

Hg, As, Cr, Cd 在食物链中迁移规律的研究

张先福¹, 樊立超¹, 宋晓平², 史宏弟³

(1 山西省 家畜疫病防治站, 太原 030024; 2 西北农林科技大学 畜牧兽医学院, 陕西 杨陵 712100; 3 山西省 商检局, 太原 030024)

[摘要] 采用五分法采集农灌水(工业废水)、农田土壤、农作物和畜禽产品样品, 并检测其中重金属元素汞(Hg)、砷(As)、铬(Cr)和镉(Cd)的含量。结果表明, 4 种重金属元素在农灌水和土壤中的含量由低到高分别依次为 $Hg < Cd < As < Cr$ 和 $Cd < Hg < As < Cr$, 基本呈平行变化。7 种农作物对 4 种重金属元素的吸收率有所不同, 白菜、玉米、西红柿和豆角对 Hg、As、Cr 和 Cd 的吸收率较低, 而菠菜和水稻对 Hg 和 As、Cr 的吸收率较高。此外, 猪肉和鸡蛋中残留的 Hg 和 As、Cr、Cd 含量较低, 而鸡、牛、羊肉中 Hg、Cd 和 Cr 含量较高。

[关键词] 重金属, 食物链, 迁移规律

[中图分类号] X503.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2001)01-0103-03

随着中国加入 WTO 的日益临近和人们对于绿色标准化食品质量的不断追求, 作为全国能源重化工基地的山西省, 农业生态环境的工业污染已越来越受到人们的关注。多年来, 国内对于重金属与农业的关系已做过不少研究^[1-5], 山西省在重金属对土壤、粮食和蔬菜品质的污染方面也进行过调查^[6,7], 但均缺乏连续性。本研究旨在通过系统了解重金属元素在农业生态环境中的迁移规律, 为现阶段合理调整农牧业种养结构, 减轻农畜副产品污染, 确保人畜身体健康提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

在山西省太原市小店贾家庄、罗城、许西、亲贤、古城营村等研究点采集农灌水(工业废水)、农田土壤、农作物(玉米、水稻、西红柿、豆角、白菜、菠菜、萝卜)和畜禽产品(牛肉、羊肉、猪肉、鸡肉、鸡蛋)等样品, 用于重金属元素汞(Hg)、砷(As)、铬(Cr)、镉(Cd)含量的测定。

1.2 方法

用五分法采集样品, 每研究点农灌水、农田土壤、农作物和畜禽产品各取 5 个混合样。农灌水从农灌渠的上中下游各取 500 mL, 混合后取 500 mL 为 1 个混合样; 农田土壤每个混合样由 5 个分样组成, 每个分样由 0~20 cm 和 20~40 cm 两层土样组成,

将采集的 5 个分样混合后用四分法取 1.0 kg; 农作物每个混合样由 5 个分样混合后用四分法取 1.0 kg; 畜禽产品中牛、羊和猪肉的每个混合样由肩、臀、腿部两侧肌肉等量混合后取 1.0 kg, 而鸡肉每个混合样取自 5 只鸡的胸肌各 100.0 g, 鸡蛋则随机取 10 枚组成。

样品中 4 种重金属元素的含量测定分别采用冷原子吸收法(Hg)、二乙基二硫代氨基甲酸银比色法(As)和 PE-5000 型石墨炉原子吸收法(Cr, Cd)^[8]。

2 结果与分析

2.1 重金属元素在水与土壤间的迁移

在所测水样和土样中, 随着各样点农灌水中 4 种重金属元素浓度的升高, 其在土壤中的累积浓度也相应增大(表 1)。4 种重金属元素在农灌水和土壤中的含量由低到高的顺序分别为: $Hg < Cd < As < Cr$ 和 $Cd < Hg < As < Cr$, 水样和土样间基本呈平行变化趋势。

农灌水可能是造成土壤中重金属元素积累的主要来源, 而重金属元素在土壤中长期积累的结果, 使土壤中 Cd、As、Hg、Cr 的浓度分别达农灌水浓度的 15、616、701 和 3 813 倍。此外, 灌积于土壤中 4 种重金属元素的转移渠道不畅, 且在转移速率上表现出较大差异, Cd 的转移速率比 Cr 快 1 420 倍。

[收稿日期] 2000-10-10

[基金项目] 山西省农业厅“生态农业研究”项目(95-0001)

[作者简介] 张先福(1965-), 男, 山西大同人, 兽医师, 在读硕士, 近年主要从事兽医内科学家畜中毒病方向的研究。

表 1 样品中 4 种重金属元素的含量

Table 1 The content of the four heavy metal elements in samples

样品 Samples	汞 Hg	砷 As	铬 Cr	镉 Cd	
农灌水 Irrigating water	0.00020	0.01645	0.01760	0.00910	
土壤 Soil	0.14025	10.13700	67.12000	0.13825	
玉米 Maize	0.00022(637)	0.12240(83)	0.50540(133)	0.01470(9)	
水稻 Rice	0.00044(318)	0.30080(33)	0.62360(108)	0.01030(13)	
西红柿 Tomato	0.00935(15)	0.20300(50)	0.10640(631)	0.02080(7)	
农作物 Crops	豆角 Beans	0.00714(20)	0.27600(37)	0.23000(209)	0.00400(34)
白菜 Chinese cabbage	0.00005(2805)	0.12600(80)	0.28400(236)	0.05320(3)	
菠菜 Spinach	0.01700(8)	0.14300(71)	0.35000(192)	0.06800(2)	
萝卜 Radish	0.00477(29)	0.12500(81)	0.15500(433)	0.01640(8)	
牛肉 Beef	0.00014	0.03940	0.02360	0.00160	
羊肉 Mutton	0.00056	0.05480	0.04860	0.00134	
畜禽产品 Animal products	猪肉 Pork	0.00010	0.04040	0.03280	0.00156
鸡肉 Chicken	0.00335	0.03850	0.02190	0.00075	
鸡蛋 Egg	0.00064	0.02350	0.01450	0.00033	

注:表中数值为各样点的平均值;括弧内数字为土壤与作物体内含量的倍比值。

Note: The each value in the table is an average value in the collected sites; and the each number in parentheses is the ratio in the experimental soil and crops

2.2 重金属元素在土壤与农作物间的迁移

积存于土壤中的重金属元素随着农作物的生长而向农作物体内转移。7种农作物对同一种重金属元素的吸收率各不相同,且在4种重金属元素间表现出差异,白菜、玉米、西红柿和豆角分别对Hg、As、Cr和Cd的吸收率最低,而菠菜和水稻分别对Hg、Cr和As、Cr的吸收率最高。在植物体内重金属元素的浓度与相关土壤中重金属元素的浓度并不一定呈正相关,一种植物中某种重金属元素含量很高,而另一种植物中这种重金属元素含量可能低至不易检出,即同一土壤种植的各种农作物对某一种重金属元素的吸收能力不相同,抗性也不尽相同。试验所选的7种农作物中,4种重金属元素的含量由高到低,Hg:白菜<玉米<水稻<萝卜<豆角<西红柿<菠菜;As:玉米<萝卜<白菜<菠菜<西红柿<豆角<水稻;Cr:西红柿<萝卜<白菜<豆角<菠菜<玉米<水稻;Cd:豆角<水稻<玉米<萝卜<西红柿<白菜<菠菜。

2.3 重金属元素在植物和动物间的转移

不同畜禽及其产品对同种重金属元素的吸收率

各不相同,且在4种元素间表现出差异。猪和鸡蛋分别对Hg和As、Cr、Cd的吸收率较低,鸡、牛和羊分别对Hg、Cd和As、Cr的吸收率相对较高。畜禽对饲料中不同重金属元素的吸收能力即为不同畜禽体内的残留浓度,Hg、As、Cr和Cd在畜禽及其产品中的残留量由低到高分别为猪<牛<羊<鸡蛋<鸡;鸡蛋<鸡<牛<猪<羊;鸡蛋<鸡<牛<猪<羊;鸡蛋<鸡<羊<猪<牛。

4种重金属元素在畜禽体内的残留量与畜禽生长期摄入饲料总量和食物在畜禽消化道内的停留时间并无相应关系,如反刍牛羊摄入的饲料量和饲料在消化道内的停留时间均比猪、鸡多而长,但牛羊体中Hg的残留量均较鸡体中少,牛体中As、Cr、Cd的残留量较猪体中少,这也说明不同畜禽对不同重金属元素具有不同的吸收率。

3 结语

用含有重金属元素的农灌水灌溉农田,导致水中的重金属元素在土壤中沉积,水中的重金属含量越高,在土壤中的累积量就越大,并可向农作物转

移, 而用含有重金属的饲料, 如玉米饲喂畜禽, 使其中的重金属通过食物链向畜禽体内转移, 造成了重金属元素在畜禽体内的滞留。饲料在经过畜禽消化道的过程中, 其中一部分重金属随排出物排出体外, 一部分被畜禽吸收, 由于重金属元素难于分解转化, 随着进食量的增加, 重金属元素在体内残留、蓄集、积累, 屠宰后仍存在于肉食品中, 再通过食物链的作用进入人体, 使重金属元素依照以下规律转移: 农灌

水(工业废水) 农田土壤 农作物 畜禽粮菜果等人体, 重金属从食物链进入人体, 可直接危害人体健康。根据重金属在食物链中的迁移规律, 应采取综合治理措施, 如加大工业废水的处理力度以减轻对农灌水的污染, 对已污染的农田土壤进行改良, 扩大种植和养殖对重金属不易吸收的农作物(如萝卜)和畜禽品种(肉鸡和蛋鸡), 将重金属通过食物链向人体的迁移降低到最低程度。

[参考文献]

- [1] 吴燕玉, 王 新, 梁仁禄, 等. Cd, Pb, Cu, Zn, As 复合污染在农田生态系统的迁移动态研究[J]. 环境科学学报, 1998, 18(4): 407- 414
- [2] 谢正苗, 黄昌勇, 何振立. 土壤中砷的化学平衡[J]. 环境科学进展, 1998, 6(1): 22- 27.
- [3] 王 新, 吴燕玉. 重金属在土壤- 水稻系统中的行为特征[J]. 生态学杂志, 1997, 16(4): 10- 14
- [4] 游植麟. 土壤受镉铬铅复合污染的生物效应研究[J]. 农业环境保护, 1997, 16(3): 131- 132; 137.
- [5] 杨肖娥, 杨明杰. 镉从农业土壤向人类食物链的迁移[J]. 广东微量元素科学, 1996, 3(7): 1- 13
- [6] 郭翠花, 王爱英. 太原市耕作土壤和作物中Cd 的污染分析[J]. 农业环境保护, 2000, 19(1): 41- 42
- [7] 郭东龙, 周梅素, 黄淑萍. Zn, Cd 在太原工业区和紫金山非工业区环颈雉不同组织中的分布及比较研究[J]. 生态学报, 1997, 17(3): 272- 276
- [8] Yin X F, Schlemmer G, Welz B. Cadmium determination in biological materials using graphite furnace atomic absorption spectrometry with palladium nitrate ammonium nitrate modifier[J]. Anal Chem, 1987, 59(10): 1463- 1466

A study on the migrating rule of Hg, As, Cr, Cd elements in food chain

ZHANG Xian-fu¹, FAN Li-chao¹, SONG Xiao-ping², SHI Hong-di³

(1 Shanxi Domestic Animal Epidemic Disease Prevention and Treatment Station, Taiyuan, Shanxi 03004, China; 2 College of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3 Shanxi Commodity Quarantine and Inspection Bureau, Taiyuan, Shanxi 030024, China)

Abstract: The samples of irrigating water for agriculture, farmland soil, crops and animal products were collected through the five-divided method and were measured for the concentration of Hg, As, Cr and Cd. The results showed that the order of concentration of the four heavy metal elements in the water and soil was Hg < Cd < As < Cr and Cd < Hg < As < Cr, respectively. The absorptivity of seven crops for the four heavy elements was different. The absorptivity of Hg, As, Cr and Cd to Chinese cabbage, maize, tomato and beans was lower, and at the same time the absorptivity of As, Cr and Hg to rice and spinach was higher. Moreover, the concentration of As, Cr, Cd and Hg remained in pork and eggs was lower, and the concentration of Hg, Cd and Cr in chicken, beef and mutton was higher.

Key words: heavy metal element, food chain, migrating rule