

干制食用菌中重金属含量及榛蘑中镉的分析

郭金萍^{1,2}, 吴桐^{1,2}, 戴欣^{1,2}, 韩晶¹, 李喆^{1,2}, 李媛媛^{1*},
刘文竹^{1,2}, 王伟¹

(1. 吉林省食品检验所, 长春 130103; 2. 吉林省安信食品技术服务有限公司, 长春 130033)

摘要: 目的 评估吉林省市售6种干制食用菌安全性,并研究榛蘑中重金属镉的含量。**方法** 对购买的样品采用微波消解法进行前处理,采用石墨炉原子吸收法测定铅和镉的含量,原子荧光法测定总砷和总汞的含量。**结果** 161批干制食用菌的平均含量顺序为Pb>As>Cd>Hg,超标率为3.1%。2018年检测22批榛蘑中5批镉超标,2016年检测13批榛蘑中1批镉超标。**结论** 我省市售食用菌木耳、香菇、猴头菇、滑子蘑、黄蘑、榛蘑重金属平均含量均低于国家污染物限量标准,符合安全性要求。榛蘑中镉含量偏高,应对超标食用菌加强监测,对超标地区严格监管以确保食品安全。

关键词: 常见食用菌; 重金属; 质量分析

Heavy metal content in dried edible fungi and distribution of cadmium in hazel mushroom

GUO Jin-Ping^{1,2}, WU Tong^{1,2}, DAI Xin^{1,2}, HAN Jing¹, LI Zhe^{1,2}, LI Yuan-Yuan^{1*},
LIU Wen-Zhu^{1,2}, WANG Wei¹

(1. Jilin Institute for Food Control, Changchun 130103, China; 2. Jilin Anxin Food Technology Services Limited Company, Changchun 130033, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the safety of 6 kinds of dried edible fungi sold in Jilin province, and to study the content of heavy metal cadmium in hazel mushroom. **Methods** The samples were pretreated by microwave digestion, the contents of lead and cadmium were determined by graphite furnace atomic absorption spectrometry, and the contents of total arsenic and mercury were determined by atomic fluorescence spectrometry. **Results** The average content of 161 batches of dried edible fungi was Pb>As>Cd>Hg, and the over-standard rate was 3.1%. Totally 5 batches of 22 batches of hazelnut mushroom exceeded the standard in 2018, and 1 batch in 13 batches of hazelnut mushroom exceeded the standard in 2016. **Conclusion** The average content of heavy metals in black fungus, fragrant mushroom, monkey mushroom, slim mushroom, yellow mushroom and hazel mushroom sold in our province is lower than the national pollutant limit standard, and meets the safety requirements. The cadmium content in hazel mushroom is on the high side, we should strengthen the monitoring of edible fungi exceeding the standards, and strictly supervise the areas exceeding the standards to ensure food safety.

KEY WORDS: common edible fungi; heavy metals; quality analysis

*通讯作者: 李媛媛, 正高级工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。E-mail: 40446685@qq.com

*Corresponding author: LI Yuan-Yuan, Senior Engineer, Jilin Institute for Food Control, No.2669, Yiju Road, Gaoxin District, Changchun 130103, China. E-mail: 40446685@qq.com

1 引言

食用菌是可供人们食用的大型真菌的统称。食用菌不仅含有丰富的蛋白质、氨基酸、维生素等营养成分及活性多糖等药理活性成分,而且还具有重要的医疗保健功能,被人们公认为“健康食品”^[1-3]。真菌在生产过程中除了所必须的微量元素,也包括了有害重金属元素^[4-7]。最先发现食用菌对重金属的富集现象是蘑菇属(*Agaricus*)对镉的高度累积作用^[8]。后研究发现,多种大型真菌都具有较强的富集重金属的能力,但同种类、不同菌株以及子实体的不同部位对重金属的富集能力和含量都有差异^[9-14]。由于重金属不能被微生物降解,因此在生物体内富集和转化,超过一定限度时会产生毒害,如蛋白质变性沉淀、酶活性降低、生长发育受到影响^[15]。

《中华人民共和国食品安全法》^[16]要求建立和完善统一协调、权责明晰食品安全的监管体系,建立以食品安全风险评估为基础的监管制度,完整覆盖食品生产、流通各个环节。而食品在从生产(包括农作物种植、动物饲养和兽医用药)、加工、包装、贮存、运输、销售,直至食用等过程中一定会产生或由环境污染带入、非有意加入一些化学性危害物质,部分重金属很有可能也被引入。

吉林是一个食用菌生产大省^[17,18],有关吉林省食用菌重金属的分布研究报道相对较少。其中榛蘑作为东北的特色菌种被称为“东北第四宝”,目前更多人关注到了榛蘑多糖的药理价值,丁振铎^[19]表示榛蘑多糖研究现状,包括增强免疫力、抗氧化、抗肿瘤、抗突变、抗衰老等作用。而榛蘑中的重金属含量研究确是非常少,而据我们调查结果发现干制榛蘑中的镉极易出现不合格项。本次着重检测市场流通过程中的干制食用菌包括干黑木耳、滑子蘑、野生榛蘑、猴头菇、黄蘑和香菇 6 类中的铅、镉、总砷及总汞含量并进行了分析,考察了榛蘑中重金属含量,为 我省干制食用菌质量安全评价提供依据。

2 材料与方法

2.1 仪器、试剂与材料

PinAAcle900T 石墨炉原子吸收光谱仪(铂金埃尔默公司); ETHOS ONE 微波消解仪(意大利迈尔斯通仪器有限公司); PF6-2 原子荧光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)。

Milli-Q 去离子水发生器(美国 Millipore 公司); 硝酸(分析纯,德国 Merk KGaA 有限公司); 盐酸、氢氧化钾(分析纯,国药集团化学试剂有限公司)。

干制食用菌,2018 年购自吉林省长春市、吉林市、延吉市、长白山、梅河口市、集安市、蛟河市、辉南市、桦

甸市及白山市 11 个地区的生产及流通领域,随机抽取样品 161 份,样品包括木耳、猴头菇、滑子蘑、黄蘑、香菇和榛蘑 6 类干制食用菌。

2016 年干制榛蘑购自吉林省白山市、梅河口市、蛟河市、桦甸市、长春农安县和辉南市及长白山 7 个地区的生产及流通领域,随机购买样品 13 份。

2.2 样品前处理

干制食用菌用粉碎机磨碎,称取样品 0.3 g,加入硝酸 7 mL,浸泡,盖好外盖,按照微波消解的操作步骤消解试样,冷却后取出消解罐,置于赶酸板,赶酸至约 1 mL,停止赶酸,消解罐放冷后,将消化液转移至 25 mL 容量瓶中,加水定容,待测。同时做试剂空白实验。

2.3 实验方法

2.3.1 检测依据

确定铅、镉、总砷、总汞为检测项目,测定方法依据 GB 5009.12-2017《食品安全国家标准 食品中铅的测定》^[21]、GB/T 5009.15-2014《食品安全国家标准 食品中镉的测定》^[22]、GB/T 5009.11-2014《食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定》^[23]、GB/T 5009.17-2014《食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定》^[24]。

2.3.2 脱水率计算

GB 2762-2017^[25]中应用原则 3.5 规定,限量指标对制品有要求的情况下,其中干制品中污染物限量以相应新鲜食品中污染物限量结合其脱水率或浓缩率折算。脱水率或浓缩率可通过对食品的分析、生产者提供的信息以及其他可获得的数据信息等确定。

为了统一标准,对抽取的样品均采用烘干法进行水分含量测定,以《中国食物成分表》^[26]中菌藻类对应的水分计算其脱水率,参照 SC/T 3203-2015^[27]附录 A 脱水率换算系数计算公式:

$$K = \frac{1 - M1}{1 - M2}$$

式中: K 为脱水率换算系数; $M1$ 为鲜产品水分含量,%; $M2$ 为干制品水分含量, %。

3 结果与分析

3.1 重金属含量比较

对 161 批干制食用菌中铅、镉、总砷、和总汞进行测定,相同批次样品进行平行称量,计算结果取平均值见表 1。

从上表分析,干制食用菌有害重金属的平均含量顺序为 $Pb > As > Cd > Hg$,这跟我们查阅的资料有一定的不同,赵玉卉^[15]对兰州市鲜食用菌调查发现,有害重金属的平均含量顺序为 $Pb > Hg > Cd > As$,贾彦^[17]对北京市食用菌重金属含量进行调查得到的结果是 $Pb > Cd > As > Hg$,黎勇

等^[18]对重庆市主要食用菌的重金属含量进行调查, 得到的结果是 $Pb > Cd > Hg > As$ 。

根据 GB 2762-2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[25]标准规定, 铅 ≤ 1.0 mg/kg, 食用菌(鲜品)中镉 ≤ 0.2 mg/kg, 香菇中镉 ≤ 0.5 mg/kg, 汞 ≤ 0.1 mg/kg, 砷 ≤ 0.5 mg/kg, 对被测食用菌安全性进行评价。几种食用菌的 Pb、Cd、Hg 和 As 的平均值均低于国家限量标准, 总体上是安全的。但是由于菌种不同所富集重金属的能力截然不同: 香菇中铅含量最低; 木耳中镉含量最低; 滑子蘑和猴头菇中总汞含量低于检出限; 猴头菇中总砷含量最低。而榛蘑在几种重金属含量比中对铅、镉、总汞的含量均为最高, 且有部分样品超标。

从 Pb、Cd、Hg 和 As 的总量上分析, 榛蘑>黄蘑>猴头菇>香菇>木耳>滑子蘑, 其中榛蘑中重金属含量总和是黄蘑的 1.7 倍, 是含量最低的滑子蘑的 4.1 倍。可见榛蘑无

论从单一元素还是总元素上均高于其他食用菌。黑木耳、黄蘑、滑子蘑、猴头菇和香菇多为人工栽培, 而市售的榛蘑多为野生干制而成, 分析食用菌对重金属的富集不仅与食用菌的品种相关, 还可能与其生长环境有关, 为此针对榛蘑我们进行了进一步研究分析。

3.2 榛蘑中重金属含量分析

为了与前面所测 2018 年榛蘑数据进行比较我们调取 2016 年的实验数据。结果见表 2。

2018 年和 2016 年(表 3)榛蘑中 Pb、Cd、Hg 和 As 元素平均含量均低于国家限量标准, 符合安全性要求。2018 年镉元素有 5 批超过标准限量, 2016 年有 1 批超过标准限量, 其超标率远低于 2018 年。从含量范围来看 2016 年和 2018 年的相差不明显, 说明榛蘑对 Pb、Cd、Hg 和 As 的富集能力较稳定。

表 1 6 种干制食用菌中铅、镉、总砷和总汞平均含量

Table 1 Average contents of lead, cadmium, total arsenic and total mercury in 6 species of dried edible fungus

样品名称	批数	Pb/(mg/kg)	Cd/(mg/kg)	Hg/(mg/kg)	As/(mg/kg)	含量范围/(mg/kg)	超标率/%
黑木耳	102	0.142	0.024	0.005	0.094	0.0051~1.397	0
滑子蘑	4	0.043	0.051	0.00	0.081	0.0086~0.610	0
野生榛蘑	22	0.334	0.189	0.024	0.188	0.030~1.872	3.1
猴头菇	2	0.19	0.096	0.00	0.080	0.030~0.696	0
黄蘑	20	0.14	0.056	0.011	0.22	0.030~1.665	0
香菇	11	0.016	0.072	0.008	0.18	0.010~0.821	0

表 2 2018 年榛蘑中铅、镉、汞、砷含量

Table 2 Average contents of lead, cadmium, total arsenic and total mercury in hazel mushroom in 2018

检测项目	个数	含量范围/(mg/kg)	平均含量/(mg/kg)	检出率/%	超标数/个
Pb	22	0~0.96	0.33	81	0
Cd	22	0.02~0.39	0.19	95	5
Hg	22	0~0.055	0.024	71	0
As	22	0.01~0.47	0.19	90	0

表 3 2016 年榛蘑中铅、镉、汞、砷含量

Table 2 Average contents of lead, cadmium, total arsenic and total mercury in hazel mushroom in 2016

检测项目	个数	含量范围/(mg/kg)	平均含量/(mg/kg)	检出率/%	超标率/个
Pb	13	0.18~0.98	0.61	100	0
Cd	13	0.02~0.25	0.16	100	1
Hg	13	0~0.049	0.020	69	0
As	13	0.048~0.30	0.18	100	0

4 结 语

通过调查我省市售的几种常见食用菌黑木耳、滑子蘑、猴头菇、黄蘑、榛蘑、香菇,其重金属平均含量在标准范围内,说明我省食用菌可以安全食用。由于时间和抽取样品数量有限,有些数据结果有待进一步考察。今后加强榛蘑的质量监控,以期能够为科研工作者研究如何除去食用菌中的重金属提供线索,从而为相关部门制定出更加有利于人群健康的政策和法规提供参考依据。

参考文献

- [1] 朱华玲, 班立桐, 徐晓萍. 食用菌对重金属耐受和富集机理的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(13): 8056-8057, 8062.
Zhu HL, Ban LT, Xu XP. Study progress on the tolerating and accumulating mechanism of edible mushroom on heavy metals [J]. J Anhui Agric Sci, 2011, 39(13): 8056-8057, 8062.
- [2] 郑伟华, 王成, 张红艳, 等. 7种食用菌铅、镉、汞、砷含量监测及质量安全风险评估[J]. 西南农业学报, 2016, 29(2): 396-401.
Zhen WH, Wang C, Zhang HY, et al. Monitoring and quality and safety risk evaluation of lead, cadmium, mercury and arsenic in 7 edible fungi [J]. Southwest Agric J, 2016, 29(2): 396-401.
- [3] 栾丽杰, 杨永涛. 食用菌中重金属的危害及其研究现状[J]. 中国战略新兴产业, 2018, (24): 150, 152.
Luan LJ, Yang YT. The harm of heavy metals in edible fungi and its research status [J]. J Inspect Quarant, 2018, (24): 150, 152.
- [4] 王皋. 不同食用菌重金属含量测定及富集能力初步研究[D]. 邯郸: 河北工程大学, 2017.
Wang G. Preliminary study on determination and enrichment ability of heavy metals in different edible fungi [D]. Handan: Hebei University of Engineering, 2017.
- [5] 刘焯潼, 陈秋生, 张强. 食用菌重金属污染对人体的健康风险分析[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(2): 440-443, 452.
Liu YT, Chen QS, Zhang Q. Analysis of health risk of heavy metal pollution from edible fungi [J]. Hubei Agric Sci, 2015, 54(2): 440-443, 452.
- [6] 寇冬梅, 陈玉成, 张进忠. 食用菌富集重金属特征及污染评价[J]. 江苏农业科学, 2007, (5): 229-232.
Kou DM, Chen YC, Zhang JZ. Edible bacteria enriched in heavy metal characteristics and pollution assessment [J]. Jiangsu Agric Sci, 2007, (5): 229-232.
- [7] 张海岚, 周建平, 边洪荣. 香菇有效成分研究综述[J]. 华北煤炭医学院学报, 2004, (1): 35-36.
Zhang HL, Zhou JP, Bian HR. Review on the study of active ingredients in shiitake mushrooms [J]. J North China Coal Med Coll, 2004, (1): 35-36.
- [8] Vimala R, Charumathi D, Das N. Packed bed column studies on Cd(II) removal from industrial wastewater by macrofungus *Pleurotus platypus* [J]. Desalination, 2011, 275: 291-296.
- [9] 郑伟华. 7种食用菌铅、镉、汞、砷含量监测及质量安全风险评估[J]. 西南农业学报, 2016, 29(2): 396-401.
Zheng WH, Wang C, Zhang HY, et al. Content monitoring and assessment of heavy metals in edible mushrooms from urumqi municipalitu [J]. Southwest China J Agric Sci, 2016, 29(2): 396-401.
- [10] 徐丽红, 陈俏彪, 叶长文, 等. 食用菌对培养基中有害重金属的吸收富集规律研究[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(A1): 42-47.
Xu LH, Chen QB, Ye CW, et al. Regularly of heavy metal absorption and accumulation in the cultivated fungi [J]. J Agro-Environ Sci, 2005, 24(A1): 42-47.
- [11] 姜源, 郝瑞霞, 杨诗琴. 北京市售食用菌的重金属含量及其对 Pb 的吸附特性研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2017, 53(1): 125-134.
Jiang Y, Hao RX, Yang SQ. Natural bioaccumulation of heavy metals onto common edible macrofungi and equilibrium and kinetic studies on biosorption of Pb(II) to them [J]. Acta Sci Nat Univ Pekin(Nat Sci Ed), 2017, 53(1): 125-134.
- [12] 刘焯潼, 陈秋生, 张强. 食用菌重金属污染对人体的健康风险分析[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(2): 440-443, 452.
Liu YT, Chen QS, Zhang Q. Analysis of health risk of heavy metal pollution from edible fungi [J]. Hubei Agric Sci, 2015, 54(2): 440-443, 452.
- [13] 郝春慧, 李琰, 宁文吉. ICP-MS 测定食用菌中铅、总砷、总汞和镉的含量[J]. 检验检疫学刊, 2018, 28(0): 11-13.
Hao CH, Li Yan, Yu WJ. Determination of lead, total arsenic, total mercury and cadmium in edible fungi by ICP-MS [J]. J Inspect Quarant, 2018, 28(5): 11-13.
- [14] 雷蕾, 汪桃花, 梁先龙, 等. 市售干制食用菌中重金属含量分析[J]. 现代农业科技, 2018, (14): 241-242.
Lei L, Wang TH, Liang XL, et al. Analysis of heavy metal content in market dried edible fungi [J]. Mod Agric Sci Technol, 2018, (14): 241-242.
- [15] 赵玉卉. 几种市售鲜食用菌重金属含量及评价[J]. 中国食用菌, 2010, 29(4): 32-34.
Zhao YH. Heavy metal content and evaluation of several edible fungi [J]. Edible Fungi China, 2010, 29(4): 32-34.
- [16] 中华人民共和国食品安全法[Z].
People's Republic of China food safety law [Z].
- [17] 贾彦. 北京市食用菌重金属含量与风险评估[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.
Jia Y. Heavy metal content and risk evaluation of edible fungi in Beijing [D]. Beijing: China Agricultural University, 2007.
- [18] 黎勇, 黄建国, 袁玲. 重庆市主要食用菌的重金属含量及评价[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2006, 28(2): 231-235.
Li Y, Hang JG, Yuan L. Heavy metal content and evaluation of main edible fungi in Chongqing city [J]. J Southwest Agric Univ (Nat Sci Ed), 2006, 28(2): 231-235.
- [19] 丁振铎. 榛蘑多糖药理作用研究现状[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2011, 24(3): 40-41.
Ding ZD. Research status on pharmacological action of Hazel mushroom polysaccharide [J]. J Heilongjiang Ecol Eng Voc Coll, 2011, 24(3): 40-41.
- [20] 国家食品安全监督抽检实施细则(2018年版)[Z].
Implementation rules of state food safety supervision(2018) [Z].
- [21] GB 5009.12-2017 食品安全国家标准 食品中铅的测定[S].
GB 5009.12-2017 National food safety standard-Determination of lead in food [S].
- [22] GB/T 5009.15-2014 食品安全国家标准 食品中镉的测定[S].
GB/T 5009.15-2014 National food safety standard-Determination of

- cadmium in food [S].
- [23] GB/T 5009.11-2014 食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定 [S].
GB/T 5009.11-2014 National food safety standard-Determination of total arsenic and inorganic arsenic in food [S].
- [24] GB/T 5009.17-2014 食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定 [S].
GB/T 5009.17-2014 National food safety standard-Determination of total and organic mercury in food [S].
- [25] GB/T 2762-2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量 [S].
GB/T 2762-2017 National food safety standard-Contaminant limits in food [S].
- [26] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表 第2版, 第一册[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2009.
Yang YX, Wang GY, Pan XC. China food composition, version 2, book 1 [M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2009.
- [27] SC/T 3203-201 I 调味生鱼干 [S].

SC/T 3203-201 I- Dried seasoned raw fish fillet [S].

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



郭金萍, 主管药师, 主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: guojinping5566@163.com



李媛媛, 正高级工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: 40446685@qq.com