

研究报告

气象、样品属性等因素与花生油中黄曲霉毒素 B₁ 污染水平关联性分析

屠鸿薇¹, 刘志婷¹, 钟若曦², 吴为², 池岚¹, 甘萍¹, 柯秋怡¹, 黄盼盼¹, 陈洪升¹, 严维娜¹

(1. 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 511430; 2. 广东省公共卫生研究院, 广东 广州 510635)

摘要:目的 以 2017—2018 年广东省市售花生油中黄曲霉毒素 B₁(AFB₁) 的污染状况为例, 分析特定因素对 AFB₁ 污染的影响。方法 采集 2017—2018 年广东省 21 个地市 637 份花生油样品, 记录其样品标签属性, 并根据 GB 5009.22—2016《食品中黄曲霉毒素 B 族和 G 族的测定》中的高效液相色谱-柱后衍生法测定样品中 AFB₁ 含量。结合第五代欧洲中期天气预报中心全球气候大气再分析数据库(ERA5)获得的样品产地气象数据计算样品生产前 1 个月的平均数据, 并分析其与 AFB₁ 含量关联性。结果 广东省 2017—2018 年市售花生油中 AFB₁ 总检出率为 65.3%, 超标率为 24.6%。其中, 定型包装花生油样品无超标, 而散装花生油样品有较高的超标率, 且 AFB₁ 含量中位数显著高于定型包装样品。在多个气候因素中“花生油生产前 1 个月的平均气温水平”与散装包装样品 AFB₁ 的超标率和含量有较强的关联, 其中生产前平均气温超过 25 °C 的散装包装样品 AFB₁ 含量中位数约为气温低于 22 °C 样品的 3.5 倍。然而其他气候因素并未展现出与 AFB₁ 含量的相关性。结论 2017—2018 年广东地区散装花生油样品 AFB₁ 具有较高的超标率, 而花生油生产前 1 个月平均气温是影响其 AFB₁ 含量的重要因素。建议对广东省散装花生油的生产环境、生产方式进行重点关注并提高花生油质量, 以减少居民 AFB₁ 等危险因素的暴露风险。

关键词:黄曲霉毒素 B₁; 花生油; 监测分析; 气温

中图分类号: R155

文献标识码: A

文章编号: 1004-8456(2022)04-0673-07

DOI: 10.13590/j.cjfh.2022.04.007

Correlation of meteorological and other characteristic factors with aflatoxin B₁ pollution in peanut oil

TU Hongwei¹, LIU Zhiting¹, ZHONG Ruoxi², WU Wei², CHI Lan¹, GAN Ping¹, KE Qiuyi¹,
HUANG Panpan¹, CHEN Hongsheng¹, YAN Weina¹

(1. Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Guangdong Guangzhou 511430, China; 2. Guangdong Provincial Institute of Public Health, Guangdong Guangzhou 510635, China)

Abstract: Objective To reveal the effects of specific factors on aflatoxin B₁ (AFB₁) contamination in peanut oil and the status of AFB₁ contamination in peanut oil in Guangdong Province from 2017 to 2018 was taken as an example.

Methods A total of 637 peanut oil samples were collected from 21 cities in Guangdong Province from 2017 to 2018, and their labels were recorded. The content of AFB₁ in peanut oil was detected according to “GB 5009.22—2016 Determination of aflatoxin group B and group G in foods”. The temperature data of manufacturing place was obtained from ECMWF Reanalysis v5 database (ERA5) and the average temperature of the month before production was calculated, and the correlation between temperature and AFB₁ content was then analyzed. **Results** The total detection rate of AFB₁ in peanut oil samples was 65.3% with 24.6% over-standard rate. There was no over-standard sample in the standardized packages, while the bulk samples had a higher over-standard level rate and the median content of AFB₁ was significantly higher than that in the standardized package samples. Among several meteorological factors, average temperature of the month before peanut oil production had a strong relevance to the over-standard rate and content of AFB₁ in the samples. The median content of AFB₁ in bulk peanut oil samples with average temperature of pre-production above 25 °C was about 3.5 times that of the samples with average temperature below 22 °C. However, other meteorological factors showed no correlation with AFB₁ content in peanut oil. **Conclusion** AFB₁ in bulk peanut oil samples in Guangdong Province from 2017 to 2018 has a high over-standard rate, and the average temperature of pre-production is a key factor affecting the content of AFB₁.

收稿日期: 2021-12-08

基金项目: 广东省医学科学技术研究基金项目(A2019173); 广东省医学科研基金指令性课题(C2019051)

作者简介: 屠鸿薇 女 主管医师 研究方向为食品安全 E-mail: amilycandy@foxmail.com

通信作者: 严维娜 女 主管技师 研究方向为食品安全风险监测与居民膳食营养监测 E-mail: 54377454@qq.com

Therefore, the government should raise the awareness of the production environment and production process to ensure the quality of bulk peanut oil and reduce the risk of AFB₁ exposure and other risks.

Key words: Aflatoxin B₁; peanut oil; monitoring analysis; air temperature

黄曲霉毒素(Aflatoxin, AF)是黄曲霉、寄生曲霉等霉菌的次级代谢产物,通过食物进入人体后,AFs经过体内多种酶代谢活化产生具有致突变性的产物,并诱发肝脏毒效应、抑制免疫系统,长时间摄入可致癌^[1]。国际癌症研究机构(International Agency for Research on Cancer, IARC)已将多种 AFs 列为第 1 类人类致癌物,其中 AFB₁的毒性最强^[2]。

广东省是我国南方最大的花生产区,2016年广东花生种植面积位居全国第3位,其中有约60%被用作花生油生产原材料^[3]。然而我国华南地区属于亚热带季风气候,常年高温高湿,利于各种曲霉菌(包括黄曲霉菌)生长以及曲霉毒素(尤其是高毒的AFs)的产生。黄曲霉是污染花生及花生制品的主要菌株,其最适产毒温度为20℃~35℃,同时环境温度在25℃~30℃时能够增加花生被黄曲霉的侵染概率^[4]。因此,在不恰当的贮藏和欠佳的生产环境中,黄曲霉极易在花生种植前后以及收割储藏的过程中繁殖,促使AFs累积,最终导致大量黄曲霉毒素污染花生油料。食品监测数据表明,AFB₁易在华南地区出产的多种作物以及农副产品中检出^[5-7]。此外,广东地区人群偏爱食用花生油,其中一些地区人群偏爱土榨花生油,因此花生油是广东地区居民主要的黄曲霉毒素膳食暴露来源。近期一项国家食品安全风险评估中心对全国花生和花生油膳食暴露风险分析显示,广东的花生油消耗量位列全国第3位,AF平均每日暴露水平居全国首位^[8]。另一项关于广州 AFB₁膳食暴露的研究显示,AFB₁的体内代谢产物 AFQ₁和 AFM₁在广州男性居民尿液和粪便样本中均能检出^[9]。

本研究基于2017—2018年广东各地市花生油中 AFB₁检测数据,分析不同样品属性、生产、原料储存气象等因素条件下花生油 AFB₁暴露水平,以了解广东省花生油 AFB₁污染特征和当地居民 AFB₁暴露风险,并为相关食品安全防控提供科学建议。

1 材料与方

1.1 采样和 AFB₁检测方法

在广东21个地级市的商店、农贸市场以及食品生产作坊或企业随机抽取637份定型包装和散装花生油样品。

记录生产地址、采样地址、生产日期、包装类型等样品信息。所有样品采用 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》中高效液相色谱-柱后衍生法测定花生油中的 AFB₁含量。根据 GB 5009.22—2016 以及 GB 2761—2017《食品安全国家标准食品中真菌毒素限量》, AFB₁含量>0.1 μg/kg 即为检出,含量>20 μg/kg 即为超标。

1.2 数据收集与统计分析

根据样品产地信息,将广州21个地市划分为7个区域,其经纬度范围如表1所示。在第五代欧洲中期天气预报中心全球气候大气再分析数据库(ECMWF Reanalysis v5, ERA5)^[10]获得该区域2016—2018年离地2米气温(地表温度)、总降水量、气压以及相对湿度数据,并计算样品生产前1个月这些气象因素的平均值。根据《QX/T 152—2012 气候季节划分》QX/T 152—2012(夏季气温高于22℃)以及黄曲霉适宜生长温度,将气温划分为22℃以下、22℃~25℃以及25℃以上,其他气象指标根据 Jenks 自然断点法分为低、中、高3组。

表1 广东省各个地市区域经纬度划分

Table 1 Regional longitude and latitude division of various cities in Guangdong Province

	包含城市	纬度范围	经度范围
地区1	韶关、清远	23.63°~25.24°	112.13°~114.32°
地区2	梅州、河源	23.59°~24.74°	114.31°~116.86°
地区3	潮州、汕尾、揭阳、汕头	22.75°~23.59°	114.93°~117.12°
地区4	惠州、广州、东莞、深圳、珠海、中山、佛山	22.21°~23.70°	112.86°~114.93°
地区5	肇庆、云浮	22.68°~24.00°	111.42°~112.78°
地区6	江门、阳江、茂名	21.57°~22.48°	110.45°~112.92°
地区7	湛江	20.29°~21.88°	109.73°~110.62°

根据所获得的样品标签信息与 AFB₁含量,数据采用 Excel 进行初步分析;采用 SPSS 22.0 对 AFB₁检出率开展 χ^2 检验分析,对 AFB₁含量开展单因素方差分析与 Kruskal-Wallis *H* 检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

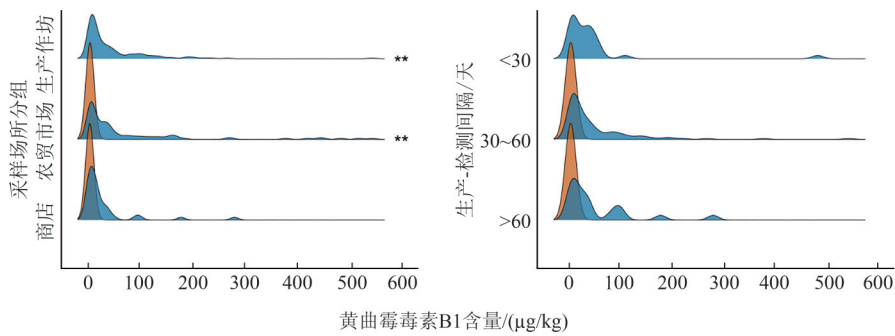
2 结果

2.1 不同包装类型花生油中 AFB₁含量和检出水平存在较大差异

结果显示,在637份样品中,416份样品检出 AFB₁,总检出率为65.3%。其中,157份样品超出了 GB 2761—2017 中规定的限值,所有样品超标率为24.6%(157/637)。表2和图1显示了不同属性分类下花生油样品检出与超标水平。从样品包装类型

表2 不同属性分类中花生油样品 AFB₁ 检出与超标水平
Table 2 AFB₁ detection and exceeding levels of peanut oil samples in different attribute classification

样品属性	检出水平(检出率,%)			总计	χ ² 值	P值
	未检出	检出未超标	超标			
样品包装						
定型包装	102	92(47.4)	0(0)	194	97.60	<0.01
散装	119	167(37.7)	157(35.4)	443		
采样场所						
农贸市场	86	75(34.2)	58(26.5)	219	46.96	<0.01
商店	62	89(54.9)	11(6.8)	162		
食品生产企业/作坊	73	95(37.1)	88(34.4)	256		
生产时间						
上半年	108	119(39.8)	72(24.1)	299	1.68	0.430
下半年	39	55(46.6)	24(20.3)	118		
生产地区						
珠三角地区	104	135(44.9)	62(20.6)	301	8.89	0.064
非珠三角地区	82	97(38.3)	74(29.2)	253		
广东省外	35	27(32.5)	21(25.3)	83		
采样地区						
珠三角地区	90	114(39.9)	82(28.7)	286	6.10	0.047
非珠三角地区	131	145(41.3)	75(21.4)	351		



注:左图为采样场所分类,右图为生产至检测时间间隔。黄色为定型包装样品分布密度,蓝色为散装样品分布密度。**表示 $P < 0.01$

图1 不同包装类型检出样品在不同采样场所、生产-检测间隔中 AFB₁ 含量水平

Figure 1 AFB₁ content levels of samples detected by different packaging types in different sampling sites at production-test intervals

看,定型包装样品中无超标样品;散装花生油中 AFB₁ 的超标率为 35.4%(157/443)。在不同的采样地点中,样品超标率高低依次为食品生产企业/作坊(34.4%, 88/256)、农贸市场(26.5%, 58/219)、商店(6.8%, 11/162)。花生油中黄曲霉毒素超标水平在不同生产地区以及不同生产时间中并未显示出明显的分布差异。

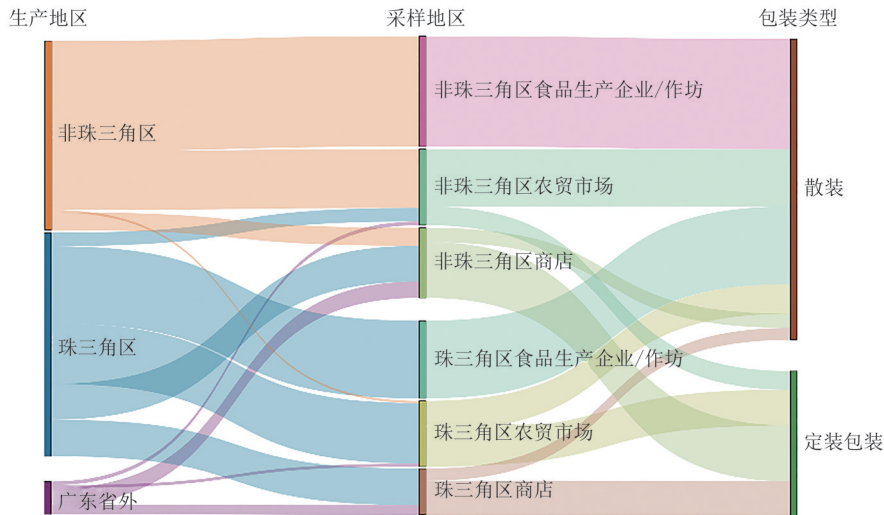
图 1 显示,不同采样场所中,商店的花生油样品黄曲霉毒素水平低于农贸市场和食品生产作坊 ($P < 0.01$)。然而进一步将样品包装类型进行区分后发现,不同采样场所中散装样品或定型包装样品 AFB₁ 含量无明显差异。这是由于两类包装样品在不同采样场所的分布存在明显差异,其中定型包装样品仅存在于商店和农贸市场中,且样品中 AFB₁ 浓度水平低,从而导致商店样品中 AFB₁ 水平偏低。花生油从生产到采样检测存在一定的时间间隔,为了明确这个间隔的差异是否影响样品中黄曲霉毒素水平,将这个间隔时间分为 3 组进行分析。结果

显示,不同生产-检测间隔时间对 AFB₁ 水平无明显的影响 ($P > 0.05$)。

2.2 不同地市花生油流通方式和 AFB₁ 污染水平存在差异

图 2 显示了花生油流通方式,珠三角地区以及非珠三角地区内生产大部分花生油仅流通于生产区域内,仅少部分珠三角区域花生油流通至非珠三角区域,且全部为定型包装。广东省外生产花生油均为定型包装,主要流通至各区域商店中。在不同采样场所中,花生油的包装类型分布存在明显差别,商店中以定型包装为主,仅少部分为散装;而食品生产企业/作坊的样品包装均为散装包装。

表 3 显示了广东省各个区域花生油样品中黄曲霉毒素水平。所有区域的散装花生油 AFB₁ 检出率远高于定型包装,同时散装花生油所含有的 AFB₁ 含量也高于定型包装。其中,地区 2、地区 4 和地区 7 的散装花生油样品中 AFB₁ 含量较高;而地区 5 的散装花生油 AFB₁ 含量较低。



注:图为花生油从生产地区至采样地区的分布变化以及对应的包装类型;线条粗细代表了样品数量

图2 2017—2018年花生油生产流通途径

Figure 2 peanut oil production and distribution routes in 2017—2018

表3 广东省各地区市花生油样品中AFB₁含量以及散装样品检出水平

Table 3 AFB₁ content in peanut oil samples and detection level of bulk samples in Guangdong Province

城市	样品数	散装样品比例	AFB ₁ 中位数含量(P ₁₀ ~P ₉₀ , μg/kg)		AFB ₁ 检出率/%	
			定型包装	散装	定型包装	散装
地区1	48	97.4	0.3 (0.3-4.9)	8.1 (0.3-94.5)	41.2	77.1
地区2	42	73.8	1.9 (0.3-5.4)	13.0 (0.3-151.5)	58.3	81.0
地区3	55	63.6	0.3 (0.3-5.0)	5.8 (0.3-98.6)	47.2	60.0
地区4	139	60.4	0.3 (0.3-4.8)	13.8 (0.3-138.0)	44.6	79.9
地区5	53	65.2	0.3 (0.3-7.5)	3.9 (0.3-100.0)	38.5	64.2
地区6	72	80.3	1.9 (0.3-4.7)	5.4 (0.3-144.4)	54.5	65.3
地区7	34	76.6	1.4 (0.3-6.5)	12.2 (0.3-53.3)	50.0	79.4

2.3 气温变化能够影响散装花生油AFB₁含量与检出水平

花生油中的AFB₁主要来源于受黄曲霉污染的花生原料,而环境中的气温、湿度等因素对黄曲霉生长、产毒具有一定水平的影响,从而影响花生油的品质。因此,基于ERA5数据库获得花生油样品生产前1个月的环境气温、总降水量、气压以及相

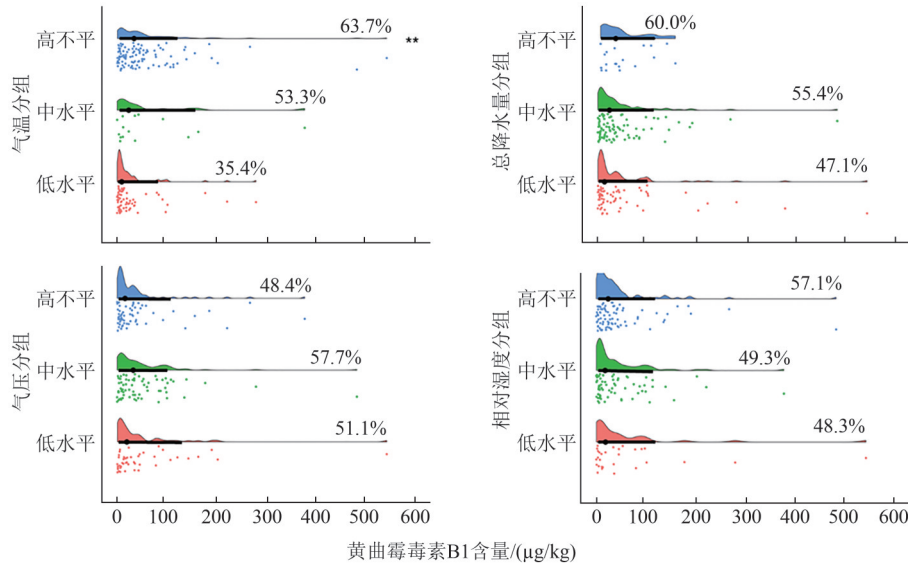
对湿度并计算其平均值,并分析这些气象因素在不同水平下对样品中AFB₁含量的影响。

结果显示,对于定型包装样品,在各气象因素不同水平下均未显示出明显的差异(表4, P > 0.05)。与定型包装不同,散装包装样品的AFB₁水平与部分气象因素存在关联性。随着气温升高,花生油中的总AFB₁检出率与超标率也逐渐上升(图3)。AFB₁含

表4 样品中AFB₁检出水平和含量在各气象因素中的分布

Table 4 Distribution of AFB₁ levels and contents in various meteorological factors

气象因素	定型包装样品		散装包装样品		
	检出数	中位数/(μg/kg)	检出未超标数	超标数	中位数/(μg/kg)
平均气温/°C					
低水平(<22)	29	3.70	42	23	10.00
中水平(22~25)	11	4.24	7	8	24.10
高水平(>25)	33	3.77	37	65	34.80
平均总降水量/mm					
低水平(≤4.35)	38	3.90	37	33	14.25
中水平(4.4~10.2)	20	3.92	41	51	24.15
高水平(>10.2)	15	2.92	8	12	36.90
平均气压/hPa					
低水平(<100.23)	27	3.33	23	24	20.30
中水平(100.23~100.86)	26	4.06	30	41	33.10
高水平(>100.86)	20	4.15	33	31	16.65
平均相对湿度/%					
低水平(<70.1)	15	4.34	15	14	19.30
中水平(70.1~79.1)	24	3.90	35	34	18.50
高水平(>79.1)	34	3.31	36	48	23.60



注:各气象因素划分为三个水平,显示其 AFB_1 含量(点)、分布密度(云)、中位数(黑点)以及 P_{10} ~ P_{90} 间距(线);百分比为 AFB_1 超标/ AFB_1 阳性样品比例,**和低水平组相比, $P<0.01$;低、中、高三水平数据参考见表4

图3 多种气象因素对散装样品中 AFB_1 的含量的影响

Figure 3 Influence of various meteorological factors on the content of AFB_1 in bulk samples

量中位数由低气温组的 $10.00 \mu\text{g}/\text{kg}$ 上升至高气温组的 $34.80 \mu\text{g}/\text{kg}$,同时 AFB_1 检出样品中超标样品比例也从 35.4% 提升至 63.7%,这说明了气温升高能够增加花生被黄曲霉等真菌污染的水平。平均总降水量以及相对湿度呈现出样品中 AFB_1 含量中位数随着因素水平升高而增加的趋势,但差异无统计学意义(表 4)。此外,平均总降水量、平均气压以及平均相对湿度对散装样品中 AFB_1 超标样品比例无明显影响。

3 讨论

食品中 AFB_1 污染水平一直是研究者以及食品安全监测重点关注的话题。我国目前对 AFB_1 在食品中的污染实施早期识别、调查溯源等措施,但花生油类的 AFB_1 污染依然较为严重。早期的研究分析了我国多个省市售的玉米、花生等样品中 AF 的污染情况,其中花生 AF 的检出率为 24.24%,平均含量为 $80.27 \mu\text{g}/\text{kg}$ ^[11]。丁小霞等^[12]抽取了全国 13 个花生主产省代表性花生样品,观察发现 AFB_1 的检出率为 21.7%,且花生 AF 污染呈现明显的地域特征,即南方污染程度大于北方的趋势。近期全国花生和花生油样品 AF 污染水平分析结果显示,13.2% 花生样品存在污染^[8]。这些结果显示我国许多地区的生产或售卖的花生受 AF 污染十分严重。

对于广东地区,有研究显示,2005—2006 年广东地区花生油中 AF 污染超标率达到 17.6%^[13];2009—2013 年广州地区花生油黄曲霉毒素污染超标率为 4.39%^[14],2015 年广东地区花生油中黄曲霉

毒素污染超标率为 8.5%^[15]。在超标样品中,散装花生油的 AFB_1 污染尤为严重。本研究结果与之前报道一致,在 2017—2018 年抽检的花生油样品中 AFB_1 的检出率为 65%、超标率为 24%,其中超标样品全部为散装花生油。这些结果表明,定型包装花生油符合我国标准规定的 AFB_1 水平,而食用散装花生油则具有相当高的 AFB_1 暴露风险。对于散装花生油高消费的人群, AFB_1 诱发肝癌的贡献率最高可达 28.9%^[16]。因此,这种散装花生油中高水平的 AFB_1 污染不容忽视。

微生物的快速生长依赖于适宜的生产环境,包括温度、湿度、pH 值等。尽管黄曲霉具有较强的环境适应能力(能在 $12\text{ }^\circ\text{C}$ ~ $43\text{ }^\circ\text{C}$ 下生存),但更加合适的生存环境则会明显提升黄曲霉等霉菌产生毒素的能力^[17-18]。散装花生油往往来自于小型作坊,通常会一次性批发购买大量花生用于生产花生油。然而广东省天气常年气温、湿度较高,花生在购买/收获前后放置时间较长或仓储不当,极易受到黄曲霉等污染并产生毒素。本研究结果显示花生油生产前 1 个月平均气温和花生油中 AFB_1 污染水平存在明显的关联性,且这种关联性在散装花生油中较为明显。尽管散装样品中 AFB_1 含量中位数在高水平的降水量以及相对湿度组中较低水平组略高,但并未呈现统计学差异。而国家气象科学数据中心数据显示近 5 年广东的平均湿度常年高于 70%(仅 12 月降至 65%),这提示广东地区高湿度已经满足黄曲霉在花生中增殖、毒素生产的需要,同时受限于本研究样品数量和样品特征信息缺失等因素,因而在现有湿度

水平难以呈现差异。相较于大型花生油生产企业,小作坊生产存在仓储环境不良、土法去毒工艺不完善、缺乏产品质量检测等问题,因此无法保证花生油质量并极易导致产品中 AFB₁ 浓度超标。大型花生油生产企业往往具备较为完善的原料贮藏方式,同时其生产工艺在花生油出厂前能够采用醇提、光催化、碱性电解水处理等方法进一步降低油中 AFB₁ 的含量,从而保证出厂品质^[19-20],因此本调查没有在定型包装的花生油检出 AFB₁ 超标。

本研究在采样过程中,对于各地市以及花生油样品特征如样品包装、采样地点等覆盖面存在一定局限性;部分样品的属性标签信息缺失,难以纳入相关分组进行分析;气象数据精度控制不足,对分析结果的准确性以及指标间相关性存在一定的影响。因此,需适当扩大样本含量,更加合理采样设计并保障样品信息完整性,以获得更为准确的结果,以期对相关食品安全管理提供侧重点以及依据。

广东地区的花生的产量较大,约占全国总产量的12%,同时也是花生油的高消费地区。本研究以2017—2018年广东地区花生油样品为例,分析不同因素对 AFB₁ 含量的影响。结果显示,散装花生油样品中 AFB₁ 具有较高的超标率,且部分地市面临更高的 AFB₁ 暴露风险。进一步分析显示,生产前1个月的平均气温温度对于花生油样品中 AFB₁ 检出水平以及含量有着明显的影响。因此建议政府有关部门对广东省散装花生油的生产环境、生产方式进行重点关注并提高花生油质量,以减少居民 AFB₁ 等危险因素暴露风险;同时,要持续对花生油的 AFB₁ 暴露开展持续监测和研究,为制定更完善的防控措施和对市民的健康建议提供更科学的依据。

参考文献

- [1] ROZE L V, HONG S Y, LINZ J E. Aflatoxin biosynthesis: current frontiers [J]. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2013, 4: 293-311.
- [2] WOGAN G N, KENSLER T W, GROOPMAN J D. Present and future directions of translational research on aflatoxin and hepatocellular carcinoma. a review [J]. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 2012, 29 (2): 249-257.
- [3] 宁世祥. 我国典型产区花生收获机械化及影响因素分析 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2018.
NING S X. Mechanization of peanut harvest and its influence factors in the typical production areas of China [D]. *Shenyang: Shenyang Agricultural University*, 2018.
- [4] 朱婷婷. 花生土壤中产黄曲霉毒素菌的分布、产毒力与毒素污染研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
ZHU T T. Study on the distribution, potential of aflatoxigenic fungi and toxins contamination in peanut soils [D]. *Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences*, 2018.
- [5] 刘志婷, 池岚, 屠鸿薇, 等. 广东省稻谷中真菌毒素污染状况研究 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2020, 32(6): 654-659.
LIU Z T, CHI L, TU H W, et al. Occurrence of multi-mycotoxin in paddy rice in Guangdong Province [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2020, 32(6): 654-659.
- [6] WU L, LI J, LI Y, et al. Aflatoxin B₁, Zearalenone and deoxynivalenol in feed ingredients and complete feed from different Province in China [J]. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2016, 7: 63.
- [7] QI N, YU H, YANG C, et al. Aflatoxin B₁ in peanut oil from western Guangdong, China, during 2016-2017 [J]. *Food Additives & Contaminants Part B, Surveillance*, 2019, 12(1): 45-51.
- [8] QIN M, LIANG J, YANG D J, et al. Spatial analysis of dietary exposure of aflatoxins in peanuts and peanut oil in different areas of China [J]. *Food Research International*, 2021, 140: 109899.
- [9] MYKKÄNEN H, ZHU H L, SALMINEN E, et al. Fecal and urinary excretion of aflatoxin B₁ metabolites (AFQ₁, AFM₁ and AFB-N7-guanine) in young Chinese males [J]. *International Journal of Cancer*, 2005, 115(6): 879-884.
- [10] HERSBACH H, BELL B, BERRISFORD P, et al. The ERA5 global reanalysis [J]. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 2020, 146 (730): 1999-2049.
- [11] 王君, 刘秀梅. 部分市售食品中总黄曲霉毒素污染的监测结果 [J]. *中华预防医学杂志*, 2006, 40(1): 33-37.
WANG J, LIU X M. Surveillance on contamination of total aflatoxins in corn, peanut, rice, walnut and pine nut in several areas in China [J]. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, 2006, 40(1): 33-37.
- [12] 丁小霞. 中国产后花生黄曲霉毒素污染与风险评估方法研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
DING X X. Study on post-harvest peanut aflatoxins contamination and risk assessment in China [D]. *Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences*, 2011.
- [13] 黄湘东, 龙朝阳, 梁春穗, 等. 广东省市售大米、花生及其制品中黄曲霉毒素污染水平调查 [J]. *华南预防医学*, 2007, 33 (3): 62-63.
HUANG X D, LONG C Y, LIANG C S, et al. Aflatoxin contamination in rice, peanuts and its product on markets in Guangdong province [J]. *South China Journal of Preventive Medicine*, 2007, 33(3): 62-63.
- [14] 张维蔚, 何洁仪, 李迎月, 等. 2009—2013年广州市市售粮油食品黄曲霉毒素 B₁ 调查 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2015, 27 (3): 291-294.
ZHANG W W, HE J Y, LI Y Y, et al. Analysis on contamination of aflatoxin B₁ in food and oil in Guangzhou from 2009 to 2013 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2015, 27 (3): 291-294.
- [15] 刘辉, 张燕, 熊波, 等. 食用油中黄曲霉毒素 B₁ 的污染调查 [J]. *广东化工*, 2015, 42(4): 29-30.
LIU H, ZHANG Y, XIONG B, et al. Study of aflatoxin B₁ contamination in edible oil [J]. *Guangdong Chemical Industry*, 2015, 42(4): 29-30.
- [16] 宋美英, 乐丽华, 罗钰珊, 等. 广东小作坊生产花生油中黄曲

- 霉毒素 B₁ 膳食暴露及风险评估[J]. 中国油脂, 2019, 44(4): 96-101.
- SONG M Y, YUE L H, LUO Y S, et al. Dietary exposure and risk assessment of aflatoxin B₁ in peanut oil produced by individual workshop in Guangdong [J]. China Oils and Fats, 2019, 44(4): 96-101
- [17] 邢福国, 李旭, 张晨曦. 黄曲霉毒素的产生机制及污染防控策略[J]. 食品科学技术学报, 2021, 39(1): 13-26, 64.
- XING F G, LI X, ZHANG C X. Biosynthesis mechanisms and control strategies of aflatoxin [J]. Journal of Food Science and Technology, 2021, 39(1): 13-26, 64.
- [18] PITT J I, HOCKING A D. Aspergillus and related teleomorphs [M]. Fungi and Food Spoilage. Boston, MA: Springer US, 1997: 339-416.
- [19] 纪俊敏, 吕雅芳, 张岩, 等. 食用植物油中常见真菌毒素及其脱除方法[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(2): 50-58.
- JI J M, LV Y F, ZHANG Y, et al. Primary mycotoxins in edible vegetable oils and their removal methods [J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(2): 50-58.
- [20] ISMAIL A, GONÇALVES B L, DE NEEFF D V, et al. Aflatoxin in foodstuffs: occurrence and recent advances in decontamination [J]. Food Research International, 2018, 113: 74-85.

· 资讯 ·

国家卫生健康委发布 36 项新食品安全国家标准

根据《食品安全法》规定,国家卫生健康委、市场监管总局联合印发 2022 年第 3 号公告,发布 36 项新食品安全国家标准和 3 项修改单。主要包括:《食品中污染物限量》(GB 2762—2022)1 项污染物标准、《饮料》(GB 7101—2022)等 3 项食品产品标准、《洗涤剂》(GB 14930.1—2022)等 3 项食品相关产品标准、《食品添加剂 丁香酚》(GB 1886.129—2022)等 11 项食品添加剂质量规格标准、《食品营养强化剂 二十二碳六烯酸油脂(金枪鱼油)》(GB 1903.26—2022)等 9 项食品营养强化剂质量规格标准、《食品中二氧化硫的测定》(GB 5009.34—2022)等 9 项检验方法标准,以及《食品添加剂 蜂蜡》(GB 1886.87—2015)第 1 号修改单等 3 项食品添加剂质量规格修改单。上述食品安全国家标准的制定、修订符合法律法规规定,充分考虑群众健康权益,兼顾食品产业发展需求,参考国际相关法规、标准和通行做法,为食品安全监管所需,标准制定、修订过程充分征求了社会各方意见并向世贸组织通报。

上述标准文本可在食品安全国家标准数据检索平台(<https://sppt.cfsa.net.cn:8086/db>)查阅下载,欢迎各方下载使用。

相关链接:关于发布《食品安全国家标准 食品添加剂 丁香酚》(GB 1886.129—2022)等 36 项食品安全国家标准和 3 项修改单的公告(2022 年第 3 号)

食品安全标准与监测评估司

二〇二二年七月二十八日

(相关链接:<http://www.nhc.gov.cn/sps/s3594/202207/f03c2583dbab4724ba9f83d7ca625b2e.shtml>)