

# 天津市食用菌质量安全风险监测调查与分析

刘焯潼<sup>1</sup>, 张强<sup>1</sup>, 张玮<sup>2</sup>, 殷萍<sup>1</sup>, 苏芳<sup>1</sup>, 孙瑞<sup>1</sup>, 刘璐<sup>1</sup>, 陈秋生<sup>1\*</sup>

(1. 天津市农业质量标准与检测技术研究所, 天津 300381; 2. 天津市农业发展服务中心, 天津 300061)

**摘要: 目的** 通过对天津市销售的 5 种有代表性的鲜品食用菌开展污染物监测工作, 了解天津市食用菌质量安全现状。**方法** 在生产基地、批发市场、农贸市场和超市随机抽取香菇、平菇、白灵菇、金针菇和双孢菇 5 种新鲜样品, 共 131 份样品, 进行重金属、农药和甲醛含量的测定。**结果** 经检测发现, 食用菌有害重金属总体合格率为 95.4%, 子实体中均含有 Pb、Cd 和 As 元素, 检出率为 100%; 同时绝大部分子实体也含有 Hg 元素, 检出率为 94.6%; 农药残留总体合格率为 92.3%, 农药残留检出率为 35.6%; 甲醛的检出率为 87.9%。**结论** 天津市鲜品食用菌质量安全状况良好, 为进一步保证食用菌的质量安全, 应加强对食用菌生产的监督与管理, 提升食用菌品质。

**关键词:** 食用菌; 重金属; 农药残留; 甲醛; 检测

## Investigation and analysis on the quality and safety risk monitoring of edible fungi in Tianjin

LIU Ye-Tong<sup>1</sup>, ZHANG Qiang<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>2</sup>, YIN Ping<sup>1</sup>, SU Fang<sup>1</sup>, SUN Rui<sup>1</sup>,  
LIU Lu<sup>1</sup>, CHEN Qiu-Sheng<sup>1\*</sup>

(1. Tianjin Institute of Agricultural Quality Standard and Testing Technology, Tianjin 300381, China;  
2. Tianjin Agricultural Development Service Center, Tianjin 300061, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the quality and safety status of edible fungi through the pollutant monitoring of five representative fresh edible fungi sold in Tianjin. **Methods** A total of 131 samples of five kinds fresh fungi *Lentinusedodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus nebrodensis*, *Flammulina velutipes* and *Agaricus bisporus* were randomly selected from production bases, wholesale markets, wet markets and supermarkets to determine the contents of heavy metals, pesticides and formaldehyde. **Results** The results showed that the total qualified rate of harmful heavy metals in edible fungi was 95.4%, and all fruiting bodies contained Pb, Cd and As, with the detection rate of 100%. Hg was also found in most of fruiting bodies, with the detection rate of 94.6%. The overall qualified rate of pesticide residue was 92.3%, and the detection rate of pesticide was 35.6%. In addition, the formaldehyde detection rate was 87.9%. **Conclusion** The quality and safety of fresh edible fungi in Tianjin is good. In order to further ensure the quality and safety of edible fungi, the supervision and management of edible fungi production should be strengthened to improve the quality of edible fungi.

**KEY WORDS:** edible fungi; heavy metals; pesticide residues; formaldehyde; detection

基金项目: 天津市农业科技成果转化与推广项目(201701080)

Fund: Supported by Tianjin Agricultural Science and Technology Achievement Transformation and Promotion Project (201701080)

\*通讯作者: 陈秋生, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量与安全。E-mail: tjzbscqs@126.com

\*Corresponding author: CHEN Qiu-Sheng, Master, Associate Professor, Engaged in Agricultural Product Quality and Safety Research. E-mail: tjzbscqs@126.com

## 1 引言

食用菌是集经济效益、生态效益和社会效益于一体的高附加值经济作物,具有有机、营养、保健等绿色食品特性<sup>[1,2]</sup>,作为蔬菜的重要补充丰富了我市居民的“菜篮子”。近年来我市食用菌种植也得到蓬勃发展,据统计,2017年天津市食用菌种植面积近14000亩,产量近9.3万吨。随着种植面积不断扩大、产量逐年提高、品种不断丰富,但同蔬菜、粮食等其他农产品一样,由于对食用菌产量、效益和产品外观等方面的片面追求,以及部分菇农和生产企业质量安全意识淡薄<sup>[3]</sup>,导致食用菌的食品安全问题逐渐显露出来,食用菌中的有害重金属、农药、甲醛、二氧化硫、病原微生物等物质残留过高甚至超标现象屡有发生,严重威胁人民的身体健康<sup>[4,5]</sup>。为了保障我市消费者的饮食安全,为农业监管部门提供技术支持,本研究对我市食用菌生产基地、批发市场、农贸市场、超市进行调查取样,针对其化学污染物进行监测,评价全市食用菌质量安全现状及存在的风险隐患,以期为天津市农产品质量安全监管提供技术依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 样品采集

样品采集选用随机取样的方法,采样地点为食用菌生产基地、批发市场、农贸市场和超市,选取的品种为香菇、平菇、白灵菇、金针菇和双孢菇5种较常见的大众消费的新鲜样品,本次调查共采集样品131份(表1)。

### 2.2 监测项目及检测方法

#### 2.2.1 农药

禁用农药:甲胺磷、对硫磷、甲基对硫磷、六六六,限用农药:氧乐果、甲拌磷(包括甲拌磷砒和甲拌磷亚砒)、甲基异柳磷、水胺硫磷、克百威(包括3-羟基克百威)、涕灭威(包括涕灭威砒和涕灭威亚砒)、毒死蜱、三唑磷、氟虫腈(包括氟甲腈、氟虫腈硫醚、氟虫腈砒),常规农药:乐果、敌敌畏、乙酰甲胺磷、丙溴磷、杀螟硫磷、二嗪磷、马拉硫磷、亚胺硫磷、伏杀硫磷、辛硫磷、氯氰菊酯、氟氰菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、氟胺氰菊酯、氟戊菊酯、三唑酮、百菌清、异菌脲、灭多威、甲萘威、三氯杀螨醇、

腐霉利、五氯硝基苯、乙烯菌核利、多菌灵、吡虫啉、啉虫脒、哒螨灵、苯醚甲环唑、啉霉胺、氨基阿维菌素苯甲酸盐、烯酰吗啉、虫螨腈、咪鲜胺、啉菌酯、二甲戊乐灵、噻虫嗪、氟啶脲、灭幼脲、阿维菌素、除虫脲、氰戊菊酯、甲氧菊酯、氯氟菊酯、灭蝇胺、甲霜灵、霜霉威、多效唑、氯吡脲、氯虫苯甲酰胺、氯菊酯(异构体之和)、醚菊酯、虫酰肼、吡唑醚菊酯。

检测依据:NY/T 761-2008《蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定》<sup>[6]</sup>、GB/T 20769-2008《水果和蔬菜中450种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》<sup>[7]</sup>、GB 23200.8-2016《水果和蔬菜中500种农药及相关化学品残留量的测定》<sup>[8]</sup>、GB/T 5009.135-2003《植物性食品中灭幼脲残留量的测定》<sup>[9]</sup>、GB 23200.20-2016《食品中阿维菌素残留量的测定》<sup>[10]</sup>、GB/T 5009.147-2003《植物性食品中除虫脲残留量的测定》<sup>[11]</sup>。

#### 2.2.2 重金属污染物

砷、汞、铅、镉,检测依据:GB 5009.11-2014《食品中总砷及无机砷的测定》<sup>[12]</sup>、GB 5009.17-2014《食品中总汞及有机汞的测定》<sup>[13]</sup>、GB 5009.12-2017《食品中铅的测定》<sup>[14]</sup>、GB 5009.15-2014《食品中镉的测定》<sup>[15]</sup>。

#### 2.2.3 其他污染物

甲醛,检测依据NY/T 3292-2018《蔬菜中甲醛含量的测定 高效液相色谱法》<sup>[16]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 食用菌中有害重金属含量分析

采集的食用菌样品中有害重金属含量结果见表2,从总体上看,子实体中均含有Pb、Cd和As元素,检出率为100%;同时绝大部分子实体也含有Hg元素,检出率为94.6%。其中子实体中Pb含量范围为0.006~0.312 mg/kg, Cd含量范围为0.006~0.125 mg/kg, As含量范围为0.003~0.133 mg/kg, Hg含量范围为ND~0.095 mg/kg。根据GB 2762-2017《食品中污染物限量》<sup>[17]</sup>的有关要求(表3),食用菌有害重金属含量总体合格率为95.4%,其中,5个双孢菇样品中As含量超标,1个双孢菇样品中As和Hg含量均超标。但有部分样品中重金属含量接近限量值,也需要值得注意。

表1 食用菌样品采集数量  
Table 1 The collection number of edible fungi samples

地点	品种					合计
	香菇	平菇	白灵菇	金针菇	双孢菇	
生产基地	6	6	2	4	4	22
批发市场	10	10	5	10	10	45
农贸市场	12	12	3	12	8	47
超市	4	4	1	4	4	17
小计	32	32	11	30	26	131



表3 食用菌中重金属的限量指标  
Table 3 Limit standard of heavy metals in edible fungi

名称	元素	限量/(mg/kg)
食用菌及其制品	总砷(以 As 计)	0.5
	总汞(以 Hg 计)	0.1
	铅(以 Pb 计)	1.0
	镉(以 Cd 计)	0.2
	新鲜食用菌(香菇和姬松茸除外)	0.5
	香菇	0.5

同时,从实验结果看出,不同食用菌中累计的同一种重金属含量有差异,同品种的食用菌中累计的同一种重金属含量也有较大差异。由此说明食用菌中重金属的含量不仅与品种有关,还与栽培环境、技术、培养料等其他因素有关<sup>[18,19]</sup>。

### 3.2 食用菌中农药残留分析

#### 3.2.1 香菇中农药残留情况

在采集的 32 个香菇样品中检出腐霉利和多菌灵 2 种农药残留,其中,腐霉利检出值为 0.022~0.087 mg/kg,检出率为 12.5%;多菌灵检出值为 0.008~0.124 mg/kg,检出率为 15.6%。GB 2763-2019 根据《食品中农药最大残留限量》<sup>[20]</sup>中的限量要求,腐霉利限量值为 5.0 mg/kg,农业农村部例行监测农药残留限量值的限量要求,多菌灵限量值为 3.0 mg/kg,从检测结果看,检出的农药残留均符合限量要求,香菇的合格率为 100%。

#### 3.2.2 平菇中农药残留情况

在采集的 32 个平菇样品中检出毒死蜱、腐霉利、甲基异柳磷和多菌灵 4 种农药残留,其中,毒死蜱检出值为 0.014 mg/kg,检出率为 3.1%;腐霉利检出值为 0.020~0.096 mg/kg,检出率为 9.34%;甲基异柳磷检出值为 0.004~0.016 mg/kg,检出率为 6.25%;多菌灵检出值为 0.014~0.091 mg/kg,检出率为 12.5%。根据 GB 2763-2019 《食品中农药最大残留限量》<sup>[20]</sup>中的限量要求,腐霉利限量值为 5.0 mg/kg;农业农村部例行监测农药残留限量值的限量要求,多菌灵限量值为 3.0 mg/kg;中华人民共和国农业部公告第 2567 号明确要求,蔬菜上禁止使用毒死蜱和甲基异柳磷。从检测结果看,平菇的合格率为 90.6%,其中,1 个样品含有限用农药毒死蜱,2 个样品含有甲基异柳磷。

#### 3.2.3 金针菇中农药残留情况

在采集的 30 个金针菇样品中检出毒死蜱、多菌灵和三唑酮 3 种农药残留,其中,毒死蜱检出值为 0.020 mg/kg,检出率为 3.3%;多菌灵检出值为 0.004~0.038 mg/kg,检出率为 13.3%;三唑酮检出值为 0.009 mg/kg,检出率为 3.3%;根据农业农村部例行监测农药残留限量值的限量要求,多菌灵限量值为 3.0 mg/kg,三唑酮限量值为 1 mg/kg;中华人民共和国农业部公告第 2567 号中明确要求,蔬菜上禁

止使用毒死蜱。从检测结果看,金针菇的合格率为 96.7%,其中,1 个样品含有限用农药毒死蜱,其余检出的农药残留符合限量要求。

#### 3.2.4 白灵菇中农药残留情况

在采集的 11 个白灵菇样品中检出多菌灵农药残留,多菌灵检出值为 0.04 mg/kg,检出率为 9.1%。根据农业农村部例行监测农药残留限量值的限量要求,多菌灵限量值为 3.0 mg/kg,从检测结果看,白灵菇的合格率为 100%。

#### 3.2.5 双孢菇中农药残留情况

在采集的 26 个双孢菇样品中检出毒死蜱、辛硫磷、氯氰菊酯、甲氰菊酯、联苯菊酯、克百威、甲萘威、啉霉胺、阿维菌素和多菌灵共 10 种农药残留,其中,毒死蜱检出值为 0.022 mg/kg,检出率为 3.85%;辛硫磷检出值为 0.016~1.964 mg/kg,检出率为 19.2%;氯氰菊酯检出值为 0.024~0.198 mg/kg,检出率为 23.1%;甲氰菊酯检出值为 0.020~0.204 mg/kg,检出率为 7.69%;联苯菊酯检出值为 0.057~0.082 mg/kg,检出率为 7.68%;克百威检出值为 0.016 mg/kg,检出率为 3.85%;甲萘威检出值为 0.080~0.132 mg/kg,检出率为 7.68%;啉霉胺检出值为 0.020~2.064 mg/kg,检出率为 38.5%;阿维菌素检出值为 0.004~0.012 mg/kg,检出率为 11.5%;多菌灵检出值为 0.032~4.708 mg/kg,检出率为 46.1%。GB 2763-2019 根据《食品中农药最大残留限量》<sup>[18]</sup>中的限量要求,辛硫磷限量值为 0.05 mg/kg,氯氰菊酯限量值为 0.5 mg/kg,甲萘威限量值为 1.0 mg/kg;农业农村部例行监测农药残留限量值中的限量要求,甲氰菊酯限量值为 1.0 mg/kg,联苯菊酯限量值为 0.5 mg/kg,啉霉胺限量值为 1.0 mg/kg,阿维菌素限量值 0.2 mg/kg,多菌灵限量值为 3.0 mg/kg;中华人民共和国农业部公告第 2567 号中要求,蔬菜上禁止使用毒死蜱和克百威。从检测结果看,双孢菇的合格率为 76.9%,其中,1 个样品含有毒死蜱,1 个样品含有克百威,3 个样品中辛硫磷和多菌灵同时超标,1 个样品多菌灵超标。

从以上实验结果看出,在采集的 131 个食用菌样品中,农药残留总体合格率为 92.3%,但是农药残留检出率相对较高,尤其是双孢菇质量问题更为突出,涉及的农药主要分为杀虫剂和杀菌剂 2 大类。造成食用菌农残污染主要有

3 大因素,一是生态环境的污染,工业“三废”的排放,农业上化肥、农药的大量使用,对空气、水源、土壤等环境造成严重污染,是食用菌生产农药残留的间接原因;二是栽培过程的污染,由于食用菌生产用药方面缺少有效的标准,菇农乱弄农药的现象较为严重;三是采摘后的污染,一般在加工或保存的过程中会添加保鲜剂等药物,从而保证食用菌的品相<sup>[21]</sup>。

### 3.3 食用菌中甲醛残留分析

在采集的 131 个食用菌样品中,甲醛的检出率为 87.9%,其中,香菇中甲醛含量为 8.8~146.5 mg/kg,检出率为 100%;平菇中甲醛含量为 ND~6.5 mg/kg,检出率为 18.7%;金针菇中甲醛含量为 ND~8.9 mg/kg,检出率为 13.3%;白灵菇中甲醛含量为 ND~1.2 mg/kg,检出率为 18.1%;双孢菇中甲醛含量为 1~1.6 mg/kg,检出率为 100%。目前,我国对食用菌中的甲醛含量还没有明确的限量要求。但在食用菌生产过程中,菇农会使用甲醛对菇房等环境进行杀菌消毒<sup>[6]</sup>。同时,也有相关研究表明<sup>[22,23]</sup>,食用菌中的甲醛在其生长过程中会自然产生。特别是香菇中的甲醛含量相对其他食用菌来说,稍微偏高,香菇中的甲醛是在酶的作用下由 Lentinic acid(一种硫代 L-谷氨酸半胱氨酸缩氨酸)形成的,该组份是香菇精的前体物质,是香菇中重要的芳香成份,但含甲醛的香菇在烹饪过程中,几乎所有甲醛都被蒸发,因此食用香菇不会摄入甲醛,也就不会造成危害。

## 4 结 论

通过对天津市食用菌质量安全现状进行调查发现,鲜品食用菌总体合格率较高,质量安全状况良好,但是从监测数据看来,仍有重金属和农药含量超标的问题,在农药使用方面乱用滥用的现象也较为广泛,检出农药品种较多。笔者认为食用菌生产管理还要把握以下原则:一是确保原材料的安全性,包括作为菌棒质的木屑、棉籽壳、麸皮、作物秸秆、覆土材料及各种添加成分的安全性,以防有害成分的积累;二是所选择栽培场所的环境卫生和水质标准应符合食品生产的环境、水质要求,直接喷洒在菇体上的用水要符合饮用水标准;三是病虫害防治和生产、加工环境治理要贯彻以防为主,加强科学用药,选用低毒、高效、易降解的生物源或植物源农药,且使用药剂的时间、剂量应遵循相应的农药安全使用标准;四是加强食用菌生产用药的监督检查,依法查处非法经营农药的行为<sup>[24,25]</sup>。

### 参考文献

- [1] 付兴亚,李钦源,计建东,等. 食用菌安全现状分析[J]. 现代食品, 2019, (2): 96-98.  
Fu XY, Li QY, Ji JD, et al. Analysis of the current status of edible fungi safety [J]. Mod Food, 2019, (2): 96-98.
- [2] 刘焯潼,张强,殷萍,等. 微波消解-电感耦合等离子体质谱法测定食用菌基质中 4 种重金属[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(20): 6950-6956.  
Liu YT, Zhang Q, Yin P, et al. Determination of four heavy metals in edible fungi by microwave digestion and ICP-MS [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(20): 6950-6956.
- [3] 周玉玲. 浅析食用菌鲜品的质量安全风险因素及预防措施[J]. 新疆农业科技, 2016, (3): 33-34.  
Zhou YL. Brief analysis of the quality and safety risk factors and preventive measures of fresh edible fungi [J]. Xinjiang Agric Sci Technol, 2016, (3): 33-34.
- [4] 寇向龙,徐美蓉. 食用菌质量安全风险及其防范[J]. 甘肃农业科技, 2014, (9): 55-56.  
Kou XL, Xu MR. The quality and safety risk of edible fungi and its prevention [J]. Gansu Agric Sci Technol, 2014, (9): 55-56.
- [5] Sarikurcu C, Popović-Djordjević J, Solak MH. Wild edible mushrooms from Mediterranean region: Metal concentrations and health risk assessment [J]. Ecotoxicol Environ Saf, 2020, 190: 110058.
- [6] NY/T 761-2008 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定[S].  
NY/T 761-2008 Pesticide multiresidue screen methods for determination of organophosphorus pesticides, organochlorine pesticides, pyrethroid pesticides and carbamate pesticides in vegetables and fruits [S].
- [7] GB/T 20769-2008 水果和蔬菜中 450 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].  
GB/T 20769-2008 Determination of 450 pesticides and related chemicals residues in fruits and vegetables-LC-MS-MS method [S].
- [8] GB 23200. 8-2016 水果和蔬菜中 500 种农药及相关化学品残留量的测定[S].  
GB 23200. 8-2016 Determination of 500 pesticides and related chemicals residues in fruits and vegetables gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [9] GB/T 5009. 135-2003 植物性食品中灭幼脲残留量的测定[S].  
GB/T 5009. 135-2003 Determination of chlorbenzuron residues in vegetable foods [S].
- [10] GB 23200. 20-2016 食品中阿维菌素残留量的测定[S].  
GB 23200. 20-2016 Determination of abamectin residue in foods-Liquid chromatography-mass spectrometry [S].
- [11] GB/T 5009. 147-2003 植物性食品中除虫脲残留量的测定[S].  
GB/T 5009. 147-2003 Determination of difubenzuron residues in vegetable foods [S].
- [12] GB 5009. 11-2014 食品中总砷及无机砷的测定[S].  
GB 5009. 11-2014 Determination of total arsenic and inorganic arsenic in food [S].
- [13] GB 5009. 17-2014 食品中总汞及有机汞的测定[S].  
GB 5009. 17-2014 Determination of total mercury and organic mercury in food [S].
- [14] GB 5009. 12-2017 食品中铅的测定[S].  
GB 5009. 12-2017 Determination of lead in food [S].
- [15] GB 5009. 15-2014 食品中镉的测定[S].  
GB 5009. 15-2014 Determination of cadmium in food [S].
- [16] NY/T 3292-2018 蔬菜中甲醛含量的测定 高效液相色谱法[S].  
NY/T 3292-2018 Determination formaldehyde in vegetables by high

- performance-Liquid chromatography [S].
- [17] GB 2762-2017 食品中污染物限量[S].  
GB 2762-2017 Limits on contaminants in food [S].
- [18] Zhang J, Baralkiewicz D, Wang Y, *et al.* Arsenic and arsenic speciation in mushrooms from China: A review [J]. *Chemosphere*, 2020, doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.125685.
- [19] Fang Y, Sun X, Yang W, *et al.* Concentrations and health risks of lead, cadmium, arsenic, and mercury in rice and edible mushrooms in China [J]. *Food Chem*, 2014, 147: 147-151.
- [20] GB 2763-2019 食品中农药最大残留限量[S].  
GB 2763-2019 2019 Maximum residue limits for pesticides in food [S].
- [21] 杨慧, 赵志辉, 王瑞霞, 等. 食用菌中农药残留安全及风险预测[J]. *食用菌学报*, 2011, 18(3): 105-110.  
Yang H, Zhao ZH, Wang RX, *et al.* Safety and risk assessment of pesticide residues in edible fungi [J]. *Acta Edulis Fungi*, 2011, 18(3): 105-110.
- [22] 孙敏华, 吴学谦, 魏海龙, 等. 食用菌有毒有害物质及防控技术研究进展[J]. *中国林副特产*, 2007, (5): 74-77.  
Sun MH, Wu XQ, Wei HL, *et al.* Research progress on poisonous and harmful substances and control and prevention technology of edible fungi [J]. *For Prod Spec Chin*, 2007, (5): 74-77.
- [23] 夏苗. 香菇内源性甲醛含量的消长规律及采后调控研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2012.  
Xia M. The growth and decline of endogenous formaldehyde in shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) as wells as its control research [D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2012.
- [24] 赵晓燕, 周昌艳, 白冰, 等. 我国食用菌标准体系现状解析及对策[J]. *上海农业学报*, 2017, 33(2): 168-172.  
Zhao XY, Zhou CY, Bai B, *et al.* The status quo analysis and proposals of China's edible fungi standards system [J]. *Acta Agr Shanghai*, 2017, 33(2): 168-172.
- [25] 杨光. 农业农村部要求切实加强食用菌生产用药监督管理[J]. *农药市场信息*, 2019, (17): 11.  
Yang G. The MOA requests to strengthen the supervision and management of edible mushroom production and drug use [J]. *Pestic Mark News*, 2019, (17): 11.

(责任编辑: 王 欣)

## 作者简介



刘烨潼, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全检测技术及风险评估研究。

E-mail: liuyetong198363@126.com



陈秋生, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全检测技术及风险评估研究。

E-mail: tjzbscqs@126.com