

云南省野生食用菌中总砷含量调查

段志敏, 李 瑛*, 徐丹先, 林 佶

(云南省疾病预防控制中心, 昆明 650032)

摘要: 目的 全面了解云南省野生食用菌中总砷污染水平, 为开展云南省野生食用菌中砷污染状况的评价和预警提供基础数据。**方法** 收集 30 种野生食用菌品种, 按 GB/T 5009.11-2003《食品卫生检验方法理化部分 总砷及无机砷的测定》, 用原子荧光光谱法测定所采集的野生食用菌中的总砷, 根据 GB 2762-2012《食品安全国家标准 食品中污染物限量》进行评价。**结果** 30 种 171 件新鲜野生食用菌中总砷含量范围为<0.05~4.91 mg/kg, 其中楚雄松茸的总砷含量最高, 为 4.91 mg/kg; 野生食用菌的平均超标率为 11.1%, 而松茸超标率为 100%。**结论** 本次调查选取的野生食用菌中大部分样品的总砷含量达到国家标准要求, 应加强对超标野生食用菌的监测, 同时也要开展对野生食用菌干制品中污染物的检测, 以确保食品安全。

关键词: 野生食用菌; 总砷; 检测

Investigation on total arsenic content of wild edible fungi in Yunnan province

DUAN Zhi-Min, LI Ying*, XU Dan-Xian, LIN Ji

(Yunnan Center for Disease Control and Prevention, Kunming 650032, China)

ABSTRACT: Objective To fully understand the pollution of total arsenic in wild edible fungi in Yunnan province, and provide a reliable basis data for the evaluation and early warning of arsenic pollution in wild edible fungi. **Methods** A total of 30 kinds of wild edible fungi were collected, the content of total arsenic in wild edible fungi were determined by atomic fluorescence spectrophotometry, according to GB/T 5009.11-2003 *Methods of food hygienic analysis, physical and chemical section-Determination of total arsenic and inorganic arsenic*. The results were evaluated according to GB 2762-2012 *National food safety standard-Limits of contaminants in food*. **Results** The detection range of 30 kinds of 171 fresh wild edible fungi was <0.05~4.91 mg/kg, the highest content of total arsenic was *Tricholoma matsutake* in Chuxiong, which was 4.91 mg/kg. The over-standard rate of total arsenic was 11.1%, and the over-standard rate of *Tricholoma matsutake* was 100%. **Conclusion** The total arsenic content of most wild edible fungi in this investigation meet the national standard. It is necessary to strengthen the monitoring in edible fungi with unqualified results, and at the same time carry out the detection of contaminants in wild edible fungi dried products to ensure the food safety.

KEY WORDS: wild edible fungi; total arsenic; detection

1 引言

云南有着得天独厚的气候条件、复杂的地形地貌、各

种各样的森林及土壤类型, 孕育了丰富的野生食用菌资源, 具有种类多、分布广、产量大的特点。野生食用菌具有丰富的营养价值^[1-4], 味道鲜美, 深受大众喜爱。研究表明食

*通讯作者: 李瑛, 副主任技师, 主要研究方向食品安全风险评估。E-mail: 1594636447@qq.com

*Corresponding author: LI Ying, Associate Chief Technician, Yunnan Center for Disease Control and Prevention, No.158 Dongsi Street, Kunming 650022, China. E-mail: 1594636447@qq.com

用菌对重金属具有较强的富集能力^[5,6],且随着土壤、水等环境污染的加剧,近几年食用菌中金属超标现象较为严重^[7-11]。本研究采用原子荧光光谱法对昆明、楚雄、玉溪、曲靖、大理、红河、普洱、临沧等地销售的野生食用菌中总砷含量进行测定,为了解云南省野生食用菌中总砷含量的现状提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 样品

野生食用菌,购自昆明、楚雄、玉溪、临沧、大理、曲靖、红河、普洱等地的零售、批发市场。随机采集 30 种 171 件新鲜野生食用菌。

本次调查所采集 30 种野生食用菌在云南的俗名、中文名及拉丁文名见表 1。

2.2 试剂与仪器

砷标准溶液(1000 $\mu\text{g/mL}$,中国计量科学研究院);代用质控样菠菜(GWB 10015 GSB-6 菠菜成分分析标准物质,地球物理地球化学勘查研究所)。

AFS-9130 原子荧光光度计(北京吉天仪器有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 样品处理

摘取可食部分,去除泥土,测定时直接取匀浆新鲜样品,称取约 5 g (精确至 0.0001 g),采用干灰化法,定容到适当体积后检测。

称取菠菜标准物质与样品进行相同处理和测定,以确保检测结果的准确性。

2.3.2 检测方法与检测结果的评价标准

采用 GB/T 5009.11-2003《食品中总砷及无机砷的测定》^[12]氢化物原子荧光光度法测定总砷含量。

GB 2762-2012《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[13]中食用菌及其制品砷限量指标为 0.5 mg/kg。

3 结果与分析

3.1 云南省不同地区野生食用菌中总砷含量检测结果

按地区分类统计野生食用菌中总砷含量(见表 2),各地野生食用菌结果用 SPSS 软件统计,经 $K-W$ 检验分析, $\chi^2=19.073$, $P<0.05$,有明显统计学意义。171 件样品中总砷含量检出范围为 $<0.05\sim 4.91$ mg/kg,总均值为 0.39 mg/kg,超标率为 11.1%;总砷含量 <0.05 mg/kg 的有 16 件,统计时以 0.025 mg/kg 计。

由表 2 可知,云南省野生食用菌中总砷含量最高值、平均值和超标率均高于文献值^[7-11]。临沧市和玉溪市的野生食用菌总超标率相对较高,原因是在这些地方采集的样品数量及品种较少。由于野生食用菌的生长和销售有季节

性,再加上距离原因,样品采集时数量及品种会受到影响。从各州市所采集的野生食用菌品种不尽相同,超标率不能反映当地的真实水平。为了得到更真实的结果,从品种和数量上应加强对野生食用菌中的污染物检测。另昆明市采集的样品数量最多,其平均值和超标率均超出了云南省平均值,说明昆明的野生食用菌污染情况不容忽视;6 件超标样品中有 3 件是松茸,尤其需要加强对松茸的监测。

表 1 野生食用菌的名称
Table 1 The name of wild edible fungi

俗名	中文名	拉丁文
牛肝菌	美味牛肝菌	<i>Boletus edulis</i> Bull
青头菌	青头菌	<i>Russula virescens</i>
见手青	小美牛肝菌	<i>Boletus luridus</i>
干巴菌	干巴菌	<i>Sparassis crispa</i>
奶浆菌	红奶浆菌	<i>Lactarius volemu</i>
扫把菌	珊瑚菌	<i>Ramaria botrytoides</i>
黄赖头	黑疣柄牛肝菌	<i>Leccinum nigrescens</i>
鸡油菌	鸡油菌	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.
松茸菌	松口蘑	<i>Tricholoma matsutake</i>
鸡枞	鸡枞菌	<i>Termitornyces albuminosus</i> (Berk) Heim
虎掌菌	虎掌菌	<i>Sarcodon aspratus</i>
铜绿菌	红汁乳菇	<i>Lactarius hatsudake</i>
皮条菌	红蜡蘑	<i>Laccaria laccata</i>
白枫菌	玉蕈离褶伞	<i>Lyophyllum shimeji</i>
马皮泡	马勃菌	<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb
红葱菌	红葱牛肝菌	<i>Boletus queletii</i> Schulz
喇叭菌	喇叭菌	<i>Cantharellus cinereus</i>
老人头	老人头菌	<i>Catathelasma ventricosum</i>
块菌	松露	<i>Tuber melanosporum</i>
草鸡枞	长根奥德蘑	<i>Oudemansiella radiata</i>
大白菌	大白菇	<i>Russula delica</i> Fr.
谷熟菌	松乳菇	<i>Lactarius deliciosus</i>
荞面菌	铆钉菇	<i>Gomphidius viscidus</i>
大红菌	红菇	<i>Russula vinosa</i> Lindblad
石灰菌	白乳菇	<i>Lactarius piperatus</i>
兔耳朵	兔耳侧盘菌	<i>Otidea leporina</i>
小黑桃菌	黄褐牛肝菌	<i>Boletus impolitus</i> Fr.
鸡蛋菌	橙盖鹅膏菌	<i>Amanita caesarea</i>
灵芝	灵芝	<i>Ganoderma lucidum</i>
竹荪	长裙竹荪	<i>Dictyophora inausiata</i>

3.2 云南省不同种类野生食用菌中总砷含量检测结果

171 件野生食用菌样品共包含 30 个品种, 总砷含量以品种分类统计其检测范围、平均值及超标情况, 结果见表 3。

从表 3 可以看出, 有 19 种野生食用菌合格率为 100%, 有 10 个品种存在部分超标, 超标率受样品采集数量影响。松茸超标率为 100%, 平均值为 3.15 mg/kg, 远远超过总平均值(0.39 mg/kg)。

表 2 云南省不同地区野生食用菌中总砷含量检测结果

Table 2 Determination results of total arsenic in wild edible fungi in different regions of Yunnan province

地区	样品量(件)	检测结果(mg/kg)		>0.5 mg/kg(件)	超标率(%)
		检测范围	均值		
昆明	49	<0.05 ~ 3.52	0.45	6	12.2
楚雄	43	<0.05 ~ 4.91	0.33	4	9.3
玉溪	19	0.09 ~ 1.47	0.37	3	15.8
大理	18	<0.05 ~ 4.02	0.51	2	11.1
普洱	12	<0.05 ~ 0.56	0.11	1	8.3
曲靖	11	<0.05 ~ 0.37	0.15	0	0
临沧	9	0.05 ~ 4.71	0.72	2	22.2
红河	10	0.09 ~ 3.21	0.44	1	10.0
合计	171	<0.05 ~ 4.91	0.39	19	11.1

表 3 云南省不同种类野生食用菌中总砷含量检测结果

Table 3 Determination results of total arsenic in different kinds of wild edible fungi of Yunnan province

序号	食用菌名称	采集地	样品数量(件)	总砷含量(mg/kg)		>0.5 mg/kg(件)	超标率(%)
				范围	均值		
1	牛肝菌	昆明、楚雄、玉溪、大理、普洱、红河	28	<0.05~1.58	0.23	2	7.1
2	青头菌	昆明、楚雄、玉溪、大理、普洱、临沧	12	<0.05~0.30	0.13	0	0
3	鸡枞	昆明、楚雄、临沧、大理、玉溪	11	0.09~0.41	0.20	0	0
4	见手青	昆明、楚雄、大理、普洱、临沧	10	<0.05~0.75	0.15	1	10.0
5	干巴菌	昆明、楚雄、玉溪、大理、普洱、曲靖、红河	9	0.06~2.10	0.39	1	11.1
6	奶浆菌	昆明、楚雄、大理、普洱、红河	9	<0.05~0.49	0.15	0	0
7	扫把菌	昆明、楚雄、玉溪、大理、普洱、临沧	9	<0.05~0.50	0.20	0	0
8	黄赖头	昆明、楚雄、玉溪、临沧、普洱、曲靖、红河	9	<0.05~0.24	0.16	0	0
9	鸡油菌	昆明、楚雄、玉溪、大理、普洱、曲靖	8	<0.05~0.56	0.20	1	12.5
10	松茸菌	昆明、楚雄、大理、玉溪	7	1.79~4.91	3.15	7	100
11	虎掌菌	昆明、楚雄、玉溪	7	0.05~0.49	0.21	0	0
12	铜绿菌	昆明、楚雄、玉溪、大理、曲靖	7	0.15~0.37	0.23	0	0
13	马皮泡	昆明、楚雄、临沧、普洱	6	<0.05~0.24	0.12	0	0
14	皮条菌	昆明、楚雄、玉溪、临沧	5	0.05~4.70	1.12	2	40.0
15	白枫菌	昆明、楚雄、普洱、临沧	5	0.05~0.54	0.16	1	20.0
16	红葱菌	昆明、玉溪、红河	3	<0.05~3.21	1.19	1	33.3
17	喇叭菌	昆明、楚雄、普洱	3	0.13~1.64	0.70	1	33.3
18	老人头	昆明	3	0.06~0.21	0.12	0	0
19	块菌	楚雄	3	<0.05~0.14	0.09	0	0
20	草鸡枞	昆明、楚雄	2	<0.05、0.98	0.50	1	50.0
21	大白菌	楚雄、临沧	2	0.08、0.64	0.36	1	50.0
22	谷熟菌	昆明、楚雄	2	0.14、0.35	0.25	0	0
23	荞面菌	楚雄、玉溪	2	0.14、0.19	0.25	0	0
24	大红菌	昆明、楚雄	2	0.06、0.13	0.10	0	0
25	石灰菌	昆明、楚雄	2	<0.05、0.10	0.06	0	0
26	兔耳朵	昆明	1	-	0.15	0	0
27	小黑桃菌	昆明	1	-	0.09	0	0
28	鸡蛋菌	昆明	1	-	0.08	0	0
29	灵芝	楚雄	1	-	0.07	0	0
30	竹荪	昆明	1	-	<0.05	0	0

4 讨 论

砷元素在自然环境中极少, 因其不溶于水, 故无毒, 但极易氧化成剧毒的三氧化二砷。砷的毒性与其化学价态有密切关系, 如无机砷的毒性大于有机砷, 三价砷的毒性大于五价砷^[14]。砷及其化合物具有毒性, 所以人体砷摄入量过多会造成砷中毒。砷在人体内的潜伏期长达几年甚至几十年, 将导致人体的消化系统、神经系统和皮肤等发生病变, 常伴有肝肿大、肢体血管痉挛, 重者还会出现贫血和肝硬化等症状。

云南的野生食用菌季节性较强, 受地域或成熟时间的限制, 有的样品采集数量较少, 有的品种(如羊肚菌)没有采集到, 想要更全面地了解云南省野生菌中砷污染状况, 应将样品的采集周期延长。市场上极少见到新鲜竹荪和灵芝出售, 干制品在各超市均有售。除了对新鲜野生菌进行监测, 也要考虑对其干制品取样检测。

本研究了解到云南省野生食用菌中总砷的污染状况不容乐观, 松茸的超标情况尤其要引起重视、加强监管。松茸多生长于高海拔地区, 来自工业的污染可能性较小; 所有样品超标, 可排除运输途中受污染的情况。可能是野生状态下, 松茸在生长期对环境中的砷化合物有较强的富集作用, 也可能是生长环境中本底较高引起的。

不同价态的砷毒性不同, 对超标的样品应进行形态分析, 以确定其食用的安全性。目前我国评价食用菌砷的标准依照 GB 2762-2012^[13], 这个标准是否同时适用于人工培养的食用及野生食用菌尚有待研究。废除的食用菌卫生标准^[15]分别规定干、湿食用菌中总砷的限值; 食用菌及其制品^[16]中写明污染物限量要符合 GB 2762-2012^[13]的规定。干、湿食用菌水分含量相差数倍, 用同一标准评判是不合理的, 且不同形态的砷毒性也不同, 所以建议完善现有的国家标准, 制定更加细致的分类, 更合理地判断食物的安全性。

参考文献

- [1] 周家齐, 王玲仙, 段玉, 等. 十余种常见野生食用菌氨基酸成分分析[J]. 中国食用菌, 1992, 11: 23-26.
Zhou JQ, Wang LX, Duan Y, *et al.* Analysis of amino acid composition of more than ten kinds of common wild edible fungi [J]. Edible Fungi China, 1992, 11: 23-26.
- [2] 陈炳卿. 营养与食品卫生学(第3版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1994.
Chen BQ. Nutrition and food hygiene (Third Ed) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1994.
- [3] 于文清, 彭艳芳, 许迎迎, 等. 五种野生食用菌干品营养及鲜味成分分析和评价[J]. 天然产物研究与开发, 2015, (2): 271-276, 313
Yu WQ, Peng YF, Xu YY, *et al.* Analysis and evaluation of nutritional and flavor components of five wild dried edible fungi [J]. Nat Prod Res Dev, 2015, (2): 271-276, 313
- [4] 杨旭昆, 汪禄祥, 刘艳芳. 7种云南野生食用菌的氨基酸组成比较分析及营养评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, (10): 3912-3917
Yang XK, Wang LX, Liu YF. Composition comparison and nutritional evaluation of amino acids in 7 kinds of wild edible mushrooms from Yunnan province [J]. J Food Saf Qual, 2016, (10): 3912-3917.
- [5] 余红英, 曹海军, 宋鹏, 等. 三种常见食用蕈菌对重金属的耐受与富集研究[J]. 四川大学学报(自然科学版), 2008, 45(5): 1263-1268.
She HY, Cao HJ, Song P, *et al.* Investigation of heavy metals resistance and accumulation in three edible mushrooms [J]. J Sichuan Univ (Nat Sci Ed), 2008, 45(5): 1263-1268.
- [6] 朱华玲, 班立桐, 徐晓萍. 重金属对食用菌耐受和富集机理的研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(13): 8056-8057, 8062.
Zhu HL, Ban LT, Xu XP. Study on the mechanism of heavy metal tolerance and accumulation in edible fungi [J]. J Anhui Agric Sci, 2011, 39(13): 8056-8057, 8062
- [7] 蔡一新, 华永有, 吴晶文. 福建省食用菌铅、砷、镉污染状况研究[J]. 卫生研究, 2003, 32(6): 588-589.
Cai YX, Hua YY, Wu JW. Study on pollution of lead, arsenic and cadmium in edible fungi in Fujian province [J]. J Hyg Res, 2003, 32(6): 588-589.
- [8] 林信, 许燕, 赵世文, 等. 云南省 8 种常见野生食用牛肝菌中总砷、总汞、铅、镉含量的检测及食用安全性评价[J]. 职业与健康, 2016, 32(09): 1203-1205
Lin J, Xu Y, Zhao SW, *et al.* Detection of total arsenic, total mercury, lead and cadmium contents in 8 kinds of common wild edible *Boletus* in Yunnan province and food safety evaluation [J]. Occup Health, 2016, 32(09): 1203-1205.
- [9] 张徐惠群, 杨暄, 周忻, 等. 十八种食用菌铅、砷含量测定及其健康风险评估[J]. 食用菌学报, 2012, 19(3): 91-96.
Zhang XHQ, Yang X, Zhou X, *et al.* Determination of lead and arsenic concentrations in 18 edible fungi in Beijing and evaluation of their health risks [J]. Acta Edulis Fungi, 2012, 19(3): 91-96.
- [10] 陆剑飞, 梁赤周. 浙江省食用菌重金属污染的风险评价[J]. 北京农学院学报, 2014, 29(3): 33-37.
Lu JF, Liang CZ. Risk assessment of heavy metal pollution in edible fungi in Zhejiang province [J]. J Beijing Univ Agric, 2014, 29(3): 33-37.
- [11] 郑国旗, 王丽, 李婧. 云南保山市售野生菌铅砷汞污染状况分析[J]. 海峡预防医学杂志, 2014, 20(5): 58-59.
Zheng GQ, Wang L, Li J. Analysis of lead, arsenic and mercury pollution in wild bacteria sold in Yunnan, Baoshan [J]. Strait J Prev Med, 2014, 20(5): 58-59.
- [12] GB/T 5009.11-2003 食品中总砷及无机砷的测定[S].
GB/T 5009.11-2003 Determination of total arsenic and inorganic arsenic in food [S].
- [13] GB 2762-2012 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S]
GB 2762-2012 National food safety standard-Limits of contaminants in food [S].
- [14] Ferguson JF, Gavis J. A review of the arsenic cycle in natural water [J]. Water Res, 1972, (6): 1259-1274.
- [15] GB 7096-2003 食用菌卫生标准[S].
GB 7096-2003 Hygienic standard for edible fungi [S].
- [16] GB 7096-2014 食品安全国家标准 食用菌及其制品[S].
GB 7096-2014 National food safety standard-Edible fungus and its products [S].

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



段志敏, 主任技师, 主要研究方向为
食品理化检验。
E-mail: 64399213@qq.com



李 瑛, 副主任技师, 主要研究方
向为食品风险评估。
E-mail: 1594636447@qq.com

《农兽药残留研究》专题征稿函

食用农产品中农药、兽药残留问题是国内外广泛关注的课题。本刊特组织“农兽药残留研究”专题, 征集的稿件主要围绕农兽药残留标准制定与风险评估、农兽药的代谢与迁移转化、农兽药残留样品前处理方法、农兽药残留检测技术与应用、农兽药残留现场检测技术、农兽药残留市场监测与结果分析等或者您认为与本专题相关有意义的领域。该专题主编拟由中国农业大学**潘灿平教授**担任, 该专题计划在2018年4月出版。

本刊主编**吴永宁研究员**与专题主编**潘灿平教授**特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在2018年2月底前通过网站或E-mail投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题):

网站: www.chinafoodj.com

Email: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部