

我国与南亚主要国家农食产品重金属限量标准的对比分析

刘悦珍¹, 陈浩然¹, 程星¹, 于晗¹, 林志涵¹, 陈德蓉¹, 任胜男¹, 马玲¹,
曹文泽², 温巧玲², 李志勇^{2*}

(1. 拱北海关, 珠海 519020; 2. 广州海关技术中心, 广州 510623)

摘要: **目的** 探究我国与南亚主要国家农食产品重金属限量标准的异同。**方法** 通过研究中国、印度、孟加拉国、斯里兰卡、不丹农食产品的重金属限量标准, 对比上述国家重金属检测项目、涉及的食物种类和铅、镉、砷、汞4种重金属的最大限值。**结果** 我国重金属限量标准涉及的农食产品种类更全面。在限量指标方面, 我国大米和肉类的镉限量、蔬菜和水产品的砷限量及蔬菜的汞限量严于南亚各国。我国水产动物及其制品和乳及乳制品的铅限量宽松于部分南亚国家。**结论** 我国监管部门应对南亚主要国家重金属限量指标规定较为宽松的农食产品种类予以关注; 同时在出口方面, 也要关注重金属限量指标较南亚主要国家更为宽松的项目。

关键词: 中国; 南亚主要国家; 农食产品; 重金属限量指标; 标准对比

Comparative analysis on standards for heavy metal limits in agricultural and food products between China and the main countries of South Asia

LIU Yue-Zhen¹, CHEN Hao-Ran¹, CHENG Xing¹, YU Han¹, LIN Zhi-Han¹, CHEN De-Rong¹,
REN Sheng-Nan¹, MA Ling¹, CAO Wen-Ze², WEN Qiao-Ling², LI Zhi-Yong^{2*}

(1. Gongbei Customs, Zhuhai 519020, China; 2. Guangzhou Customs Technology Center, Guangzhou 510623, China)

ABSTRACT: Objective To explore the similarities and differences of standards for heavy metal limits in agricultural and food products between China and the main countries of South Asia. **Methods** According to standards for heavy metal limits of China, India, Bangladesh, Sri Lanka and Bhutan, the heavy metal detection projects, the types of food involved and maximum limits of four heavy metals including lead, cadmium, arsenic and mercury in the above countries were compared. **Results** The standard for heavy metal limits in China involved more comprehensive types of agricultural and food products. Limits of cadmium in rice and meat, arsenic in vegetables and aquatic products and mercury in vegetables in China were stricter than those in the main countries of South Asia. Maximum limits of lead in aquatic animals and their products, milk and dairy products in China were laxer than those in the main countries of South Asia. **Conclusion** Regulatory authorities in China should pay attention to categories of agricultural and food products with relatively laxer heavy metal limits. Meanwhile, in terms

基金项目: 一带一路中亚五国及俄罗斯农食产品技术性贸易措施研究项目(2019HK157)、2020年广州海关科研项目(2020GZCK-022)

Fund: Supported by the Research Project on Technical Trade Measures of Agricultural and Food Products in Five Central Asian Countries and Russian along the Belt and Road (2019HK157), and the Guangzhou Customs Research Projects (2020GZCK-022)

***通信作者:** 李志勇, 博士, 研究员, 主要研究方向为食品质量与安全。E-mail: lizy@iqtcnet.cn

***Corresponding author:** LI Zhi-Yong, Ph.D, Professor, Guangzhou Customs Technology Center, No.66 Huacheng Avenue, Zhujiang New Town, Tianhe District, Guangzhou 510623, China. E-mail: lizy@iqtcnet.cn

of exports, agricultural and food products with laxer heavy metal limits than those in major South Asian countries should also be concerned.

KEY WORDS: China; main countries of South Asia; agricultural and food products; heavy metal limits; standard comparison

0 引言

南亚地区位于亚洲南部的喜马拉雅山脉中西段以南及印度洋之间,在中国的西南方向,总面积约 430 万 km²,人口约 17.66 亿,地区生产总值(gross domestic product, GDP)约 2.3 万亿美元^[1-2]。1985 年,尼泊尔、不丹、印度、巴基斯坦、孟加拉国、斯里兰卡和马尔代夫这 7 个国家共同建立了南亚区域合作联盟(South Asian Association for Regional Cooperation, SAARC),阿富汗于 2005 年也加入到 SAARC 中,成为第 8 个成员国^[3-4]。南亚国家作为“一带一路”沿线国家,在经济、贸易等不同领域与中国保持着友好合作关系。中国和南亚人口众多,农业发展历史悠久,农业合作和农产品贸易是中国与南亚各国经济发展的重要领域。近几年来中国与南亚的贸易互补性增强而竞争性下降,在一定程度上让双方发挥了各自的比较优势,进一步促进了双边或多边贸易的发展。2019 年中国同南亚各国农食产品贸易总额总体达到了峰值约为 45.8 亿美元,其中中国向南亚各国出口主要贸易种类为 HS 分类的第 3 章(鱼、甲壳动物、软体动物及其他水生无脊椎动物)、第 9 章(咖啡、茶、马黛茶及调味香料)及第 15 章(动、植物油、脂及其分解产品;精制的食用油脂;动、植物蜡),出口金额分别达到 15.4、5.0 和 4.0 亿美元,中国向南亚各国进口的主要贸易种类为 HS 分类的第 8 章(食用水果及坚果;柑橘属水果或甜瓜的果皮)、第 7 章(食用蔬菜、根及块茎)和第 9 章,进口金额分别为 3.9、2.4 和 1.8 亿美元^[5]。

农食产品作为关乎国计民生、涉及国民健康安全的品种类,被各国关注。目前南亚各国经济发展非常迅速,工业化水平逐步提高,随之而来的是大量的土壤和水体重金属污染。土壤是农产品的主要载体,重金属从土壤转移到牲畜、鱼和农作物等食用动植物体内,进而转移到食品中,成为食品安全领域的重要问题之一^[6]。

随着经济全球化和贸易自由化的推进,作为传统贸易限制措施的关税壁垒得到大幅削减。据调查,技术性贸易措施是影响我国企业出口的重要因素^[7]。技术性贸易措施因其名义上的合法性、手段上的隐蔽性等特点,已成为发达国家实施贸易保护的利器,并越来越多地为发展中国家所应用。随着中国与南亚之间的贸易往来更加紧密和频繁,技术性贸易措施方面的博弈也随之而来。因此为了避免因重金属限量要求不同而造成的监管及检验检疫等相关技术性难题,将中国与南亚国家重金属限量标准开展比

对十分必要。本文主要分析了中国与印度、巴基斯坦、孟加拉国、斯里兰卡和不丹这 5 个南亚主要国家重金属限量标准的差异,一方面帮助我国监管部门掌握南亚各国的农食产品重金属限量要求,把控南亚各国进口农食产品风险,更好保障我国进口农食产品安全,保护我国消费者健康,另一方面充分了解国内外技术法规,可以帮扶出口企业应对技术性贸易措施,提高应对南亚国家地区农食产品技术性贸易措施的能力和水平,促进中国农食产品开拓市场。

1 中国和主要南亚国家农食产品重金属限量标准

南亚区域合作联盟虽成立已久,但一体化程度很低,还无法作为整体进行地区合作和对外合作^[4]。目前南亚区域合作联盟并没有同欧盟、欧亚经济联盟和南方共同市场等国际组织一样建立共同的食物法规,各国采用的标准见表 1。其中,巴基斯坦和斯里兰卡都采用国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)制定的 CODEX STAN 193—1995《食品和饲料中污染物和毒素通用标准》。

重金属最常见的定义是指密度大于 4.5 g/cm³ 的金属,约有 45 种。环境污染方面的重金属,实际上主要是指汞、镉、铅、铬及类重金属如砷、硒等生物毒性显著的元素,也指具有一定毒性的一般重金属如锌、铜、钴、镍、锡等。CAC、中国及南亚各国法规标准规定的农食产品重金属检验项目比较见表 1。

从表 1 可见,铅、镉、汞、砷、锡是 CAC、中国及其南亚各国要求检验的 5 种主要重金属项目,印度和孟加拉国重金属检验项目数量最多,仅印度规定农食产品需要检验锑和硒,主要涉及矿泉水、包装饮用水和蔬菜等农食产品;仅孟加拉国需要检验锌,主要涉及水果、烘焙产品和婴儿配方奶粉和替代婴儿配方奶粉等农食产品。此外,中国、印度和孟加拉国对铬和镍 2 个重金属项目都有限量要求。

2 农食产品的重金属限量指标对比

由于各国居民的饮食习惯不同,并且食物及其制品的原料来源、加工工艺、保存环境等因素均存在差异,各国重金属检验涉及的食物种类较多以及分类侧重点不同^[10-11]。为了方便比较且突出重点,本研究以我国 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》中“附录 A 食品类别(名称)说明”的食品类别为框架,将我国与印度、不丹、孟加拉国及 CAC 的农食产品的主要重金属限量指标进行比较,即铅、镉、砷、汞^[12]。

表 1 我国与南亚主要国农食产品重金属限量标准及检验项目比较

Table 1 Comparison on standards for heavy metal limits standard and detection items in agricultural and food products between China and the main countries of South Asia

国家(组织)	执行标准	重金属污染物种类	检测数量
中国	GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》	砷/无机砷、镉、铅、汞/甲基汞、锡、铬、镍	7
印度	《食品安全和标准(污染物、毒素和残留物)法规》	砷/无机砷、镉、铅、汞/甲基汞、锡、铜、铬、镍、硒、锑 ^[8]	10
不丹	《不丹食品中重金属的强制性标准》	砷/无机砷、镉、铅、汞/甲基汞、锡	5
孟加拉国	《食品安全(化学污染, 毒素和有害残留物)法规》	砷/无机砷、镉、铅、汞/甲基汞、锡、铜、铬、镍、锌 ^[9]	9
CAC	CODEX STAN 193—1995《食品和饲料中污染物和毒素通用标准》	砷/无机砷、镉、铅、汞/甲基汞、锡	5

2.1 农食产品中铅限量指标对比

铅会在人类骨骼中生物积累且半衰期超过 20 年, 影响神经和生殖系统、红细胞和肾脏, 由于其酶抑制剂的作用, 是一种可能的致癌物质^[13]。各国涉及铅含量检测的食品种类及限量指标比较如表 2 所示。从表 2 可以看出我国涉及铅限量检测的食品种类最为广泛, 共 22 类, 其中食用菌及其制品、坚果及籽类、蛋及蛋制品、淀粉及淀粉制品、焙烤食品等 5 类食品是其他国家没有规定的。

通过梳理对比发现, 中国、印度、不丹、孟加拉国和 CAC 对谷物及其制品、豆类及其制品、新鲜水果(浆果和其他小粒水果除外)、油脂及其制品、食用盐和包装饮用水的铅限量指标是一致的。其他农食产品的铅限量指标存在以下差异: (1)不丹的芸薹属蔬菜、豆类蔬菜及巴基斯坦的豆类蔬菜的铅限量均为 0.1 mg/kg, 严于其他国家的 0.3 mg/kg。此外, 我国未将蔬菜罐头单独列出, 可归为蔬菜制品, 铅限量为 1.0 mg/kg, 和印度、孟加拉国的所

列出的蔬菜罐头铅限量一致, 是不丹和 CAC 的蔬菜罐头(除芸薹类、叶类和豆类罐头)铅限量(0.1 mg/kg)的 10 倍。(2)中国、印度、孟加拉国的浆果和其他小粒水果的铅限量是不丹和 CAC 的两倍。和蔬菜制品分类相似, 不丹和 CAC 将除浆果和小粒水果外的水果罐头单独分为一类, 铅限量为 0.1 mg/kg, 其他国家的水果制品限量严格 10 倍。(3)印度、不丹和 CAC 对鱼类的铅限量为 0.3 mg/kg, 严于我国的标准, 孟加拉国未对鱼类的铅限量进行规定。(4)不丹和 CAC 将果汁分为浆果和小粒水果的果汁及除浆果和小粒水果外的果汁, 后者的铅限量为 0.3 mg/kg, 严于其他国家果汁的铅限量。(5)在肉及肉制品中, 我国的肉类的铅限量宽松于其他国家, 但肉制品的铅限量比印度严格, 其他国家未作规定。(6)我国对乳制品的铅限量最为宽松。(7)在婴幼儿食品方面, 我国婴儿配方食品(粉状)的铅限量标准为 0.15 mg/kg, 并归为特殊膳食用食品, 印度和孟加拉国的婴儿配方奶粉铅限制为 0.02 mg/kg, CAC 最为严格, 仅为 0.01 mg/kg。

表 2 农食产品中铅限量对比

Table 2 Comparison on limits of lead in agricultural and food products

食品种类	具体食品	重金属限量/(mg/kg)				
		中国	印度	不丹	孟加拉国	CAC
谷物及其制品		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
蔬菜及其制品	叶类蔬菜、芸薹类蔬菜	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3
	豆类蔬菜	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1
水果及其制品	蔬菜制品	1.0	1.0	0.1~1.0	1.0	0.1~1.0
	浆果和其他小粒水果	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1
	新鲜水果(除浆果和其他小粒水果)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	水果制品	1.0	1.0	0.1~1.0	1.0	0.1~1.0
食用菌及其制品		1.0	—	—	—	—
藻类及其制品		1.0	10	5.0	—	—
豆类及其制品	豆类	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
坚果及籽类	咖啡豆	0.5	—	—	—	—

表 2(续)

食品种类	具体食品	重金属限量/(mg/kg)				
		中国	印度	不丹	孟加拉国	CAC
肉及肉制品	肉类(除禽畜内脏)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	禽畜内脏	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	肉制品	0.5	2.5	—	—	—
	鱼类	0.5	0.3	0.3	—	0.3
水产动物及其制品	甲壳类	0.5	0.5	—	—	—
	双壳类	1.5	1.5	—	—	—
乳及乳制品	生乳、巴氏杀菌乳、灭菌乳、调制乳、发酵乳	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02
蛋及蛋制品		0.2	—	—	—	—
油脂及其制品		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
调味品	食用盐	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
食糖及淀粉糖		0.5	5.0	—	—	—
淀粉及淀粉制品	食用淀粉	0.2	—	—	—	—
焙烤食品		0.5	—	—	—	—
饮料类 (mg/L)	果蔬汁类及其饮料	0.05	0.05	0.03~0.05	0.05	0.03~0.05
	包装饮用水	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
酒类		0.2	0.2	0.2	—	0.2
可可制品、巧克力和巧克力制品以及糖果		0.5	5.0	—	—	—
冷冻饮品		0.3	1.0	—	—	—
特殊膳食用食品	婴儿配方食品	0.15	0.02	—	0.02	0.01
其他类	茶	5.0	5.0	—	—	—

注:—表示未规定,下同。

2.2 农食产品中镉限量对比

镉是一种土壤污染物,在生物体内具有较高的流动性,是一种有毒重金属。在所有重金属中,镉是最具流动性和生物毒性的元素之一^[14-15]。即使浓度很低,它也会对植物、鱼类、鸟类、哺乳动物和微生物等造成危害,饮食中镉的过量摄入可能导致肾功能损害、贫血、高血压等^[16]。从表3可以看出,本文涉及的各国标准都要求检测谷物及其制品、蔬菜及其制品、豆类及其制品、调味品和饮料类中的镉含量。部分国家针对特定食品进行镉含量检测,如中国的水果及其制品、食用菌及其制品、蛋及蛋制品、印度的特殊膳食用食品(婴儿代乳品婴儿食品)(以中国食品类别为框架对比,故在表中未列出)、不丹的藻类及其制品(以中国食品类别为框架对比,故在表中未列出)。

从整体看,我国农食产品的镉限量标准严于南亚各国,包括鱼类、肉类和谷物及其制品。在谷物及其制品方面,我国的分类与其他国家略微不同并且镉限量标准最严格,我国未将小麦单独列出,而是归于其他谷物(稻谷除外),限量为0.1 mg/kg,南亚主要国家均把小麦单独列出,镉限量为0.2 mg/kg,较我国标准宽松。我国大米的镉限量为0.2 mg/kg,是南亚主要国家的一半。大米是世界上一半以上人口的主要食物,镉很容易从土壤转移到水稻并积累

在水稻和谷物中,然后通过食物链富集到人体中,从而威胁人类健康^[17-19]。我国也有镉限量标准更为宽松的类别,如豆类,我国限量为0.2 mg/kg。

2.3 农食产品中砷/无机砷限量对比

砷与其他重金属离子不同,在植物体中有机砷和无机砷共存,它们不仅形态不同,生物毒性也完全不同,有机砷的毒性很弱,而无机砷毒性很大,是公认的致癌物^[20-22]。各国涉及砷含量检测的食品种类比较如表4所示。可以看出本文涉及的各国标准都要求检测油脂及其制品和饮料类中的砷含量。部分国家针对特定食品进行砷含量检测,如中国的食用菌及其制品、印度的藻类及其制品和冷冻饮品(以中国食品类别为框架对比,故在表中未列出)。总体来看印度、不丹和我国涉及砷含量检测的食品种类相比于孟加拉国和CAC多。

在各国可比较的相同食品种类中,谷物及其制品、油脂及其制品和饮料类的砷标准限制是完全一致的。我国仅有食用盐这一项食品的砷限量标准比不丹宽松,但和其他南亚国家是相同的。

值得注意的是,印度对鱼类和甲壳类水生动物的无机砷限量为76 mg/kg,是中国限量的760倍。在蔬菜及其制品方面,仅有我国和印度对蔬菜的砷限量进行了规定,我国蔬菜的砷限量为0.5 mg/kg,严于印度的1.1 mg/kg。

表 3 农食产品中镉限量对比
Table 3 Comparison on limits of cadmium in agricultural and food products

食品种类	具体食品	重金属限量/(mg/kg)				
		中国	印度	不丹	孟加拉国	CAC
谷物及其制品	谷物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	小麦	—	0.2	0.2	0.2	0.2
	稻谷、大米、糙米	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
蔬菜及其制品	叶菜蔬菜	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	豆类蔬菜、块根和块茎、茎类蔬菜	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
豆类及其制品	豆类	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
水果及其制品	新鲜水果	0.05	—	—	—	—
食用菌及其制品		0.2~0.5				
坚果及籽类	花生	0.5				
肉及肉制品	肉类	0.1	—	0.5		
	鱼类	0.1	0.3	0.3	—	—
	甲壳类	0.5	0.5	—	—	—
水产品及其动物制品	双壳类、头足类	2.0	2.0	2.0	—	2.0
蛋及蛋制品		0.05	—	—	—	—
调味品	食用盐	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
饮料类/(mg/L)	矿泉水	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

表 4 农食产品中砷/无机砷限量对比
Table 4 Comparison on limits of arsenic/inorganic arsenic in agricultural and food products

食品种类	具体食品	重金属限量/(mg/kg)				
		中国	印度	不丹	孟加拉国	CAC
谷物及其制品(无机砷)	稻谷、糙米、大米	0.2	—	0.2	—	0.2
蔬菜及其制品	新鲜蔬菜	0.5	1.1	—	—	—
水产动物及其制品(无机砷)	鱼类及其制品	0.1	76	0.1	—	—
	甲壳类	0.1	76	—	—	—
食用菌及其制品		0.5	—	—	—	—
肉及肉制品		0.5	—	0.5		
油脂及其制品		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
乳及乳制品	生乳、巴氏杀菌乳、灭菌乳、调制乳、发酵乳	0.1	—	0.5	—	—
调味品(无机砷)	食用盐	0.5	—	0.2	0.5	0.5
食糖及淀粉糖		0.5	—	—	—	—
饮料类/(mg/L)	包装饮用水	0.01	0.01			
	天然矿泉水	—	0.01	0.01	0.01	0.01
可可制品、巧乐力和巧乐力制品以及糖果		0.5				
特殊膳食用食品		0.2~0.5				

2.4 农食产品中汞/甲基汞的限量对比

汞在自然界中以多种形态存在,主要包括金属汞、无机汞和有机化合汞,其中甲基汞是有机汞的主要形式,具有神经毒性^[23-24]。各国涉及汞含量检测的食品种类及限量标准比较如表5所示。只有水产动物及其制品要求进行甲基汞检测,其余农食产品种类只检测汞含量。因为各种形式的汞在水体中微生物的作用下会转化为甲基汞,并且很容易沿着食物链进行生物积累和生物放大^[25]。值得注意的是,印度对所有食品均要求进行甲基汞的检测,限量为0.25 mg/kg。除印度外,我国对汞规定限量的食品种类最多,其中调味品和饮料类是我国及南亚国家均进行对比的种类,且限量一致。除孟加拉国外,其余国家均对水产动物及其制品的甲基汞限量进行了规定,限量相同。肉食性鱼类的汞限量高于非肉食性鱼类,这是因为越处于食物链高端的鱼类,其体内富集的汞含量越高^[26]。在蔬菜及其制品方面,只有我国和印度规定了汞的限量,我国蔬菜的汞限量为0.01 mg/kg,而印度的为1 mg/kg,我国的汞限量标准远远严格于印度。

3 结果与分析

3.1 我国重金属限量与CAC和南亚各国存在差异

在制定农食产品重金属限量时,即使在分类几乎完全相同的情况下,我国与CAC和南亚各国也有部分限量存在差异。从整体来看我国镉、砷、汞限量标准严于南亚各国,主要体现在大米、蔬菜、肉类、水产品等种类的限量上,只有中国和印度规定了蔬菜的砷、汞限量,且我国的标准明显严于印度,此外值得特别注意的,是印度对鱼类和甲壳类水生动物的无机砷限量为76 mg/kg,是中国限

量的760倍。我国农食产品的铅限量略宽松于南亚各国家及CAC,尤其是乳制品方面我国铅限量为0.05 mg/kg,是CAC和南亚各国标准的2.5倍。

3.2 我国重金属限量标准涉及的农食产品种类更全面

总体来看,与CAC和南亚各国相比,我国现行的农食产品重金属限量标准涉及的种类更全面,也符合我国国情。与南亚各国相比,我国地大物博,各地区、各民族饮食习惯多种多样,GB 2762—2017中规定了24个大类,类别多于CAC和南亚各国^[27-28]。比如针对我国在植物性食物种类繁多的特点,我国标准在豆类及其制品、淀粉及淀粉制品等大类的规定上也有具体体现。比如单列了淀粉及淀粉制品中,包括谷物、豆类和块根植物提取物的淀粉,涉及了生活中常见的粉丝、粉条、藕粉等多样化的淀粉制品^[29]。比如在调味品的规定上,CAC和南亚各国主要关注食用盐,而我国还规定了醋、酱油、香辛料等的重金属限量标准。

3.3 我国重金属限量标准符合现实需要

(1)我国在进行分类时,在24个大类下规定了60种食品的限量标准,除特殊情况外更多地按每种农食产品规定限量,而不是具体地列举农食产品名称。首先,这样使得重金属的限量因农食产品原料和加工方式而异,如我国从东南亚进口较多的水产品为例,按原料可分为鱼类、贝壳类等,鱼类镉限量为0.1 mg/kg、甲壳类则为0.5 mg/kg,按加工方式不同又分为罐装、腌制等。而CAC和南亚各国在规定水产品重金属含量时涉及的种类少于我国。其次,可以有效避免重复累赘,并且在新农食产品出现时可以进行归类^[30]。

表5 农食产品中汞/甲基汞的限量对比

Table 5 Comparison on limits of mercury/methylmercury in agricultural and food products

食品种类	具体食品	重金属限量/(mg/kg)				
		中国	印度	不丹	孟加拉国	CAC
水产动物及其制品(甲基汞)	非肉食性鱼类及其制品	0.5	0.5	0.5	—	0.5
	肉食性鱼类及其制品	1.0	1.0	1.0	—	1.0
谷物及其制品		0.02	—	—	—	—
蔬菜及其制品	新鲜蔬菜	0.01	1.0	—	—	—
食用菌及其制品		0.1	—	—	—	—
肉及肉制品	肉类	0.05	—	—	—	—
乳及乳制品	生乳、巴氏杀菌乳、灭菌乳、调制乳、发酵乳	0.01	—	—	—	—
蛋及蛋制品	鲜蛋	0.05	—	—	—	—
调味品	食用盐	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
饮料类/(mg/L)	矿泉水	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
特殊膳食食品	婴幼儿罐装辅助食品	0.02	—	—	—	—

(2)我国和南亚各国限量的重金属污染物种类都包含了CAC中的砷、镉、铅、汞、锡,同时各国也根据自身需要对其他重金属规定了限量标准。除不丹外,我国和其他南亚国家均对铬、镍制定了限量标准。

4 建议和展望

4.1 加强食品源头重金属污染控制

从食品源头控制层面,要控制重金属对农食产品的污染首当其冲的就是从源头把关,加强工业“三废”的治理,与农业生态环境的保护,加大无公害农产品生产规范的实施力度。制定农食产品重金属污染控制规范,建立合理科学的污水灌溉、污泥、垃圾肥和农药、化肥、地膜等农用投入品的重金属限量标准和施用规范,加强对土壤、灌溉水、空气的重金属检测等,通过对农食产品首要环节的质量把控,从源头上控制重金属对农食产品的污染。

4.2 建立健全农食产品重金属监控预警及防控机制

我国与南亚各国农食产品贸易主要集中水产品、动植物产品、蔬菜水果、咖啡以及茶叶等产品上,重点关注其中与我国标准有较大差异、可能产生较大风险的农食产品种类,加强安全准入和准出。(1)将高频出现重金属限量不合格的商品和企业纳入监控信息库,在进出口环节触发预警,严格安全准入和准出。(2)建设关注南亚各国农食产品重金属及其他污染物风险的信息中心,重点跟踪农食产品的法规标准动态以及风险信息。一方面,让农食产品进出口企业及时了解重要信息,避免因信息不对称造成损失。另一方面,也为我国采取农食产品重金属标准相关的贸易措施提供支撑。

4.3 开展主要进口农产品的膳食风险评估

对我国从南亚进口的主要农食产品如水果和蔬菜进行膳食风险评估,通过抽检的方式采集从南亚各国进口的水果和蔬菜,检测重金属残留,结合居民的果蔬消费情况和食品安全指数法对居民从果蔬中摄入重金属的风险进行评估。

参考文献

- [1] 李磊. 中国对南亚国家工业制成品贸易潜力研究[D]. 南昌: 江西财经大学, 2021.
LI L. Research on the potential of China's industrial products trade with South Asian countries [D]. Nanchang: Jiangxi University of Finance and Economics, 2021.
- [2] 郑国富. 中国与南亚国家农产品贸易发展的特征、问题与前景[J]. 世界农业, 2018, (11): 142-150.
ZHENG GF. Characteristics, problems and prospects of agricultural trade development between China and South Asian countries [J]. World Agric, 2018, (11): 142-150.
- [3] YANG Y, KHAN A. Exploring the role of finance, natural resources, and governance on the environment and economic growth in South Asian countries [J]. Environ Sci Pollut R, 2021, 28(36): 50447-50461.
- [4] 任炳卿. 南亚和东南亚次区域合作的问题及前景[J]. 科学经济社会, 2020, 38(2): 50-56.
REN BQ. Problems and prospects of sub-regional cooperation between South and Southeast Asia [J]. Sci Econ Soc, 2020, 38(2): 50-56.
- [5] 江楠. 中国与南亚国家农产品贸易现状和潜力分析[D]. 北京: 商务部国际贸易经济合作研究院, 2021.
JIANG N. analysis on the current situation and potential of agricultural products trade between China and South Asia countries [D]. Beijing: Chinese Academy of International Trade and Economic Cooperation, 2021.
- [6] 邓莎, 董怡, 任尧, 等. 基于功能核酸的食品重金属污染快速检测进展[J]. 现代食品科技, 2021, 37(7): 335-343.
DENG S, DONG Y, REN Y, *et al.* Progress in rapid detection of heavy metal contamination in food based on functional nucleic acid [J]. Mod Food Sci Technol, 2021, 37(7): 335-343.
- [7] 朱颖滨, 陈要武, 王胜男. 从农药残留看欧盟食品技术性贸易措施与应对[J]. 中国标准化, 2021, (21): 203-205.
ZHU YB, CHEN YW, WANG SN. EU's food technical trade measures and tactics from the perspective of pesticide residues [J]. China Stand, 2021, (21): 203-205.
- [8] Food Safety and Standards (Contaminants, Toxins and Residues) Regulation, 2011 [Z].
- [9] Bangladesh issues Regulation on Food Safety 2017 [Z].
- [10] 李志勇, 许业莉, 刘津, 等. 国内外农食产品重金属限量比较分析[J]. 食品科技, 2010, 35(6): 318-321.
LI ZY, XU YL, LIU J, *et al.* Comparative analysis on heavy metals limits of agro-food products in China and abroad [J]. Food Sci Technol, 2010, 35(6): 318-321.
- [11] 林志涵, 林继洪, 杨波, 等. 我国与南方共同市场动物源性食品中重金属限量标准的对比分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(4): 1625-1631.
LIN ZH, LIN JH, YANG B, *et al.* Comparison and analysis of limit standards of heavy metals in animal-derived foods between China and mercosur [J]. J Food Saf Qual, 2021, 12(4): 1625-1631.
- [12] 温巧玲, 潘芳, 魏霜, 等. 中国与欧亚经济联盟主要国家重要贸易农食产品重金属限量标准对比分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(6): 2447-2454.
WEN QL, PAN F, WEI S, *et al.* Comparative analysis of heavy metal limit standards for important trade agricultural and food products between China and the main countries of the Eurasian Economic Union [J]. J Food Saf Qual, 2021, 12(6): 2447-2454.
- [13] PAWAR R, LALHMUNSI MA, BAJAJ H, *et al.* Activated bentonite as a low-cost adsorbent for the removal of Cu(II) and Pb(II) from aqueous solutions Batch and column studies [J]. J Ind Eng Chem, 2016, 34: 213-223.
- [14] HE S, HE Z, YANG X, *et al.* Chapter four: Soil biogeochemistry, plant physiology, and phytoremediation of cadmium-contaminated soils [J]. Adv Agron, 2015, 134: 135.
- [15] SONG W, CHEN S, LIU J, *et al.* Variation of Cd concentration in various rice cultivars and derivation of cadmium toxicity thresholds for paddy soil by species-sensitivity distribution [J]. J Integr Agric, 2015, 14(9):

- 1845–1854.
- [16] LUO W, WANG D, XU Z, *et al.* Effects of cadmium pollution on the safety of rice and fish in a rice-fish coculture system [J]. *Environ Int*, 2020, 143: 105898.
- [17] LIU F, LIU X, DING C, *et al.* The dynamic simulation of rice growth parameters under cadmium stress with the assimilation of multi-period spectral indices and crop model [J]. *Field Crop Res*, 2015, 183: 225–234.
- [18] XIE P, DENG J, ZHANG H, *et al.* Effects of cadmium on bioaccumulation and biochemical stress response in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. *Ecotox Environ Saf*, 2015, 122: 392–398.
- [19] XUE D, JIANG H, DENG X, *et al.* Comparative proteomic analysis provides new insights into cadmium accumulation in rice grain under cadmium stress [J]. *J Hazard Mater*, 2014, 280: 269–278.
- [20] 贾炎, 黄海, 张思宇, 等. 无机砷和甲基砷在水稻体内吸收运移的比较研究[J]. *环境科学学报*, 2012, 32(10): 2483–2489.
- JIA Y, HUANG H, ZHANG SY, *et al.* A comparative study of inorganic and methylated arsenic on absorption and transportation in rice plants [J]. *Acta Sci Circum*, 2012, 32(10): 2483–2489.
- [21] 李仁英, 张婧, 谢晓金, 等. 不同品种水稻对砷的吸收转运及其健康风险研究[J]. *土壤通报*, 2019, 50(2): 489–496.
- LI RY, ZHANG Q, XIE XJ, *et al.* Arsenic uptake and translocation of different rice cultivars and its health risk [J]. *Chin J Soil Sci*, 2019, 50(2): 489–496.
- [22] 杨文强, 王英杰, 周航, 等. 水稻不同生育期根际及非根际土壤砷形态迁移转化规律[J]. *环境科学*, 2015, 36(2): 694–699.
- YANG WT, WANG YJ, ZHOU H, *et al.* Transformation and mobility of arsenic in the rhizosphere and non-rhizosphere soils at different growth stages of rice [J]. *Environ Sci*, 2015, 36(2): 694–699.
- [23] 张璇, 钱建平, 汪梦溪. 我国陆地水环境汞污染现状及研究进展[J]. *资源节约与环保*, 2021, (10): 93–96.
- ZHANG X, QIAN JP, WANG MX. Current situation and research progress of mercury pollution in terrestrial water environment in China [J]. *Resour Econ Environ Prot*, 2021, (10): 93–96.
- [24] RANA S. Metals and apoptosis: Recent developments [J]. *J Trace Elem Med Biol*, 2008, 22(4): 262–284.
- [25] GENTÈS S, MONPERRUS M, LEGEAY A, *et al.* Influence of macrophyte and gut microbiota on mercury contamination in fish: A microcosms study [J]. *Appl Sci*, 2020, 10(4): 1500.
- [26] 朱文慧, 步营, 邵仁东, 等. 国内外水产品中重金属限量标准对比分析[J]. *水产科技情报*, 2009, 36(6): 271–274.
- ZHU WH, BU Y, SHAO RD, *et al.* Comparative analysis of limit standard of heavy metals in aquatic products at home and abroad [J]. *Fish Sci Technol Inform*, 2009, 36(6): 271–274.
- [27] 季鸿崑. 中华民族食物和营养理论的历史演进[J]. *饮食文化研究*, 2006, (4): 14.
- JI HK. On historical development of food and nutrition theory of Chinese nation [J]. *Food Cult Res*, 2006, (4): 14.
- [28] 辛效威, 张定康. 中外食品标准中重金属污染物指标对比分析[J]. *中国标准化*, 2018, (15): 124–128.
- XIN XW, ZHANG DK. Comparative analysis of heavy metal residue indicator in domestic and foreign food standards [J]. *China Stand*, 2018, (15): 124–128.
- [29] 孙启东, 严东明, 徐海兵. 谷物及制品相关国家安全标准的跟踪评价[J]. *中国卫生监督杂志*, 2019, 26(3): 228–233.
- SUN QD, YAN DM, XU HB. Follow-up evaluation of national safety standards for cereals and products [J]. *Chin J Health Inspect*, 2019, 26(3): 228–233.
- [30] 龚向前. 食品安全国际标准的法律地位及我国的应对[J]. *暨南学报(哲学社会科学版)*, 2012, 34(5): 24–29.
- GONG XQ. Legal status of food safety international standards and China's countermeasures [J]. *Jinan J (Philos Soc Sci Ed)*, 2012, 34(5): 24–29.

(责任编辑: 于梦娇 张晓寒)

作者简介



刘悦珍, 硕士, 主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: 15180179902@163.com



李志勇, 博士, 研究员, 主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: lizy@iqtenet.cn