

## 综述

## 膳食铝暴露评估研究现状

蒋琦<sup>1</sup>, 黄琼<sup>2</sup>, 张永慧<sup>2</sup>

(1. 广东省公共卫生研究院, 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 511430;

2. 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 511430)

**摘要:** 铝的毒性不容忽视, 食品添加剂联合专家委员会多次修改铝的暂定每周耐受摄入量, 2011年最新铝的暂定每周耐受摄入量为2.0 mg/kg bw。本文阐述普通人群铝的暴露来源, 膳食铝的生物利用率及其影响因素, 国内外膳食铝暴露评估研究情况。

**关键词:** 铝; 暴露来源; 生物利用率; 膳食暴露; 风险评估; 食品安全; 食品污染物

**中图分类号:** R155.5; X56      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004-8456(2013)01-0102-05

**The research status of exposure assessment of aluminium in food**

Jiang Qi, Huang Qiong, Zhang Yonghui

(Guangdong Provincial Institute of Public Health, Guangdong Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** The toxicity of aluminium is nonnegligible. JECFA has repeatedly modified its PTWI, the latest established in 2011 was 2.0 mg/kg bw. This paper aimed to elaborate the aluminum exposure sources of the general population, the aluminum bioavailability of different food, and the exposure assessment at home and abroad.

**Key words:** Aluminium; exposure sources; bioavailability; dietary exposure; risk assessment; food safety; food contaminant

铝是一种人体非必需金属元素, 在环境中广泛存在, 在地壳中含量仅次于氧和硅。有研究表明, 铝具有生物蓄积性, 主要作用于中枢神经系统、骨骼和造血系统。有研究表明, 铝在人脑中的半衰期为7年<sup>[1]</sup>, 长期过量摄入铝可干扰人脑的意识与记忆功能, 出现视觉-运动协调失灵, 认知能力、记忆能力、逻辑推理能力下降。虽然目前尚不能证明铝与老年痴呆症有直接因果关联, 但是流行病学调查发现, 饮水中铝含量高的地区, 老年痴呆症的患病率和病死率也高<sup>[2]</sup>。此外, 铝的肝毒性、生殖毒性、细胞毒性以及铝与肿瘤、高血压、糖尿病和高血糖的关系等都有报道<sup>[1, 3]</sup>。铝的生理毒性和健康危害不容忽视, 联合国粮农组织/世界卫生组织 (FAO / WHO) 于1989年正式将铝确定为食品污染物加以管理<sup>[4]</sup>。

1989年FAO/WHO食品添加剂联合专家委员会 (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food

Additives, JECFA) 第33次会议将铝的暂定每周耐受摄入量 (provisional tolerable weekly intake, PTWI) 设为7.0 mg/kg bw。2007年JECFA第67次会议重新对铝的安全性进行了评估, 认为含铝化合物在低于7.0 mg/kg bw的剂量下具有潜在的生殖毒性, 影响发育中的神经系统, 因此, 重新修定铝的PTWI为1.0 mg/kg bw<sup>[5]</sup>。2011年JECFA在第74次会议上, 由于新的毒理学试验显示NOAEL为30 mg/kg bw, 采用100倍的安全系数, 将PTWI修改为2.0 mg/kg bw<sup>[6]</sup>。2008年欧洲食品安全局 (European Food Safety Authority, EFSA) 将铝每周耐受摄入量 (tolerable weekly intake, TWI) 降低到了1.0 mg/kg bw<sup>[7]</sup>。然而在2012年, EFSA决定修改欧盟有关含铝食品添加剂使用条件和标准的EC1333/2008号法规附件II (欧共体批准用于食品的食品添加剂清单及使用条件)。EFSA认为欧盟很大部分消费者, 尤其是儿童的每周膳食铝暴露量都超过了TWI。因此, 应该适当降低含铝食品添加剂包括铝色淀的使用标准, 以保证膳食铝暴露量不超过TWI。

**1 铝的暴露来源**

人体铝暴露的途径主要有空气、饮水和食物,

收稿日期: 2012-07-25

基金项目: 广东省科技计划项目 (2009B030803006)

作者简介: 蒋琦 女 硕士生 研究方向为食品安全风险评估

E-mail: jany2776@126.com

通信作者: 张永慧 男 主任医师 教授 博士生导师 研究方向为

食品安全、卫生管理 E-mail: zyh@cdcp.org.cn

此外还有一些药物如抗胃酸药、止汗药、除臭剂、牙科冲洗液、牙膏等都含有铝化合物。文献报道腋下使用氯化铝作为活性成分的止汗剂,使用一次可导致4  $\mu\text{g}$ 铝暴露<sup>[8]</sup>,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  作为抗胃酸药,可导致铝暴露量约在1~5  $\text{g}/\text{d}$ <sup>[9]</sup>。

空气的铝暴露水平决定于空气中的铝浓度、颗粒大小和通气量。JECFA<sup>[10]</sup>评估认为来自空气的铝暴露量大约为0.04  $\text{mg}/\text{d}$ 。

天然水源的 pH 值一般在 7 左右,铝的含量在 1~50  $\mu\text{g}/\text{L}$ ,但是在 pH < 7 的水中可提高到 1  $\text{mg}/\text{L}$ 。日常饮用的自来水中的铝源则是铝盐絮凝剂,我国 GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》规定饮用自来水中铝含量限值为0.2  $\text{mg}/\text{L}$ ,如果按照这个规定和2 L的每日饮水量,来源于饮用水的铝暴露则为0.4  $\text{mg}/\text{d}$ ,相当于每日0.007  $\text{mg}/\text{kg}$  bw。(下文中提及的人群体重都是基于60 kg的成年人标准体重),来源于饮用水的铝暴露最多占人体铝总暴露的5%<sup>[5]</sup>。

膳食铝暴露主要包括3个来源:食物的天然本底铝含量、食品接触材料中的铝迁移以及含铝食品添加剂。

食物的天然本底铝含量一般 < 10  $\text{mg}/\text{kg}$ <sup>[10]</sup>。植物性食品高于动物性食品,植物中铝含量取决于植物的种类、部位和年龄。叶子中铝的浓度最高,其次是花、穗、果实和种子,茎部最低。植物性食品以干豆类含量最高,粮谷类次之,蔬菜水果类最低。在动物性食品中,禽畜类稍高,蛋奶鱼类较低,有的甚至未检出。1998年 Müller M<sup>[11]</sup>对德国天然食品中铝含量测定结果显示,蔬菜中铝含量范围为0.7~33  $\text{mg}/\text{kg}$ ,水果中铝含量范围为0.4~2.6  $\text{mg}/\text{kg}$ 。肉类及其制品、动物内脏中铝含量范围在2.5~10  $\text{mg}/\text{kg}$ 。1992年 Greger J L<sup>[12]</sup>评价美国大多数天然食品中铝含量 < 5  $\text{mg}/\text{kg}$ 。

铝常作为食品包装材料以及厨房用具的原料,在空气中与氧接触,可以形成氧化膜,防止铝在包装材料和食物之间的迁移。在酸性介质(如番茄酱、酸菜)条件下,铝易从包装材料中释放并迁移至食物中。1992年瑞典双份饭法研究发现经常使用铝制炊具和餐具的女性比不使用的每日铝暴露量高2  $\text{mg}$ <sup>[13]</sup>。2000年印度学者研究结果表明,日常使用铝制容器可提高膳食每日铝暴露量达7  $\text{mg}$ <sup>[14]</sup>,与 JECFA 的估计相同<sup>[5]</sup>。

对铝的膳食暴露水平影响最大的是含铝食品添加剂,可导致某些食物的铝含量高达每千克几百至几千毫克<sup>[10]</sup>。JECFA<sup>[6]</sup>认为目前对于不使用含铝药物的普通人群来说,含铝食品添加剂是膳食铝

暴露最主要来源。

## 2 铝的生物利用率对膳食暴露的影响

对食物中铝的安全性存在争议的地方是铝的生物利用率<sup>[15]</sup>。生物利用率(F)是描述铝在胃肠道内释放(生物可及部分,  $F_B$ )、吸收( $F_A$ )、在肠道或肝脏中代谢(首过效应,  $F_M$ )、最终到达机体循环系统的过程( $F = F_B \times F_A \times F_M$ ),是外暴露剂量中对机体产生作用的物质比例。经口摄入的铝经胃肠道吸收、转运和代谢,引起机体内暴露,这一过程即铝的生物利用(Bioavailability)<sup>[16]</sup>。铝的吸收率主要是由肠道中铝离子和配体的存在形式决定的,  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{AlOH}^{2+}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_2^+$  活性最大,易于通过肠道被吸收;与有机羧基配体如柠檬酸、酒石酸、乳酸等共存时,活性较强,生物利用率较高;与无机配体形成氯化铝、硫酸铝、硝酸铝等活性次之;氟化铝络合物、多酚络合物等较为稳定,生物利用率较低<sup>[17]</sup>。其他的共存元素如铁、硅、氟等影响铝的吸收,硅元素能够迅速将铝转化为铝硅酸盐而排出体外;文献报道,啤酒作为膳食硅的主要来源,适量饮用可以降低肠道中铝的吸收,从而降低铝引起的某些退行性脑病的发生<sup>[15]</sup>。膳食中铁钙的含量、人体内铁钙含量状况与铝的吸收成负相关关系<sup>[18]</sup>,铝能够与转铁蛋白结合,导致非缺铁性贫血<sup>[19]</sup>。因此,用膳食中总铝含量来评估其暴露风险是高估的,在评估时应考虑铝的形态和生物利用率的影响。

茶树是富积铝的植物之一,Fung KF等<sup>[17]</sup>抽查47份袋泡茶和28份茶叶,检测铝含量在224~2633  $\text{mg}/\text{kg}$ 之间。普洱茶含铝最高,其次是红茶和绿茶,但是茶水中的铝溶出量在0.70~5.93  $\text{mg}/\text{L}$ 之间,远低于茶叶本身铝含量。茶水中90%的铝是和植酸、多酚类形成有机络合物,生物利用率大大降低<sup>[20-21]</sup>。即使在居民饮茶量很高的云南昆明喝普洱茶,健康风险仍然较低<sup>[22]</sup>。大鼠<sup>26</sup> Al 示踪试验显示茶水中的铝生物利用率  $F = 0.37\%$ ,和水中铝的生物利用率  $F = 0.3\%$  差异无统计学意义<sup>[21]</sup>。文献报道海带等海藻类食物中铝含量很高,在53.2~2714.6  $\text{mg}/\text{kg}$ 之间,但主要以稳定的、不易被生物体吸收的有机铝形态存在(82.0%~87.6%),而易被生物体吸收并产生毒性的水溶态铝( $\text{Al}^{3+}$ )含量很低,占0.82%~1.72%<sup>[23]</sup>。茶水、海藻等食物虽然天然本底铝含量很高,但是铝的有机化学形态造成其生物利用度较低。

JECFA、EFSA等<sup>[24-25]</sup>都报道食物中铝的生物利用率为0.1%,包括各种含铝食品添加剂,饮用水中的铝生物利用率为0.3%,但是食物的消费量远

远高于饮用水,导致食物比饮用水对膳食铝暴露的贡献率高25倍以上。由于JECFA在制定PTWI的过程中,已将生物利用率考虑在不确定性内,所以该PTWI适用于食品中所有的含铝化合物,包括含铝食品添加剂,可以将膳食铝暴露量与PTWI直接进行比较评估其风险。

### 3 铝的膳食暴露评估研究现状

#### 3.1 我国膳食铝暴露评估研究

王林等<sup>[26]</sup>测定北京、上海、广东和湖南等地的食物,估算我国居民每人每日来源于食物本底的铝暴露量为9~12 mg;如果加上家庭使用铝制炊具溶入食物中约为4 mg的铝,共为13~16 mg;若加上含铝添加剂的面制食品,每日铝暴露量可增加至50 mg左右。徐格晟等<sup>[27]</sup>对天津市64种常见食物以及闻武等<sup>[28]</sup>的分析与此结果近似。

2009年张俭波等<sup>[29]</sup>结合2002年中国居民营养与健康状况调查及2003-2007年全国污染物监测数据中含铝食品添加剂数据,应用概率评估软件@Risk 4.5对全国水平面制食品中的铝进行膳食暴露模型评估。2009年香港食物安全中心对香港居民每周膳食铝暴露进行了点评估<sup>[30]</sup>。2009年黄兆勇<sup>[31]</sup>对广西壮族自治区居民来自面制食品的铝暴露进行了点评估。2011年刘弘等<sup>[32]</sup>应用概率评估软件@Risk 4.5对上海市居民每周来自面制食品的铝暴露进行了评估。结果为全国水平各个年龄性别的人群来自面制食品的每周膳食铝暴露分布的平均水平都超过铝的PTWI,在PTWI的108%~654%之间(本文所述“为PTWI的倍数”中的PTWI为2.0 mg/kg bw,2011年之前发表的文献中“为PTWI的倍数”的PTWI为1.0 mg/kg bw,为便于比较本文都对其进行了修订),人群每周膳食铝暴露量分布的 $P_{95}$ 在PTWI的414%~3 059%之间;香港居民每周来自于含铝食品添加剂的膳食铝暴露量为0.6 mg/kg bw,为PTWI的30%;上海市概率评估平均每周来自面制食品的铝暴露量为3.51 mg/kg bw(30.1 mg/d),为PTWI的176%;根据上海市的数据进行点评估则平均每周来自面制食品的铝暴露量为1.43 mg/kg bw,为PTWI的71.5%。广西壮族自治区居民来自面制食品的铝暴露量为0.42 mg/kg bw(3.62 mg/d),为PTWI的21.2%。香港成年人每日面制食品消费量为75.32 g,上海成年人每日面制食品消费量为73.32 g,广西成年人每日面制食品消费量为23.8 g。香港面制食品中蒸制面制食品铝含量的均值为100~320 mg/kg,焙烤食品如松饼、饼干、蛋糕中铝含量分别为250、120、

91 mg/kg;上海面制食品铝含量平均值为95.76 mg/kg;广西为152.05 mg/kg。各个地方都存在含铝添加剂超标、超限滥用的状况,但是广西壮族自治区以米类为主食,面制食品消费较低,膳食铝暴露量也就较低;上海面制食品消费量远远高于广西,膳食铝暴露量也较高;虽然香港面制食品总消费量与上海市接近,但是香港的评估对面制食品分类较细,各类面制食品铝含量差异较大,而铝含量较高的蒸制面制食品消费量(19.14 g)远远低于铝含量较低的焙烤食品(56.18 g),因此其总体来自面制食品的铝暴露量低于上海。

#### 3.2 我国膳食铝暴露来源

面制食品由于使用含铝食品添加剂导致铝含量较高,成为我国居民膳食铝暴露的最主要来源。目前我国的《食品安全国家标准食品中污染物限量》征求意见稿中已经将铝剔除出污染物的范围,将铝作为食品添加剂来规范和监管<sup>[33]</sup>。GB 2760—2011《食品添加剂使用标准》中规定硫酸铝铵、硫酸铝钾(俗称“明矾”)作为膨松剂、稳定剂可用于豆类制品、焙烤食品、小麦粉及其制品、虾味片、水产品及其制品(包括鱼类、甲壳类、贝类、软体类、棘皮类等水产品及其加工制品)、膨化食品中,铝残留量 $\leq 100$  mg/kg(干样品)。豆类制品包括豆腐类、豆干类、腐竹类等,水产品及其制品包括海蜇类食品<sup>[34]</sup>。

此外还有一些含铝食品添加剂如赤藓红、靛蓝、亮蓝、柠檬黄、日落黄、苋菜红、新红、胭脂红、诱惑红及其铝色淀作为着色剂用于糖果、蜜饯凉果、罐头、果汁饮料等食品;硅铝酸钠可用作乳粉、干酪、其他油脂或油脂制品、淀粉及淀粉类制品、盐及代盐类、香辛料中的抗结剂;酸性磷酸铝钠可用作面糊、油炸面制品、焙烤食品中的膨松剂,但目前标准中尚没有对其中铝残留量进行限量规定<sup>[34]</sup>。目前我国膳食铝暴露主要风险不是源于本底含量的问题,而是含铝食品添加剂超标、超限滥用的问题。

#### 3.3 国外膳食铝暴露评估现状

由于铝的潜在危害,许多国家也已经对本国膳食铝暴露水平展开了评估,如美国<sup>[35]</sup>、英国<sup>[36]</sup>、法国<sup>[37]</sup>、日本<sup>[38]</sup>、西班牙<sup>[39]</sup>、意大利<sup>[40]</sup>等。英国2006年总膳食研究(total dietary study, TDS)显示,人群膳食铝暴露为5.4 mg/d,贡献率最大的是谷物(42%),食物中铝可能来源为本底含量、烘焙过程中使用的含铝添加剂以及食物加工和存储过程与含铝容器的接触。2000年、1997年、1994年、1991年英国TDS显示的膳食铝暴露量分别为4.7、3.4、11和10 mg/d。分析称膳食铝暴露量各个年份的差异

可能是由于食物生产地区的土壤成分、个体饮食习惯以及使用含铝添加剂的食物消费量的变化<sup>[36]</sup>所致。

各个国家的铝暴露风险不一,一般来说膳食铝暴露量与含铝添加剂使用相关,含铝添加剂使用越多,铝暴露量就越高<sup>[35]</sup>。2000年法国第一次TDS评估成年人膳食中铝暴露水平为1.6 mg/d,3~14岁的儿童为1.3 mg/d,对暴露贡献最大的是面包、饼干和蔬菜类。美国1995年TDS显示,成人每日膳食铝暴露量在7~9 mg之间<sup>[35]</sup>,高于使用含铝添加剂较少的法国等国家。在美国、加拿大和英国,规定含铝添加剂可用作固化剂、着色剂、抗凝剂、中和剂、乳化剂等,使用在牛奶、奶酪、酸奶、蜜饯、果酱和果冻、烘焙食品中。使用量最大的两种含铝添加剂是酸性磷酸铝钠和碱性磷酸铝钠。美国来源于奶制品尤其奶酪制品的铝暴露量较多,仅次于面类食品<sup>[41]</sup>,若能限制含铝食品添加剂的使用会大大降低膳食铝暴露量。

### 3.4 不同国家膳食铝暴露影响因素

此外,膳食暴露具有地域特色,地理环境影响着食物中的铝含量以及膳食铝暴露水平。如西班牙加那利群岛人群膳食铝暴露平均水平为10.171 mg/d,对该国膳食铝暴露贡献率最高的依次是水果(31.4%)、蔬菜(21.3%),而面包、早餐谷物(breakfast cereals)等中的铝含量约为(3.56±2.40) mg/kg,贡献率约为4.38%,这说明该地区使用含铝食品添加剂很少。加纳利群岛的水果铝含量水平为(14.69±21.38) mg/kg,蔬菜中铝含量在(20.12±32.69) mg/kg<sup>[39]</sup>,远远高于同类文献中水果蔬菜中铝含量(<10 mg/kg)。蔬菜水果中的铝含量较高,可能原因是加那利群岛作为火山岛,土壤中易于植物吸收的铝含量较高,这也提示,虽然含铝食品添加剂是膳食铝暴露的最主要来源,但是食物中其他的铝来源仍旧不能忽视。

## 4 总结

膳食暴露评估结果受国家/地区的膳食结构、含铝添加剂的使用以及地理环境的影响,还与选择的研究方法和抽样食物的代表性有关。WHO逐步调整了铝的PTWI,近期EFSA也决定降低含铝食品添加剂的使用限量标准,以确保人群每周膳食铝暴露量不超过其制定的TWI。虽然铝的生物利用率很低,但是它的毒性和暴露风险仍然越来越受关注。我国目前由于含铝食品添加剂滥用,某些人群的每周膳食铝暴露高达PTWI的几倍到十几倍,有必要修订和降低食品中含铝食品添加剂的使用限量标

准,加强含铝食品添加剂的监管,以降低潜在的铝暴露风险。

## 参考文献

- [1] PETO M V. Aluminium and Iron in Humans; Bioaccumulation, Pathology, and Removal[J]. Rejuvenation Research, 2010, 13(5):589-598.
- [2] FERREIRA P C, PIAI KDE A, TAKAYANAGUI A M, et al. Aluminum as a risk factor for Alzheimer's disease[J]. Revista Latino-Americana de Enfermagem, 2008, 16(1): 151-157.
- [3] MALLUCHE H H. Aluminium and bone disease in chronic renal failure[J]. Nephrology Dialysis Transplantation, 2002, 17: 21-24.
- [4] JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants [R]. World Health Organ Tech Rep Ser, 1989(776).
- [5] JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants [R]. World Health Organ Tech Rep Ser, 2007(940): 1-92.
- [6] JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants [R]. World Health Organ Tech Rep Ser, 2011(966): 1-136.
- [7] EFSA. Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives [R/OL]. [2012-04-05]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2008R1333:20111202;EN:HTML,2008>.
- [8] FLAREND R, BIN T, ELMORE D, et al. A preliminary study of the dermal absorption of aluminium from antiperspirants using aluminium-26 [J]. Food Chem Toxicol, 2001, 39(2): 163-168.
- [9] LIONE A. Aluminum intake from non-prescription drugs and sucralfate [J]. General Pharmacology: the Vascular System, 1985, 16(3): 223-228.
- [10] WHO. Aluminium (Environmental Health Criteria 194). Geneva: International Programme on Chemical Safety (IPCS) [EB/OL]. [2012-04-05]. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc194.htm>.
- [11] MÜLLER M, ANKE M, ILLING-GÜNTHER H. Aluminium in foodstuffs[J]. Food Chem, 1998, 61: 419-428.
- [12] GREGER J L. Dietary and other sources of aluminium intake [J]. Ciba Found Symp, 1992, 169: 26-35, discussion 35-49.
- [13] JORHEM L, HAEGGLUND G.. Aluminium in foodstuffs and diets in Sweden[J]. Z Lebensm Unters Forsch, 1992, 194(1): 38-42.
- [14] NEELAM, BAMJI M S, KALADHAR M. Risk of increased aluminium burden in the Indian population: contribution from aluminium cookware [J]. Food Chemistry, 2000, 70(1): 57-61.
- [15] GONZÁLEZ-MUÑOZ M J, PEÑA A, MESEGUER I. Role of beer as a possible protective factor in preventing Alzheimer's disease[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46(1): 49-56.
- [16] 李凤琴, 徐娇, 刘飒娜, 等. 生物利用率在食品污染物风险评估中的应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(1): 17-22.
- [17] FUNG K F, CARR H P, POON B H T, et al. A comparison of aluminum levels in tea products from Hong Kong markets and in varieties of tea plants from Hong Kong and India [J]. Chemosphere, 2009, 75(7): 955-962.
- [18] PETO M V. Aluminium and iron in humans; bioaccumulation, pathology, and removal[J]. Rejuvenation Res, 2010, 13(5):

- 589-598.
- [19] GREGER J L, SUTHERLAND J E. Aluminum exposure and metabolism [J]. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 1997, 34(5): 439-474.
- [20] RETO M, FIGUEIRA M E, FILIPE H M, et al. Chemical composition of green tea ( *Camellia sinensis* ) infusions commercialized in Portugal [J]. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2007, 62(4): 139-144.
- [21] YOKEL R A, FLORENCE R L. Aluminum bioavailability from tea infusion [J]. *Food Chem Toxicol*, 2008, 46(12): 3659-3663.
- [22] CAO Hongbin, QIAO Li, ZHANG Hui, et al. Exposure and risk assessment for aluminium and heavy metals in Puerh tea [J]. *Science of the Total Environment*, 2010, 408(14): 2777-2784.
- [23] 尚德荣, 赵艳芳, 宁劲松, 等. 海藻中铝的化学形态分析 [J]. *水产学报*, 2011, (4): 539-542.
- [24] EFSA. Statement of EFSA On the Evaluation of a new study related to the bioavailability of aluminium in food [J/OL]. [2012-04-05]. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2157.htm>.
- [25] YOKEL R A, FLORENCE R L. Aluminum bioavailability from the approved food additive leavening agent acidic sodium aluminum phosphate, incorporated into a baked good, is lower than from water [J]. *Toxicology*, 2006, 227(1-2): 86-93.
- [26] 王林, 苏德昭, 王永芳, 等. 中国居民每日摄铝量及面制食品中铝限量卫生标准研究 [J]. *中国食品卫生杂志*, 1996, 8(2): 2-6, 13, 47.
- [27] 徐格晟, 张万起, 任大林, 等. 天津市常用食物的铝含量及居民铝摄入量初探 [J]. *中华预防医学杂志*, 1992, 26(3): 171-173.
- [28] 闻武, 陈炳卿, 李丹, 等. 哈尔滨市饮食中的铝及居民日摄入量研究 [J]. *中华预防医学杂志*, 1993, 27(1): 32-36.
- [29] 张俭波. 危险性分析技术在我国食品添加剂管理中的应用研究 [D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2009.
- [30] WAILKY WONG, STEPHEN CHUNG, K P KWONG, et al. Dietary exposure to aluminium of the Hong Kong population [J]. *Food Additives and Contaminants: Part A*, 2010, 27(4): 457-463.
- [31] 黄兆勇, 唐振柱, 宋悦华, 等. 面制食品中铝含量监测及人群暴露量评估 [J]. *实用预防医学*, 2009, 16(6): 1764-1765.
- [32] 刘弘, 秦璐昕, 罗宝章, 等. 上海居民面制品中铝暴露的概率评估 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2011, 23(6): 497-501.
- [33] 食品安全国家标准 食品中污染物限量标准(征求意见稿)编制说明 [J]. *江西食品工业*, 2010(3): 9, 10-11.
- [34] 中华人民共和国卫生部, GB2760—2011 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [35] PENNINGTON J A, SCHOEN S A. Estimates of dietary exposure to aluminium [J]. *Food Addit Contam*, 1995, 12(1): 119-128.
- [36] YSART G, MILLER P, CREWS H, et al. Dietary exposure estimates of 30 elements from the UK Total Diet Study [J]. *Food Addit Contam*, 1999, 16(9): 391-403.
- [37] LEBLANC J C, TARD A, VOLATIER J L, et al. Estimated dietary exposure to principal food mycotoxins from The First French Total Diet Study [J]. *Food Additives and Contaminants*, 2005, 22(7): 652-672.
- [38] AUNG N N, YOSHINAGA J, TAKAHASHI J I. Dietary intake of toxic and essential trace elements by the children and parents living in Tokyo Metropolitan Area, Japan [J]. *Food Addit Contam*, 2006, 23(9): 883-894.
- [39] GONZALEZ-WELLER D, GUTIÉRREZ A J, RUBIO C, et al. Dietary intake of aluminum in a Spanish population ( Canary Islands ) [J]. *J Agric Food Chem*, 2010, 58(19): 10452-10457.
- [40] TURCONI G, MINOIA C, RONCHI A, et al. Dietary exposure estimates of twenty-one trace elements from a Total Diet Study carried out in Pavia, Northern Italy [J]. *Br J Nutr*, 2009, 101(8): 1200-1208.
- [41] 张磊, 高俊全. 中国与一些发达国家膳食有害元素摄入状况比较 [J]. *卫生研究*, 2003, 32(3): 268-271.

## 公告栏

# 关于发布食品安全国家标准《蒸馏酒及其配制酒》和《发酵酒及其配制酒》的公告(卫生部公告2012年第14号)

根据《中华人民共和国食品安全法》和《食品安全国家标准管理办法》规定,经食品安全国家标准审评委员会审查通过,现发布食品安全国家标准《蒸馏酒及其配制酒》(GB 2757—2012)和《发酵酒及其配制酒》(GB 2758—2012)。

特此公告。

附件:蒸馏酒及其配制酒(GB 2757-2012).pdf(略)

发酵酒及其配制酒(GB 2758-2012).pdf(略)

卫生部

二〇一二年八月六日