

南宁市食用植物油中黄曲霉毒素 B₁ 污染现状及健康风险评估

欧嵩凤, 范云燕, 黄 珊, 陆日贵, 吕忠其, 庞 洁

(南宁市疾病预防控制中心 理化检验科, 南宁 530023)

摘要:对南宁市食用植物油中 AFB₁ 的污染现状进行分析, 评估 AFB₁ 对居民造成的健康风险。按照 GB 5009.22—2016 的检测方法对 2013—2019 年南宁市 525 份食用植物油进行 AFB₁ 含量检测, 运用暴露限值(MOE)法评估经摄入食用植物油暴露于 AFB₁ 的健康风险。结果表明:525 份食用植物油中 AFB₁ 总检出率为 75.0%, 总超标率为 26.9%; 花生油中 AFB₁ 平均含量(30.6 μg/kg)、检出率(76.8%)、超标率(28.1%)均高于其他食用植物油; 食用植物油中, 超标率最高和最低的来源分别是农贸市场(31.8%)和商店(8.4%); 散装花生油的 AFB₁ 平均含量(34.2 μg/kg)、检出率(81.6%)、超标率(31.5%)高于定型包装的; 经摄入花生油暴露于 AFB₁ 的 MOE 是其他植物油的 1/49, 花生油健康风险较高; 采自农贸市场的食用植物油 MOE 最小, 采自商店的最大; 定型包装花生油 MOE 是散装花生油的 31 倍, 健康风险小于散装花生油。综上可知, 南宁市食用植物油中 AFB₁ 检出率较高, 散装花生油的健康风险较大。应加强农贸市场销售的食用植物油以及全市散装花生油的监管力度, 优先做好风险管理措施。

关键词:植物油; 黄曲霉毒素 B₁; 污染现状; 风险评估

中图分类号: TS225; R155.5+8 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2021)06-0094-04

Pollution status and health risk assessment of aflatoxin B₁ in edible vegetable oil in Nanning city

OU Songfeng, FAN Yunyan, HUANG Shan, LU Rigui, LÜ Zhongqi, PANG Jie

(Physical and Chemical Laboratory, Nanning Center for Disease Control and Prevention, Nanning 530023, China)

Abstract: By analyzing the pollution status of aflatoxin B₁ (AFB₁) in edible vegetable oil in Nanning city, the health risk of AFB₁ to residents was assessed. According to the detection method of GB 5009.22—2016, the contents of AFB₁ in 525 edible vegetable oils in Nanning from 2013 to 2019 were detected, and the health risk of AFB₁ caused by edible vegetable oil intake was assessed by margin of exposure (MOE) approach. The results showed that the total detection rate of AFB₁ in 525 edible vegetable oils was 75.0%, and the total exceeded rate was 26.9%. The average content(30.6 μg/kg), detection rate(76.8%) and exceeded rate(28.1%) of AFB₁ in peanut oil were higher than other edible vegetable oils. The highest and lowest exceeded rates were found in farmers' markets (31.8%) and stores(8.4%). The average content(34.2 μg/kg), detection rate(81.6%) and exceeded rate(31.5%) of bulk peanut oil were higher than those in packaged peanut oil. The results of exposure risk assessment showed that the

MOE value of AFB₁ exposure to peanut oil was 1/49 of that of other vegetable oils, so the health risk of peanut oil was higher. The MOE value of edible vegetable oil collected from farmers' market was the lowest, and that from stores was the highest; the MOE value of packaged peanut oil was 31 times as high as that of bulk peanut oil,

收稿日期: 2020-08-04; 修回日期: 2020-08-24

基金项目: 广西壮族自治区卫生健康委员会自筹科研项目 (Z20190001)

作者简介: 欧嵩凤(1991), 女, 医师, 硕士, 研究方向为食品健康风险评估 (E-mail) ousongfeng@126.com。

通信作者: 范云燕, 副主任技师 (E-mail) 1292973242@qq.com。

and there was a low health risk. In conclusion, the detection rate of AFB₁ in edible vegetable oil in Nanning city was higher, and there was higher health risk of bulk peanut oil. It was necessary to strengthen the supervision of edible vegetable oil sold in farmers' markets and bulk peanut oil in Nanning city, and gave priority to risk management measures.

Key words: vegetable oil; aflatoxin B₁; pollution status; risk assessment

植物油是居民日常烹饪中最为常用的食用油,能给人体提供重要的能源和营养,因此食用植物油的质量安全与居民健康息息相关。黄曲霉毒素(Aflatoxin, AF)作为公认的致癌性最强的天然物质,被世界卫生组织(WHO)国际癌症研究机构(IARC)列为I类致癌物质,其对人体的危害已被诸多文献^[1-2]报道。南宁市地处亚热带地区,高温高湿的亚热带季风气候可导致食用植物油在生产、加工、运输、存储的过程中被AF污染。相关研究显示,广西地区食用植物油中黄曲霉毒素B₁(AFB₁)污染现象较为普遍^[3-5],但近几年南宁市食用植物油中的AF污染情况及其对居民造成的健康风险报道较少。本文根据2013—2019年南宁市食用植物油中AFB₁含量监测数据,运用联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)食品添加剂联合专家委员会(JECFA)推荐的暴露限值(MOE)法评估居民经摄入食用植物油暴露于AFB₁的危害,旨在了解南宁市食用植物油中AFB₁污染现状,评估居民经食用植物油途径暴露于AFB₁的健康风险,为加强南宁市食用植物油的管理、降低AFB₁对人体的健康损害提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

在2013—2019年期间,根据《全国食品安全风险监测工作手册》中的采样技术要求对南宁市食用植物油进行采样检测,共采集样品525份。样品主要采集自南宁市的农贸市场、食品生产作坊、商店,采样范围覆盖南宁市市区和周边5个县区。

1.2 试验方法

1.2.1 食用植物油中AFB₁的检测

根据GB 5009.22—2016《食品安全国家标准 食

品中黄曲霉毒素B族和G族的测定》检测AFB₁含量,方法检出限为0.01 μg/kg。所有样品的检测均严格执行质量控制,平行样分析和回收率满足检测要求。

1.2.2 人群中AFB₁平均日暴露量估计

运用点评估方法,利用食用植物油样品中AFB₁含量的平均值(x)、居民平均日消费量(S)数据和体重(m , 60 kg)计算AFB₁的平均日暴露量(M)^[3,6]。

$$M = x \times S / m \quad (1)$$

1.2.3 人群健康风险评估

采用暴露限值(MOE)法^[7]进行健康风险评估。暴露限值(MOE)法是根据致癌效应终点与人体膳食暴露的比值来评估致癌物质对人群造成的健康风险。在本研究中,以引起原发性肝细胞癌的AFB₁摄入量作为致癌效应终点计算MOE。 $V_{MOE} = L_{BMD10} / M$,式中 V_{MOE} 为暴露限值, L_{BMD10} 为肝癌发生率为10%的95%置信区间下限值,以0.305 μg/(kg·d)^[8-9]计算。MOE越小,表明对人群造成危害的风险越高。当MOE小于10 000时,具有较高的公共卫生关注度,应当优先采取风险管理措施^[10]。

1.2.4 统计学分析

采用Excel表进行数据录入,当未检出率小于60%时,所有未检出数据用检出限的1/2替代,当未检出率大于或等于60%时,所有未检出数据用检出限来替代^[11];用SPSS19.0统计软件进行统计分析,对数据进行卡方检验,置信水平取 $\alpha = 0.05$,当 $P < 0.05$ 时表示差异存在统计学意义。

2 结果与讨论

2.1 南宁市食用植物油中AFB₁的污染现状

2.1.1 不同种类食用植物油中AFB₁的污染情况(见表1)

表1 不同种类食用植物油中AFB₁的污染情况

食用植物油	样品数 (份)	平均含量/ (μg/kg)	中位含量/ (μg/kg)	第95%位 含量/(μg/kg)	最大值/ (μg/kg)	检出率/%	超标率/%
花生油	501	30.6	6.40	152	980	76.8(385/501)	28.1(141/501)
其他食用植物油	24	0.975	0.76	2.40	2.50	37.5(9/24)	0(0/24)
总计	525	15.8	-	-	-	75.0(394/525)	26.9(141/525)

由表1可看出,南宁市食用植物油中AFB₁的含量范围在未检出~980 μg/kg之间,总检出率为75.0%(394/525),总超标率为26.9%(141/525)。

其中,其他食用植物油(包括菜籽油、大豆油、橄榄油、葵花籽油、玉米油、芝麻油、调和油)AFB₁的检出率为37.5%(9/24),未检出超标样品。花生油样品

中 AFB₁ 平均含量达到了 30.6 μg/kg, 检出率和超标率分别达 76.8% (385/501) 和 28.1% (141/501), 最大值 (980 μg/kg) 是 GB 2761—2017 限量值 (20 μg/kg) 的 49 倍, 造成该现象的主要原因是花生在种植、收购、运输、加工过程中十分容易受到黄曲霉的污染^[12], 在花生油生产过程中, 若对原材料筛选控制不严, 去霉脱毒工艺不成熟, 则会造成花生油

的 AFB₁ 污染。

2.1.2 不同来源食用植物油 AFB₁ 污染情况

由于部分数据的缺失, 仅 485 份样品可追溯来源。样品来源主要是南宁市管辖区县内的农贸市场、食品生产作坊和商店, 不同来源食用植物油 AFB₁ 污染情况见表 2。

表 2 不同来源食用植物油 AFB₁ 污染情况

来源	样品数 (份)	平均含量/ (μg/kg)	中位含量/ (μg/kg)	第 95% 位含量/ (μg/kg)	最大值/ (μg/kg)	检出率/%	超标率/%
农贸市场	201	41.9	8.15	162	980	71.6(144/201)	31.8(64/201)
食品生产作坊	201	26.2	8.23	145	584	86.1(173/201)	29.4(59/201)
商店	83	9.55	0.50	37.1	410	47.0(39/83)	8.4(7/83)
总计	485	25.9	-	-	-	73.4(356/485)	26.8(130/485)

由表 2 可看出, 农贸市场样品 AFB₁ 平均含量最高, 为 41.9 μg/kg, 其次为食品生产作坊, AFB₁ 平均含量为 26.2 μg/kg。来自农贸市场和食品生产作坊的样品超标率接近, 均高于商店样品超标率, 差异具有统计学意义 ($\chi^2 = 11.95, P = 0.01$)。根据南宁市实际情况, 农贸市场上商品来源复杂, 常有商家售卖自家生产的花生油等产品; 此外, 本研究中的食品生产作坊主要是自产自销的个体小作坊。个体生产户以及小作坊由于受到生产条件和工艺的限制, 生

产的食用植物油尤其是花生油的 AFB₁ 含量易超标。而来自商店的样品, 均为定型包装样品, 且多数是正规大型企业所生产。综上所述, 非正规大型企业来源的食用植物油, AFB₁ 超标的现象更为常见。

2.1.3 不同包装类型的食用植物油中 AFB₁ 污染情况

由于所采集样品中散装食用植物油均为花生油, 因此不同包装类型食用植物油中 AFB₁ 污染情况仅考察花生油的, 结果见表 3。

表 3 不同包装类型的花生油中 AFB₁ 污染情况

包装	样品数 (份)	平均含量/ (μg/kg)	中位含量/ (μg/kg)	第 95% 位含量/ (μg/kg)	最大值/ (μg/kg)	检出率/%	超标率/%
定型包装	56	1.33	0.50	3.97	28.7	39.3(22/56)	1.8(1/56)
散装	445	34.2	8.70	154	980	81.6(363/445)	31.5(140/445)

由表 3 可看出: 散装花生油 AFB₁ 平均含量为 34.2 μg/kg, 是定型包装花生油的 26 倍; 检出率 (81.6%) 显著高于定型包装花生油 (39.3%), 差异具有统计学意义 ($\chi^2 = 49.99, P = 0.00$); 超标率是定型包装的 17.5 倍, 高于广西整体水平^[13]。散装花生油多由小作坊生产制作而成。小作坊制作油的原料未经过专业检测, 从而导致花生油 AFB₁ 含量较高^[14]。

2.2 膳食暴露情况与健康风险评估

2.2.1 不同种类食用植物油 AFB₁ 的健康风险

表 4 为不同种类食用植物油中 AFB₁ 暴露量和暴露限值。

表 4 不同种类食用植物油中 AFB₁ 暴露量和暴露限值

食用植物油	平均含量/ (μg/kg)	消费量/ (g/d)	平均日暴露量/ (ng/kg)	MOE
花生油	30.6	33.70	17.2	18
其他食用植物油	0.975	21.07	0.343	889

由表 4 可看出, 花生油中 AFB₁ 平均含量远高于其他植物油, 按照暴露限值 (MOE) 法计算可得, 南宁市居民经摄入花生油暴露于 AFB₁ 的 MOE 为 18, 经摄入其他食用植物油暴露于 AFB₁ 的 MOE 为 889, 后者为前者的 49 倍, 可见经摄入花生油暴露于 AFB₁ 的健康风险高于其他食用植物油。

2.2.2 不同来源食用植物油 AFB₁ 的健康风险

表 5 为不同来源食用植物油中 AFB₁ 暴露量和暴露限值。

表 5 不同来源食用植物油中 AFB₁ 暴露量和暴露限值

来源	平均含量/ (μg/kg)	消费量/ (g/d)	平均日暴露量/ (ng/kg)	MOE
农贸市场	41.9	33.7	23.5	13
食品生产作坊	26.2	33.7	14.7	21
商店	9.55	33.7	5.4	56

由表 5 可看出, 不同来源的食用植物油中,

AFB₁平均含量大小顺序为农贸市场 > 食品生产作坊 > 商店。其中:采自农贸市场的食用植物油 MOE 最小,为 13;采自商店的 MOE 最大,为 56。健康风险大小顺序为农贸市场 > 食品生产作坊 > 商店。

2.2.3 不同包装类型花生油 AFB₁的健康风险

表 6 为不同包装类型花生油中 AFB₁暴露量和暴露限值。

表 6 不同包装类型花生油中 AFB₁暴露量和暴露限值

包装	平均含量/ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	消费量/ (g/d)	平均日暴露量/ (ng/kg)	MOE
定型包装	1.33	31.44	0.697	438
散装	34.2	37.00	21.1	14

由表 6 可看出:散装花生油中 AFB₁平均含量(34.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$)高于国家标准限量值(20 $\mu\text{g}/\text{kg}$),MOE 为 14;而定型包装花生油中 AFB₁平均含量(1.33 $\mu\text{g}/\text{kg}$)低于国家标准限量值,属于安全范围,其 MOE 为 438,是散装花生油的 31 倍。散装花生油健康风险大于定型包装花生油。

以上健康风险评估结果显示,南宁市居民经摄入花生油(尤其是散装花生油)暴露于 AFB₁的健康风险高于其他植物油,与深圳地区研究结果一致^[15]。因此,相关部门应加强对南宁市花生油(尤其是散装花生油)的监管力度,优先采取有力的风险管理措施。

3 结论

本文根据 2013—2019 年南宁市食用植物油中 AFB₁检测数据,分析了南宁市食用植物油中 AFB₁污染现状及其对南宁市居民造成的健康风险。结果显示,南宁市食用植物油中 AFB₁检出率处于较高水平,相关部门应高度重视。从不同种类、不同包装的食用植物油监测结果来看,花生油(尤其是散装花生油)的 AFB₁污染现象较为严重,对居民造成的健康风险也较大;从不同来源的食用植物油抽检结果可知,来源于农贸市场和食品生产作坊的食用植物油 AFB₁含量高于商店购买的食用植物油,对居民造成的健康风险大小顺序为农贸市场 > 食品生产作坊 > 商店。因此,建议相关执法部门要加强监管力度,规范生产厂家(尤其是小作坊)的花生油生产工艺流程,强化监测与管理措施,针对市售花生油应优先采取风险管理措施。

参考文献:

[1] 范云燕,欧嵩凤. 中国食用植物油中黄曲霉毒素 B₁污染现状及风险评估研究进展[J]. 职业与健康,2020,36(5):701-705.

[2] SIRMA A J, LINDAHL J F, MAKITA K, et al. The impacts of aflatoxin standards on health and nutrition in sub-Saharan Africa: the case of Kenya[J]. Glob Food Secur, 2018,18:57-61.

[3] 程恒怡,钟延旭,陈杰,等. 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[J]. 中国食品卫生杂志,2017,29(4):496-499.

[4] 胡振,周芳华,韦波. 2016—2017 年广西食用植物油质量安全监测评价分析[J]. 中国油脂,2020,45(2):91-94,116.

[5] 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.

[6] 唐振柱,方志峰. 2010—2012 年广西壮族自治区居民营养健康状况调查报告[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2015:198-221.

[7] WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants[R]//Forty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: WHO, 1999.

[8] WOGAN G N, PAGLIALUNGA S, NEWBERNE P M. Carcinogenic effects of low dietary levels of aflatoxin B₁ in rats[J]. Food Cosm Toxicol, 1974, 12(5/6): 681-685.

[9] 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 Chem Toxicol, 2010, 48: S34-S41.

[10] European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a harmonized approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic[J]. EFSA J, 2005, 282: 1-31.

[11] 石学香,李丹丹,肖楠,等. 2011—2016 年青岛市居民主要膳食镉暴露水平评估[J]. 预防医学论坛,2018,24(3):181-183,187.

[12] 田洪芸,王爱竹,冯炜,等. 市售土榨花生油黄曲霉毒素监测结果及监管建议[J]. 安徽农业科学,2016,44(11):101-102.

[13] 程恒怡,钟延旭,陈杰,等. 广西居民食用植物油黄曲霉毒素 B₁膳食暴露评估[J]. 应用预防医学,2017,23(6):451-454.

[14] 钟桂红,林立新,郑彬. 梅州居民植物油中黄曲霉毒素膳食暴露风险评估分析[J]. 食品安全导刊,2019(36):64-65.

[15] 李可,陈网璇,丘汾,等. 非参数概率法评估 2015—2017 年深圳地区 9 类食品黄曲霉毒素膳食暴露风险[J]. 卫生研究,2018,47(5):827-832.