

调查研究

我国进口干酪制品中硝酸盐、亚硝酸盐含量调查及暴露风险评估研究

李影^{1,2},周萍萍²,张磊²,陈潇²,吴平谷³,王军淋³,曹佩²

(1. 安徽省疾病预防控制中心食品营养与学校卫生科,安徽合肥 230601;2. 国家食品安全风险评估中心,北京 100022;3. 浙江省疾病预防控制中心,浙江杭州 310051)

摘要:目的 了解我国进口干酪制品中硝酸盐、亚硝酸盐含量水平,并评估我国成人干酪消费人群健康风险。方法 基于我国市售的进口干酪制品中硝酸盐、亚硝酸盐含量和2012年我国居民干酪消费量数据,通过概率评估方法,对我国成人干酪消费人群的膳食硝酸盐、亚硝酸盐暴露量进行估计,并分别与联合国粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会(JECFA)制定的硝酸盐每日允许摄入量(ADI)和欧洲食品安全局(EFSA)制定的亚硝酸盐ADI比较后进行风险表征。结果 162份进口干酪样品中,硝酸盐的检出率为89.5%,平均含量为11.23 mg/kg;亚硝酸盐仅2份检出,含量为0.4和0.6 mg/kg。不同种类进口干酪制品中硝酸盐的平均含量从高到低依次为软质、半硬质、其他、硬质。我国成人通过进口干酪硝酸盐的平均暴露量为5.13 $\mu\text{g}/\text{kg BW}/\text{d}$,占ADI的0.14%,高暴露人群(P95)为20.06 $\mu\text{g}/\text{kg BW}/\text{d}$,占ADI的0.55%。结论 我国进口干酪制品中硝酸盐的检出率较高,且不同种类进口干酪制品其含量存在差异,而亚硝酸盐检出率很低。我国成人通过进口干酪暴露硝酸盐的健康风险较低。

关键词:进口食品;干酪;硝酸盐;亚硝酸盐;风险评估

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2022)03-0415-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.03.004

Content analysis and exposure risk assessment of nitrate and nitrite in imported cheese products in China

LI Ying^{1,2}, ZHOU Pingping², ZHANG Lei², CHEN Xiao², WU Pinggu³, WANG Junlin³, CAO Pei²

(1. Department for Food Nutrition and School Hygiene, Anhui Provincial Center for Disease Control and Prevention, Anhui Hefei 230601, China; 2. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China; 3. Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Zhejiang Hangzhou 310051, China)

Abstract: Objective To investigate the contamination levels of nitrate and nitrite in imported cheese products from the Chinese market and assess the health risk of nitrate and nitrite exposure among Chinese adult cheese consumers. **Methods** Based on the content of nitrate and nitrite in imported cheese products sold in China and the consumption data of cheese food of Chinese residents in 2012, the exposure of dietary nitrate and nitrite of adult cheese consumers in China was estimated by probabilistic assessment method. The exposure results were compared with the acceptable daily intake (ADI) for nitrate directed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the ADI for nitrite directed by the European Food Safety Authority (EFSA). **Results** Among 162 imported cheese samples, the detection rate of nitrate was 89.5%, and the average contamination levels was 11.23 mg/kg. The nitrite was detected in only 2 samples, with concentrations of 0.4 and 0.6 mg/kg. The average pollution level of nitrate in different kinds of imported cheese products from high to low was soft cheese, semi-hard cheese, other kinds of cheese and hard cheese. The average exposure of nitrate from imported cheese in Chinese adult was 5.13 $\mu\text{g}/\text{kg BW}/\text{d}$, accounting for 0.14% of ADI, and that of high exposure group (P95) was 20.06 $\mu\text{g}/\text{kg BW}/\text{d}$, accounting for 0.55% of ADI. **Conclusion** The detection rate of nitrate in imported cheese products is relatively high, and the content of different types of imported cheese products is different, while the detection rate of nitrite is very low. The health risk of Chinese adult exposed to nitrate through imported cheese is low.

收稿日期:2022-01-12

基金项目:国家重点研发计划(2018YFC1603605)

作者简介:李影 女 硕士研究生 研究方向为营养与食品安全 E-mail: liying@ahcdc.com.cn

通信作者:曹佩 女 副研究员 研究方向为食品安全风险评估 E-mail: caopei@cfssa.net.cn

Key words: Imported food; cheese; nitrate; nitrite; risk assessment

硝酸盐、亚硝酸盐是环境中通过氮循环自然产生的一类含氮类化合物,而环境中的氮则主要来源于肥料、牲畜、污水废物和降水等^[1]。由于环境中含氮类化合物的污染,导致牲畜生产的乳制品在放牧、饮水等暴露环境中被硝酸盐和亚硝酸盐污染^[1]。现有研究显示,干酪中存在一定量的硝酸盐和亚硝酸盐,其来源可能是环境中本底存在、干酪制作过程中乳品设备的清洗消毒残留或是食品添加剂使用^[2]。如某些荷兰和瑞士品种的干酪会添加硝酸盐用于去除在干酪成熟过程中可能出现的气体缺陷(如孔洞、裂纹、缝隙和裂缝)。目前,国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)^[3]、欧盟(European Union, EU)^[4]、澳大利亚^[5]和韩国^[6]允许使用硝酸盐作为食品添加剂添加到干酪中。而我国和美国尚未批准硝酸盐可以作为食品添加剂用于干酪中。亚硝酸盐一般不直接添加到干酪中,但在干酪成熟过程中,硝酸盐会被还原产生亚硝酸盐^[7]。研究证明,亚硝酸盐可以降低血液的载氧能力,导致高铁血红蛋白血症;大剂量的亚硝酸盐在体内合成亚硝胺,增加胃癌、食道癌和膀胱癌的患病风险^[8-9]。此外,硝酸盐可在人体内被细菌还原成亚硝酸盐。因此,食品中硝酸盐和亚硝酸盐的过量累积可能对人体健康产生危害。

随着我国经济的发展和居民生活水平的提高,富含丰富蛋白质、钙、磷等营养物质的干酪^[10]在中国市场的消费量逐年上升。目前我国干酪主要依赖于进口,产品进口量呈增长态势,截至2020年进口量高达12.93万吨^[11]。但目前我国对进口干酪制品中硝酸盐、亚硝酸盐的含量水平鲜有报道,且干酪消费人群硝酸盐、亚硝酸盐暴露的健康风险不明。因此,本研究重点调查我国进口干酪制品中硝酸盐、亚硝酸盐的含量水平,结合2012年总膳食研究膳食消费量数据库,采用@RISK风险评估软件,对我国成人干酪消费人群硝酸盐、亚硝酸盐膳食暴露开展概率评估。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样品采集与检测

在我国北京和杭州主要的进口超市、网购平台随机采集了162份进口干酪样品,采集的样品涵盖了我国市场上主要的进口干酪品牌和不同的原料产地,包括软质干酪(30份),半硬质干酪(22份),硬质干酪(34份),其他种类干酪(76份),覆盖了美

国、德国和荷兰等15个主要的干酪出口国家。样品采集后置于-4℃冰箱保存,并在1个月内完成其检测。

按照《食品安全国家标准食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》GB5009.33—2016中的离子色谱法进行检测,亚硝酸盐和硝酸盐的检出限(Limit of detection, LOD)分别为0.2和0.4 mg/kg。亚硝酸盐、硝酸钠加标浓度分别为2.0和200 mg/kg,平均回收率分别为82.2%($n=5$)和84.7%($n=5$)。干酪中硝酸盐和亚硝酸盐的检测图谱见图1。

本研究根据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)全球环境监测系统/食品污染监测与评估规划(GEMS/FOOD)第二次会议上提出的“食品中低水平污染物可信评价”原则对样品中硝酸盐、亚硝酸盐的未检出值进行处理^[12]。由于本研究进口干酪样品中硝酸盐的未检出率 $\leq 60\%$,硝酸盐的未检出值按照1/2 LOD进行统计;进口干酪样品中亚硝酸盐的未检出率 $>80\%$,则亚硝酸盐的未检出值按照LOD进行统计。

1.1.2 食物消费量数据

我国成人干酪消费量数据来自2012年总膳食研究膳食消费量数据库,采用连续3 d 24 h膳食回顾调查,涉及全国18个省、自治区、直辖市,共计32 141人,其中干酪食用者53人。

1.2 方法

1.2.1 暴露评估

采用联合国粮食及农业组织和世界卫生组织(FAO/WHO)推荐的《食品中化学物风险评估原则和方法》中概率评估方法^[13],通过建立4种类型干酪中硝酸盐和亚硝酸盐含量数据库和成人人均每日每公斤体质量的膳食摄入数据库,对以上数据分布进行拟合,采用赤池信息量准则(Akaike information criterion, AIC)函数曲线作为拟合优度的判断依据。采用拉丁超立方抽样方法,分布函数中分别随机抽样10 000次,利用Monte Carlo模拟计算得到我国成人通过进口干酪硝酸盐和亚硝酸盐的暴露量概率分布。本研究共模拟抽样100次分析硝酸盐和亚硝酸盐暴露量概率分布的不确定性,使用统计量的平均值、四分位间距、95%置信区间(95% CI)表示其不确定度。

1.2.2 健康指导值的确定

采用联合国粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)制定的硝酸盐的每日允许摄入

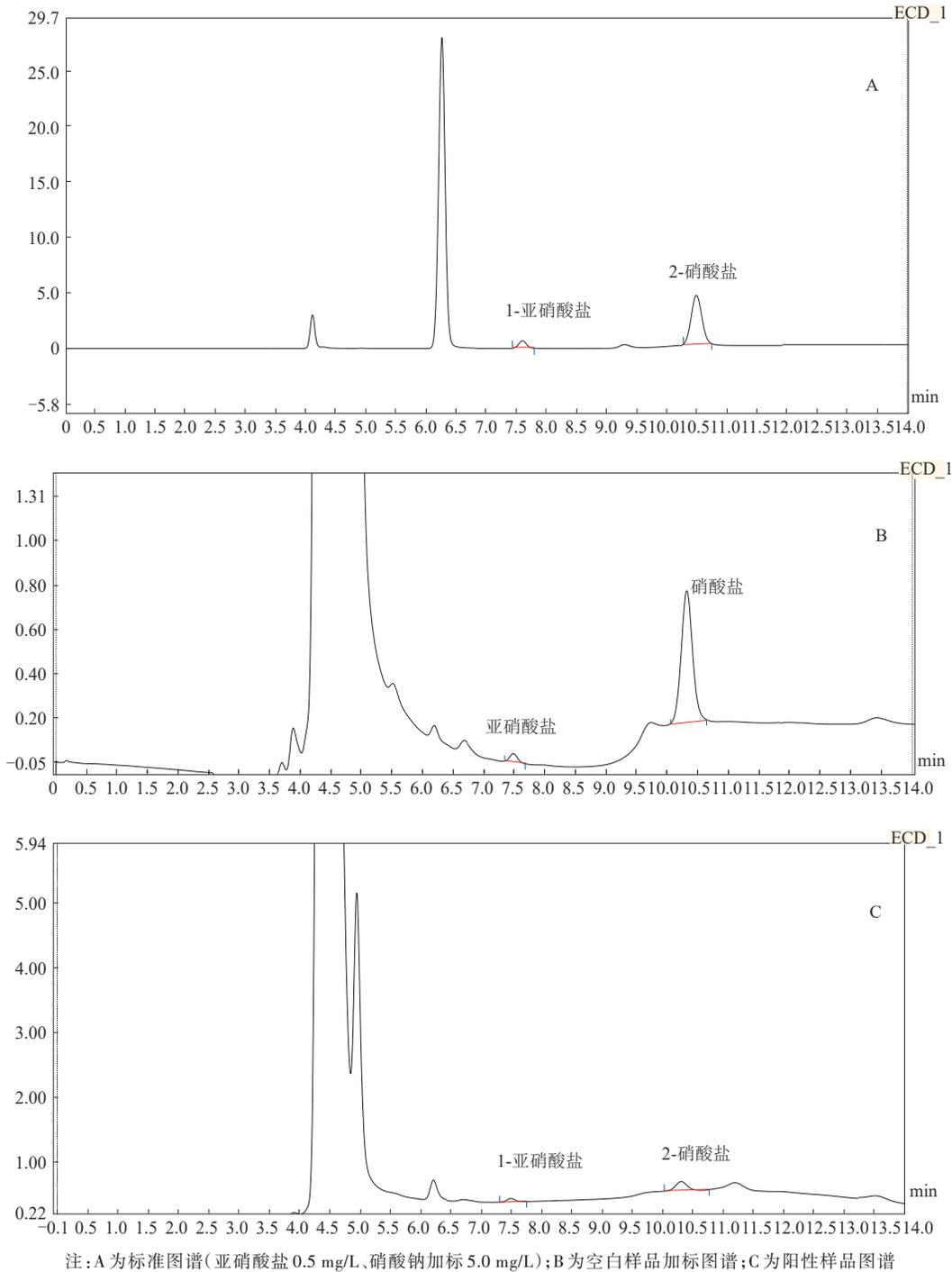


图1 进口干酪样品中硝酸盐、亚硝酸盐检测图谱

Figure 1 The detection spectrum of nitrate and nitrite in imported cheese samples

量(Acceptable daily intake, ADI) 3.7 mg/kg BW/d^[14]作为硝酸盐的健康指导值,欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)制定的亚硝酸盐的 ADI 0.07 mg/kg BW/d^[15]作为亚硝酸盐的健康指导值。将所获得的进口干酪中硝酸盐、亚硝酸盐暴露量结果与硝酸盐、亚硝酸盐的健康指导值进行比较,计算暴露量与健康指导值的占比。

1.3 统计学分析

利用 SPSS 20.0 统计软件进行数据清理,概率评估使用@RISK 8.2(美国 Palisade)。

2 结果

2.1 进口干酪中硝酸盐和亚硝酸盐的含量水平

采集的 162 份进口干酪样品主要来自世界 15 个国家,其中美国(16%)、法国(13%)和丹麦(12%)所占比例较高(图 2)。在进口干酪制品中硝酸盐检出率最高(89.5%),而亚硝酸盐检出率很低,仅有 2 份检出(含量为 0.4 和 0.6 mg/kg)。进口干酪制品中硝酸盐的平均含量为 11.23 mg/kg,不同种类进口干酪制品中硝酸盐的平均污染水平依次为软质>半硬质>其他>硬质(表 1)。不同产地干酪样品中硝酸

盐含量水平见图3,可见产地为德国的干酪样品中硝酸盐的含量水平最高(19.02 mg/kg)。

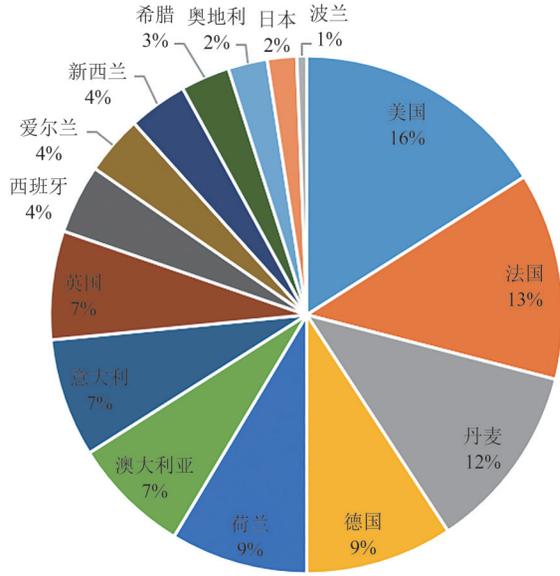


图2 进口干酪样品产地分布

Figure 2 Distribution of origin of imported cheese samples

表1 不同种类进口干酪样品中硝酸盐含量水平

Table 1 Nitrate concentrations in different types of imported cheese samples

种类	样品量	检出率/%	含量/(mg/kg)					最小值	最大值
			均值	P50	P90	P95			
软质	30	93.3	16.07	11.45	41.53	52.11	0.20	56.54	
半硬质	22	100.0	12.48	11.72	26.08	26.52	2.85	26.58	
硬质	34	82.4	8.51	7.55	17.78	23.30	0.20	24.76	
其他*	76	88.2	10.18	6.97	18.76	38.11	0.20	55.75	
合计	162	89.5	11.23	8.11	24.65	35.57	0.20	56.54	

注:干酪样品中硝酸盐未检出值用1/2 LOD进行赋值后计算其含量。
*其他类奶酪为通过样品信息暂时不能进行分类为软质、半硬质、硬质奶酪的其他奶酪样品

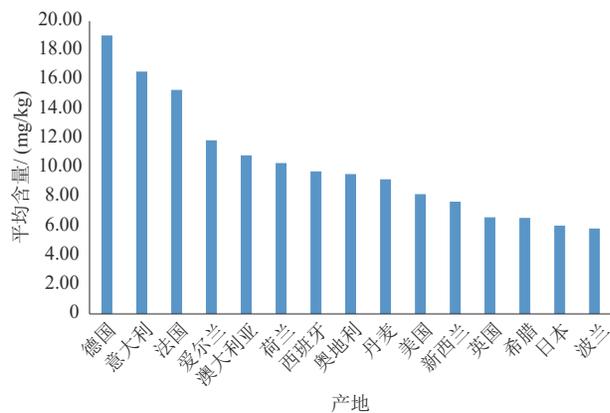


图3 不同产地干酪样品中硝酸盐含量水平

Figure 3 Nitrate concentrations in cheese samples from different origins

2.2 暴露评估结果

通过对我国成人进口干酪食用者的干酪消费量进行拟合分布,结果显示其最优拟合分布为

Lognorm(23.882,33.843)(表2)。我国成人干酪食用者的平均消费量为23.9 g/d, P95消费量为77.3 g/d。由表3可见,我国成人消费人群每天每公斤体质量通过进口干酪硝酸盐的平均暴露量为5.13 μg/kg BW/d,占JECFA制定硝酸盐的ADI(3.7 mg/kg BW/d)的0.14%,高消费人群(P95)为20.06 μg/kg BW/d,占ADI的0.55%。我国成人进口干酪食用者个体暴露量均未超过ADI,表明我国成人通过进口干酪暴露硝酸盐的健康风险较低(图4)。由于本研究干酪样品中仅有2份检出亚硝酸盐,其检出率和含量均较低,不足以开展消费者通过干酪亚硝酸盐的暴露评估。

表2 我国成人通过进口干酪硝酸盐暴露评估各变量拟合分布

Table 2 Fitting distribution of various variables for Chinese adult nitrate exposure assessment through imported cheese

变量名称	单位	拟合分布
硝酸盐浓度	mg/kg	Pert(0,0.72,9.37)
干酪消费量	g/d	Lognorm(23.882,33.843)
体质量	kg	Normal(59.551,10.261)

表3 我国成人通过进口干酪硝酸盐暴露量概率分布(μg/kg BW/d)

Table 3 Probability distribution of nitrate exposure of Chinese adults through imported cheese (μg/kg BW/d)

人群	平均值(95%CI)	P25	P50	P75	P90	P95
成人	5.13(4.93~5.33)	0.67	1.96	5.27	12.3	20.06

注:干酪样品中硝酸盐未检出值用1/2 LOD进行赋值后计算暴露量

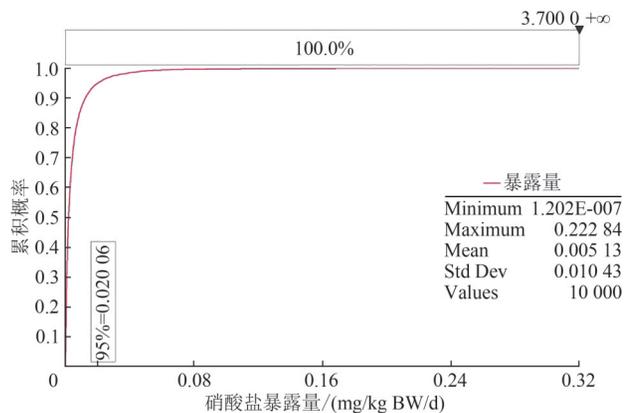


图4 我国成人通过进口干酪硝酸盐暴露量分布

Figure 4 Distribution of nitrate exposure of Chinese adults in imported cheese

3 讨论

由于牲畜摄入了被含氮化合物污染的牧草和水源,导致其奶源加工制成的干酪中可能含有内源性的硝酸盐和亚硝酸盐。干酪中外源性的硝酸盐来自干酪制作过程中乳品设备的清洗消毒残留^[2]或者是作为食品添加剂使用。本研究按照GB 5420—2021食品安全国家标准干酪中依据“水分占干酪无

脂总质量的百分比”将干酪制品分为软质、半硬质、硬质及其他种类四类^[16],不同种类进口干酪制品中软质干酪硝酸盐的污染水平最高,其次是半硬质,而硬质干酪制品硝酸盐污染水平最低。GENUALDI等^[1]研究结果显示硝酸盐浓度最高的干酪样品配料中含有辣椒,并且添加含有黄原胶、刺槐豆胶和瓜尔胶等植物稳定剂可能会导致干酪中硝酸盐浓度更高^[1,17]。而本研究中硝酸盐浓度最高的干酪样品配料中含有浓缩甜菜头,因此,不同种类进口干酪制品中硝酸盐含量水平差异可能与是否在干酪加工中添加食品添加剂硝酸盐、添加有特定风味的蔬菜食品原料(如辣椒、甜菜头)以及植物稳定剂等有关。

目前我国 GB2762—2017 食品安全国家标准食品中污染物限量中规定了硝酸盐和亚硝酸盐在蔬菜及其制品、生乳、乳粉、饮料类、特殊膳食用食品中的限量^[18];GB 2760—2014 食品安全国家标准食品添加剂使用标准中规定了硝酸盐和亚硝酸盐在熟肉制品中的使用量和残留量^[19],但尚未批准硝酸盐和亚硝酸盐作为食品添加剂用于干酪中。CAC^[3]规定了在成熟奶酪中硝酸盐最大使用量是 35 mg/kg,欧盟^[4]规定了在成熟奶酪和乳清奶酪中硝酸盐最大使用量是 150 mg/kg,澳大利亚^[5]和韩国^[6]规定了在干酪中硝酸盐最大使用量是 50 mg/kg。本研究中不同产地干酪样品中硝酸盐的含量水平存在差异,其中产地为德国的干酪样品中硝酸盐的含量水平最高(56.54 mg/kg),一方面可能归因于不同国家对干酪中添加硝酸盐的管理规定不同,另一方面可能由于干酪亚类、生产工艺以及本底含量等的差异。

此外,本研究中亚硝酸盐的检出率和含量均较低,其原因可能是亚硝酸盐一般不直接添加到干酪中,但在干酪成熟过程中,牛奶黄嘌呤氧化酶和其他微生物硝酸盐还原酶会将硝酸盐还原而产生亚硝酸盐^[7],而亚硝酸盐还可以进一步被还原成其他化合物^[2]。基于现有数据尚无法判断进口干酪中亚硝酸盐的暴露风险,待下一步继续补充进口干酪中亚硝酸盐含量数据开展其健康风险评估。

本研究对我国成人干酪消费人群硝酸盐暴露开展了概率评估研究。蒙特卡罗模拟(Monte Carlo simulation, MCS)方法作为概率评估的基本方法,目前被广泛应用于食品安全风险评估领域。与传统的确定性评估比较,在数据样本量较少的情况下,数据的变异性和不确定性可以很好地被 MCS 方法反映,进而更加科学的评估结果被得出^[20-22]。本研究结果显示我国成人通过进口干酪硝酸盐的平均暴露量为 5.13 $\mu\text{g}/\text{kg BW}/\text{d}$,低于 TEMME 等^[23]报

道的结果,这可能与我国干酪人均消费量较低以及暴露量计算时所涵盖的干酪种类不同有关。此外,有研究显示蔬菜是硝酸盐暴露的重要来源^[24],考虑到其他食品来源(蔬菜)硝酸盐暴露,估计我国成人硝酸盐的平均暴露量为 3.50 mg/kg BW/d(通过干酪硝酸盐暴露占总暴露量的比例为 0.15%),低于 JECFA 建立的健康指导值。因此,我国成人进口干酪消费人群暴露硝酸盐的健康风险较低。

但本次评估中由于资料和数据方面的原因,存在如下几方面的不确定因素。本次评估所采用的消费量数据来自 2012 年我国总膳食消费量数据库,而非相应的进口食品消费量数据,并且干酪消费人群比例较低,存在一定的不确定性。干酪样品来自我国主要的干酪进口国家,其数据代表性存在一定的不确定性。本研究主要考虑了进口干酪来源硝酸盐的暴露,未考虑国产干酪以及其他食品来源所产生的风险,应用时需考虑不确定因素可能带来的影响。

参考文献

- [1] GENUALDI S, JEONG N, DEJAGER L. Determination of endogenous concentrations of nitrites and nitrates in different types of cheese in the United States; method development and validation using ion chromatography [J]. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 2018, 35(4): 615-623.
- [2] INDYK H E, WOOLLARD D C. Contaminants of milk and dairy products I nitrates and nitrites as contaminants [M]//*Encyclopedia of Dairy Sciences*. Amsterdam: Elsevier, 2011: 906-911.
- [3] Codex Alimentarius Commission (CAC). Codex Alimentarius: general standard for food additives [S]. Codex Alimentarius Commission, 2019.
- [4] European Commission (EC). Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on Food Additives [J]. *Official Journal of the European Union*, 2008, 354: 16-33.
- [5] Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). Schedule 15 Substances that may be used as food additives [S]. Food Standards Australia New Zealand, 2021.
- [6] Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). Food additives code [S]. Ministry of Food and Drug Safety, 2020.
- [7] MUNKSGAARD L, WERNER H. Fate of nitrate in cheese [J]. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 1987, 42: 216-219.
- [8] FAN A M, STEINBERG V E. Health implications of nitrate and nitrite in drinking water: an update on methemoglobinemia occurrence and reproductive and developmental toxicity [J]. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 1996, 23(1): 35-43.
- [9] CAMMACK R, JOANNOU C L, CUI X Y, et al. Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation [J]. *Biochimica et Biophysica Acta: BBA - Bioenergetics*, 1999, 1411(2-3): 475-488
- [10] 刘一凡. 中国奶酪市场现状及趋势分析 [J]. *中国乳业*, 2020, (4): 54-56.

- LIU Y F. Analysis on the status and trend of Chinese cheese market[J]. *China Dairy*, 2020, (4): 54-56.
- [11] 观研报告网. 国内产量未能满足庞大市场需求我国干酪仍依赖进口并呈区域集中态势. [EB/OL]. (2021-05-14) [2021-09-24]. <http://market.chinabaogao.com/shipin/05145429D2021.html>. INSIGHT and INFO. The domestic production failed to meet the huge market demand, China cheese was still dependent on imports and was regionally concentrated. [EB/OL]. (2021-05-14) [2021-09-24]. <http://market.chinabaogao.com/shipin/05145429D2021.html>.
- [12] GEMS/Food-EUROS. Second Workshop on “Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food” [R]. Kulmbach: Federal Republic of Germany, 1995.
- [13] International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria 240: principles and methods for the risk assessment of chemicals in food[R]. Geneva: WHO, 2009.
- [14] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Evaluation of certain food additives and contaminants: Fifty-ninth report of JECFA [R]. 2002, 913: 20-32. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_913.pdf.
- [15] European Food Safety Authority (EFSA), MORTENSEN A, AGUILAR F, et al. Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives[J]. *EFSA Journal*, 2017, 15(6): 1-157.
- [16] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 干酪: GB 5420—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
Ministry of Health of the People’s Republic of China, National Food Safety Standard Cheese: GB 5420—2021 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2021.
- [17] ZERFIRIDIS G K, MANOLKIDIS K S. Contents of nitrates and nitrites in some Greek and imported cheeses[J]. *Journal of food protection*, 1981, 44(8): 576-579.
- [18] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中污染物限量: GB 2762—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission of the People’s Republic of China, China Food and Drug Administration. National Food Safety Standard Maximum Levels of Contaminants in Foods: GB 2762—2017[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准: GB 2760—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
National Health and Family Planning Commission of the People’s Republic of China. National Food Safety Standard for Uses of Food Additives: GB 2760—2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [20] DJAHED B, TAGHAVI M, FARZADKIA M, et al. Stochastic exposure and health risk assessment of rice contamination to the heavy metals in the market of Iranshahr, Iran [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2018, 115: 405-412.
- [21] 刘爱东, 周萍萍, 刘飒娜, 等. 中国居民白酒中氨基甲酸酯健康风险概率评估[J]. *中国食品卫生杂志*, 2016, 28(2): 244-248.
LIU A D, ZHOU P P, LIU S N, et al. Probabilistic risk assessment of ethyl carbamate in spirits among Chinese population[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2016, 28(2): 244-248.
- [22] 刘琼瑜, 李浩洋, 容裕棠, 等. Monte Carlo 模拟对面制品中铝膳食暴露风险的概率评估[J]. *食品工业科技*, 2019, 40(11): 223-228.
LIU Q Y, LI H Y, RONG Y T, et al. Probability Assessment of Dietary Exposure Risk to Aluminum in Flour Foods by Monte Carlo Simulation[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2019, 40(11): 223-228.
- [23] TEMME E H M, VANDEVIJVERE S, VINKX C, et al. Average daily nitrate and nitrite intake in the Belgian population older than 15 years[J]. *Food Additives & Contaminants Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 2011, 28(9): 1193-1204.
- [24] 曹佩, 朱江辉, 梁江, 等. 定性风险-受益评估方法在蔬菜及蔬菜中硝酸盐摄入评估中的应用性研究[J]. *中国食品卫生杂志*, 2018, 30(3): 312-316.
CAO P, ZHU J H, LIANG J, et al. Applied research of qualitative risk-benefit assessment for nitrate in vegetables[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2018, 30(3): 312-316.