

综述

食品中的氰化物来源及其安全性的研究进展

郭忠, 张文德

(河北省唐山市疾病预防控制中心, 河北 唐山 063000)

摘要:从食物中毒防控角度出发, 阐述食品中氰化物的背景值、来源、生物代谢及安全标准, 为快速应对处置突发性公共安全事件及食品安全风险评估提供参考。

关键词:食品; 氰化物; 天然毒素; 来源; 安全性

中图分类号: R155.51 文献标志码: A 文章编号: 1004-8456(2014)04-0404-05

DOI: 10.13590/j.cjfh.2014.04.025

Research progress on source and safety of cyanide in food

GUO Zhong, ZHANG Wen-de

(Tangshan Center for Disease Control and Prevention, Hebei Tangshan 063000, China)

Abstract: From the perspective of food poisoning prevention and control, this article focused on the background value, source, biological metabolism and safety standard of cyanide in food, and provided references for rapid response of public emergency events and food safety risk assessment.

Key words: Food; cyanide; natural toxins; source; safety

氰化物是一种剧毒物质, 由氰化物引发的食物中毒、投毒、环境污染及不明原因事件的发生, 对突发性公共安全事件的管理和处置机制提出了严峻的挑战。

食品中氰化物的来源非常复杂, 除某些食用植物中天然存在的以外, 也有各种人为的因素。当前, 对氰化物的应急和防控主要面临以下三方面的挑战: 一是自然界存在多种含氰食用植物, 因食用不当引发的食物中毒依然存在, 特别是近几年由自然植物茎叶、果核为原料开发的保健食品、新资源食品及营养药品^[1]中也发现含有氰; 二是因饮食结构和生活方式的逐渐改变, 由食物间化学反应产生的氰化物, 增加了食物中毒调查、取证、检验及诊断的难度; 三是由接触药物及药物在体内的生物代谢产生的氰化物, 对于临床医生科学合理用药提出了要求。为了积极预防和应对突发性公共安全事件的发生, 科学评估产品质量, 避免检验过程中出现误判, 本文从防控食物中毒的角度出发, 对食品和生物试样中氰化物的来源与产生途径、生物代谢、检测技术及安全标准等最新进展作一综述。

1 氰化物的来源

1.1 含有氰化物的植物性食物和加工生产的食品中可能存在含有氰化物的食品

氰化物在自然界广泛存在, 现已查明的含有氰甙配糖体的植物至少有 2 000 多种, 其中果核类就约 1 000 多种, 如: 木薯、高粱、玉米、豆类、小米、甘蓝、亚麻籽、竹子、果核(苦杏仁、杨梅、葡萄籽、苹果籽、桃、李子、樱桃)等。食用植物中的氰化物多以氰甙配糖体形式存在, 其种类有苦杏仁甙、蜀黍氰甙、亚麻甙、棉豆甙、李甙、百脉根苦甙、紫杉氰甙等^[2]。但有些植物以游离态氰化物形式存在, 如食用菌类蘑菇及木耳曾检出高浓度氰化物。食用植物中氰甙配糖体的含量高低可能与植物遗传基因、环境、生长地、气候、土壤因素有关^[3-4]。

除植物以外, 市售的绝大多数牛奶中都能检出微量氰化氢(HCN)。推断其来源除可能与牛奶贮存的温度、时间及微生物的作用相关外, 可能还有以下因素: 一是饲料中含有较高的氰甙配糖体; 二是由牛奶中所含的硫氰酸(SCN^-) (约 2 ~ 15 mg/L) 的氧化产生。而究竟硫氰酸如何转化为氰化氢还不清楚。

蒸馏酒及果酒类中也能检出微量氰化氢。过去我国南部多以木薯为原料酿造制作蒸馏酒, 因此其氰化物的检出率及含量都非常高, 中毒的几率较多。如今蒸馏酒多是以谷物杂粮(高粱、小麦、大

收稿日期: 2014-03-03

作者简介: 郭忠 男 副主任技师 研究方向为食品理化检验

E-mail: gz2726359@126.com

通讯作者: 张文德 男 主任技师 研究方向为食品理化检验

E-mail: zwd2217438@126.com

麦、豆类、玉米)等为原料,氰化物含量很低。2004—2005年有研究调查了65种不同档次的市售白酒和国内外高档名酒,氰化物的总体检出率为89.6%,含量范围在0.03~2.0 mg/L,个别样品超过2.0 mg/L^[5-7]。食用植物中氰化物浓度的背景

值^[1-13]见表1。从表1结果来看,以木薯、植物果核(杏仁、扁桃仁、银杏叶)、种子(亚麻籽)等为原料或制作的食品或保健食品仍属于高风险食品,食用时必须注意其加工方法,以防食物中毒。

表1 食品中氰化物浓度范围(mg/kg或mg/L)

Table 1 Contents of cyanide in food

食物名称	氰化物浓度	食物名称	氰化物浓度		
谷物及杂粮	谷物	0.001~0.45	梅饮料	<0.5~1.8 ^a	
	小麦、小麦粉	ND(<0.5)	梅子酱	<0.5~1.7 ^a	
	玉米	ND(<0.5)	梅调味品	<0.5~0.7 ^a	
	荞麦	ND(<0.5)	李子粉	ND(<0.5)	
	豆制品	0.04~0.19	木薯(苦味)干树皮	2360	
	大豆蛋白粉	0.07~0.30	木薯(苦味)树叶	300	
	大豆皮	1.24	木薯(苦味)块茎	380	
	大豆	0.18~0.31	木薯(甜味)树叶	451	
	小豆、豌豆	ND(<0.093)	木薯(甜味)块茎	445	
	蚕豆	ND~0.26	木薯粉	0.14	
	油豆	0.84~0.91	蘑菇(日本、美国)	0.12	
	萨尔塔豆	0.69	实蕨菇(日本)	0.16	
	乌豆	0.99	侧耳属(日本、法国、中国)	0.11~26.0	
	杂豆	ND	假蘑菇(日本)	ND(<0.10)	
	白园豆	1.03	牛肝菌菇(法国)	ND(<0.10)	
	花生豆	0.11~0.23	红菇	4.80	
	爪哇利马豆(带色的)	3000	鸡油菌(法国)	ND(<0.10)	
	西班牙利马豆(黑色)	2900	齿菌(法国)	ND(<0.10)	
	缅甸利马豆(白色)	2000	多孔菌科(日本)	0.17~46.0	
高粱(未成熟)	2400	木耳(中国)	0.11		
蒸馏酒及发酵酒类	白葡萄酒	<0.0005~0.0047	湿鲜菇	ND(<0.10)	
	红葡萄酒	<0.0005~0.0032	口蘑	0.59	
	玫瑰葡萄酒	<0.0005~0.0018	捕蝇蕈	0.14	
	蒸馏白酒	<0.03~2.00	蘑菇	ND(<0.10)	
	杏仁(湿重计)	89~2170	假蘑菇	ND(<0.10)	
植物果实及其制品	日本杏粉	ND(<0.5)	香菇	ND(<0.10)	
	杏仁汁	2.2	食用菌(野生菌)	红藻蘑	0.2~0.69
	樱桃	4.6	牛肝菌菇	ND(<0.10)	
	樱桃果汁	5.1	红蘑	ND(<0.10)	
	100%压榨樱桃汁	23.0	多枝瑚属	ND(<0.10)	
	葡萄籽	0.0425	革菌属	ND(<0.10)	
	葡萄汁	0.0027~0.0041	多孔菌科	ND(<0.10)	
	咸梅	0.7~7.1 ^a	马勃菌	0.62	
	梅干	0.8~3.2 ^a	咖喱粉(黑色)	10.6~22.1	
	梅肉	<0.5~0.9 ^a	竹笋	7.7	
	梅渍	2.2~9.9 ^a	其他类	牛奶	<0.003~0.022
梅糕点	<0.5~0.6 ^a	亚麻籽(粉)	200		
干梅汁	1.9	银杏叶	93.2~106		

注:ND为未检出;a为游离态(以HCN计)

1.2 食物间化学反应产生的氰化物

2000年日本的一起中毒案件调查中,在咖啡饮料中检出了氰化物,用离子色谱法和毛细管电泳法证实了咖啡饮料中氰化物来自于外来物质亚硝酸异丁酯(isobutyl nitrite, IBN)与聚多酚(polyphenol)发生的化学反应^[14],见图1。IBN是一种易燃的有机合成的溶剂,对人的主要毒性是可以使血管扩张,引起血压下降及心动过速。该案试验表明,当

咖啡饮料中遇到违禁添加的IBN时,IBN可迅速分解成亚硝酸和异丁醇。一部分亚硝酸经空气氧化成硝酸、一部分与咖啡中聚多酚反应生成氰化物。受该案件的启发,后又有研究进一步确认在亚硝酸盐存在条件下,咖啡饮料和茶饮料中的多酚类物质与亚硝酸反应也同样产生氰化物^[15-16],结果见表2.3。由此可见,咖啡和茶饮料中氰化物的由来,除苯酚以外,是由氯缘酸、咖啡酸、丹宁酸、表儿茶酸

等多酚类物质生成的。而实际生活中,亚硝酸盐又是蔬菜、水果等食物中存在的常见天然物质,它们与多酚类成分发生的食物化学反应带来的这种假象,很容易造成对氰化物中毒的误判。这项成果不仅为食物中毒的鉴定提供了重要参考,而且对人们生活饮食结构的安全性提出了挑战。

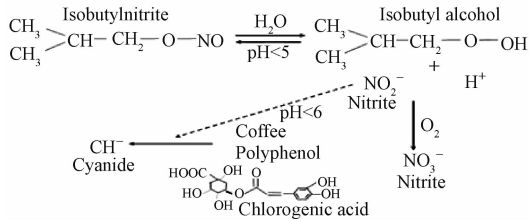


图1 亚硝酸异丁酯在咖啡饮料中生成氰化物的过程

Figure 1 Degradation of isobutyl nitrite and cyanide formation in a coffee drink

表2 存在亚硝酸盐的条件下咖啡和茶饮料中产生的氰化物

Table 2 Production of cyanide from coffee and tea drinks reacted with nitrite

饮料	HCN/($\mu\text{g/ml}$)	
	磷酸 (10%)	乙酸钠 (0.6 mol/L, pH = 5)
咖啡 (20%, 可口可乐公司)	3.35	0.64
牛奶咖啡 (20%, 日本 JT)	1.74	0.62
低糖混合咖啡 (20%)	3.41	0.63
原味雀巢咖啡 (0.15%)	1.24	0.64
雀巢咖啡 (0.15%)	1.94	0.52
咖啡 (0.15% UCC 混合)	1.54	0.59
原味乌龙茶 (75%)	2.89	0.50
乌龙茶 (75%)	2.69	0.69
日本茶 1 (75%)	3.31	0.58
日本茶 2 (75%)	3.91	0.70
纯茶 (75%)	3.90	0.67
柠檬茶 (75%)	3.70	0.71

注:试样含 50 mmol/L 亚硝酸钠在酸性条件下 50 °C 放置 30 min, 用顶空-气相色谱法 (HS-GC) 测定, 取两次测量的平均值

表3 存在亚硝酸盐的条件下与聚多酚反应生成的氰化物

Table 3 Production of cyanide from polyphenols reacted with nitrite

聚多酚物质	HCN/($\mu\text{g/ml}$)	
	磷酸 (10%)	乙酸钠 (0.6 mol/L, pH = 5)
氯绿酸 (0.75 mmol/L)	2.79	0.52
咖啡酸 (0.75 mmol/L)	2.86	4.46
丹宁酸 (0.2 mg/mL)	3.39	0.81
表儿茶酸 (0.75 mmol/L)	2.19	0.62
肾上腺素 (0.75 mmol/L)	1.82	1.23
邻苯二酚 (0.75 mmol/L)	2.07	0.64
间甲氧基苯酚 (0.75 mmol/L)	0.63	0.21
苯酚 (0.75 mmol/L)	0.0	0.02

注:试样含 50 mmol/L 亚硝酸钠在酸性条件下 50 °C 放置 30 min, 用顶空-气相色谱法 (HS-GC) 测定, 取两次测量的平均值

1.3 化学药物在体内的生物代谢

在临床药剂中,杏仁中的扁桃甙可作为抗癌药

物;苦扁桃甙及杏仁甙配糖体可作为保健食品的原材料^[17];亚硝基铁氰化钠 (sodium nitroprusside) 可作为降压药和心血管治疗药,患者长时间服用或接触这些药物,会在体内代谢过程中释放出氰化物,据报道亚硝基铁氰化钠释放出的 CN⁻ 量相当于分子量的 44%^[18]。

一些长期暴露于腈基化合物、烷基或烯丙基中的氰基化合物中的群体及个人,其体内的氰化物浓度会增高。比较有代表性的如液相溶剂用的乙腈和工业原料丙烯腈等,当暴露于这些腈类物质后,在肝脏的细胞色素 P450 等作用下,会代谢为氰环氧化物或氰醇,最后生成氢氰酸,出现亚急性的氢氰酸中毒症状。有研究显示^[15],经口给予小鼠 40 mg/kg BW 的丙烯腈时,动物产生毒性反应,血液中氰化物的水平为 50 ~ 100 ng/ml, 10 h 后血液中未检测到两种化合物,代谢后从尿中检出高浓度 (30 $\mu\text{g/ml}$) 硫氰酸。用小鼠肝脏微粒体做体内代谢试验发现,烷基链短的乙腈生成氰化物的速度慢,烷基链长的异丁烯腈生成速度快。因此,对于那些长期接触或暴露于含氰及腈类化学溶剂环境的群体及个人,在氰化物中毒检验和诊断过程中需特别注意防止误判。

1.4 饮用水

水中的氰化物来自于含氯消毒剂与水体中腐殖质、氨基酸、氨氮等氯化反应产生的副产物^[19-20]。天然水中氰化物的含量甚微,当环境没有受到任何污染的情况下,氰化物含量几乎在 $\mu\text{g/L}$ (1 ppm) 水平以下,用常规的检测方法甚至检不出来。但经过氯化处理的水,氰化物含量明显升高。1982 年美国城市用水调查结果显示,氰化物含量为 2 ~ 33 $\mu\text{g/L}$, 大部分地下水中氰化物平均浓度为 3.5 $\mu\text{g/L}$ 以下,而周围受到污染的水源水,氰化物达到 1.58 ~ 7.89 $\mu\text{g/L}$, 个别甚至达 200 $\mu\text{g/L}$ ^[1]。日本水源水中氰化物浓度 < 1 $\mu\text{g/L}$ ^[21]。2005 年,有研究用异烟酸-吡啶啉酮显色体系-二阶导数示波极谱法测得我国某地区饮用天然矿泉水和自来水中氰化物的背景浓度分别在 0.06 和 0.89 $\mu\text{g/L}$ ^[22]。

2 氰化物的限量标准

世界卫生组织 (WHO) 规定饮用水中氰化物的限量值为 0.07 mg/L。目前,对于氰甙配糖体摄入量方面的安全限量值,因毒理学和免疫学的数据不足,尚无定论。1993 年世界粮农组织 (FAO) 联合食品添加剂专家委员会 (JECFA) 仅对木薯粉中氰化物浓度规定最高限量为 10 mg/kg, 但其急性毒性没有结论。2011 年 FAO 召开的 JECFA 第 74 次会议规

定氰甙配糖体(以氰化物计)急性中毒参考剂量(ARfD)为 0.09 mg/kg BW、暂定每日最大耐受摄入量(PMTDI)为 0.02 mg/kg BW^[23]。

国际组织及部分国家规定的食品和饮水中氰化物限量标准^[24]见表 4。

表 4 食品和饮水中氰化物限量标准
Table 4 National maximum limits for cyanide in food and drinking water

组织/国家	食物(以 HCN 计)		饮用水(以 HCN 计)	
	名称	限量值/(mg/kg)	名称	限量值/(mg/L)
世界法典委员会(CAC)	—	—	天然矿泉水	0.070
欧盟(EU)	饮料、食品	1	饮用水	0.050
	灌装果核饮料	5		
美国	牛乳糖、果仁糖浆及其相似替代物	50	瓶装水	0.200
	—	—		
日本	水果、蔬菜	5	矿泉水	0.010
	油豆、黄豆、白豆、萨尔塔豆、利马豆等	500		
	谷物	75		
	小麦粉	6		
俄罗斯	其它豆类、豆糊、豆酱、杏仁和李子提取物	不得检出	饮用水	0.010
	软饮料	0.01		
英国	—	—	饮用水	0.035
加拿大	饮料	0.050	饮用水	0.050
中国	—	—	饮用水	0.200
	植物蛋白饮料	0.05	瓶装纯净水	0.002
	蒸馏酒和配制酒(以木薯为原料)	≤5	天然矿泉水	0.010
	蒸馏酒和配制酒(以代用品为原料)	≤2		
	NY 432—2000 绿色食品白酒	≤1.0		
原粮	5	生活饮用水	0.050	

注:—为未制定标准

3 含有氰甙食品的安全性

当前,氰化物中毒的风险主要来源于一些含氰甙配糖体的植物果实、种子等引发的食物中毒,如杏仁、木薯等,我国历年此类食物中毒时有发生^[25-26],木薯中有毒物质是亚麻仁苦苷,它与共存于木薯中的亚麻仁苦苷酶水解产生游离的氢氰酸,从而使人中毒。一般食用 150~300 g 未经处理的木薯即可引起食物中毒;苦杏仁、苦桃仁中的苦杏仁苷平均含量约为 3%,相当于含氢氰酸 0.17%,苦杏仁致死量约为 1 g,小儿食用 10~20 粒,成人 40~60 粒苦杏仁即可中毒,食用时经炒熟即可除去毒素。2012 年韩国食品药品安全厅曾提醒消费者,自制的青梅酒、银杏(含氰甙配糖体和甲基吡哆醇)必须经过加热才能食用;银杏成人食用 <10 个/d、小孩 2~3 个/d;亚麻籽食用前要长时间浸泡,用水反复洗,然后在 200℃ 下炒 20 min 使酶失活除去毒素方可食用,食用时不超过 4 g/次、16 g/d 是安全的^[27]。

氰化物又是生成氨基甲酸乙酯的前驱物质之一,这是近几年被发现的。氨基甲酸乙酯是一种致癌物,具有遗传毒性。近年来调查结果显示^[28],氨基甲酸乙酯在面包、酱油、酸奶、葡萄酒、啤酒、烈性酒(尤其是水果白兰地)等发酵型食品及乙醇性饮料中含量较

高,对于此类食品中氰化物摄入量,2005 年根据 JECFA 的评估结论,认为氢氰酸的暴露量每日约 1.6 μg/kg BW,氢氰酸摄入的最大值不要超过 24 μg/kg BW,并提醒消费者,对于酒精性饮料,尽量减少饮用。

4 小结

氰化物引起的食物中毒时有发生,是食物中毒防控重点之一。近年,有些人直接食用亚麻籽(粉)作为 ω-3 脂肪酸的来源,加大了食物中毒的风险评估和食品监控的难度。对于发生的氰化物中毒案件,产生氰化物的因素较多,而且有些是不确定性的,但是一旦中毒发生,不仅对人危害巨大,而且在短时间内,很难判断案件的性质是属于食物中毒还是投毒,需要尽快的对突发性安全案件作出决定并予以处置。本文将近年来有关方面的研究进展作一总结,目的在于在氰化物食物中毒检验及诊断过程中排除干扰,以防误判。

参考文献

- [1] 邓绍平,邝嘉萍,钟伟祥,等. 香港食用植物中氰化物含量及加工过程对其含量的影响[J]. 中国食品卫生杂志,2008,20(5): 428-431.
- [2] IPCS/UNEP/ILO/WHO. Concise international chemical assessment document, No 61. Hydrogen Cyanide and Cyanides

- [R]. Human Health Aspects, 2004 ; 14.
- [3] Ermans A M, Mbulamoko N M, Delange F, et al. Role of cassava in the etiology of endemic goitre and cretinism [C]. Ottawa Ontario: International Development Research Centre, 1980: 182.
- [4] JECFA. Cyanogenic glycosides. In: toxicological evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants [R/OL] // WHO. 39th Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (WHO Food Additives Series 30). Geneva: WHO, 1993 [2014-03-03]. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v30je18.htm>.
- [5] 张文德, 张光仲, 郭忠, 等. 酒中微量氰化物的测定方法研究 [J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(3): 232-235.
- [6] 周庆龙, 王绍杰, 张文德. 高档名酒中微量氰化物的测定方法 [J]. 中国卫生检验杂志, 2005, 15(8): 950, 969.
- [7] 郭忠, 张文德, 蒋守芳. 蒸馏酒中氰化物含量的调查分析 [J]. 中国煤炭医学杂志, 2006, 9(7): 766-767.
- [8] European Food Safety Authority. Invitation to submit data: on ethyl carbamate and cyanides in foods and beverages [S/OL]. European Food Safety Authority, 2006 [2014-03-03]. http://www.efsa.europa.eu/en/science/data_collection/ethyl_carbamate_cyanides.html.
- [9] Padmaia G. Cyanide detoxification in cassava for food and feed use [J]. Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition, 1995(35): 259-339.
- [10] Lasch E E, Shawa R E. Multiple cases of cyanide poisoning by apricot kernels in children from Gaza [J]. Pediatrics, 1981(68): 5-7.
- [11] Terada H, Yamamoto K. Contents of cyanogenic glycosides and their degradation products in processed Japanese apricot [J]. Journal of the Food Hygienic Society of Japan, 1992, 33(2): 189-195.
- [12] 黄辉, 夏学京. 保定市银杏叶一年中氰化物含量的变化趋势 [J]. 职业与健康, 2010(7): 770-771.
- [13] Tsutsumi T, Ishii R, Takatuki S, et al. Evaluation of an analytical method for cyanogenic compounds in beans and surveillance of cyanogenic compounds in beans [J]. Journal of the Food Hygienic Society of Japan, 2011, 52(6): 370-375.
- [14] Swto Y, Kataoka M, Tsuge K, et al. Pitfalls in the toxicological analysis of an isobutyl nitrite-adulterated coffee drink [J]. Anal Chem, 2000, 72(21): 5187-5192.
- [15] Seto Y. Analytical chemistry contributing to crisis management in poisoning cases [J]. The Japan Society for Analytical Chemistry, 2007, 56(12): 981-991.
- [16] Seto Y, Ohmori T, Kataoka M, et al. Artifactual production of cyanide from coffee and tea drinks in the presence of nitrite [J]. Annales de Toxicologie Analytique, 2008, 20(3): 155-160.
- [17] Suchard J R, Wallace K L, Gerkina D. Acute cyanide toxicity caused by apricot kernel ingestion [J]. Annals of Emergency Medicine, 1998(32): 742-744.
- [18] Rindone J P, Sloane E P. Cyanide toxicity from sodium nitroprusside: risk and management [J]. Annals of Pharmacotherapy, 1992(26): 515-519.
- [19] IPCS. Disinfectants and disinfectant by-products [R]. Geneva: World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria) 216, 2000.
- [20] 日本药学会. 卫生试验法·注解 [M]. 金原, 1990: 387-388.
- [21] 松本尚己, 米野荣晃. 井戸水からのシアン化合物検出事例に係る原因調査について [R]. 第36回九州衛生環境技術協議会, 2010.
- [22] 郭忠, 张文德, 孙仕萍, 等. 单扫示波极谱法测定氰化物的方法研究 [J]. 分析科学学报, 2005, 21(1): 109-110.
- [23] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Seventy-fourth meeting [R/OL]. Rome, 2011 [2014-03-03]. ftp://ftp.fao.org/ag/agn/jecfa/JECFA_74_Summary_Report_4July2011.pdf.
- [24] 中华人民共和国广东出入境检验检疫局. 世界各国食品中化学污染物限量规定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [25] 卫生部办公厅. 卫生部办公厅关于2009年第三季度全国食物中毒事件情况的通报 卫办应急发[2009]178号 [Z]. 2009.
- [26] 褚发军, 冉陆, 马莉, 等. 2008年—2010年全国突发公共卫生事件网络报告食物中毒流行病学分析 [J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24(4): 387-390.
- [27] Korean Food and Drug Administration [R/OL]. (2012-09-10) [2014-03-03]. <http://www.kfda.go.kr/intro.html>.
- [28] Ethyl carbamate and hydrocyanic acid in food and beverages: scientific opinion of the panel on contaminants [R/OL]. (2007-10-24) [2014-03-03]. http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178655060600.htm.

· 标准工作动态 ·

英国食品标准局修订大肠杆菌交叉污染防控指南

据英国食品标准局消息, 7月9日英国食品标准局发布了修订后的控制大肠杆菌交叉污染指南。该指南在于确保企业规避大肠杆菌引起的消费者健康风险。修订后的指南为企业管理食品安全风险提供了更大的灵活性。(摘自食品伙伴网)

(相关链接: <http://www.food.gov.uk/news-updates/news/2014/jul/ecoli#.U73cUD96WWg>)