

食用菌生产质量监控与安全用药

宋金倮 曲绍轩 华秀红

(江苏省农业科学院蔬菜研究所, 南京 210014)

摘要 根据食用菌生产的特点, 指出在食用菌生产各环节和采后管理中易出现的质量安全问题, 提出各生产环节的安全指标, 强调食用菌病虫害环境控制的重要性, 介绍安全使用农药的国内外, 主要是国外的多种标准; 提出质量监控和病虫害综合防范 4 条途径。

关键词 重金属; 农药; 残留限量; 综合控制; 食用菌病虫害

食用菌因其具有营养、保健和美味的特性而倍受消费者的喜爱。但是食用菌在生产过程中, 易从产地环境、培养基质中吸附一些重金属造成产品重金属含量超标; 在防治病虫害的过程中, 农药使用不当易造成农药残留超标; 在产后保鲜和加工处理的过程中常见人为使用一些化学品, 其残留物质对产品形成污染。为确保食用菌产品质量安全, 必须对食用菌生产各环节实施监控, 通过生产环境选择、栽培基质选用、病虫害综合控制、安全性药剂使用, 以及产后保鲜和加工处理等生产环节的安全有效的技术措施, 控制重金属和有害生物对食用菌的侵蚀和污染, 保证产品质量安全。本文重点讨论食用菌栽培过程中的病虫害危害状况, 我国农药管理制度, 以及病虫害的综合控制技术。

1 食用菌产品质量安全监控源头

1.1 产地环境条件要求

根据绿色食品产地环境质量标准 (NY/T 391 - 2000) 要求,^[1]旱地、水田以及用作覆土材料的田地土质都须达到表 1 所列的标准。空气质量限值见表 2。此外, 农田灌溉用水的 pH 值为 5.5 ~ 8.5, 水中汞、镉、砷、铅、六价铬、氯化物的总量限值分别为 0.001 mg/L、0.005 mg/L、0.050 mg/L、0.100 mg/L、0.100 mg/L、2.000 mg/L, 每升水中粪大肠菌群数量小于 1 万个。

1.2 培养基质成分质量要求

培养基质成分质量以无公害食品食用菌栽培基质安全技术要求选择, 经高温高压灭菌后, 基质中的残留农药可进一步分解并减少。可用新鲜、洁净、干燥、无虫、无霉、无异味的阔叶树木屑、稻草、麦秸、玉米芯、玉米秸、高粱秸、棉籽壳、废棉、棉秸、豆秸、花生秸、花生壳、甘蔗渣、糠醛渣、酒糟、醋糟、麦麸、米糠、饼肥 (粕)、玉米粉、大豆粉、禽畜粪等。^[1]

1.3 产品农药残留要求

产品农药残留量执行绿色食品 (食用菌) 农药使用准则 (NY/T 939) 标准。土壤中各项污染物的含量限值见表 3。

表 1 土壤中各项污染物的含量限值 单位: mg/L

元素	旱 田			水 田		
	pH < 6.5	pH 6.5 ~ 7.5	pH > 7.5	pH < 6.5	pH 6.5 ~ 7.5	pH > 7.5
镉	0.30	0.30	0.40	0.30	0.30	0.40
汞	0.25	0.30	0.35	0.30	0.40	0.40
砷	25.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
铅	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
铬	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
铜	50.00	60.00	60.00	50.00	60.00	60.00

注: 果园土壤中的铜限量为旱田的 1 倍; 水旱轮作用的标准值取严不取宽。

表 2 空气中各项污染物的浓度限值

项 目	日平均浓度限值	小时平均浓度限值
总悬浮颗粒物 (TSP) / (mg/m ³)	0.30	...
SO ₂ / (mg/m ³)	0.15	0.50
氮氧化物 (NOx) / (mg/m ³)	0.10	0.15
氟化物 (F) / (μg/m ³)	7.00	20.00

注: 日平均指任何一日的平均浓度; 小时平均指任何一小时的平均浓度; 氟化物采样可用动力采样滤膜法或用石灰滤纸挂片法, 分别按各自规定的浓度限值执行, 石灰滤纸挂片法挂置 7 天, 其日平均浓度限值为 1.8 μg/(dm²·d)。

1.4 食品添加剂允许使用量

食用菌中食品添加剂的最大允许使用量见表 4。

2 主栽品种与病虫危害的关系

我国近年来用于商品性栽培的食用菌品种有 50 多个，其中生长周期较长、中温或中高温季节出菇易感病虫的有 15 种以上。这些品种都是主要的商业性品种，产品出口、内销的量都较大，占全部品种生产量的 80 % 以上。

2.1 主栽品种与重要病虫害的关系

在食用菌的主要栽培品种中，病虫害的种类及为害程度存在差异，现将主栽品种的重要病虫害列于表 5。

表 3 绿色食品(食用菌)农药使用准则(NY/T939)

项 目	干 品	鲜 品
含水量/ %	13.00	90.00
砷 (以 As 计) / (mg/ kg)	0.50	0.20
汞 (以 Hg 计) / (mg/ kg)	0.10	0.03
铅 (以 Pb 计) / (mg/ kg)	1.00	0.30
镉 (以 Cd 计) / (mg/ kg)	1.00	0.20
亚硫酸盐 (以 SO ₂ 计) / (mg/ kg)	50.00	50.00
六六六 (HCH, BHC) / (mg/ kg)	0.10	0.10
滴滴涕/ (mg/ kg)	0.05	0.05
氯氰菊酯 (cypermethrin) / (mg/ kg)	0.05	0.05
溴氰菊酯 (deltamethrin) / (mg/ kg)	0.01	0.01
敌敌畏 (dichlorvos) / (mg/ kg)	0.10	0.10
百菌清 (chlorothalonil) / (mg/ kg)	1.00	1.00

表 4 食用菌中食品添加剂的最大允许使用量

添加剂名称	允许添加的食品名称	添加剂功能描述	最大允许使用量/ (g/ kg)
山梨酸及其钾盐	加工食用菌和藻类	抗氧化剂、防腐剂、稳定剂和凝固剂	0.5 (以山梨酸计)
乙酰磺胺酸钾 (又名安赛蜜)	加工食用菌和藻类	甜味剂	0.3
硫磺	经表面处理的鲜食用菌和藻类	漂白剂、防腐剂	0.4 (只限于熏蒸, 最大使用量以二氧化硫残留量计)
乳酸链球菌素	食用菌和藻类罐头	防腐剂	0.2
柠檬酸亚锡二钠	食用菌和藻类罐头	稳定剂和凝固剂	0.3
二氧化硫, 焦亚硫酸钾, 焦亚硫酸钠, 亚硫酸钠, 亚硫酸氢钠, 低亚硫酸钠	食用菌和藻类罐头 (仅限蘑菇罐头)	抗氧化剂、漂白剂、防腐剂	0.05 (最大使用量以二氧化硫残留量计)

注: 表中数据的生效时间为 2008 年 6 月 1 日。

表 5 主栽品种与重要病虫害的关系

主要病虫害	各主栽品种的伤害程度																	
	蘑菇	草菇	鸡腿菇	姬松茸	大球盖菇	竹荪	香菇	平菇	秀珍菇	金针菇	毛木耳	黑木耳	灵芝	茶树菇	灰树花	杏鲍菇	真姬菇	大杯蕈
木霉	中	中	中	中	轻	轻	中	中	中	中	重	重	重	中	重	中	中	中
疣孢霉	重	无	无	无	无	轻	无	中	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无
细菌	中	中	中	中	轻	轻	轻	中	中	中	中	中	轻	中	中	重	轻	轻
菇蚊	重	重	重	重	中	轻	轻	重	重	中	重	中	轻	重	重	中	轻	重
菇蝇	中	重	轻	中	轻	轻	轻	重	重	无	中	轻	轻	重	中	无	无	中
螨虫	重	重	轻	重	重	重	轻	无	无	重	重	中	中	重	中	无	无	无
跳虫	重	中	中	重	中	中	轻	轻	轻	无	轻	中	重	中	重	中	无	中
线虫	重	中	重	中	中	中	中	轻	轻	无	重	中	无	轻	中	无	无	中
粘菌	无	无	无	中	中	中	中	中	无	无	中	轻	中	中	中	无	无	中

注: “无”表示在常年的栽培中未见有该种病虫侵染或为害; “轻”表示虽有为害, 但受损程度较轻, 一般不需控制处理; “中”表示产量和质量均受到一定的影响; “重”表示对产量和质量有重大影响。表 6 同。

2.2 主要病虫发生程度与温度的关系

目前在食用菌上发生的主要病虫害与温度之间的关系详见表 6。

3 我国在食用菌上登记的农药品种与防治对象

由于食用菌与其他主要农作物相比产业较小, 且用药范围局限于菇房内, 用药量有限, 因此我国在食用菌上正式登记的农药种类非常少 (表 7)。2000 年以来, 登记的证号有 10 个, 不同的品种 7 个; 2009 年登记号有 13 个, 品种仍只有 8 个, 其中杀虫剂 2 个, 杀菌剂 6 个; 防治对象 4 个为: 菌蛆(菇蚊、菇蝇)、湿泡病(湿泡病相同于褐腐病)和木霉, 根本不能满足防治多种病虫害的需要。德国拜耳公司生产的咪鲜胺

锰盐和氟虫腈（氟虫腈在 2009 年 7 月 1 日起已被全面禁止使用）、台湾隼农和瑞士先正达生产的噻菌灵定价很高，菇农难以承受，生产上使用量较少。更值得注意的是，这些农药生产公司在国内无专业的售后技术服务人员，菇农在使用中产生的问题得不到解答，难以在食用菌生产中推广应用。

表 6 主要病虫害发生程度与温度的关系

病虫害种类	温度/			病虫害种类	温度/		
	5~15	15~25	25~35		5~15	15~25	25~35
粘菌	无或轻	中	重	菇蚊	中	重	中
木霉	无或轻	中	重	菇蝇	无	重	重
细菌	无或轻	重	重	螨虫	无或轻	重	重
疣孢霉	轻	重	轻	夜蛾	无	轻	重
胡桃肉状菌	无	轻	重	谷蛾	无	轻	重
碳角菌	无	中	重	跳虫	无	中	重

表 7 2005—2009 年登记在食用菌上使用的农药种类

生产公司	登记证号	有效成分	含量	剂型	防治对象
德国拜耳中国作物科学公司	PD20070007	氟虫腈（锐劲特）	50 g/L	悬浮剂	菌蛆
德国拜耳作物科学公司	PD386 - 2003	咪鲜胺锰盐	50.0 %	可湿性粉剂	湿泡病
江苏辉丰农化股份有限公司	PD20070522	咪鲜胺锰盐	50.0 %	可湿性粉剂	褐腐病
苏科农化责任有限公司	LS20031183	高氟氯氰·甲阿维（菇净）	4.3 %	乳油	菌蛆、螨
苏科农化责任有限公司	LS20051329	百福（菇丰）	30.0 %	可湿性粉剂	疣孢霉、木霉菌
广东珠海瑞农植保技术公司	PD3862003F050041	咪鲜胺	50.0 %	可湿性粉剂	湿泡病
广东省江门市大光明农化公司	PD3862003F090040	咪鲜胺	50.0 %	可湿性粉剂	湿泡病
重庆树荣化工有限公司	LS20061230	多菌灵	5.0 %	可湿性粉剂	褐腐病
台湾隼农实业股份有限公司	PD20050096	噻菌灵	40.0 %	可湿性粉剂	湿泡病
瑞士先正达作物保护有限公司	PD20070316	噻菌灵	500 g/L	悬浮剂	褐腐病
先正达（苏州）作物保护公司	PD20070316F020975	噻菌灵	500 g/L	悬浮剂	褐腐病
福建省古田县科达生物化工	LS20080940	二氯异氰尿酸钠（菇保）	40.0 %	可溶粉剂	木霉
山西康派伟业生物科技公司	PD20090008	二氯异氰尿酸钠	40.0 %	可溶粉剂	木霉

4 国内外食用菌农药残留限量标准状况

近年来，国际上食品农药合理使用规范和最高残留限量（MRLs）标准的制定和修订呈现出两个显著的趋势：一是农药 MRLs 标准的覆盖范围迅速扩大，如日本 2006 年 5 月 29 日开始正式实施的“食品残留农业化学品肯定列表制度”已从理论上将所有农业化学品在各种食品中的残留纳入了限量管理；二是农药 MRLs 标准值日趋严格，其中以欧盟最为突出。这种发展趋势一方面是由于保障食品安全、控制农药使用的需要，另一方面，在部分国家和地区，也明显地带有构建国际贸易壁垒的意味。^[2]但无论标准的制定是出于哪种需要，作为农产品的生产者和经营者，只能去适应农产品输入地和消费地的农药 MRLs 标准，否则，将会被拒绝入市，导致严重的经济损失。

4.1 我国食用菌农药残留限量标准状况

与发达国家相比，我国食用菌栽培与加工技术相对落后，而且栽培品种繁多，栽培基质选择缺乏标准，栽培方式多种多样，由于生产投入的水平差距较大，栽培管理无法实现标准化，产品大多没有进行质量认定，没有采用国际标准，缺乏有效的质量保证机制，导致某些地区在食用菌病虫害发生时，农药使用量大，出现食用菌农药残留超标，产品质量不稳定，出口产品中农药残留超标案例时有发生，在国际市场竞争中处于弱势。我国对食用菌农药残留限量标准的制定也远远落后于发达国家，目前仅制定 7 种农药在食用菌中的最大残留限量标准，其中还包括国家明令禁止使用的两种农药（滴滴涕和六六六），^[3]远不能适应我国对食用菌产品质量安全和对外出口的需要。

4.2 国外食用菌农药残留限量标准状况

联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）通过所属的食品法典委员会（CAC）每年制订颁布一批农药的残留限量标准，简称为准则标准（Codex）。到 2000 年止，FAO、WHO 先后制订了食用菌中 12

种农药的残留限量标准。FAO、WHO 所制订的残留限量标准较欧盟的标准宽松，世界上许多国家，如美国、印度、日本、韩国等的残留限量标准，都参照该标准制订。^[4]

欧盟的食用菌中农药残留限量标准以欧盟指令（Commission Directive）的形式发布。目前，欧盟指令中涉及到 127 项食用菌农药残留限量指标。总体来看，欧盟标准过于严格，绝大多数标准技术指标没有从毒理学资料 and 人体每日容许摄入量（Acceptable Daily Intake，简称 ADI）的基础上进行风险性分析，而是简单地使各项的限量值与仪器测定的最低检测限（Limit of Determination，简称 LOD）相同，是一种贸易保护措施。德国在实施食用菌农药残留限量标准时除了参照欧盟的标准外，还制定自己的标准。2001 年德国颁布的食用菌中农药残留限量标准有 204 项，是世界上食用菌中农药残留限量最严的标准。^[4]

2006 年 5 月 29 日，日本正式实施“肯定列表制度”，并执行食品中农业化学物质残留新的限量标准。“肯定列表制度”涉及对农药、兽药和饲料添加剂等 791 种农用化学品的管理，它是目前世界上制定残留限量标准值最多、涵盖农药和食品品种最全的管理制度。该制度几乎对所有用于食用农产品上（包括部分加工食品）的农用化学品制定了残留限量标准，包括：“暂定最大残留限量标准”（简称“暂定标准”）、“一律限量标准”（简称“一律标准”）、“沿用现行限量标准”、“豁免物质”以及“不得检出”5 个类型，共有限量标准 57 000 多项，其中农药和农药残留限量数量分别为 579 种和 51 600 多项，各占总数的 7%、90% 以上。其“一律限量标准”非常严格，即对于未制订最大残留限量标准的农业化学品，其最大残留量一律不得超过 0.01 mg/kg。因此，食用菌相关生产、加工、出口企业应给予高度重视，积极采取切实可行的应对措施，建立、健全食用菌产品生产溯源和质量安全体系，生产出符合现代食品安全要求的食用菌产品。^[5]

5 质量监控途径与病虫害综合防范

5.1 从田间到餐桌的监控程序

栽培环境 品种布局 季节安排 基质选择 基质消毒 安全发菌 菇房消毒 出菇期病虫控制 生物药剂防治 出菇间歇期安全药剂使用 产品农残检测 产品低温包装 冷链保鲜销售。

5.2 病虫害综合控制途径

安全、优质的产品是市场的第一需求。创造适宜于食用菌生长而不利于病虫繁殖为害的环境是防治病虫的主要手段，栽培者应将以前以产品产量为第一追求目标转变为以产品安全为第一追求目标。规范栽培，安全用药，在确保产品安全的前提下，达到优质、稳产的目的。在食用菌产业化栽培过程中，对病虫害综合控制的有效途径主要有三条，一是生态控制、二是物理控制、三是药剂控制。只有在三种措施都实施到位的状况下，才能有效地防止病虫侵害，确保产品品质和产量。

(1) 生态防治。食用菌病虫害生态控制是既环保又经济有效的防治方法。生产上可以采用轮作方式，如福建、浙江、四川的稻菇轮作，也称之水旱轮作，由于食用菌的病菌多属好气型，嫌气的条件能有效地抑制其生长繁殖。食用菌害虫以专性寄生性种类居多，经轮作可有效地截断害虫食物链，快速减少害虫种群数量，达到消灭害虫的目的。稻菇轮作可周年进行，参与轮作的食用菌品种有香菇、平菇、鸡腿菇、大球盖菇、金福菇等。经济作物中的玉米、西瓜、大豆、大棚黄瓜、番茄等品种也可与食用菌中高温型品种如草菇、鸡腿蘑、姬松茸等轮作，但旱地轮作，需间隔一年以上才能有明显的效果。

(2) 物理防治。高温灭菌和局部隔离等措施是物理防治的有效手段。在生料栽培中常用巴氏消毒法杀灭培养基中的病虫源。用防虫网或缓冲带可将虫源隔离于栽培场地之外，可有效地减少病虫种类，降低为害程度。如用 60 目以上防虫网能隔离菇蚊、夜蛾、谷蛾等中大型的成虫，80 目的防虫网能隔离跳虫和蚤蝇等微小成虫。生产中培养基常压和高压灭菌都是有效的物理防治方法。

(3) 药剂防治。我国实行的农药登记制是按作物品种、防治对象、使用方法等要求取得农药品种登记权。近两年在食用菌生产方面登记的农药品种有 8 个类型，表 7 列出了登记于食用菌品种的农药种类，其中杀虫剂 2 个，杀菌剂 6 个；防治对象有菌蛆、螨虫、褐腐病、木霉等 6 种在食用菌生长中的主要病虫

类型；施用方法有拌料、拌土、喷雾 3 种类型。13 种药剂均属低毒剂型，每种药剂都列出单位面积施用量。食用菌专用登记农药上市为食用菌生产规范安全用药提供技术支撑，同时也为食用菌产品的安全打下基础，菇农应首先选用食用菌登记农药，其次是选用生物性无残留药剂，媒体应遵守广告法，不登无证农药广告，引导菇农规范用药，确保食用菌产量稳定和产品安全。

(4) 农药的正确使用。在食用菌生产过程中，应密切观察病虫害的发生发展动向，正确识别病虫类型，对症选用农药，并严格按照农药使用说明中列出的方法和剂量规范使用。重点控制菇床上施药的浓度和药液量，在有覆土的菇床上要使药液渗入覆土层，使有害生物体能接触或取食药液，才能引起中毒死亡，收到应有的效果。同时在病虫严重爆发、害虫世代重叠的状况下要交替使用不同类型、作用不同的药剂，减轻病虫的抗药性，以期有效控制病虫的种群数量，降低为害程度。

参考文献

- [1] 农业部微生物肥料与食用菌菌种质量监督检验测试中心. 食用菌技术标准汇编 [M]. 中国标准出版社, 北京, 2006.
- [2] 陈萍, 张士胜. 关于我国农业标准采标的研究 [J]. 农业质量标准, 2004, 04: 22~24.
- [3] 张志恒. 农药合理使用规范和最高残留限量标准 [M]. 化学工业出版社, 北京, 2007.
- [4] 宋稳成, 何艺兵, 叶纪明. 国际食品法典农药残留限量标准最新进展 [J]. 农药科学与管理, 2008, 29 (2): 41~51.
- [5] <http://www.tbtsps.com/jpmr/pages/default.aspx>.

胡锦涛总书记视察山东省食用菌产业

2009 年 10 月 16 日至 19 日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席胡锦涛到山东出席第十一届全国运动会开幕式，先后在济南、滨州、淄博、东营等地考察。

10 月 17 日上午，胡锦涛总书记参观了省级食用菌龙头企业——山东芳绿农业科技有限公司，他深入公司制种车间、发菌车间、生产车间和示范基地，同企业负责人、农业科技人员交谈，细细询问食用菌的菌种培育、生产模式和市场销售情况。山东省食用菌专家顾问团副团长、省农业科学院宫志远研究员向总书记详细介绍了食用菌制种、生产、效益及产业发展等相关情况。当胡锦涛总书记得知食用菌不仅是特色高效农业，而且是现代循环农业的重要组成部分，在为加快农业产业结构调整、转移农村剩余劳动力、加快农村脱贫致富、实现农业增效等方面发挥着重要的作用，并带动了地区食品业、包装业等迅速发展时，他十分欣慰。总书记对食用菌产业给予了充分肯定和鼓励，勉励企业和有关部门继续加大投入，切实搞好生产经营，为农民群众走向市场架起桥梁，帮助更多乡亲增收致富奔小康。

山东省食用菌产业作为特色高效农业产业，近年来取得了长足发展。据不完全统计，全省食用菌产量已经从 2000 年的 36 万吨发展到 2008 年的 191.82 万吨，提高了 432.8%；总产值 260.4 亿元（其中，鲜品 100.1 亿元，干品及深加工产品等 160.3 亿元），较 2000 年提高了 415.6%；出口创汇 2 亿美元，较 2000 年提高了 594.9%。消耗农作物秸秆 40 亿千克，比 2000 年提高了 266%，相当于消耗 53.4 万公顷大田所生产的作物秸秆，从业人员达 300 万人，各项指标在全国排名已由 2000 年的第 10 位提升到 2008 年的第 2 位，在种植业中仅次于粮、棉、油、菜、果，居第 6 位。

(山东省食用菌工作站 郝国芳 田召玲)