

# 泉州地区克氏原螯虾重金属含量测定及评价

陈细香<sup>1,2</sup>, 刘银铃<sup>1</sup>, 陈秋月<sup>1</sup>, 吴文杰<sup>1</sup> (1. 福建泉州师范学院化学与生命科学学院, 福建泉州 362000; 2. 泉州师范学院分子生物与药物化学福建省高校重点实验室, 福建泉州 362000)

**摘要** [目的]了解泉州地区克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*)的重金属含量及污染情况。[方法]随机收集泉州地区3个不同菜市场的克氏原螯虾180份,根据国标规定采用样品湿法消解消化法和火焰原子吸收光谱仪进行测定。[结果]镉检出范围为0~0.411 mg/kg,未超标;砷检出范围为0~0.518 mg/kg,超标率达0.9%;铅检出范围为0~0.424 mg/kg,未超标;汞检出范围为0.005~0.082 mg/kg,未超标;铬含量的检出范围0~3.178 mg/kg,超标率达2.78%;锰检出范围为0.03~32.64 mg/kg,超标率达4.6%。且不同组织器官中重金属含量不同。[结论]泉州地区的克氏原螯虾体内含量超标的重金属主要是砷、铬和锰,若长期食用这类克氏原螯虾将损害人体健康。

**关键词** 泉州地区;克氏原螯虾;重金属;评价

**中图分类号** S945.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)03-151-03

## Determination and Assessment of the Content of Heavy Metals in *Procambarus clarkii* Girard in Quanzhou Area

CHEN Xi-xiang<sup>1,2</sup>, LIU Yin-ling<sup>1</sup>, CHEN Qiu-yue<sup>1</sup> et al (1. School of Chemistry & Life Science, Quanzhou Normal University, Quanzhou, Fujian 362000; 2. Key Laboratory of Molecular Biology and Medicinal Chemistry, Quanzhou Normal University, Quanzhou, Fujian 362000)

**Abstract** [Objective] To analyze and assess the content of heavy metals in *Procambarus clarkii* Girard in Quanzhou area. [Method] The heavy metals were detected with corresponding analysis techniques recommended in national criterion in 180 samples collected from 3 markets by FAAS. [Result] The detecting ranges and the over limit rates of Cd, As, Pb, Hg, Cr and Mn were 0-0.411 mg/kg and 0%, 0-0.518 mg/kg and 0.9%, 0-0.424 mg/kg and 0%, 0.005-0.082 mg/kg and 0%, 0-3.178 mg/kg and 2.78%, 0.03-32.64 mg/kg and 4.6%, respectively. The heavy metals distribute differently in different tissues and organs of *Procambarus clarkii*. [Conclusion] The mostly heavy metal pollutants beyond the national criterion were As, Cr and Mn in *Procambarus clarkii* of Quanzhou area, and long-term taking those *Procambarus clarkii* may be harmful to human health.

**Key words** Quanzhou area; *Procambarus clarkii* Girard; Heavy metal; Assessment

随着我国居民生活水平的不断提高,食品安全问题越来越受到重视。近年来,随着社会经济的发展,大量处理不完全甚至未经处理的污染物排入江河,从而使水生生物赖以生存的环境受到各种外来物质的影响,其中重金属则是影响较大的一类污染物。

克氏原螯虾(*Procambarus clarkii* Girard),俗称淡水小龙虾,分类上隶属甲壳纲、十足目、螯虾亚目、螯虾科<sup>[1]</sup>。小龙虾分布范围很广,适应性很强,尤其对水质的要求并不高,在一些受轻度污染的水域,甚至在一些鱼类难以成活的水体也能生存<sup>[2]</sup>。因此,人们尤其担心小龙虾体内的重金属含量是否超标。国内学者对苏州地区<sup>[3]</sup>和淮南地区<sup>[4]</sup>的克氏原螯虾体内重金属的含量的检测已有报道。为了了解泉州地区市场中克氏原螯虾重金属污染物含量及卫生质量状况,笔者首次对泉州地区的克氏原螯虾鳃、肝胰腺、螯足肌和腹部肌4个部位的重金属含量进行抽样检测,并根据相应指标进行污染评价,以期为消费者安全食用提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 采样。**试验用克氏原螯虾分别购于泉州龙宫菜市场、华洲水产批发市场和东湖菜市场,购回后先用自来水冲

洗除去附着物。试验前选择健康、反应灵敏、大小基本一致的克氏原螯虾随机分组。

**1.1.2 试剂。**硝酸和高氯酸均为分析纯,购自上海生化试剂公司;试验用水为超滤纯净水;各种金属元素的标准溶液,购自国家环境保护总局标准样品研究所。

**1.1.3 仪器。**WFX-110原子吸收分光光度计(北京瑞利分析仪器公司);DGF30/14-II型电热鼓风干燥箱(南京实验仪器厂);电子天平(上海良平仪器仪表有限公司);万用电炉(浙江省上虞宝民仪器设备厂)。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 样品处理及重金属含量测定。**样品为购于3个不同菜市场的克氏原螯虾,每个市场60份,共180份。洗净后仔细分离取出鳃、肝胰腺、螯足肌和腹部肌4个组织器官,称量、混合酸消解,定容,同时做试剂空白。使用WFX-110型原子吸收分光光度计测定重金属含量,具体步骤均按照国标中国规定的方法进行。

**1.2.2 评价方法及标准。**《NY5073-2006无公害食品水产品中有毒有害物质限量》<sup>[5]</sup>及《NY5158-2005无公害食品淡水虾》<sup>[6]</sup>要求规定甲壳类水产品体内重金属含量如下:汞 $\leq 0.5$  mg/kg,砷 $\leq 0.5$  mg/kg,镉 $\leq 0.5$  mg/kg,铅 $\leq 0.5$  mg/kg,铬 $\leq 2.0$  mg/kg,锰 $\leq 26$  mg/kg。根据此标准对泉州地区克氏原螯虾体内重金属含量进行评价。

## 2 结果与分析

**2.1 不同菜市场来源的克氏原螯虾体内重金属的含量及评价**由表1~3可知,Cd、As、Pb、Hg、Cr和Mn在克氏原螯虾体内有不同程度残留,Hg和Mn的检出率均为100%,而其他

**基金项目** 泉州市科技计划项目(2010N14);福建省高校服务海西建设重点项目(A102);硕士学位授予单位立项建设学科(生物学)项目;福建省科技厅青年科技人才创新项目(2008F3095)。

**作者简介** 陈细香(1972-),女,福建莆田人,副教授,博士,从事环境生态学研究。

**收稿日期** 2014-12-03

金属的检出率各不相同。镉检出范围为0~0.411 mg/kg,未超标;砷检出范围为0~0.518 mg/kg,超标率达0.9%;铅检出范围为0~0.424 mg/kg,未超标;汞检出范围为0.005~

0.082 mg/kg,未超标;铬含量的检出范围为0~3.178 mg/kg,超标率达2.78%;锰检出范围为0.03~32.64 mg/kg,超标率达4.6%。

表1 来自龙宫菜市场的克氏原螯虾的重金属含量

| 重金属元素 | 平均值<br>mg/kg | 变化范围<br>mg/kg | 参考标准<br>mg/kg | 检出率<br>% | 超标率<br>% | 单项污<br>染指数 |
|-------|--------------|---------------|---------------|----------|----------|------------|
| Cd    | 0.023        | 0~0.351       | 0.5           | 80.6     | 0        | 0.046      |
| As    | 0.146        | 0~0.479       | 0.5           | 55.6     | 0        | 0.292      |
| Pb    | 0.019        | 0~0.424       | 0.5           | 83.3     | 0        | 0.038      |
| Hg    | 0.027        | 0.005~0.082   | 0.5           | 100.0    | 0        | 0.054      |
| Cr    | 0.892        | 0~3.124       | 2.0           | 33.3     | 2.78     | 0.446      |
| Mn    | 7.907        | 0.04~32.64    | 26.0          | 100.0    | 5.56     | 0.304      |

注:单项污染指数=平均值/参考标准。

表2 来自华洲水产批发市场的克氏原螯虾的重金属含量

| 重金属元素 | 平均值<br>mg/kg | 变化范围<br>mg/kg | 参考标准<br>mg/kg | 检出率<br>% | 超标率<br>% | 单项污<br>染指数 |
|-------|--------------|---------------|---------------|----------|----------|------------|
| Cd    | 0.024        | 0~0.337       | 0.5           | 77.8     | 0        | 0.048      |
| As    | 0.157        | 0~0.518       | 0.5           | 41.7     | 2.78     | 0.314      |
| Pb    | 0.016        | 0~0.417       | 0.5           | 58.3     | 0        | 0.032      |
| Hg    | 0.026        | 0.007~0.079   | 0.5           | 100.0    | 0        | 0.052      |
| Cr    | 0.871        | 0~3.074       | 2.0           | 58.3     | 2.78     | 0.436      |
| Mn    | 6.948        | 0.03~31.71    | 26.0          | 100.0    | 2.78     | 0.267      |

注:单项污染指数=平均值/参考标准。

表3 来自东湖菜市场的克氏原螯虾的重金属含量

| 重金属元素 | 平均值<br>mg/kg | 变化范围<br>mg/kg | 参考标准<br>mg/kg | 检出率<br>% | 超标率<br>% | 单项污<br>染指数 |
|-------|--------------|---------------|---------------|----------|----------|------------|
| Cd    | 0.023        | 0~0.411       | 0.5           | 69.4     | 0        | 0.046      |
| As    | 0.151        | 0~0.483       | 0.5           | 52.8     | 0        | 0.302      |
| Pb    | 0.017        | 0~0.427       | 0.5           | 83.3     | 0        | 0.034      |
| Hg    | 0.025        | 0.006~0.076   | 0.5           | 100.0    | 0        | 0.050      |
| Cr    | 0.876        | 0~3.178       | 2.0           | 33.3     | 2.78     | 0.438      |
| Mn    | 7.478        | 0.04~29.31    | 26.0          | 100.0    | 5.56     | 0.288      |

注:单项污染指数=平均值/参考标准。

根据《NY5073 - 2006 无公害食品水产品中有毒有害物质限量》<sup>[5]</sup>及《NY 5158 - 2005 无公害食品 淡水虾》<sup>[6]</sup>对克氏原螯虾体内的重金属含量进行评价,单项污染指数的大小顺序为:龙宫菜市场:Cr > Mn > As > Hg > Cd > Pb;华洲水产批发市场和东湖菜市场:Cr > As > Mn > Hg > Cd > Pb。各市场来源的螯虾体内重金属含量分布规律也不尽相同,Cr、As和Pb的单项污染指数的大小顺序为:龙宫菜市场 > 东湖菜市场 > 华洲水产批发市场;Mn和Cd的单项污染指数的大小顺序为:华洲水产批发市场 > 龙宫菜市场 > 东湖菜市场;而Hg的单项污染指数的大小关系为:龙宫菜市场 > 华洲水产批发市场 > 东湖菜市场。由此可见,来源于龙宫菜市场的克氏原螯虾体内重金属含量相对其他市场要高一些,受污染的风险较大,而且含量超标的重金属主要有砷、铬和锰。

**2.2 不同组织器官的重金属的含量** 由表4可知,6种重金属在克氏原螯虾体内不同组织器官内的富集情况是不相同的,总体上呈以下分布规律: Cd: 肝胰腺 > 鳃 > 螯足肌 > 腹部肌; As: 肝胰腺 > 鳃 > 腹部肌 > 螯足肌; Pb: 鳃 > 肝胰腺 > 腹部肌 > 螯足肌; Hg: 肝胰腺 > 鳃 > 腹部肌 > 螯足肌; Cr: 鳃 >

肝胰腺 > 腹部肌 > 螯足肌; Mn: 鳃 > 肝胰腺 > 腹部肌 > 螯足肌。克氏原螯虾的鳃和肝胰腺对6种重金属的富集能力相对较强,但仅Cr、Mn和As分别有2.78%、4.6%和0.9%超标外,其他重金属均未超标;克氏原螯虾的主要食用部位腹部肌各重金属含量都在安全限值内均未超标,并且螯足肌肉重金属含量略低于腹部肌肉。

表4 克氏原螯虾不同部位中重金属的平均含量 mg/kg

| 部位  | Cd    | As    | Pb    | Hg    | Cr    | Mn     |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 鳃   | 0.114 | 0.151 | 0.242 | 0.045 | 1.836 | 12.314 |
| 肝胰腺 | 0.147 | 0.294 | 0.118 | 0.056 | 1.378 | 9.687  |
| 螯足肌 | 0.025 | 0.102 | 0.011 | 0.014 | 0.026 | 0.061  |
| 腹部肌 | 0.014 | 0.129 | 0.034 | 0.018 | 0.034 | 0.197  |

### 3 讨论

克氏原螯虾是一种对环境的适应能力很强、可以在多种环境中生存的甲壳类动物,而水体中的重金属污染物可以通过呼吸作用由鳃和通过食物由消化道进入,然后通过血液传递到各个器官,还可以通过渗入等次要方式进入体内<sup>[7]</sup>。由

于鳃的特殊结构利于水中离子穿过,鳃成为水生生物直接从水中吸收重金属的主要部位<sup>[4]</sup>,也导致鳃的重金属含量较高。此外,由于肝的解毒作用,组织内可诱导产生大量束缚重金属的金属硫蛋白,使肝胰腺成为体内重金属的主要蓄积部位<sup>[8]</sup>。

该试验结果表明所收集的 3 个不同市场来源的克氏原螯虾体内的重金属量大部分在国标安全限值以内,但来源于龙宫菜市场的克氏原螯虾体内重金属含量相对其他市场要高些,受污染的风险较大;含量超标的重金属主要是砷、铬和锰,且超标的部位是鳃和肝胰腺,因此消费者食用目前市场上的克氏原螯虾的腹部肌是可以安全放心的。

近年来,由于泉州地区随着工业的不断发展,环境问题日趋严重,水质也受到一定的污染,主要原因是随着开发程度的不断提高,污染来源越来越多,而且上游的晋江和洛阳江受沿岸工厂排污、生活污水、有害农业用水排放的影响较大。因此,为了更好地开发利用克氏原螯虾资源,不仅要提高养殖技术,做到科学合理养殖,还要改善水源,加强对养殖环境的综合治理,尤其是砷、铬和锰含量的监测应引起重视。

(上接第 95 页)

**1.3.2 大豆的测产。**与玉米测试的方法相同,查取每株大豆的总粒数,然后求出 44 株总粒数,最后计算大豆的密度和产量。

依次求取第 2、第 3、第 4 和第 5 点的玉米、大豆的密度和产量。

## 2 结果与分析

由表 1 可知,第 1 试验点,玉米密度为 57 897 株/hm<sup>2</sup>,产量为 10 920.0 kg/hm<sup>2</sup>,大豆密度为 115 800 株/hm<sup>2</sup>,产量为 1 777.5 kg/hm<sup>2</sup>;第 2 试验点,玉米密度为 55 260 株/hm<sup>2</sup>,产量为 10 815.0 kg/hm<sup>2</sup>,大豆密度为 78 945 株/hm<sup>2</sup>,产量为 1 410.0 kg/hm<sup>2</sup>;第 3 试验点,玉米密度为 52 635 株/hm<sup>2</sup>,产量为 11 475.0 kg/hm<sup>2</sup>,大豆密度为 100 005 株/hm<sup>2</sup>,产量为 1 678.5 kg/hm<sup>2</sup>;第 4 试验点,玉米密度为 47 370 株/hm<sup>2</sup>,产量为 10 704.0 kg/hm<sup>2</sup>;大豆密度为 76 320 株/hm<sup>2</sup>,产量为 1 884.0 kg/hm<sup>2</sup>;第 5 试验点,玉米密度为 50 002 株/hm<sup>2</sup>,产量为 10 786.5 kg/hm<sup>2</sup>;大豆密度为 8 4210 株/hm<sup>2</sup>,产量为 1 951.5 kg/hm<sup>2</sup>。

表 1 测产结果统计

| 试验点   | 大豆                    |                        | 玉米                    |                        |
|-------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
|       | 密度//株/hm <sup>2</sup> | 产量//kg/hm <sup>2</sup> | 密度//株/hm <sup>2</sup> | 产量//kg/hm <sup>2</sup> |
| 第 1 点 | 115 800               | 1 777.5                | 57 897                | 10 920.0               |
| 第 2 点 | 78 945                | 1 410.0                | 55 260                | 10 815.0               |
| 第 3 点 | 100 005               | 1 678.5                | 52 635                | 11 475.0               |
| 第 4 点 | 76 320                | 1 884.0                | 47 370                | 10 704.0               |
| 第 5 点 | 84 210                | 1 951.5                | 50 002                | 10 786.5               |
| 平均值   | 91 056                | 1 740.3                | 52 632                | 10 939.5               |

注:大豆百粒重 0.021 kg;玉米百粒重 0.035 kg。

综合上述 5 个试验点数据,玉米平均密度为 52 632

有个别产品受到砷污染,仍有监测的必要。锰的超标率达 4.6%,说明锰污染较为严重,锰含量的监测应是今后监测的重点。长期摄入铬含量超标的水产品将给人体带来健康危害。因此,有关部门应引起重视,除了加强水产品养殖和销售的管理外,还应对砷、铬和锰等重金属废水排放进行监测,以保证普通老百姓能吃上安全放心的水产品。

## 参考文献

- [1] 沈嘉瑞. 我国的虾类[M]. 北京:科学出版社,1976.
- [2] 张湘照,张弘. 克氏原螯虾的开发前景与养殖技术[J]. 中国水产,2001(1):37-38.
- [3] 朱玉芳,崔勇华,戈志强,等. 重金属元素在克氏原螯虾体内的生物富集作用[J]. 水利渔业,2003,23(1):11-12.
- [4] 刘天骄,陈玉翠. 淮南地区克氏原螯虾重金属含量及其污染评价[J]. 安徽科技学院学报,2007,21(3):11-13.
- [5] 中华人民共和国农业部. NY5073-2006 无公害食品 水产品中有毒有害物质限量[S]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [6] 中华人民共和国农业部. NY 5158-2005 无公害食品 淡水虾[S]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [7] PAEZ O F, RUIZ F C. Comparative bioaccumulation of trace metal in Penaeus stylirostris in stuarine and estuarine environments[J]. Estuarine Coastal and Shelf Science,1995,40(1):35-44.
- [8] 刘必富,丁瑜,樊星,等. 孝感市场小龙虾及提取甲壳素的重金属含量分析[J]. 湖北农业科学,2010,49(6):1459-1460.

株/hm<sup>2</sup>,平均产量为 10 939.5 kg/hm<sup>2</sup>,大豆平均密度为 91 056 株/hm<sup>2</sup>,平均产量为 1 740.3 kg/hm<sup>2</sup>。

## 3 结论与讨论

在该模式种植技术下,经过对玉米间作大豆种植试验田测产分析,每公顷地玉米平均产量为 10 939.5 kg,非但不减产,还多收了 1 940.3 kg 大豆,按照目前宁夏大豆市场价 5.4~5.6 元/kg 计算,每公顷地大豆增收 9 000 元左右<sup>[8]</sup>。

间作是一种非均衡种植,只有确定不同作物的密度、比例、播期才能更充分地发挥不同作物的增产效应。目前,该种植模式在我国某些区域存在一定的局限性,由于缺乏适合各生态区域的种植技术以及农民在生产过程中的随意性,导致技术到位率低,玉米、大豆协调增产功能未充分发挥,因此,在今后的农业发展中应继续加大对该技术的推广力度<sup>[9]</sup>。

## 参考文献

- [1] 黄玉明,黄建国,任琴,等. 早熟玉米与大豆间套栽培技术[J]. 现代农业科技,2010(12):66.
- [2] 梁泉,尹元萍,杨通新. 玉米大豆间作实验初步研究[J]. 耕作与栽培,2004(5):16-19.
- [3] 王鹏文,戴俊英,赵桂坤,等. 玉米种植密度对产量和品质的影响[J]. 玉米科学,1996,4(4):43-46.
- [4] 韦柳佳,黄莉,张雅琼,等. 玉米/大豆间作模式及效应分析[J]. 西南农业学报,2013(1):67-72.
- [5] 周新安,年海,杨文钰,等. 南方间套大豆生产的现状与对策[J]. 大豆科技,2010(5):1-2.
- [6] 李彩虹,吴伯志. 玉米间套作种植方式研究综述[J]. 玉米科学,2005,13(2):85-89.
- [7] 兰世奇. 玉米间作大豆的试验田研究[J]. 甘肃农学报,1984(S2):85-87.
- [8] 刘艳昆,闰旭东,徐玉鹏,等. 玉米-大豆间作模式与经济效益研究[J]. 河北农业科学,2012,16(3):23-26.
- [9] 刘天学,王振河,董鹏飞,等. 玉米间作系统的生理生态效应研究进展[J]. 玉米科学,2007,15(5):114-116.