

Cd 在中华稻蝗体内的分布

李丽君^{1,2}, 席玉英³, 张 峰¹, 马恩波¹

(1. 山西大学生命科学与技术学院, 山西 太原 030006; 2. 山西省农业科学院土壤与肥料研究所, 山西 太原 030031;

3. 山西大学环境科学与资源学院, 山西 太原 030006)

摘要:中华稻蝗属于非迁飞性蝗虫, 尤其喜食水稻。当水稻生长环境 Cd 污染严重时, Cd 将富集于蝗虫体内。中华稻蝗不同体段对 Cd 的富集程度不同, 在雌性头、胸、腹、后足的富集浓度分别为 0.323, 0.343, 0.486 及 0.306 mg · kg⁻¹, 各体段富集 Cd 能力大小的顺序为腹> 胸> 头> 后足; 在雄性头、胸、腹、后足的富集浓度分别为 0.509, 0.437, 0.738, 0.356 mg · kg⁻¹, 分布状况为腹> 头> 胸> 后足; Duncan 的多重比较显示, Cd 在中华稻蝗腹部的富集量与在头、胸、后足的富集量差异显著, 而头、胸、后足间的富集量差异不显著; Cd 在不同性别中华稻蝗腹部的富集量差异显著, 但在头、胸、后足中的富集量差异不显著。由于中华稻蝗对 Cd 有富集作用, 因此, 可利用中华稻蝗作为 Cd 的环境污染指示生物, 对稻田及周围环境重金属污染进行监测, 快速、准确地反映环境中重金属 Cd 污染状况。

关键词: 中华稻蝗; Cd; 分布; 指示生物

中图分类号: X835 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2004)02-0246-04

Distribution of Cadmium in *Oxya chinensis*

LI Li-jun^{1,2}, XI Yu-ying³, ZHANG Feng¹, MA En-bo¹

(1. School of Life Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan 030006, China; 2. Institution of Soil Science and Fertilizer, Shanxi Academy of Agriculture Sciences, Taiyuan 030031, China; 3. School of Environmental Science and Resources, Taiyuan 030006, China)

Abstract: *Oxya chinensis*, characterized by no migratory feature, is commonly and frequently found in rice paddy, sugar cane and other crop fields. A survey was conducted to reveal distribution of heavy metal cadmium in the insect. It has been found that when environment had been polluted by cadmium, the heavy metal was steadily accumulated in the body of *O. chinensis*. The result from our survey showed that the concentrations of cadmium were different in each part of *O. chinensis* body. The distribution of cadmium in both female and male adult bodies was 0.323, 0.343, 0.486 and 0.306 mg · kg⁻¹, 0.323, 0.343, 0.486 0.306 mg · kg⁻¹, respectively. And the order of the concentrations for the pollutants was: abdomen > thorax > head > hind femur and abdomen > head > thorax > hind femur, respectively. The concentrations of cadmium were significant different between abdomen and head, abdomen and thorax, abdomen and hind femur. In addition, a significant difference for cadmium was found in the abdomen between female and male. As the insect was very susceptible to cadmium in soil, it may be suggested that the species be used as an indicator organism for cadmium pollution in soil. Therefore, it will correctly be known how the soil was polluted by cadmium, providing some measures to reduce the pollution.

Keyword: *oxya chinensis*; cadmium; distribution; indicator organism

农业生态环境中, 土壤是连接生物与非生物、有机界与无机界的枢纽。由于工业所产生的“三废”污染

物通过水体、大气或直接向土壤中排放转移, 以及化肥和农药的不合理施用, 土壤被 Cd 污染的现象越来越严重。Cd 是对生物有显著毒性的重金属元素之一^[1], 它不能被土壤微生物分解、易于在土壤中积累, 通过食物链在动物、人体内积累, 严重影响人体健康^[2,3], 是一种危险的环境污染物^[4]。因此, 迫切需要能够快速反映污染物作用本质, 并能够对污染物早期影响

收稿日期: 2003-06-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(30170612); 山西省科技厅项目(012015)

作者简介: 李丽君(1963—), 女, 山西原平人, 博士研究生, 研究方向为生物多样性与保护。

联系人: 马恩波, E-mail: maenbo@public.ty.sx.cn;

进行检测的指标,这样才有可能对污染物的环境影响做出更准确的生态毒理学预测。

中华稻蝗 (*Oxya chinensis*) 在中国分布广泛,除新疆、西藏等少数省区外,在大多数省区均有分布^[5]。中华稻蝗依赖于有水的栖息环境,且飞翔能力较弱,不作远距离迁飞,以禾本科植物为食,尤喜食水稻,其次为谷子等作物,也取食芦苇、稗草等杂草。当其生存的环境中重金属污染严重时,重金属会通过食物链进入中华稻蝗体内。因此,将中华稻蝗作为环境污染指示生物,可准确反映其生存环境中重金属的污染状况,为减少和预防环境污染提供理论依据。

近年来,Cd 对动物生长、发育的影响^[6-9],以及用水生无脊椎动物作为水体重金属污染的指示生物的研究^[10-13]有大量报道,但对将昆虫作为环境污染指示生物的报道甚少^[14,15],而将中华稻蝗体作为重金属环境污染指示生物则未见报道。本文研究了重金属 Cd 在中华稻蝗体内的富集状况,为其作为指示生物提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

本文所研究的中华稻蝗于 2003 年 8 月采自太原市小店区晋源镇。网捕法采集中华稻蝗成虫,将其置入冰箱冷冻室中保存备用。

1.2 样品处理及测定

采用随机取样法,将中华稻蝗雌、雄各 13 头作为 1 个样本,共做 5 个重复。先用医用镊子和剪刀将中华稻蝗的消化道和生殖腺取出,并将每头蝗虫按头、胸、腹、后足分别编号,进行样品制备和后续分析。

将样品放入 62 ℃ 的干燥箱中烘至恒重,采用原子吸收法测定中华稻蝗不同体段的 Cd 浓度:先将样品在 HNO₃ + HClO₄ 体系消化,然后用 3200 原子吸收分光光度计(惠普上海分析仪器有限公司生产)以火焰原子吸收法对各样品进行测定。

1.3 数据处理

利用 SPSS 软件系统,将中华稻蝗不同体段以及雌、雄相同体段 Cd 浓度分别进行方差分析和 Duncan 多重比较。

2 实验结果

2.1 中华稻蝗体内 Cd 分布情况

Cd 在中华稻蝗不同体段的浓度分布如表 1。

从表 1 可知,不同性别的中华稻蝗富集 Cd 的能

力不同,雄性的富集能力大于雌性;对于雌性中华稻蝗,Cd 富集状况按浓度高低分别为腹> 胸> 头> 足,而雄性中华稻蝗则为腹> 头> 胸> 足。即无论是雄性还是雌性中华稻蝗其体内 Cd 富集最多的体段为腹部。

表 1 中华稻蝗不同体段 Cd 浓度

(mg · kg⁻¹, 算术平均数 ± 标准差)

Table 1 Concentrations of cadmium in *Oxya chinensis* (mg · kg⁻¹, mean ± SD)

项目	头	胸	腹	足
雌性	0.323 ± 0.077	0.343 ± 0.046	0.486 ± 0.135	0.306 ± 0.06
雄性	0.509 ± 0.089	0.437 ± 0.042	0.738 ± 0.129	0.256 ± 0.067

2.2 Cd 在雌、雄中华稻蝗不同体段分布的统计分析

2.2.1 Cd 在雌性中华稻蝗不同体段分布的统计分析

将雌性中华稻蝗体内不同体段 Cd 浓度分布数据分别进行方差分析,结果见表 2。

表 2 Cd 在雌性中华稻蝗体内分布的方差分析

Table 2 Variation analysis for the concentrations of cadmium in *Oxya chinensis* (Female adults)

变差来源	平方和	自由度	均方	F	P
处理间	0.103	3	3.482 × 10 ⁻²	4.645	0.016
误差	0.118	16	7.380 × 10 ⁻³		
总项	0.221	19			

从表 2 可知,Cd 在雌性中华稻蝗体内不同体段的分布差异显著。Duncan 的多重比较显示,Cd 在中华稻蝗腹部的富集量与在头、胸、足部的富集量差异显著,而头、胸、足部间的富集量差异不显著。

2.2.2 Cd 在雄性中华稻蝗不同体段分布的统计分析

将雄性中华稻蝗体内不同体段 Cd 分布量分别进行方差分析,结果见表 3。

表 3 Cd 在雄性中华稻蝗体内分布量的方差分析

Table 3 Variation analyses for the concentrations of cadmium in *Oxya chinensis* (Male adults)

变差来源	平方和	自由度	均方	F	P
处理间	0.404	3	0.135	17.448	0.000
误差	0.124	16	7.72 × 10 ⁻³		
总项	0.528	19			

从表 3 可知,Cd 在雄性中华稻蝗体内不同体段的分布量差异显著。由 Duncan 的多重比较可知,Cd 在中华稻蝗腹部的富集量与在头、胸、后足以及头与后足的富集量差异显著,而头与胸、胸与后足的富集量差异不显著。

2.3 Cd 在雌、雄中华稻蝗间相同体段分布的统计分析

将雌、雄中华稻蝗体内相同体段 Cd 浓度进行方差分析,结果如下:

从表 4~7 与 Duncan 多重比较可知, Cd 在不同性别中华稻蝗腹部的分布差异显著,但在不同性别的头、胸、后足中的分布差异不显著。

表 4 雌、雄中华稻蝗头部 Cd 浓度方差分析

Table 4 Variation analyses for the concentrations of cadmium in heads of *Oxya chinensis*

变差来源	平方和	自由度	均方	F	P
处理间	8.75×10^{-2}	1	8.724×10^{-2}	12.580	0.08
误差	5.548×10^{-2}	8	6.935×10^{-2}		
总项	0.143	9			

表 5 雌、雄中华稻蝗胸部 Cd 浓度方差分析

Table 5 Variation analyses for the concentration of cadmium in chests of *Oxya chinensis*

变差来源	平方和	自由度	均方	F	P
处理间	2.237×10^{-2}	1	2.237×10^{-2}	11.347	0.10
误差	1.577×10^{-2}	8	1.972×10^{-2}		
总项	3.815×10^{-2}	9			

表 6 雌、雄中华稻蝗腹部 Cd 浓度方差分析

Table 6 Variation analyses for the concentration of cadmium in abdomens of *Oxya chinensis*

变差来源	平方和	自由度	均方	F	P
处理间	0.159	1	0.159	9.105	0.017
误差	0.139	8	1.744×10^{-2}		
总项	0.298	9			

表 7 雌、雄中华稻蝗后足 Cd 浓度方差分析

Table 7 Variation analyses for the concentration of cadmium in feet of *Oxya chinensis*

变差来源	平方和	自由度	均方	F	P
处理间	6.2×10^{-3}	1	6.2×10^{-3}	1.524	0.252
误差	3.255×10^{-2}	8	4.069×10^{-2}		
总项	3.875×10^{-2}	9			

3 讨论

3.1 中华稻蝗对重金属 Cd 的富集情况

本研究结果表明,中华稻蝗具有富集重金属 Cd 的能力,且不同性别的个体富集 Cd 的能力不同,雄性的富集能力要大于雌性;对于雌性个体,Cd 富集浓度高低依次为腹>胸>头>后足,而雄性中华稻蝗则为腹>头>胸>后足,即无论是雄性还是雌性个体,其体内 Cd 富集量最高的体段为腹部,Cd 富集量最低的体段为后足;对于雌、雄中华稻蝗体内相同体段的

Cd 富集状况来说,只有在腹部 Cd 的分布量差异显著,而 Cd 在头、胸、后足体段的分布量差异不显著。中华稻蝗腹部富集 Cd 的能力最强、后足富集能力最弱,综合分析上述实验结果,腹部对于 Cd 的高富集量是由于腹部是消化道所在位置,而中华稻蝗在取食和食物消化过程中重金属 Cd 可以富集在消化道中,因此导致腹部高浓度 Cd 的富集^[20];而后足主要为肌肉组织,其 Cd 的富集量最低^[21-23]。

3.2 中华稻蝗作为环境指示生物的重要性

太原市小店区已有十几年的污灌史,土壤中重金属 Cd 含量已大大超过世界土壤背景值。随着工农业生产的发展,Cd 的污染问题会日益严重。因此,迫切需要寻找一种指示生物,反映土壤环境污染程度,为提高农作物的产量和品质提供理论依据。

由于中华稻蝗具有富集重金属 Cd 的能力,它可以间接反映土壤污染状况。本文结果表明中华稻蝗可以作为环境中重金属 Cd 污染的指示生物,通过对其体内 Cd 富集程度的检测可以反映环境污染情况,这方面的研究工作可用于监测由于污灌导致的重金属 Cd 的污染,从而对防止粮食产量的减少和品质的降低有重要的理论和实践意义。

由于重金属环境污染问题的日益严重,多年来许多国内外学者致力于重金属对生物影响的研究。研究表明,受 Cd 污染后,成年鱧肝的大小和糖原含量以及体重的增长都大大降低^[16];将林蛙暴露于 Cd 溶液中,其体内会富集一定量的 Cd,并且还会影响金属硫因和谷胱甘肽的浓度^[17];对于鲤鱼来讲,当肝、肾贮 Cd 能力达极限时,则转向肌肉贮存^[18];幼年蜗牛是一种测定食物污染的有效生物指示物^[19]。但是,重金属对昆虫影响的研究甚少,尤其是对蝗虫影响尚未见报道。因此,本工作丰富了昆虫体内重金属富集的研究内容。

在今后的研究工作中,我们将土壤中重金属的浓度与中华稻蝗体内不同体段富集量结合起来,揭示土壤中重金属浓度与中华稻蝗体内重金属含量的相关性;并将中华稻蝗的消化道、精巢和卵巢与头、胸、腹、后足等体段结合起来一起研究;探讨 Cd 在雌、雄性中华稻蝗胸部、头部分布状况不同的原因,完善中华稻蝗与重金属污染相关性的研究体系。

参考文献:

- [1] 陈英旭,林琦,陆芳,等. 萝卜根系对环境重金属铅、镉富集的修复作用[J]. 浙江大学学报,2000,26(1):61-66.
- [2] 王焕校. 污染生态学(M). 北京:高等教育出版社,施普林格出版

社, 2000. 190.

- [3] 秦天才, 吴玉树, 王焕校, 等. 镉、铅及其相互作用对小白菜根系生理生态效应的研究[J]. 生态学报, 1998, 18(3): 320 - 325.
- [4] 郭笃发. 环境中铅和镉的来源及其对人和动物的危害[J]. 环境科学进展, 1994, 2(3): 71 - 76.
- [5] 郑哲民. 蝗虫分类学[M]. 陕西: 陕西师范大学出版社, 1995. 85 - 101.
- [6] P Szefer. Distribution and association of trace metal in soft tissue and byssus of *Mytilus edulis* from east coast of Kyushu Island, Japan[J]. *Arch Environ Contam Toxicol*, 1997, 32(2): 184 - 190.
- [7] A Gomot. Dose - dependant effects of cadmium on the growth of snails in toxicity bioassay[J]. *Arch. Environ Contam Toxicol*, 1997, 33(20): 209 - 216.
- [8] Jorge Herkovits. Cadmium uptake and bioaccumulation in *Xenopus laevis* embryos at different development stages[J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1998, 39(1): 21 - 26.
- [9] Volgiatzis A K. Cadmium in liver and kidneys and hepatic metallothionein and glutathione levels in *Rana ridibunda*, after exposure to $CdCl_2$ [J]. *Arch. Environ Contam Toxicol*, 1998, 34(1): 64 - 68.
- [10] 陆超华, 谢文选, 周国君. 近江牡蛎作为海洋重金属锌污染监测生物[J]. 中国环境科学, 1998, 18(6): 527.
- [11] 郭明新. 用中华圆田螺作为底泥重金属毒性和生物可给性的指示生物[J]. 环境与开发, 1997, 12(2): 8 - 11.
- [12] Andersen J L. A survey of total mercury and methylmercury in edible, Fish and invertebrate from Azorean waters[J]. *Mar Environ Res*, 1997, 44(3): 331 - 350.
- [13] Szefer P. Distribution and association of trace metal in soft tissue and byssus of *Mytilus edulis* from east coast of Kyushu Island[J]. *Japan arch environ Contam Toxicol*, 1997, 32(2): 184 - 190.
- [14] 席玉英, 韩凤英, 郭 婷, 等. 长叶异痣螽对水体汞污染的指示生物作用[J]. 农业环境保护, 2000, 19(6): 345 - 356.
- [15] 韩凤英, 席玉英, 毕 浩. 长叶异痣螽对水体铅污染的指示生物作用[J]. 农业环境保护, 2002, 21(2): 169 - 170.
- [16] Ricard A C. Effects of subchronic exposure to cadmium chloride on endocrine and metabolic function in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* [J]. *Arch Environ Contam toxicol*, 1998, 34(4): 377 - 381.
- [17] Volgiatzis A K. Cadmium accumulation in liver and kidneys and hepatic metallothionein and glutathione levels in *Rana ridibunda*, after exposure to $CaCl_2$ [J]. *Arch Environ Contam toxicol*, 1998, 34(1): 64 - 68.
- [18] Christine De Conto Cinier. Cadmium bioaccumulation in crop (*Cyprinus carpio*) tissue during long - term high exposure: Analysis by inductively couple plasma - mass spectrometry [J]. *Ecotoxicol Environ. Safety*, 1997, 38(2): 137 - 143.
- [19] AGomot. Dose - dependent effects of cadmium on the growth of snail in toxicity bioassays[J]. *Arch Environ Contam toxicol*, 1997, 33(2): 209 - 216.
- [20] francesconi K A. Cadmium uptake from seawater and food by the western rock lobster *Panulirus cygnus*[J]. *Bull Environ Contam Toxicol*, 1994, 53(2): 219 - 223.
- [21] 阮 晓, 郑春霞. 重金属在罗非鱼单数白鲳和鲤鱼体内的积累[J]. 农业环境保护, 2001, 20(5): 357 - 359.
- [22] 刘长发, 陶 澍. 铅与镉在被金鱼积累过程中的相互作用[J]. 生态学报, 2001, 21(11): 1863 - 1868.
- [23] Garia - Fernandez A J. Environmental exposure and distribution of lead in four species of in raptors Southeastern Spain[J]. *Arch. Environ. Contam Toxicol*, 1997, 33(1): 76 - 82.