268-2016 第二法 电感耦合等离子体发射光谱法	[11]
硒	GB 5009.268-2016 第一法 电感耦合等离子体发射质谱法	[11]
氯	GB 5009.44-2016 第三法 银量法	[12]
磷	GB 5009.87-2016 第一法 钼蓝分光光度法;	[13]
碘	GB 5009.267-2016 第三法 气相色谱法	[14]

表 3 能量的计算
Table 3 The calculation of energy

项目	检测方法	检测含量 $X/(g/100\text{ g})$	换算系数 F	换算后结果 $A/(kJ/100\text{ g})$	参考文献
蛋白质	GB 5009.5-2016 第一法 凯氏定氮法	X_1	17	A_1	[15]
脂肪	GB 5009.6-2016 第三法 碱水解法	X_2	37	A_2	[16]
碳水化合物	GB 10765-2010 第 4.3 条	X_3	17	A_3	[10]
膳食纤维	GB 5009.88-2014 第 6 条	X_4	17/2	A_4	[17]
能量	$B = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \text{ (kJ/100 g)}$				

备注: (1) $A=XF$; (2) B 为能量。

3 结果与分析

3.1 婴儿配方乳粉中矿物质元素分布情况以及与食品安全国家标准要求的比较

不同企业之间的产品配方相互独立, 矿物质元素含量的分布基本不符合正态分布, 所以采用百分位数形式描述, 并与现有食品安全国家标准 GB 10765-2010 中 12 种矿物质元素的上下限指标进行比较。由表 4 可知, 150 批样品的全部检测结果均符合食品安全国家标准 GB10765-2010 的要求, 检测结果均在最小值与最大值之间。但具体分析检测值, 硒、锰、铜、钾、钠、钙、镁、锌、磷、氯、碘等 11 种矿物质在婴儿奶粉中的含量均分布在国家标准要

求限量范围的较低含量区域。比如硒元素, 市售奶粉中硒的实际含量 $P75$ 远低于食品安全国家标准限量要求的中间值。而铁元素在婴儿奶粉中的分布状况与其他矿物质差别较大, 其 $P25$ 的值是最小限量值的 2 倍, 其 $P50$ 的值与限量的中间值相等, 这说明样品中铁的含量在区间内分布较其他元素均匀, 且并未集中在较低含量区域。这可能与报道的我国婴幼儿铁缺乏率较高^[18,19], 配方乳粉较母乳铁的吸收率较低^[20,21], 企业在设计配方时给予考虑有关。

3.2 婴儿配方乳粉中矿物质分布情况以及与 2013 版我国居民 DRIs 要求的比较

DRIs 是指导国人合理摄入营养素, 预防营养缺乏和过量的一个重要参考文件, 同时也是各种标准制定营养素

限量的主要参考依据。2013 年,在大量最新研究数据的基础上,结合循证营养学资料 and 风险评估结果,中国营养学会对我国居民膳食营养素参考摄入量(DRIs)进行修订,并发布了《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013 版)》^[5]。本研究将实际检测结果经过统计转换与中国居民 DRIs 中 0~6 月婴儿推荐适宜摄入量(AI)、可耐受最高摄入量(UL)进行比较,分析目前市售奶粉中的矿物质元素含量与 2013 版 DRIs 中的摄入量要求的符合程度,从而确定市售婴儿乳粉中矿物质元素含量是否既能够满足婴儿的营养需求,又不会出现过量的风险。

依据原卫生部妇幼司 2009 年发布的“中国 7 岁以下儿童生长发育标准”^[22]中关于 0~6 月龄婴儿体重的平均值为 5.68 kg。在 2013 版 DRIS 中,0~6 月龄婴儿的能量需要量为 377 kJ(90 kcal)/(kg·d)。计算得到婴儿平均体重下每天需要 2141 kJ/d 能量,根据乳粉中各种矿物质元素的测定结果,计算出满足每天需要能量的产品中所含的矿物质元素量,与 2013 版 DRIS 的 AI 值、UL 值进行比较。由于配方乳粉与母乳相比,婴儿在吸收率方面有很大差异,所以在计算时,同时考虑了目前有研究资料的钙、锌、锰、铁相对于母乳的吸收率^[23-27]。

从表 5 可以看出锰、钙、镁、铁、锌、磷、氯元素含量分布基本符合 2013 版 DRIs 中婴儿适宜摄入量 AI 的要求,无超过可耐受最高摄入量 UL 的情况。但硒、铜、钾、钠、碘元素均有不同比例的样品含量低于 AI 值,不符合 DRIs 的要求。以钠和硒的不符合比例最大,分别达到了 83.3%与 50%。这可能由于我国食品安全国家标准 GB 10765 是在 2010 年发布实施的,其制定早于《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013 版)》,这就会造成食品安全国家标准限量要求与评估后获得的新版 DRIs 要求之间的差异,产品中各种营养素的含量会出现虽然满足食品安全国家标准限量要求,但不满足 DRIs 相关规定的风险。例如硒元素和钠元素,相关研究表明,现行婴儿配方食品标准中硒与钠的最小值限量要求与 AI 的比值分别仅为 0.7、0.6^[28],从而造成硒、钠元素添加含量在食品安全国家标准限量要求较低区间的样品不符合 DRIs 的现状。

婴儿配方乳粉中各元素含量不能满足 DRIs 的要求,就有可能引起婴儿营养素摄入不足,影响其生长发育。因此建议食品安全国家标准修订时,充分考虑新版 DRIs 的要求,同时结合欧盟等国外新修订婴儿配方食品标准,提高硒、铜、钾、钠元素的下限要求。

表 4 婴儿配方乳粉中矿物质元素含量与食品安全国家标准限量要求比较(μg/100 kJ)
Table 4 The comparison of minerals content and national standard in infant formul(μg/100 kJ)

元素	GB 10765-2010			含量分布					
	最小值	中间值	最大值	最小值	P25	P50	P75	最大值	不符合/%
硒	0.48	1.19	1.90	0.49	0.61	0.68	0.75	1.28	0
锰	1.2	12.6	24.0	1.3	1.9	2.7	4.2	15.0	0
铜	8.5	18.8	29.0	9.1	13.1	15.6	17.0	22.6	0
钾	14	28.5	43	14	19	22	24	35	0
钠	5	9.5	14	5	6	7	7	10	0
钙	12	23.5	35	13	15	17	19	23	0
镁	1.2	2.4	3.6	1.3	1.5	1.8	2.1	2.9	0
铁	0.10	0.23	0.36	0.13	0.20	0.23	0.25	0.33	0
锌	0.12	0.24	0.36	0.12	0.17	0.19	0.21	0.26	0
磷	6	15.0	24	7	10	11	12	16	0
氯	12	25.0	38	13	16	17	18	33	0
碘	2.5	8.3	14.0	2.6	5.0	6.3	7.8	13.7	0

表 5 婴儿配方乳粉中矿物质元素含量与 DRIs 要求比较
Table 5 The comparison of minerals content and DRIs requirement in infant formul

矿物质元素	适宜摄入量 (AI)	可耐受最高摄入量(UL)	实际样品按能量需求量折合含量分布情况 (考虑相对母乳吸收率)					相对母乳的平均吸收率
			最小值	平均值	最大值	符合/%	不符合/%	
硒/(μg/d)	15	55	10.5	14.9	27.4	50.0	50.0	/
锰/(mg/d)	0.01	/	0.021	0.051	0.240	100.0	0	1:1.34
铜/(mg/d)	0.3	/	0.19	0.33	0.48	88.7	11.3	/
钾/(mg/d)	350	/	304.0	470.9	749.4	91.3	8.7	/
钠/(mg/d)	170	/	107.5	144.6	214.1	16.7	83.3	/
钙/(mg/d)	200	1000	203.2	265.1	359.5	100.0	0	73%(67%~79%)
镁/(mg/d)	20	/	27.8	39.5	62.1	100.0	0	/
铁/(mg/d)	0.3	/	0.58	1.01	1.48	100.0	0	21%(14%~28%)
锌/(mg/d)	2	/	2.0	3.1	4.2	100.0	0	75%
磷/(mg/d)	100	/	149.9	242.2	342.6	100.0	0	/
氯/(mg/d)	260	/	278.3	376.2	706.5	100.0	0	/
碘/(μg/d)	85	/	55.7	142.0	293.3	88.0	12.0	/

4 结 论

从检测分析看, 抽检到的 2018 年 150 批宁波市售婴儿配方乳粉中矿物质的含量全部符合我国食品安全国家标准要求。硒、锰、铜、钾、钠、钙、镁、锌、磷、氯、碘等 11 种矿物质元素实际含量均分布在国家标准的较低区间。铁元素的含量分布得较均匀, 这可能与我国婴儿贫血率较高以及铁的吸收率较低有关。与 2013 版中国居民 DRIs 中的 AI、UL 比较分析可知, 市售奶粉中锰、钙、镁、铁、锌、磷、氯元素含量分布基本符合新版 DRIs 中婴儿适宜摄入量 AI 的要求, 无超过可耐受最高摄入量 UL 的情况, 但硒、铜、钾、钠、碘元素均有不同比例的样品含量低于 AI 值, 不符合 DRIs 的要求。由于 DRIs 是国人合理摄入营养素, 预防营养缺乏和过量的一个重要参考文件, 所以目前市售婴儿配方乳粉存在矿物质营养素不能满足婴儿生长发育需要的风险。建议国家标准修订时充分考虑 2013 版 DRIs 的要求, 结合欧盟等国外新修订的婴儿配方食品标准, 提高硒、铜、钾、钠元素的下限要求。同时相关生产企业可以在生产时参考 2013 版 DRIs, 适当提高对硒、铜、钾、钠这些元素的添加量。

参考文献

[1] 纪若思, 朱丽萍, 华嘉增. 母乳喂养研究进展[J]. 中国妇幼保健, 2011, (26): 149–151.
Ji RS, Zhu LP, Hua JZ. Progress in researches on breastfeeding [J]. Mater Child Health Care Chin, 2011, (26): 149–151.

[2] 刘志楠, 王俊英, 喻东威, 等. 乳粉中矿物质检测稳定性分析研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(4): 799–802.
Liu ZN, Wang JY, Yu DW, et al. Study on the stability detection of mineral in milk powder [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(4): 799–802.

[3] 陈丹瑾, 牟光庆, 姜铁民, 等. 乳及乳制品中矿物质元素检测方法的研究进展[J]. 食品与机械, 2015, 31(3): 246–250.
Chen DJ, Mu GQ, Jiang TM, et al. Research progress on determination method of mineral elements in milk and dairy products [J]. Food Mach, 2015, 31(3): 246–250.

[4] 程琴. 中山市坦洲镇某医院 352 例儿童头发 8 种矿物质元素分析[D]. 广州: 南方医科大学, 2013.
Cheng Q. The analysis of eight kinds of minerals in the hair of 352 children in a hospital in Tanzhou town, Zhongshan [D]. Guangzhou: Southern Medical University, 2013.

[5] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量(2013 版)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
Chinese Nutrition Society. Reference intake of dietary nutrients for

- Chinese residents(2013) [M]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [6] 王朝瑾, 李云峰, 刘振华, 等. 母乳与婴儿乳粉中所含矿物质元素的分析[J]. 食品科学, 2002, (8): 286–288.
Wang CJ, Li YF, Liu ZH, *et al.* Analysis of mineral elements in human milk and infant milk powder [J]. Food Sci, 2002, (8): 286–288.
- [7] 章肇敏, 杨凯琳. 我国婴幼儿配方乳粉的营养素分布[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(5): 1153–1160.
Zhang ZM, Yang KL. Distribution of nutrients in infant and follow-up formula milk powder in China [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(5): 1153–1160.
- [8] Crujns H, Poitevin E, Brunelle SL. Determination of minerals and trace elements in milk, milk products, infant formula, and adult nutrition: Collaborative study 2011. 14 method modification [J]. J AOAC Int, 2019, 102(6): 1845–1863.
- [9] Nelson SE, Rogers RR, Frantz JA, *et al.* Palm olein in infant formula: absorption of fat and minerals by normal infants [J]. Am J Clin Nutr, 1996, 64(3): 291–296.
- [10] GB 10765-2010 食品安全国家标准 婴儿配方食品[S].
GB 10765-2010 National food safety standard-Infant formula [S].
- [11] GB 5009.268-2016 食品安全国家标准 食品中多元素的测定[S].
GB 5009.268-2016 National food safety standard-Determination of multi elements in food [S].
- [12] GB 5009.44-2016 食品安全国家标准 食品中氯化物的测定[S].
GB 5009.44-2016 National food safety standard-Determination of chloride in food [S].
- [13] GB 5009.87-2016 食品安全国家标准 食品中磷的测定[S].
GB 5009.87-2016 National food safety standard-Determination of phosphorus in food [S].
- [14] GB 5009.267-2016 食品安全国家标准 食品中碘的测定[S].
GB 5009.267-2016 National food safety standard-Determination of iodine in food [S].
- [15] GB 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].
GB 5009.5-2016 National food safety standard-Determination of protein in food [S].
- [16] GB 5009.6-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S].
GB 5009.6-2016 National food safety standard-Determination of fat in food [S].
- [17] GB 5009.88-2016 食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定[S].
GB 5009.88-2016 National food safety standard-Determination of dietary fiber in food [S].
- [18] 韩秀红, 高晓凤. 580 例婴幼儿微量元素水平及相关性研究[J]. 西部中医药, 2016, 29(10): 90–92.
Han XH, Gao XF. Relative research on trace elements level of 580 infants [J]. Western J Tradit Chin Med, 2016, 29(10): 90–92.
- [19] 连炬飞, 王挺, 曾丽, 等. 广州地区 5083 例儿童全血 5 种微量元素检测结果分析[J]. 中国妇幼保健, 2015, 30(10): 1547–1550.
Lan JF, Wang T, Zeng L, *et al.* Analysis of 5 trace elements in whole blood of 5083 children in Guangzhou [J]. Mater Child Health Care Chin, 2015, 30(10): 1547–1550.
- [20] 李湖中, 贾海先, 梁栋, 等. 7~24 月龄婴幼儿配方粉营养素贡献率调查[J]. 中华预防医学杂志, 2017, 51(1): 65–69.
Li HZ, Jia HX, Liang D, *et al.* Investigation on nutrient contribution rate of formula powder for 7-24 months infants [J]. Chin J Prev Med, 2017, 51(1): 65–69.
- [21] Chen C, Denney L, Zheng YD, *et al.* Nutrient intakes of infants and toddlers from maternal and child care centers in urban areas of China, based on one 24 hour dietary recall [EB/OL]. [2018-01-27]. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2Fs40795-015-0019-5.pdf>.
- [22] 中国 7 岁以下儿童生长参照标准[Z]. 2016.
Reference standard for growth of children under 7 years old in China [Z]. 2016.
- [23] Abrams S. Calcium absorption in infants and small children, methods of determination and recent findings [J]. Nutrients, 2010, 2(4): 474–480.
- [24] Hicks PD, Hawthorne KM, Berseth CL, *et al.* Total calcium absorption is similar from infant formulas with and without prebiotics and exceeds that in human milk-feed infants [J]. BMC Pediatr, 2012, 12(1): 1–6.
- [25] Sandstrom B, Cederblad A, Lonnerdal B, *et al.* Zinc absorption from human milk, cow's milk, and infant formulas [J]. Am J Dis Child, 1983, 137(8): 726–729.
- [26] Davidsson L, Cederblad A, Bo L, *et al.* Manganese absorption from human milk, cow's milk, and infant formulas [J]. Am J Dis Child, 1989, 143(7): 723–827.
- [27] Hermoso M, Vucic V, Vollhardt, *et al.* The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents; systematic review [J]. Annals Nutr Metabol, 2011, 59: 154–165.
- [28] 韩军花, 王红伟, 样月欣. 《婴儿配方食品》国家标准营养素限量与新版 DRIs 的对比研究[J]. 营养学报, 2015, 37(4): 330–334.
Han JH, Wang HW, Yang YX. The Comparative study on the nutrients contents in national food safety standard of infant formula and the revised Chinese DRIs [J]. Acta Nutr Sin, 2015, 37(4): 330–334.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介

应璐, 工程师, 主要研究方向为食品检验检测技术的研究开发与应用。
E-mail: yinglu15@yeah.net

张书芬, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为食品检验检测技术的研究开发与应用。
E-mail: shufenzhang1128@163.com