

水稻重金属含量与土壤质量的关系

韩爱民, 蔡继红, 屠锦河, 朱伊君

(淮安市环境监测中心站, 江苏 淮安 223001)

摘要: 根据“淮安市绿色食品基地调查以及相关研究”课题资料, 分析了水稻中重金属含量与其土壤质量的关系。结果表明, 重金属含量在水稻中的分布是: 根> 茎叶> 籽粒; 水稻籽粒对重金属的吸收特点因其元素不同而差异较大, 重金属元素被水稻糙米吸收的程度为: 砷< 镉< 汞< 铅< 镉< 铬< 铜< 锌; 在糙米中检出的重金属铜和铬的含量与土壤中铜和铬的含量呈显著性相关关系, 铅、锌、镉的含量与土壤中铅、锌、镉的含量相关关系不显著。

关键词: 水稻; 土壤; 重金属; 关系

中图分类号: X830 文献标识码: B 文章编号: 1006- 2009(2002) 03- 0027- 02

Correlation of Heavy Metals Contained in Paddy Rice and Soil Quality

HAN Ai-min, CAI Ji-hong, TU Jin-he, ZHU Yi-jun

(Huai'an Environmental Monitoring Center, Huai'an, Jiangsu 223001, China)

Abstract: Relationship of heavy metals contained in paddy rice and soil quality was researched base on related materials. The content of heavy metals in paddy rice was, root> stem> seed. Adsorption of heavy metals in seed was different. For brown rice, it is As< Cd< Hg< Pb< Mn< Cr< Cu< Zn. The content of Cu and Cr traced from brown rice had significant correlation with the content of Cu and Cr in soil, and there had no significant correlation for Pb, Zn, Mn.

Key words: Paddy rice; Soil; Heavy metal; Correlation

重金属是构成地壳的物质之一, 它以不同的形态分布于表层土壤中, 不仅对植物生长造成影响, 还通过食物链影响人类的健康。现根据“淮安市绿色食品基地调查以及相关研究”课题资料, 对淮安市绿色食品基地生产的水稻中重金属含量与土壤质量的关系进行分析。

1 调查和分析方法

1.1 采样地点

在淮安市有进出口贸易的乡镇布设 17 个绿色食品基地监测点, 其中水稻生产基地为岔河、三河农场、马坝、银集、仁集、闵桥、溪河和凌桥 8 个乡镇。

1.2 采样方法

主要监测水稻生产基地的空气、灌溉水、土壤以及水稻籽实。布点具有典型性、代表性; 样品采集根据地形、自然环境因素分别采用梅花形、放射法等取样法。样品取用量按中国绿色食品发展中心编制的《绿色食品产地环境质量现状评价技术导

则》执行。

1.3 样品保存、制作和分析方法

按文献[1]和文献[2]的有关规定。

1.4 生产基地水质、空气环境质量

水稻生产基地的空气质量符合文献[3]中一级标准; 农业灌溉用水源水均达到文献[4]中三类标准, 农田灌溉水符合文献[5]的要求。

2 结果与讨论

2.1 土壤本底状况

淮安市绿色食品基地土壤中重金属本底状况见表 1。

由表 1 可见, 除个别测点砷含量超过文献[6]的标准值, 超标率为 3.77%, 其他重金属含量都达标。

收稿日期: 2002- 02- 01

作者简介: 韩爱民(1955—), 男, 江苏涟水人, 高级工程师, 理学学士, 从事环境科研和环境影响评价工作。

表 1 淮安市绿色食品基地土壤中重金属本底状况($n=53$)^①

项目	浓度范围	中位值	均值置信区间	标准差	mg/kg
					土壤标准值 ^④
砷	3.33~31.7	9.82	10.8±1.43	5.32	20
汞	0.001~0.101	0.042	0.045±0.006	0.022	0.3
镉	0.000 05 ^② ~0.100	0.000 05 ^②	0.016±0.007	0.026	0.3
铅	0.000 5 ^② ~22.40	3.08	5.26±1.54	5.72	50
铜	2.54~59.2	13.6	17.7±3.29	12.2	60
锌	29.7~490	47.2	80.1±17.1	63.5	—
锰	156~940	419	468±53.0	86.7	—
铬	2.95~51.1	21.4	21.8±2.84	10.5	120

①表中未检出或低于方法检出限的,按 1/2 检出限报;②为 1/2 最低检出限。

2.2 水稻质量状况

淮安市绿色水稻生产基地糙米质量状况见表 2。

表 2 淮安市绿色水稻生产基地糙米质量状况($n=16$)^①

项目	浓度范围	中位值	均值置信区间	相对标准差/%	mg/kg
					绿色食品标准 ^[7]
砷	0.000 4 ^②	0.000 4 ^②	—	0	≤0.20
汞	0.000 2 ^②	0.000 2 ^②	—	0	≤0.01
镉	0.000 05 ^②	0.000 05 ^②	—	0	≤0.05
铅	0.000 5 ^② ~1.02	0.000 5 ^②	0.13±0.18	0.345	≤20
铜	0.000 5 ^② ~9.27	2.60	3.48±1.46	2.80	≤20
锌	2.07~34.0	20.6	19.7±5.00	9.64	≤20
锰	10.7~59.8	19.9	22.8±7.30	13.9	—
铬	0.02 ^② ~6.23	0.02 ^②	1.67±0.95	1.82	—

①表中未检出或低于方法检出限的,按 1/2 检出限报;②为 1/2 最低检出限。

由表 2 可见,水稻中重金属锌含量超过文献[7]中标准值 37%,表明锌元素容易在水稻籽实中积累,这可能是粮食植物吸收锌以代谢方式为主的缘故^[8]。水稻中其他重金属含量都达到文献[7]中的标准。

2.3 水稻质量与土壤本底之间的关系

水稻和土壤中重金属含量见表 3。

表 3 水稻和土壤中重金属含量($n=16$) mg/kg

项目	土壤	水稻			糙米和土壤中重金属含量比值
		根	茎叶	糙米	
砷	10.38	24.61	3.98	0.000 4 ^①	0.000 04
汞	0.051	0.046	0.019	0.000 2 ^①	0.005
镉	0.015	0.017	0.008	0.000 05 ^①	0.003
铅	7.96	2.16	1.05	0.13	0.016
锰	449	297	83.7	22.8	0.051
铬	23.5	15.09	6.28	1.67	0.071
铜	19.60	17.14	7.61	3.48	0.178
锌	86.5	64.23	40.91	19.7	0.228

①为 1/2 最低检出限。

由表 3 可见,重金属含量在水稻中的分布是:根>茎叶>籽粒,与文献[9]研究一致。植物在生长过程中,会通过根系吸收土壤中的重金属元素,作物根系在向上输送营养时,对重金属元素物产生明显的截留作用,将其大部分停留在根内;同样作物茎叶在向籽粒输送营养的过程中,对重金属元素也有截留作用。水稻的根系在吸收过程中,砷和镉容易迁移到体内,在其根部富集,出现根部重金属含量高于土壤中重金属含量的现象。水稻籽粒对重金属的吸收特点,也因元素不同而差异较大,糙米与其土壤中重金属含量的比值就说明了这一点。重金属被水稻糙米吸收的程度为:砷<镉<汞<铅<锰<铬<铜<锌。

2.4 糙米与其土壤中重金属的相关性检验

根据水稻生产基地土壤以及水稻中污染物的测定结果,对水稻糙米质量与其土壤环境中重金属含量现状进行相关监测分析,其结果见表 4。

(下转第 32 页)

表 1 两种消解方法的对比实验结果

样品类型	高温高压消解法		微波消解法	
	x $\rho / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	加标回收率 /%	x $\rho / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	加标回收率 /%
07# 标样	0.207	101.3	0.203	99.4
湖水	0.023	95.5	0.021	97.5
海水	0.036	—	0.036	—
印染废水	1.43	92.3	1.44	102.5
食品废水 ^①	426	94.2	476	104.6
生活污水	—	—	1.22	97.4

①经消解后稀释 50 倍测定。

表 1 结果表明, 用微波消解法与常规的高温高压消解法处理总磷标准样、天然水、废水所得结果, 经统计检验, 两种方法之间无显著性差异。

2.2 精密度、准确度及回收率

用微波消解法预处理总磷标准样品(07# 标样), 4 组测定均值均在标准样品保证值范围内, 回收率在 98.5% ~ 103.4% 之间, 相对标准差在 1.4% 以内, 见表 2。

表 2 微波消解法测定总磷标准样品

测定序号	微波消解法		
	测定均值 $\rho / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	相对标准差 /%	回收率 /%
1	0.201	1.4	98.5
2	0.203	0.5	99.5
3	0.211	0.9	103.4
4	0.203	0.5	99.5

3 结语

微波消解法预处理环境标准样及不同类型水质样品所测结果具有较好的精密度和准确度。它与常规高温高压消解法的测定结果具有可比性, 且操作简便、快速省时, 是一种值得推广的样品预处理方法。

[参考文献]

- [1] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 第 3 版, 北京: 中国环境科学出版社, 1989. 281 - 285.

(上接第 28 页)

表 4 糙米(y)与土壤(x)中污染物含量回归分析结果

项目	回归方程	相关系数显著性检验				结论
		样本数	相关系数	t 值	$t_{0.05}$ 值	
铜	$y = 0.1044x + 1.43$	16	0.600	2.806	2.145	显著性相关
铬	$y = 0.087x - 0.373$	16	0.541	2.407	2.145	显著性相关
铅	$y = 0.119x - 0.022$	16	0.448	1.875	2.145	相关不显著
锌	$y = 0.0858x + 12.3$	16	0.335	1.412	2.145	相关不显著
锰	$y = 0.026x + 11.06$	16	0.274	1.066	2.145	相关不显著

由表 4 可见, 糙米中重金属砷、汞和镉都未检出; 重金属铜、铬、铅、锌和锰含量与相应土壤中的铜、铬、铅、锌、锰含量成正相关关系。铜、铬的含量与土壤中铜、铬含量呈显著性相关关系, 铅、锌、锰等含量与土壤中铅、锌、锰含量相关关系不显著。

3 结论

(1) 重金属含量在水稻中的分布是: 根 > 茎叶 > 籽粒。作物根系在向上输送营养时, 对重金属元素产生明显的截留作用。水稻籽粒对重金属的吸收特点因其元素不同而差异较大, 重金属元素被水稻糙米吸收的程度分别为: 砷 < 镉 < 汞 < 铅 < 锰 < 铬 < 铜 < 锌。

(2) 在糙米中检出的重金属铜、铬、铅、锌和锰的含量与土壤铜、铬、铅、锌和锰的含量成正相关关系。铜、铬的含量与土壤中铜、铬的含量呈显著性

相关关系, 铅、锌、锰的含量与土壤中铅、锌和锰的含量相关关系不显著。

[参考文献]

- [1] 国家环保局. 空气和废气监测分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [2] 国家进出口商品检验局. 中华人民共和国进出口商品检验标准汇编(食品卫生类及粮油食品类)[M]. 北京: 中国标准出版社, 1990.
- [3] GB 3095-1996, 环境空气质量标准[S].
- [4] GHZB 1-1999, 地表水环境质量标准[S].
- [5] GB 5084-92, 农田灌溉水质标准[S].
- [6] GB 15618-1995, 土壤环境质量标准[S].
- [7] NY/T 271-95, 绿色食品标准(菜豆标准)[S].
- [8] 王新, 吴燕玉. 不同作物对重金属复合污染物吸收特性的研究[J]. 农业环境保护, 1998, 17(5): 193-196.
- [9] 王晓蓉. 环境化学[M]. 南京: 南京大学出版社, 1998. 225

本栏目责任编辑 李文峻