

2019 年长沙市城区外卖米饭中黄曲霉素 B₁ 污染状况调查

陈少茹¹, 崔臻妍¹, 王凯宁², 邱成斌³, 李思颖³, 王建武^{1*}

(1. 中南大学湘雅公共卫生学院, 长沙 410078; 2. 中南大学资源加工与生物工程学院, 长沙 410078;
3. 中南大学湘雅医学院, 长沙 410078)

摘要: 目的 了解 2019 年长沙市城区外卖米饭中黄曲霉素 B₁ 污染状况。**方法** 从长沙市 6 个区中以消费者的身份使用外卖软件随机抽取外卖米饭样本共 103 份, 采用酶联免疫吸附法测定样本米饭中黄曲霉素 B₁ 的含量。采用独立样本 *t* 检验或单因素方差分析的方法探究含有不同特征的商家提供的米饭中黄曲霉素 B₁ 的含量差异。**结果** 103 个受试样本中黄曲霉素 B₁ 含量的中位数为 4.36 μg/kg, 超标率为 1.94%。高消费水平组黄曲霉素 B₁ 平均含量(3.02 μg/kg)低于低消费水平组(5.11 μg/kg), 且差异有统计学意义($P<0.5$)。提供堂食的外卖商家所提供的米饭中 AFB₁ 平均含量(4.62 μg/kg)低于不提供堂食的外卖商家(6.01 μg/kg), 且差异有统计学意义($P<0.5$)。**结论** 长沙市城区外卖米饭可能普遍存在黄曲霉素 B₁ 污染, 但含量较低。消费者尽量选择消费水平较高且可提供堂食的外卖商家, 食品安全相关部门应加强及落实对外卖食品安全的管理。

关键词: 外卖; 大米; 黄曲霉素 B₁; 酶联免疫吸附法

Investigation and analysis of aflatoxin B₁ pollution in takeaway rice in the urban area of Changsha in 2019

CHEN Shao-Ru¹, CUI Zhen-Yan¹, WANG Kai-Ning², QIU Cheng-Bin³, LI Si-Ying³, WANG Jian-Wu^{1*}

(1. Xiangya School of Public Health, Central South University, Changsha 410078, China; 2. The School of Minerals Processing and Bioengineering, Central South University, Changsha 410078, China;
3. Xiangya School of Medical, Central South University, Changsha 410078, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the amount of aflatoxin B₁ pollution in takeaway rice samples sold in the urban area of Changsha in 2019. **Methods** A total of 103 takeaway rice samples were randomly selected in 6 districts in Changsha as consumers using takeaway software, and the content of aflatoxin B₁ in the sample rice was determined by enzyme linked immunosorbent assay. Differences in the content of aflatoxin B₁ in rice provided by businesses with different characteristics were explored by using independent sample *t* test or one-way analysis of variance. **Results** The median amount of AFB₁ in 103 samples was 4.36 μg/kg, and the exceeding rate was 1.94%. The average content of aflatoxin B₁ in the high consumption level group (3.02 g/kg) was lower than that in the low consumption level group (5.11 g/kg), and the difference was statistically significant ($P<0.5$). The average content of AFB₁ (4.62 μg/kg) in the rice provided by the takeaway merchants who provided dine-in meals was lower than the

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划项目(201910533178)

Fund: Supported by National College Students' Innovative Entrepreneurial Training Plan Program (201910533178)

*通讯作者: 王建武, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为食品安全与营养科学。E-mail: jianwu_wang@csu.edu.cn

*Corresponding author: WANG Jian-Wu, Associate Professor, Xiangya School of Public Health, Central South University, Changsha 410078. E-mail: jianwu_wang@csu.edu.cn

takeaway merchants who did not provide dine-in meals (6.01 $\mu\text{g}/\text{kg}$), and the difference was statistically significant ($P < 0.5$). **Conclusion** Aflatoxin B₁ contamination may be prevalent in take-out rice in urban areas of Changsha, but the content is low. Consumers should choose takeaway businesses that have a high level of consumption and can provide meals. Relevant departments of food safety should strengthen the management of food safety of takeaway.

KEY WORDS: takeaway; rice; aflatoxin B₁; enzyme linked immunosorbent assay

1 引言

随着互联网的发展、生活节奏增快, 互联网外卖成为越来越多人的选择。调查报告显示: 中国外卖行业持续以较快的速度发展, 不仅用户规模不断扩大, 而且用户购买频率较前明显增多, 某平台 2018 年 7 月 1 日到 2019 年 6 月 30 日的平均交易笔数增至 25.5 笔/用户^[1]。外卖市场的不断扩大导致难以对外卖食品进行监管。有研究显示, 关于外卖食品安全的话题也越来越多^[2]。在订购外卖食品时, 消费者最关注的是“食品安全”问题, 尤其是原材料的来源、质量、品质等^[3]。大米作为长沙地区人民的主食, 大米的质量可直接影响到居民健康水平。且长沙天气较潮湿, 大米在储存过程中, 容易被黄曲霉或寄生曲霉污染而产生黄曲霉素(aflatoxin, AF)。大米中的黄曲霉素可经摄食直接进入人体, 对人体产生危害。尤其是毒性最强的黄曲霉素 B₁(AFB₁)进入人体后, 通过氧化应激损伤、诱导细胞等途径导致肝细胞受损, 间接导致癌症^[4]。为保证外卖消费者食品安全, 本研究通过检测长沙市城区部分外卖米饭中 AFB₁ 含量, 了解长沙市城区外卖米饭中 AFB₁ 污染情况, 并通过分析超标商家的特征, 向消费者以及食品安全部门提供建议。

2 材料与方法

2.1 材料

2.1.1 样品采集

分别在长沙市城区 6 个区中选取人口分布最密集地点为采样点, 使用外卖软件统计取样点周围提供外卖米饭的商家总数, 通过随机抽样的方法以消费者身份通过外卖软件在各个取样点购买, 共抽取的商家共计 103 个, 统计抽取商家的人均消费价格区间、商家是否提供堂食相关信息。在采样点拿到外卖饭后, 送往实验室进行处理。采样人员对每一份米饭进行混匀后随机采集 50 ~ 100 g 为一份样品, 对样品进行编号, 并将编号及商家的相关信息记录在采样信息表上, 于当日对样品进行提取。

2.1.2 主要试剂和仪器

甲醇(色谱纯, 美国 Fisher 公司); 黄曲霉毒素 B₁(AFB₁)酶联免疫定量试剂盒(检测限为 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 江苏省苏微微生物研究有限公司)。

HT 天平(感量 0.01 g, 上海升微电子有限公司); 万分之一电子天平(德国赛多利斯艾科勒公司); MX-S 型涡旋混匀器(大龙兴创实验仪器有限公司); DHG-9245A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海盟昆仪器设备有限公司); LFP-800T 型中药粉碎机(上海莱芙机械设备有限公司); TG16-II 型台式高速离心机(湖南平凡科技有限公司); MB-530 型多功能酶标分析仪(美国 MD 公司)。

2.2 方法

2.2.1 样品的制备

(1)样品的干燥

按 GB/T 1354-2018《大米》^[5]中规定, 大米中含水率 $\leq 14.5\%$ 。因此需对米饭样本进行干燥至大米含水率。参考 GB5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[6]中测定方法, 称量实验所需称量瓶, 从样品中取部分试样置于称量瓶中, 称重并记录, 求出试样重量 W_0 , 并置于电热恒温鼓风干燥箱中在 80 $^{\circ}\text{C}$ 下烘干 3 h 后取出, 加盖冷却至室温, 称重并记录, 并重复干燥至前后两次质量差不超过 2 mg, 即为恒重, 记录该试样含水率为 0 时的重量 W_1 。按照上述方法, 从该份样品中取重量为 W_0 的试样于称量瓶中, 相同条件下烘干 2 h 后取出, 冷却并称重, 用重量变化量与 W_1 的比值代表含水率, 若含水率 $> 14.5\%$, 继续烘干 30 min 后求得含水率, 重复该操作直至试样含水率 $\leq 14.5\%$, 取该试样进行下一步实验。

(2)样品的预处理

用中药粉碎机对烘干后的样品进行粉碎, 准确称取 1.0 g 粉碎后样品, 加入 5 mL 50%甲醇-水溶液, 漩涡振荡器强力振荡 15 min 后, 4000 r/min 离心 10 min, 取上清液置于棕色样品瓶中避光 4 $^{\circ}\text{C}$ 下保存。

2.2.2 样品 AFB₁ 含量的测定

参照试剂盒的操作说明, 将样本和标准品对应微孔编号, 并设置阳性对照, 每孔加入 250 μL 洗涤液放置 40 s 后用吸水纸拍干, 分别加入标准液或待测样液 50 μL 到对应的微孔中, 加入酶标抗原溶液 50 $\mu\text{L}/\text{孔}$, 轻轻震荡混匀, 遮盖后 37 $^{\circ}\text{C}$ 恒温培养箱中反应 30 min。小心揭开盖板, 甩掉反应液, 加入洗涤液 250 $\mu\text{L}/\text{孔}$ 充分洗涤 5 次, 每次间隔 40 s, 用吸水纸拍干后, 依次加入 2 种显色剂各 50 $\mu\text{L}/\text{孔}$, 轻轻震荡混匀, 遮盖后 37 $^{\circ}\text{C}$ 恒温培养箱中显色 15 min, 之后加入终止液, 测定 450 nm 处光密度值。

2.3 判定标准与数据分析

按 GB 2761-2017《食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量》^[7]中的标准规定: 大米黄曲霉毒素 B₁ 的限量为不得超过 10 μg/kg。采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析, 根据研究因素采用独立样本检验或单因素方差分析, 多重检验采用 LSD 检验。P<0.05 表明差异具有统计学意义。

3 结果与分析

3.1 样本总体情况

所抽取的 103 个样品中初筛结果均为阳性, 中位数为 4.36 μg/kg, 最高值 11.72 μg/kg, 其中超过国家标准的样品数为 2 个, 超标率为 1.94%。在未超标样品中, 含量在 0~3 μg/kg 之间有 19 个(18.81%), 在 3~5 μg/kg 之间有 47 个(46.53%), 在 5~8 μg/kg 有 24 个(23.76%), 在 8~10 μg/kg 之间有 11 个(10.89%)。

3.2 不同消费水平的商家提供的米饭样本中 AFB₁ 含量比较

根据外卖软件所提供的关于提供的人均消费价格-消费量曲线, 我们将价格区间划分为: 低消费水平组(人均消费价格 < 20), 中消费水平组(20 ≤ 人均消费价格 < 40), 高消费水平组(人均价格 ≥ 40)。统计分析发现: 高消费水平组 AFB₁ 含量低于低消费水平组, 且差异有统计学意义 (P<0.05), 如图 1。

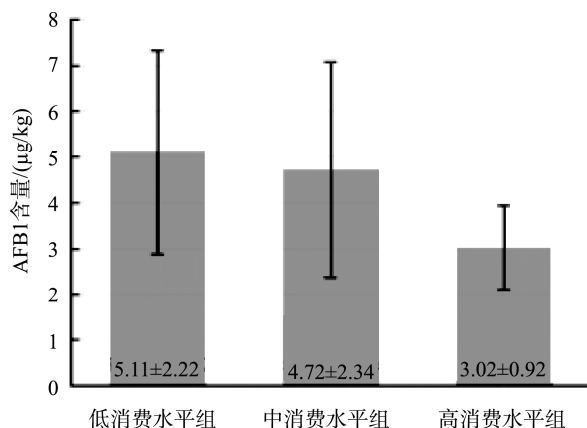


图 1 不同消费水平的商家提供的米饭样本中 AFB₁ 含量比较
Fig.1 Comparison of AFB₁ in rice samples provided by merchants with different consumption levels

3.3 有无提供堂食的商家提供的米饭样本中 AFB₁ 含量比较

根据商家是否提供堂食, 将样本分为 A 组(不提供堂食的外卖商家)和 B 组(提供堂食的外卖商家)。统计学结果显示: 不提供堂食的外卖商家所提供的米饭中 AFB₁ 含量平均值较提供堂食的外卖商家高, 且差异有统计学意义

(P<0.05), 如图 2。

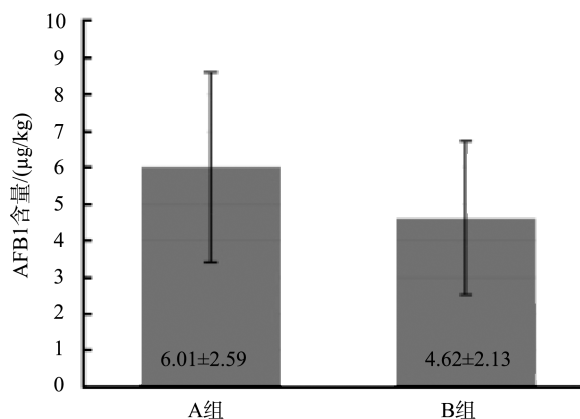


图 2 有无提供堂食的商家提供的米饭样本中 AFB₁ 含量比较
Fig.2 Comparison of AFB₁ in rice samples provided by the supplier or not

4 结论与讨论

大米作为长沙地区人民的主食, 大米中 AFB₁ 含量可直接影响到居民健康水平。曹勇等^[8]在调查了 2013~2016 年重庆市涪陵区农村家庭食用大米中 AFB₁ 超标率为 1.19%。王春双等^[9]在 2014-2017 年在南宁市抽取并检测了 179 份大米, 未发现超标样本。外卖逐渐成为当代人的生活方式, 但关于外卖米饭中 AFB₁ 的研究较少, 因此本研究对长沙市城区外卖米饭中 AFB₁ 含量进行调查。本实验采用的方法是简单、灵敏度高的 ELISA 法, 但易出现假阳性, 因此本实验仅是对米饭中的 AFB₁ 进行初筛, 仍需使用高效液相色谱法等进行确证。结果显示, 长沙市城区外卖米饭中 AFB₁ 的初筛结果均为阳性, 超标率为 1.94%, 中位数为 4.36 μg/kg。在未超标样品中, 含量在 5~10 μg/kg 之间有 34 个(34.65%)。可能产生的原因有: 长沙气候湿润, 若大米储存不当, 很容易导致 AFB₁ 的产生^[10]; 外卖商家考虑成本问题, 更偏向于到菜市场或批发市场等散装店购买大量食物原材料^[11]; 采用的检测方法出现假阳性。具体的实际原因需要进一步的调查和研究, 如应进一步调查长沙市市售大米中 AFB₁ 含量以及外卖商家大米购买途径等。此外, 应向商家宣传“诚信经营”理念, 倡导商家做好食品安全的“守门人”。

高消费水平的商家提供的米饭中 AFB₁ 含量较低消费水平的商家少。根据费威^[12]的研究, 高消费水平的商品更能刺激质量安全方面的投资, 这与覃艳淑等^[13]的研究结果一致。因此我们猜测, 高消费水平商家提供的外卖价格较高, 食材投入成本较低消费水平商家可能会更高, 外卖商家所购买的食材质量相对更好。可通过对不同消费水平的商家中购买大米的成本及质量进行调查, 进一步确定原因。此外, 应呼吁消费者在选择外卖时不应贪图便宜而选

择质量较差的外卖^[14], 营造健康有序的外卖餐饮市场环境^[15]。根据惠芸等^[16]的研究, 外卖平台要设置监管问责制, 提高对外卖店家食品安全监管的投入, 加大对生产不合格外卖的惩罚力度。

提供堂食的外卖店家所提供米饭的 AFB₁ 污染风险低于未提供堂食的店家。可能与有堂食的外卖店家样本量大于无堂食外卖店家有关。有关研究^[17]指出与传统堂食相比, 无堂食的外卖店家由于其交易虚拟性、不可追溯性, 具有媒体曝光少、违法违规处罚力度较低、安全监管不足等特点。但仍需对未提供堂食的商家进行研究, 调查其大米购买途径以及存储方式, 才能进一步确定原因。此外, 我们建议消费者在选择外卖时应通过外卖平台提供的信息, 尽量选择可提供堂食的外卖商家。政府可推行“阳光厨房”建设, 对各个外卖餐饮店的厨房进行监控, 并公开食品安全相关信息^[18]。

综上所述, 长沙市城区外卖米饭可能普遍受到 AFB₁ 污染。外卖米饭中 AFB₁ 污染情况在一定程度上反映的是外卖食品安全问题, 要保证外卖食品安全, 需要通过消费者、商家、外卖平台及政府等多方面采取措施^[19]。首先, 消费者要树立食品安全意识, 及时采取合法途径维权^[20]。其次, 外卖商家坚持遵守食品安全规范, 严格把控原材料以及加工过程的安全。而外卖平台应完善和落实食品安全经营审查制度, 尤其应加大对消费水平低且没有提供堂食的外卖商家定时进行监测力度, 并加大对商家的违法经营行为的惩罚力度^[21]。此外, 政府应完善外卖食品安全检测等相关体系建设, 修订完善外卖食品安全相关法律法规^{[22][23]}。

参考文献

- [1] 上官梦露. 《中国外卖产业调查报告(2019 年上半年)》发布外卖产业呈现六大特征[J]. 中国食品, 2019, (20): 158.
Shangguan ML. "The report of the research on China's Takeaway industry (first half of 2019)" releases six characteristics of takeaway industry [J]. China Food, 2019, (20): 158.
- [2] Song C, Guo CY, Hunt K, et al. An analysis of public opinions regarding take-away food safety: A 2015-2018 case study on Sina Weibo [J]. Foods, 2020, 9(4): 511.
- [3] 上海市质协用户评价中心. 上海外卖食品安全社会调查报告[J]. 上海质量, 2019, (7): 42-47.
Customer evaluation center-an affiliate of SAQ. The social survey report of the safety of takeaway food in Shanghai [J]. Shanghai Qual, 2019, (7): 42-47.
- [4] 庞惠萍, 丁泽, 苏娜, 等. 黄曲霉毒素 B₁ 致肝脏损伤的机制[J]. 动物医学进展, 2019, 40(12): 110-113.
Pang HP, Ding Z, Su N, et al. Mechanism of liver injury caused by aflatoxin B₁ [J]. Progress Veter Med, 2019, 40(12): 110-113.
- [5] GB/T 1354-2018 大米[S].
GB/T 1354-2018 Milled rice [S].
- [6] GB 5009.3-2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].
GB 5009.3-2016 National food safety standard-Determination of moisture content in foods [S].
- [7] GB 2761-2017 食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量[S].
GB 2761-2017 National food safety standard-Fungal toxins limited in food [S].
- [8] 曹勇, 蒲朝文, 田应桥, 等. 重庆市涪陵区农村家庭粮油及调味食品中黄曲霉毒素 B₁ 污染调查[J]. 预防医学情报杂志, 2018, 34(6): 707-710.
Cao Y, Pu CW, Tian YQ, et al. Aflatoxin B₁ pollution in edible oil and seasoning food of 685 samples collected from rural households of Fuling district [J]. J Prev Med Inform, 2018, 34(6): 707-710.
- [9] 王春双, 范云燕, 龙兮, 等. 南宁市粮油食品中黄曲霉毒素 B₁ 的暴露风险评估[J]. 现代预防医学, 2020, 47(2): 252-255.
Wang CS, Fan YY, Long X, et al. Exposure risk assessment of aflatoxin B₁ in some foods in Nanning [J]. Mod Prev Med, 2018, 34(6): 707-710.
- [10] 吕聪, 王平, 常鹏, 等. 培养温度、水分活度对稻谷和大米黄曲霉生长及产毒的影响[J]. 核农学报, 2019, 33(10): 2033-2039.
Lv C, Wang P, Chang P, et al. Impact of water activity and temperature on aspergillus flavus growth and aflatoxin production in paddy and rice [J]. J Nucl Agric Sci, 2019, 33(10): 2033-2039.
- [11] 叶露, 韦艳霞, 刘畅. 上海地区大米样品黄曲霉毒素 B₁ 含量检测[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2011, 31(10): 1492-1495.
Ye L, Wei YX, Liu C. Detection of amount of aflatoxin B₁ in rice samples in Shanghai [J]. J Shanghai Jiaotong Univ (Med Sci Ed), 2011, 31(10): 1492-1495.
- [12] 费威. 典型市场下食品企业的质量安全投资力度[J]. 技术经济, 2016, 35(8): 83-91.
Fei W. Investment of food enterprise in food quality and safety in typical markets [J]. Technol Econ, 2011, 31(10): 1492-1495.
- [13] 覃艳淑, 蒙丽琼, 梁光纤, 等. 广西食品生产企业参与食品质量安全可追溯体系的主要影响因素研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(5): 1414-1421.
Qin YS, Meng LQ, Liang GX, et al. Factors affecting food production enterprises to implement food quality safety traceability system in Guangxi [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(5): 1414-1421.
- [14] 刘永胜, 李晴. 基于扎根理论的外卖食品安全影响因素及其作用机理研究[J]. 商业研究, 2019, (10): 11-18.
Liu YS, Li Q. Research on the influence factors and mechanism of takeout food safety based on grounded theory [J]. Commerc Res, 2019, (10): 11-18.
- [15] 王玉珏, 陈子鹏, 谭亦卿, 等. 大数据环境下食品安全管理的创新思考[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(14): 4775-4780.
Wang YJ, Chen ZP, Tan YQ, et al. Innovative thoughts on food safety management in big data environment [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(14): 4775-4780.
- [16] 惠芸, 杨辉, 杨光惠. 外卖食品安全问题的演化博弈分析[J]. 经济数学, 2019, 36(4): 41-45.
Hui Y, Yang H, Yang GH. Evolutionary game analysis on the safety of takeaway [J]. J Quantitat Econ, 2019, 36(4): 41-45.
- [17] 陈曦. 外卖化餐饮税收浅谈[J]. 纳税, 2017, (11): 22.
Chen X. On the tax of take out catering. [J]. Tax Pay, 2017, (11): 22.
- [18] 韩芳. 网络外卖食品安全监管探析[J]. 经济研究导刊, 2019, (31): 170-171.
Han F. Safety supervision of online take-out food [J]. Econ Res Guide,

- 2019, (31): 170–171.
- [19] 刘增金. 上海完善网络外卖食品安全保障机制的对策建议[J]. 科学发展, 2020, (2): 85–93.
- Liu ZJ. Countermeasures and suggestions for shanghai to improve the safety guarantee mechanism of online takeaway food [J]. Sci Dev, 2020, (2): 85–93.
- [20] 冯海静, 郎爽, 杨志超, 等. 互联网+外卖食品的安全问题[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(16): 4218–4222.
- Feng HJ, Lang S, Yang ZC, *et al.* Safety problem of take-out food under internet plus [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(16): 4218–4222.
- [21] 张月. 外卖食品质量安全监管研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(3): 968–974.
- Zhang Y. Study on the supervision of the quality and safety of take-out food [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(3): 968–974.
- [22] 王殿华, 马佼, 张迎新. 关于外卖食品安全治理问题的博弈分析[J]. 食品工业, 2019, 40(5): 251–255.
- Wang DH, Ma J, Zhang YX. Game analysis on safety management of takeaway food [J]. Food Ind, 2019, 40(5): 251–255.

- [23] Benkerroum N. Aflatoxins: Producing-molds, structure, health issues and incidence in southeast asian and sub-saharan african countries [J]. Int J Environ Res Publ Health, 2020, 17(4): 1215.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



陈少茹, 主要研究方向预防医学。
E-mail: 939731587@qq.com



王建武, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为食品安全与营养科学。
E-mail: jianwu_wang@csu.edu.cn