

## 石河子市郊菜区土壤重金属污染环境质量评价

田丽萍, 李天林, 李红霞, 靳万贵, 伍伟斌

(石河子大学生物科学系, 新疆石河子 832000)

**摘 要:** 对石河子市郊菜区土壤中重金属污染的环境质量评价表明, 认为石河子市郊菜区土壤综合污染指数逐年上升, 土壤环境质量逐年下降, 大部分地区属于微污染, 但也有个别地区达到了轻污染, 市郊菜区土壤呈现复合污染的趋势。

**关键词:** 市郊菜区; 土壤; 重金属污染; 环境质量评价

**中图分类号:** X530.3.231(245) **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2001)03-0044-03

蔬菜是人们日常生活的必需品, 与人民的身体健康密切相关。市郊是石河子市的主要蔬菜生产基地。而这些区域多与工厂、公路毗邻, 故工业“三废”, 汽车尾气等对其污染比较严重。通过对石河子市郊菜区土壤中重金属元素含量的研究, 以了解污染现状, 并对其进行环境质量评价, 为环境保护及农业的可持续发展提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 样品的采集

选取石河子市郊近邻 4 个菜区 8 个菜地的土壤, 每一个土样为 5 个样点的混合样, 样品风干, 研磨过尼龙筛备用。

### 1.2 化学分析

土壤中重金属元素含量的测定, 按照相应土壤的国家标准进行检测。

## 2 结果与分析

### 2.1 各菜区选点及污染情况

市南郊、北郊及东郊菜区, 均为毗邻公路, 主要受到汽车尾气排放的污染(以铅污染为主, 离公路约 200m)。市西郊菜区, 毗邻化工厂和热电厂, 大量工业废物进入周围农田, 给菜地及蔬菜带来了不同程度的污染(主要污染源是:  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , Pb, As, Cd, Hg)。对照: 位于石河子市南远郊, 周围几公里内无工厂等污染源, 空气清新。

### 2.2 市郊菜区土壤重金属污染的环境评价

**2.2.1 市郊菜区土壤 5 种重金属元素的检出浓度** 市郊菜区土壤中铅、镉、砷、铜、锌这 5 种重金属元素含量中, 以锌含量最高, 为 123.0mg/kg(毫克/公斤), 铜次之, 为 38mg/kg(毫克/公斤), 以下依次为铅、砷、镉。元素比率及变异系数为反映统计数波动特征的参数, 在一定程

度上可以描述该元素污染状况的特征。一般两者有着正相关, 从表 1、表 2 可以看出, 砷、镉这两种元素的元素比率及变异系数最高, 在一定程度上揭示了市郊菜区土壤的主要污染源为砷和镉。

1997 年土样重金属元素含量及农药

表 1 残留量测定结果 (单位:  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )

	Cd	As	Pb	全量 Cu	全量 Zn
范围	0.14~0.30	6.08~16.38	10.7~18.2	30.0~45.0	91~162
$\bar{X}$	0.22	10.73	14.0	38.0	123
S	0.0532	4.12	2.45	4.19	20.71
C.V	24.68	38.40	17.51	11.02	16.85
元素比率	2.14	2.69	1.70	1.5	1.78

1998 年土壤重金属及农药

表 2 残留量测定结果 (单位:  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )

	Cd	As	Hg	全量 Cu	全量 Zn
范围	0.13~0.37	7.35~15.14	10.8~17.3	32.4~43.0	108~140
$\bar{X}$	0.26	12.12	15.0	37.6	123
S	0.064	3.24	2.23	3.74	14.74
C.V	22.40	24.09	13.40	8.99	10.82
元素比率	2.85	2.06	1.60	1.33	1.40
GB15618-1995(≤)	0.60	25	350	100	300

1997, 1998 年土壤重金属元素

表 3 测定结果(平均值) (单位:  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )

	Cd	As	Hg	全量 Cu	全量 Zn
1997 年	0.22 (0.14~0.30)	10.73 (6.08~16.38)	14.0 (10.7~18.2)	38.0 (30.0~45.0)	123 (91~162)
1998 年	0.26 (0.13~0.37)	12.12 (7.35~15.14)	15.0 (10.8~17.3)	37.6 (32.4~43.0)	123 (108~140)
对照菜地	0.11	10.2	11.8		
乌鲁木齐农业灌溉土壤背景值 <sup>[1]</sup>	0.160 (0.055~0.360)	10.78 (8.75~13.10)	11.20 (9.50~12.60)	29.00 (20.50~47.30)	60.20 (55.00~63.60)
石河子灌排灰漠土背景值 <sup>[2]</sup>	—	—	22.91 (16.30~28.63)	24.04 (19.40~31.43)	82.27 (47.30~127.3)
土壤环境质量标准 GB15618-1995(≤)*	0.60	25	350	100	300

\* 本区土壤为石灰性土壤, pH 均大于 7.5, 所以此处采用的是 pH>7.5 的二级标准值, As 为旱地标准。

就总体而言, 市郊菜区土壤中重金属元素的含量高

收稿日期: 2001-01-11

于远郊菜区(对照)(见表 3),也高于乌鲁木齐农业灌溉土壤背景值,且有逐年上升的趋势,但均低于国家规定的土壤环境质量标准。

表 4 反映了菜区土壤中 5 种重金属元素的相关性。由表可见,菜区土壤中铜与铅,铅与镉的相关性,达到了显著相关( $P < 0.05$ )的水平。因此,污染区往往出现数个元素含量同时增高的现象,呈现复合污染的趋势,这是我国土壤重金属元素污染的重要特征。

表 4 市郊菜区土壤(97 年)中 5 种重金属元素的相互矩阵

元素	Cu	Zn	Pb	Cd	As
Cu	1.0000				
Zn	0.58977	1.0000			
Pb	0.70026 *	0.34024	1.0000		
Cd	0.16214	0.16270	0.70510 *	1.0000	
As	0.03749	-0.28948	0.42395	0.26970	1.0000

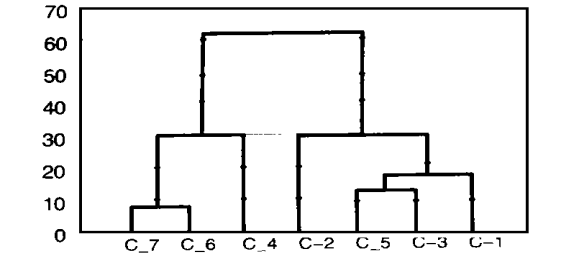


图 1 不同地块土壤重金属元素含量的聚类图

本次选点的菜园,从污染源看:1、2、7,主要受汽车尾气污染,3、5 受工业污染较重,4、6 为污水污染;从栽培形式看:1、3、6 是露地,2、4、5、7 是大棚。这个结果在图 1 的聚类图中不能完全反映出来,说明石河子市郊菜区土壤呈现复合污染的趋势,与表 4 的结果一致。根据每个菜园测定的 5 个不同的污染指标,对菜园的土壤类型进行主成份分析,结果见表 5。

按特征根和特征向量累计贡献率大于 85%的原则,从表 5 可见,第一主成份的累计贡献率已达 99.28%,说明第一主成份几乎可以包括这 7 个指标的全部信息,而从第一主成份上看,所有 7 个指标的特征向量几乎全部相等,表明对于第一主成份来说,所有指标都同等重要,即对土壤所受的污染情况来说,这 7 个指标对第一主成份的作用是一致的,进一步说明了石河子市郊各菜区土壤的污染为复合污染。

不同菜园土壤主成份分析的特征根、

表 5	累计贡献率及特征向量						
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
特征根	6.94936	0.03409	0.01199	0.00239	0.00186	0.00009	0.00002
累计贡献率	99.28	99.76	99.94	99.97	100.00	100.00	100.00
第 1 主成份	0.3783	0.3753	0.3791	0.3766	0.3783	0.3791	0.3790
第 2 主成份	-0.3652	0.7596	0.0124	-0.5322	0.0388	0.0273	0.0627
第 3 主成份	-0.2189	0.3440	-0.2765	0.6095	-0.5985	-0.0187	0.1649
第 4 主成份	-0.3471	-0.0602	0.1102	0.1966	0.3812	-0.7058	0.4261
第 5 主成份	-0.1405	0.2276	-0.2906	0.3731	0.5141	-0.0147	-0.6635
第 6 主成份	0.1161	0.1747	0.7253	0.0935	-0.2946	-0.3634	-0.4498
第 7 主成份	0.7224	0.2790	-0.3962	-0.1294	-0.0293	-0.4741	0.0312

从表 6 可以看出:在不同的菜园土壤中,其重金属元素的含量有所差异,说明各类污染源对这些土壤是有影

大棚与露地土壤中重金属

表 6		含量比较		(单位: $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )				
		Pb	Cd	As	Cu	Zn		
南郊	1997	露地	13.7	0.26	14.11	36.5	117	
		大棚	10.7	0.19	7.36	30.0	91	
	1998	露地	15.5	0.30	13.65	32.4	103	
		大棚	10.8	0.13	8.41	34.3	116	
西郊	1997	露地	13.1	0.24	15.14	39.2	107	
		大棚	12.7	0.17	12.27	35.5	114	
	1998	露地	15.4	0.27	14.98	42.1	112	
		大棚	15.3	0.22	14.33	38.3	104	
东郊	1997	露地	17.4	0.30	16.38	40.8	162	
		大棚	12.5	0.23	6.88	36.7	129	
	1998	露地	17.2	0.37	14.87	37.6	130	
		大棚	11.8	0.27	9.32	34.8	137	

响的。露地土壤中 Pb、As、Cd、Cu、Zn 含量,均高于大棚。由于蔬菜保护地环境与露地不同,其结构上有外覆盖物,可以有有效的阻挡来自大气、粉尘中有毒物质的直接污染。

2.2.2 菜区土壤重金属元素含量的分级与评价 由于石河子灌耕灰漠土背景值中只给出了铅、铜、锌三项指标,无法全面评价,而乌鲁木齐农业灌溉土壤背景值较低,以此为准,来确定石河子市郊菜区土壤污染程度的含量分级,恐有过严。因此,我们选用国家规定的土壤环境质量标准作为评价标准。以土壤污染物实测值与评价标准之比计算各试验点各污染物的污染指数,以内梅罗公式计算各试验点综合污染指数。参照各环境要素的环境质量分级<sup>[3]</sup>(表 7),提出了石河子市郊菜区土壤污染程度的含量分级(表 8、表 9)。从表 8、表 9 可以看出,石河子市郊菜区土壤综合污染指数逐年上升,土壤环境质量在逐年下降,大部分地区属于微污染,但也有个别地区达到了轻污染(工业区附近菜园)。

表 7 各环境要素的环境质量分级

土壤	
清洁	$< 0.2$
微污染	$0.2 \sim 0.5$
轻污染	$0.5 \sim 1.0$
中度污染	$> 1.0$

表 8 土壤污染指数(1997 年)

土壤 编号	单项污染指数( $P_i$ )					综合污染 指数( $P$ )	环境质量 分级
	Pb	Cd	As	Cu	Zn		
1	0.433	0.3644	0.0391	0.365	0.3900	0.374522	微污染
2	0.3167	0.2944	0.0306	0.3000	0.3033	0.277497	微污染
3	0.2833	0.4908	0.0374	0.3920	0.3800	0.34979	微污染
4	0.2333	0.4864	0.0360	0.4080	0.4467	0.389388	微污染
5	0.2667	0.2476	0.0520	0.3770	0.3767	0.190254	清 洁
6	0.3833	0.2752	0.0357	0.3670	0.5400	0.443937	微污染
7	0.4000	0.6056	0.0363	0.3550	0.3567	0.353701	微污染
8	0.5000	0.6552	0.0497	0.4080	0.4300	0.419428	微污染
9	0.4167	0.2432	0.0429	0.4500	0.4633	0.399464	微污染

3 结论

对石河子市郊菜区土壤中重金属元素含量,进行分级和评价,认为石河子市郊菜区土壤综合污染指数逐年

# 滑菇即食软罐头加工工艺

任运宏,程建军,张秀玲

滑菇是一种食用真菌,是我国北方栽培的重要食用菌。滑菇中含蛋白质 2.9%,其中约 50%是完全蛋白,同时还含有相当丰富的氨基酸、矿物质和多种维生素及糖类,是人们喜食的一种菌类食品。但滑菇的加工产品较为单一,其中绝大部分加工为罐头。随着人们生活水平的普遍提高,有必要开发一种适合家庭、旅游携带的方便食品,以满足人们对食品的多样化需求。现就滑菇即食软罐头(包装袋为 PET/CDPE 复合塑料薄膜)的制作工艺和方法加以阐述。

## 1 加工工艺

### 1.1 原料处理工艺流程

鲜菇原料→去根分级→烫漂→冷却。

表 9 土壤污染指数(1998 年)

土壤 编号	单项污染指数(P <sub>i</sub> )					综合污染 指数(P)	环境质量 分级
	P <sub>b</sub>	Cd	As	Cu	Zn		
1	0.5000	0.546	0.0443	0.324	0.3433	0.432186	微污染
2	0.2167	0.3364	0.0309	0.343	0.3867	0.330554	微污染
3	0.3667	0.5992	0.0437	0.383	0.3733	0.363398	微污染
4	0.4167	0.5828	0.0457	0.388	0.3867	0.37549	微污染
5	0.4667	0.3444	0.0394	0.350	0.4133	0.370825	微污染
6	0.4500	0.3728	0.0337	0.348	0.4567	0.399328	微污染
7	0.4500	0.5732	0.044	0.421	0.3467	0.356964	微污染
8	0.6167	0.5948	0.0491	0.376	0.4333	0.525197	轻污染
9	0.4667	0.6056	0.0494	0.430	0.4667	0.436308	微污染
10	0.3333	0.294	0.0486	0.401	0.4800	0.404573	微污染

上升,土壤环境质量逐年下降,大部分地区属于微污染,但也有个别地区达到了轻污染,市郊菜区土壤呈现复合污染趋势,露地土壤中重金属元素含量高于大棚土壤。

### 参考文献

[1] 廖自基. 环境中微量重金属元素的污染危害与迁移转化[M]. 北京: 科学出版社, 1989.  
[2] 周金龙. 石河子市主要农业土壤中若干元素的环境背景值[J]. 新疆环境保护. 1990, 12(1): 8-10.  
[3] 高密来. 环境学教程[M]. 北京: 中国物价出版社, 1997.



第一作者简介: 田丽萍, 女, 副教授, 1984 年毕业于西北农学院植保系植保专业, 分配到石河子大学(原石河子农学院)分析测试中心工作, 1999 年 4 月至今在石河子大学生物科学系工作, 从事仪器分析, 植物化学的教学和作物施肥的研究等工作, 曾参加农业部课题 1 项, 自治区课题 1

项, 兵团课题 3 项, 获自治区科技进步奖二等奖 1 项, 获兵团科技进步奖二等奖 1 项, 三等奖 1 项。发表论文 30 篇。

1.1.1 原料加工要点 去根分级: 采收的滑菇要切去硬根, 保留 1~3cm(厘米)长的菌柄。除去异色菇, 烂菇和虫蛀、杂质等残次菇。一级菇为菌盖直径 1~2cm(厘米), 不开伞; 二级菇为菌盖直径 2.1~3cm(厘米), 半开伞; 等外菇为全开伞。清洗时动作要轻一些, 不要将菌伞洗碎。烫漂: 将整理清洗好的鲜菇投入沸水中预煮。每 50kg(公斤)开水一次煮菇 30kg(公斤), 每锅水一般可预煮 2~3 次。每次都要做到沸水下菇, 用旺火尽快使菇体煮熟而不烂。冷却: 烫漂好的滑菇要及时放入冷水池或流水中迅速冷却。当温度降至 20℃以下方可捞出。

1.1.2 原料的贮存 鲜滑菇不能及时加工软罐头时, 可将其腌制贮存起来, 以保证产品的连续生产。将烫漂、冷却后的滑菇分级盐渍。菇盐比例要控制在 10:7 或 10:8, 先在缸或桶底放一层盐、一层菇, 依次重复至缸满或桶满, 表层用一层盐封顶, 并加重物压紧, 再注入饱和盐水没过菇体。腌制 25~30d(天), 保存于无阳光直射的冷藏库中。

### 1.2 软罐头的加工工艺

1.2.1 工艺流程 盐渍的原料→脱盐→香料液配制→混合→装袋→杀菌→成品。

1.2.2 配方 滑菇 1000g(克)。汤料配方: 水 500ml(毫升), 精盐 20g(克), 白酒 5ml(毫升), 甘草 1.5g(克), 丁香 1g(克), 白胡椒 0.5g(克), 小茴香 0.2g(克), 鲜姜 5g(克), 绵白糖 5g(克), 桂皮 0.5g(克), 辣椒片 40g(克), 味精 1g(克), 色拉油 50g(克)。

1.2.3 加工要点 脱盐: 将腌渍的分级滑菇放入干净的水池中, 注满水脱盐 5~8h(小时), 其间换清水两次。而后将滑菇从水池捞出, 将水控净。香料液配制: 将甘草、丁香、白胡椒、鲜姜、桂皮、小茴香用脱脂纱布包好, 与绵白糖、食盐一起放入水中, 加热煮沸 10min(分钟), 将调料包取出, 待水温降至 60℃左右时, 放入味精和白酒。混合: 将脱盐控净水或烫漂后冷却的滑菇与香料液放入同一器皿中, 再放入辣椒片和色拉油, 也可少量放入一些胡萝卜片, 青豆粒等。混合均匀。装袋: 将混好的滑菇装入复合薄膜袋(聚脂薄膜 PET/低密度聚乙烯 LDPE)中, 袋中香料液为净重的 10%。用真空包装机封口, 其真空度在 0.08MPa 以上。杀菌: 杀菌式为 3'-10'-3'/100℃, 产品杀菌后立即放入冷水中冷却。

### 1.3 质量标准

感官指标: 色泽: 菌体呈桔黄色, 汤汁较清晰。滋味及气味: 具有滑菇软罐头应有的滋味及气味, 咸、香、辣、微甜。组织及形态: 菌体略有弹性, 大小相对均匀, 菌盖形态完整, 允许少量滑菇有小裂口, 无严重畸形。杂质: 不允许存在。理化指标: 氯化钠含量: 3.5%~4%。固形物: 不低于净重的 85%。微生物指标: 不得检出致病菌及因微生物作用所引起的腐败象征。

(东北农业大学食品学院 哈尔滨 150030)