

风险评估

暴露限值法评估广西食用植物油中黄曲霉毒素 B₁ 的暴露风险程恒怡¹, 钟延旭¹, 陈杰¹, 蒙浩洋¹, 廖艳华¹, 陈晖¹, 蒋玉艳¹, 谢艺红¹, 苏奕成¹, 刘展华²

(1. 广西壮族自治区疾病预防控制中心, 广西南宁 530028;

2. 广西-东盟食品药品安全检验检测中心, 广西南宁 530021)

摘要:目的 评估广西食用植物油中黄曲霉毒素 B₁ 的暴露风险。方法 结合广西植物油中黄曲霉毒素 B₁ 污染状况和人群消费量的调查结果, 应用暴露限值 (margin of exposure, MOE) 法对植物油中黄曲霉毒素 B₁ 膳食暴露情况进行分析。结果 此次调查中植物油样品黄曲霉毒素 B₁ 含量范围为 0.50 ~ 320.00 μg/kg。其中, 花生油的检出率为 78.08% (114/146), 远高于其他植物油, 超标率为 31.51% (46/146), 平均含量为 30.80 μg/kg, 人群日膳食暴露量为 17.30 ng/kg BW, MOE 值为 18。定型包装花生油中黄曲霉毒素 B₁ 平均含量为 6.33 μg/kg, 低于国家安全标准, 处于安全范围; 而散装花生油黄曲霉毒素 B₁ 平均为 41.50 μg/kg, 含量高出国标 1.08 倍, 人群日膳食暴露量 25.59 ng/kg BW, MOE 值为 12, 是定型包装的 MOE 值的 1/8。结论 对于散装花生油应优先采取风险管理措施, 加大监管力度, 并做好人群健康饮食习惯指导。

关键词: 植物油; 黄曲霉毒素 B₁; 暴露限值法; 风险评估; 食品污染物; 真菌毒素

中图分类号: R155 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2017)04-0496-04

DOI: 10.13590/j.cjfh.2017.04.022

Exposure risk assessment of aflatoxin B₁ in edible vegetable oil by using the margin of exposure in Guangxi

CHENG Heng-yi¹, ZHONG Yan-xu¹, CHEN Jie¹, MENG Hao-yang¹, LIAO Yan-hua¹,
CHEN Hui¹, JIANG Yu-yan¹, XIE Yi-hong¹, SU Yi-cheng¹, LIU Zhan-hua²

(1. Guangxi Zhuang Autonomous Region Center for Disease Prevention and Control,
Guangxi Nanning 530028, China; 2. Guangxi-Asean Center for Food and Drug Safety Control,
Guangxi Nanning 530021, China)

Abstract: Objective This report aims to assess the exposure risk of aflatoxin B₁ in edible vegetable oil in Guangxi. **Methods** By using margin of exposure (MOE), the report analyzes the dietary exposure of aflatoxin B₁ in edible vegetable oil with the data from contamination survey and dietary intake survey. **Results** For the vegetable oil sample, the content of aflatoxin B₁ was between 0.50-320.00 μg/kg. The detection rate of peanut oil was 78.08% (114/146) which was higher than other vegetable oil, and the exceeding rate was 31.51% (46/146). For peanut oil, the average content was 30.80 μg/kg, the dietary exposure of the population was 17.30 ng/kg BW, and the MOE was 18. For the prepackaged peanut oil samples, the average content of aflatoxin B₁ was 6.33 μg/kg, which was below the limit. While for the bulk peanut oil, the average content of AFB₁ was 41.50 μg/kg, which was more than 1.08 times of the limit, and the dietary exposure was 25.59 ng/kg BW. The MOE of bulk peanut oil was 12, 1/8 of the prepackaged peanut oil. **Conclusion** Food safety regulators should pay more attention to bulk peanut oil products, the priority in the risk management measures. At the same time, related department should also promote healthy education for the residents.

Key words: Edible vegetable oil; aflatoxin B₁; margin of exposure; risk assessment; food contaminant; mycotoxin

收稿日期: 2017-06-01

基金项目: 广西壮族自治区卫生和计划生育委员会自筹经费科研课题“广西部分地区植物油中黄曲霉毒素 B₁ 的风险评估” (Z2015461)

作者简介: 程恒怡 女 主管技师 研究方向为食品中化学污染物监测与风险评估 E-mail: chenghengyi@sina.com

通信作者: 刘展华 女 主任医师 研究方向为食品安全与相关科学 E-mail: 804159817@qq.com

黄曲霉菌是污染花生、玉米等油料作物的主要真菌, 黄曲霉毒素 B₁ (AFB₁) 是目前公认的致癌性最强的天然物质, 被世界卫生组织国际癌症研究机构 (IARC) 划归为 I 类致癌物质^[1], 在非洲和亚洲国家中, 黄曲霉毒素的暴露对原发性肝癌 (HCC) 的归因危险度接近 50%^[2]。广西地处亚热带地区, 常年雨量丰沛, 气温高湿度大, 油料作物在种植、生产、储存的过程中极易被污染。调查发现广西居民多

有食用自榨花生油的习惯,而私人油坊生产的植物油处于食品安全监管的薄弱环节,没有严格的出厂合格检验,导致散装植物油存在较大食品安全隐患。2014年,广西抽检油坊中花生油 AFB₁ 超标率达 46.15%^[3]。滕南雁等^[4]对广西地区市售食用油的调查也指出广西市售散装花生油含 AFB₁ 的风险较成品油大。因此,本研究对广西居民消费的植物油中 AFB₁ 的污染情况进行风险分析与评估,以掌握污染程度,引导政府相关部门加大对该类食品的监管力度,出台相关监管政策,指导消费者购买更安全的食用油,减少风险。

1 材料与方 法

1.1 材 料

样品来源:选取广西东、西、南、北、中 5 个方位的代表城市共 5 个,在城区及其郊区农村的超市、农贸市场、私人小作坊、农户家庭随机采取食用植物油样品 180 份。

消费量数据来源:5 个地市每市随机抽取 30 户家庭,采用食物频率法进行食用油膳食摄入量问卷调查,以家庭为单位对过去一年的食用植物油消费量进行回顾,城市家庭和农村家庭各占一半,共 150 份问卷,涉及人口 641 人。

1.2 方 法

1.2.1 检 验 方 法

按照 GB/T 18979—2003《食品中黄曲霉毒素的测定 免疫亲和层析净化高效液相色谱法和荧光光度法》^[5]检测。方法检出限(LOD)为 1 μg/kg。

1.2.2 判 定 标 准

依据 GB 2761—2011《食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量标准》^[6]规定的油脂及其制品中 AFB₁ 的限量标准判定。

1.2.3 未 检 出 数 据 处 理

当未检出数据比例 ≤ 60% 时,所有 < 检出限(LOD)的结果用 1/2LOD 计;当 60% ≤ 未检出数据比例 ≤ 80%,至少有 25 个结果以数量表示时,对所有 < LOD 的结果,得出两个估计值即 0 和 1/2LOD;当未检出数据比例 > 80%,对所有 < LOD 的结果,得出两个估计值即 0 和 1/2LOD^[7]。

1.2.4 暴 露 评 估 方 法

采用点评估方法,通过获取各地植物油中污染水平的平均值、居民消费量和体重数据计算膳食暴露量。

1.2.5 人 群 风 险 分 析 方 法

对于有遗传毒性和致癌性的物质,传统观点认为没有阈剂量并且在任何暴露水平都有不同程度的风险,因此,对于此类物质,食品添加剂联合专家委员会并未设定其健康指导值而是采用暴露限值(margin of exposure, MOE)法进行风险特征描述。以引起原发性肝细胞癌(HCC)作为毒性效应终点评估人群摄入黄曲霉毒素的风险,通过推算 AFB₁ 的 BMDL₁₀(肝癌发生率为 10% 的 95% 基准剂量置信区间下限值)为每天 0.305 μg/kg BW^[8-9]以计算 AFB₁ 的 MOE 值,计算公式为: $MOE = BMDL_{10} / EXP_{AFB_1}$ 。欧洲食品安全局(EFSA)建议^[10]:当 MOE > 10 000 时,可认为具有较低的公共卫生关注度,看作是一个低优先级的风险管理行为;当 MOE < 10 000 时,可认为具有较高的公共卫生关注度,应当优先采取风险管理措施。加拿大卫生部^[11]认为 MOE < 5 000 表示被评估危害物属于高度危害程度,应给予积极关注。

1.3 统 计 学 分 析

统计分析数据录入 Excel 数据表,采用 SPSS 19.0 进行统计分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 植 物 油 中 AFB₁ 污 染 情 况

2.1.1 不 同 种 类 植 物 油 中 AFB₁ 的 含 量

对未检出值按 1/2LOD 统计计算,此次调查中植物油样品 AFB₁ 含量范围为 0.50 ~ 320.00 μg/kg,样品中 AFB₁ 总检出率为 63.89% (115/180),总超标率为 25.56% (46/180)。其中,花生油的检出率为 78.08% (114/146),远高于其他植物油,超标率为 31.51% (46/146),平均含量为 30.80 μg/kg,最高含量为 320.00 μg/kg,超出国标限量值(20 μg/kg) 15 倍,为散装花生油样品,见表 1。

表 1 不同种类植物油中 AFB₁ 的含量

Table 1 Content of aflatoxin B₁ in different kinds of vegetable oil

类型	样品份数	检出率/%	均值 /(μg/kg)	中位数 /(μg/kg)	P95 /(μg/kg)	最大值 /(μg/kg)	超标率 /%
花生油	146	78.08(114/146)	30.80	4.90	140.58	320.00	31.51(46/146)
其他植物油	34	2.94(1/34)	0.57	0.50	0.50	3.00	0.00(0/34)
合计	180	63.89(115/180)	25.09	2.35	138.76	320.00	25.56(46/180)

注:表格中含量数据,是已经对未检出值赋值为 0.50(1/2LOD)后的结果

2.1.2 不同包装形式的花生油中 AFB₁ 污染情况
定型包装花生油中 AFB₁ 的超标率为 8.62% (5/58), 散装花生油超标率为 46.59% (41/88), 经

χ^2 检验, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 散装花生油中 AFB₁ 含量的均值为 41.50 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 中位数、P95 分别为 18.55、148.48 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 见表 2。

表 2 不同包装类型花生油中 AFB₁ 的含量Table 2 Content of aflatoxin B₁ in peanut oil from different packaging

类型	样品份数	检出率 / %	均值 / ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	中位数 / ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	P95 / ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	最大值 / ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	超标率 / %
定型包装	58	62.07 (36/58)	6.33	1.45	77.63	149.40	8.62 (5/58)
散装	88	88.64 (78/88)	41.50	18.55	148.48	320.00	46.59 (41/88)
合计	146	78.08 (114/146)	30.80	4.90	140.58	320.00	31.51 (46/146)

2.2 膳食暴露情况与风险评估

2.2.1 摄入不同种类植物油的暴露风险

表 3 可知, 广西花生油消费量高于其他植物油, 而且被 AFB₁ 污染程度也最为严重, 按照 BMDL₁₀ 为每天 0.305 $\mu\text{g}/\text{kg}$ BW 计算得到广西地区居民经花生油摄入 AFB₁ 的 MOE 值为 18, 经其他植物油摄入 AFB₁ 的 MOE 值为 1 525, 后者约为前者的 84.7 倍, 由此可见对于花生油中 AFB₁ 的污染应采取更积极的控制措施, 本研究也将重点针对花生油中 AFB₁ 的暴露情况进行风险特征描述。

表 3 不同种类植物油中 AFB₁ 的暴露量和暴露限值Table 3 Exposure levels and MOE of aflatoxin B₁ in different kinds of vegetable oil

类型	平均含量 / ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	消费量 / (g/d)	平均日暴露量 / (ng/kg BW)	MOE
花生油	30.80	33.70	17.30	18
其他植物油	0.57	21.07	0.20	1 525

2.2.2 不同包装形式的花生油膳食暴露风险

定型包装花生油中 AFB₁ 平均含量为 6.33 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 低于国家安全标准, 处于安全范围, 而散装花生油 AFB₁ 平均为 41.50 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 含量高出国标准 1.08 倍, MOE 值为 12, 是定型包装的 MOE 值的 1/8, 可见散装花生油需要优先采取风险管理措施, 见表 4。

表 4 不同包装形式的花生油中 AFB₁ 的暴露量和暴露限值Table 4 Exposure levels and MOE of aflatoxin B₁ in peanut oil from different packaging

类型	平均含量 / ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	消费量 [#] / (g/d)	日膳食暴露量 / (ng/kg BW)	MOE
定型包装	6.33	31.44	3.32	92
散装	41.50	37.00	25.59	12
合计	30.80	33.70	17.30	18

注: [#] 为经 *t* 检验, 定型包装与散装的花生油消费量差异无统计学意义, $P > 0.05$

3 讨论

MOE 法是遗传毒性致癌物定量风险评估方法。本研究数据显示广西地区居民每日经花生油摄入 AFB₁ 的量为 1 038.00 ng/人, 是我国消费人群花生油平均日膳食暴露量 (50.16 ng/人) 的 20.69 倍^[12],

超出全国的平均水平。通过计算发现经花生油摄入 AFB₁ 的 MOE 值, 远低于其他植物油, 由此判断花生油是广西人群食用植物油中 AFB₁ 暴露的主要来源, 可见花生油将是今后风险管理关注的重点。对花生油的包装形式的研究发现, 不同包装形式的花生油, 散装花生油 MOE 值 (12) 与定型包装花生油 MOE 值 (92) 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 根据 MOE 值越小需要的关注度越高, 由此反映广西散装花生油具有较高的公共卫生关注度, 当地政府应当优先考虑对散装花生油采取一定的风险管理措施。

调查中发现散装花生油多由前店后厂式的私人小作坊生产, 加工机器简易, 没有良好的环境控制, 有些出产的商品没有经过检验合格就直接销售, 食用这样的花生油无疑是增加了 AFB₁ 的暴露风险。花生油中 AFB₁ 合格率高取决于花生质量以及加工过程脱毒处理效果^[13], 在花生收获、晒干、储存、运输和加工过程中, 若未做好防霉、脱毒等处理, 容易造成 AFB₁ 超标, 因此建议监管部门加大对这类加工作坊的监管力度, 指导合理安全生产, 取缔不合格的生产经营者, 引导消费者在正规渠道购买具有出厂合格检验标志的产品, 以维护消费者的健康。另外调查中还发现广西花生油的人均日消费量为 33.70 g, 虽然与 2013 年中国卫生和计划生育统计年鉴^[14] 中的 32.90 g 相近, 但已超出了膳食宝塔推荐的每日油脂消费量 25 g, 因此在监控花生油中黄曲霉毒素污染的同时, 也要做好人群的健康饮食习惯的宣贯。

本研究中食用油的消费量采用的是以家庭为单位对过去一年的回顾的方法, 具有很大的不确定性。此外, 计算摄入量仅考虑摄入花生油或其他植物油, 未考虑其他来源的摄入量, 也低估了总的暴露水平。

参考文献

- [1] IARC-WHO. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins [M]. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Lyon France, 1993: 245-362.

- [2] HENRY S H, BOSCH F X, BOERS J C. Aflatoxin, hepatitis and worldwide liver cancer risks [J]. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2002, 504(48):229-233.
- [3] 刘展华,唐振柱,钟延旭,等. 2014年广西城乡食用植物油黄曲霉毒素 B₁ 污染水平调查[J]. *应用预防医学*,2015,21(6):377-380.
- [4] 滕南雁,宋宁宁,刘涛. 广西地区市售食用植物油和大米中黄曲霉毒素 B₁ 的采样调查和分析[J]. *中国卫生检验杂志*, 2011,21(6):1531-1532.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 食品中黄曲霉毒素的测定 免疫亲和层析净化高效液相色谱法和荧光光度法:GB/T 18979—2003 [S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品中真菌毒素的限量标准:GB 2761—2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [7] 王绪卿,吴永宁,陈君石. 食品污染监测低水平数据处理问题[J]. *中华预防医学杂志*,2002,36(4):278-279.
- [8] BENFORD D, LEBLANC J C, SETZER R W. Application of the margin of exposure (MOE) approach to substances in food that are genotoxic and carcinogenic example aflatoxin B₁ (AFB₁) [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2010, 48(Suppl 1): S34-S41.
- [9] WOGAN G N, PAGLIALUNGA S, NEWBERNE P M. Carcinogenic effects of low dietary levels of aflatoxin B₁ in rats [J]. *Food and Cosmetics Toxicology*, 1974, 12(5/6):681-685.
- [10] Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic [J]. *EFSA Journal*, 2005, 282: 1-31.
- [11] PORTIER C J. Biostatistical issues in the design and analysis of animal carcinogenicity experiments [J]. *Environ Health Perspectives Supplements*, 1994, 102(Suppl 1):5-8.
- [12] 王君,刘秀梅. 中国人群黄曲霉毒素膳食暴露量评估[J]. *中国食品卫生杂志*,2007,19(3):238-240.
- [13] 罗朝礼. 2011—2013年平南县常见食品中化学污染物及有害因素检测结果分析[J]. *应用预防医学*,2014,20(2):102-104.
- [14] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会. 2013 中国卫生和计划生育统计年鉴[M]. 北京:中国协和医科大学出版社,2014.

风险评估

陕西省居民膳食中铝暴露风险评估

聂晓玲,郭荣,刘宇,李天来,王敏娟

(陕西省疾病预防控制中心理化所,陕西 西安 710054)

摘要:目的 了解陕西省市售食品中铝污染状况,评估陕西省居民膳食中铝摄入水平及其潜在的健康风险。方法 2013—2015年在陕西省10个地市随机采集8类食品共计666份,按照食品中铝测定的标准操作程序进行检测,结合陕西省开展的居民膳食营养状况调查中各类食物的消费量数据,采用点评估方法,对陕西省不同性别-年龄组人群膳食中铝摄入水平及其潜在的风险进行评估。结果 陕西省居民全人群膳食中铝平均每日摄入量为0.1549 mg/kg BW,不同性别-年龄组人群以18~59岁女性摄入量最高,为0.1785 mg/kg BW。当食物中铝含量取P97.5数值时,膳食中铝摄入量最高的人群是2~7岁儿童。各性别-年龄组人群膳食中铝平均暴露量(铝含量数据采用平均值)安全限值(MOS值)均<1,偏高暴露量(铝含量数据采用P97.5数值)MOS值均>1。2~7岁和8~12岁儿童膳食中铝摄入贡献率较高的食品是油炸食品和焙烤食品,其他组人群膳食中铝摄入贡献率前3位的食品均是油炸食品、凉皮和淀粉制品。结论 陕西省居民不同性别-年龄组人群膳食中铝偏高暴露量已超过最新的健康指导值。女性和儿童是暴露量较高的人群,油炸食品是不同性别-年龄组人群膳食中铝摄入的最主要来源。

关键词: 陕西; 铝; 膳食暴露; 风险评估; 食品污染物; 食品安全

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2017)04-0499-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2017.04.023

Dietary assessment on dietary exposure of aluminium residents in Shaanxi Province

NIE Xiao-ling, GUO Rong, LIU Yu, LI Tian-lai, WANG Min-juan

(Physical and Chemical Laboratory, Shaanxi Center for Disease Control and Prevention, Shaanxi Xi'an 710054, China)

收稿日期:2017-05-05

基金项目:陕西省科技厅社会发展领域一般项目(2017SF400);陕西省科技资源开放共享平台项目(2016FWPT-12)

作者简介:聂晓玲 女 主管技师 研究方向为理化检验 E-mail:m15129267782_1@163.com

通信作者:王敏娟 女 主管技师 研究方向为理化检验 E-mail:wjmj1010@126.com