

养殖虾夷扇贝不同组织中重金属含量的分布

王 军^{1,3}, 翟毓秀^{2,3}, 宁劲松^{2,3}, 蒋增杰³, 谭志军^{2,3}, 尚德荣^{2,3}, 赵艳芳^{2,3}

(1. 中国海洋大学, 山东 青岛 266003; 2. 国家水产品质量监督检验中心, 山东 青岛 266071; 3. 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室, 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

摘要:2008年6~7月在我国北方某海域,进行了底播养殖虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)不同组织中Pb、Cd、Cu、Zn 4种重金属的含量调查。重金属的含量测定采用原子吸收法进行。结果表明:闭壳肌中有害重金属Pb、Cd的含量显著低于其他组织;虾夷扇贝内脏团质量虽仅占整贝质量的8%~15%,但内脏团中有害重金属Cd占整贝中Cd的76%~85%,Pb占整贝中Pb的45%~54%;同时,研究表明虾夷扇贝对有害重金属的蓄积与养殖区域无直接相关性。

关键词:虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*); 重金属; 组织

中图分类号:X171.3

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2009)08-0044-04

海洋贝类是我国重要养殖对象之一,在国民经济和对外贸易中占有重要地位^[1]。但由于贝类对重金属等有害污染物具有较强的生物蓄积能力^[2],进行相关的工作非常重要。虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)作为一种引进的海洋贝类养殖品种,在我国的国民经济和日常生活中占有越来越重要的地位。因此,本工作从影响我国贝类质量和可持续性发展的瓶颈问题出发,以2005年海域底播养殖虾夷扇贝的产量达到1.2万t,占全国底播虾夷扇贝总量的46%的我国最大的虾夷扇贝底播基地为研究对象^[3],通过探讨此海域养殖虾夷扇贝不同组织中Pb、Cd、Cu、Zn含量的分布规律,为今后贝类养殖的安全生产、质量控制提供必要的科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品

1.1.1 采样点设置

根据虾夷扇贝养殖区域分布现状,选取5个有代表性采样点。

1.1.2 采集时间和方法

样品采集共进行2次,分别于2008年6月和7月进行。每个采样点用拖网采集20只扇贝。样品采集后,用海水冲洗,并立即储藏于-18℃冰箱中,然后在低温冷藏条件下24h内运至实验室。所采集的样品规格为壳高2.55 cm±0.36 cm、壳长9.90 cm±1.08 cm、全贝质量98.57 g±33.34 g,均达到商品规格。

1.2 样品处理

样品运送到实验室后,每个采样点做4个平行样。将每个采样点所采20只扇贝中的16只随机分成4个样品,每4只作为一个重复,然后立即解剖并分离其闭壳肌、外套膜、内脏团、瓣鳃和性腺;其余4

只每只均作为一个重复取其整体,样品匀浆后-18℃条件下冷冻保存待分析。

1.3 样品消化

称取5.0 g左右样品于100 mL消化管中,分别加入10 mL HNO₃(优级纯)浸泡4 h,在约150℃温度下加热消化,待消化稳定、大量NO₂气体消除后,加入2.5 mL高氯酸(优级纯),在200~220℃继续消化至产生大量高氯酸白烟、溶液澄清无色,室温冷却后,用石英二次蒸馏水定容至刻度,采用石墨炉原子吸收法或火焰原子吸收法测定。

1.4 检测方法

1.4.1 仪器设备

火焰-石墨炉原子吸收光谱仪(日本岛津公司生产的AA-6800型)、多功能快速消化器、二次石英蒸馏水器。

1.4.2 检测方法

Pb、Cd用石墨炉原子吸收法测定,计算公式如下:

$$x = \frac{(C_1 - C_0) \times V}{m \times 1\,000}$$

式中: x 为试样中Pb、Cd质量比,mg/kg; C_1 为测定试样中Pb、Cd质量浓度, $\mu\text{g/L}$; C_0 为空白液中Pb、Cd质量浓度, $\mu\text{g/L}$; V 为试样液定容体积,mL; m 为试样质量,g。

收稿日期:2008-12-19;修回日期:2009-03-26

基金项目:中国水产科学研究院基础科研业务经费资助项目(2007-gy-02);国家科技公益项目(2005DIB4J049)

作者简介:王军(1982-),男,山东东明人,硕士研究生,主要从事水产品质量安全评价,电话:13964838759, E-mail: mjjy827good2005@163.com;翟毓秀,通信作者,研究员,研究方向:水产品质量安全评价与检测技术、标准化, E-mail: zhaiyx@ysfri.ac.cn

Cu、Zn 用火焰原子吸收法测定,计算公式如下:

$$x = \frac{(C_1 - C_0) \times V}{m}$$

式中: x 为试样中 Cu、Zn 质量比,mg/kg; C_1 为测定试样中 Cu、Zn 质量浓度,mg/L; C_0 为空白液中 Cu、Zn 质量浓度,mg/L; V 为试样液定容体积,mL; m 为试样质量,g。

1.5 评价方法

重金属富集程度的评价采用单因子评价模式,计算公式为:

$$P_i = C_i / S_i$$

式中 P_i 为重金属 i 的污染指数, C_i 为重金属 i 的检测数据, S_i 为重金属 i 的评价标准(表 1)。

表 1 评价标准

Tab. 1 The Standard of evaluation

元素	Pb	Cd	Cu	Zn
标准值(mg/kg)	1.0 ^a	4.0 ^a	50 ^b	50 ^c

注:a 表示 NY5154-2008; b 表示 GB15199-1994; c 表示 GB13106-1994

1.6 统计方法

所有数据用 SPSS13.0 进行处理。

2 结果与讨论

2.1 不同组织中重金属含量的差异性

不同组织中重金属 Pb、Cd、Cu、Zn 的含量见图 1,从图中可以看出虾夷扇贝不同组织中 Zn 含量相对较高,Cd 含量次之,Pb 含量最低。闭壳肌、外套

表 2 虾夷扇贝不同组织中铅、镉、铜、锌的质量比(mg/kg)

Tab. 2 The contents of Pb, Cd, Cu and Zn in different tissues of *P. yesoensis*(mg/kg)

组织	平均值±标准偏差			
	Pb	Cd	Cu	Zn
闭壳肌	0.04±0.008 ^e	0.79±0.20 ^c	0.47±0.07 ^d	15.40±0.84 ^c
外套膜	0.11±0.004 ^d	2.05±0.10 ^{bc}	1.02±0.07 ^{cd}	22.42±1.30 ^b
瓣鳃	0.22±0.02 ^c	2.79±0.05 ^{bc}	1.15±0.12 ^{cd}	39.90±2.58 ^a
性腺	0.43±0.06 ^b	4.79±0.28 ^b	2.16±0.49 ^{bc}	26.35±3.05 ^b
内脏团	0.82±0.09 ^a	51.52±5.98 ^a	21.50±3.00 ^a	25.26±2.42 ^b
整贝	0.16±0.03 ^{cd}	5.83±0.34 ^b	2.89±0.54 ^b	21.13±2.67 ^{bc}

注: a、b、c、d、e 表示差异水平,相同字母表示无显著性差异,不同字母表示差异显著

关于贝类的不同组织对重金属蓄积的差异性,一些学者也进行了相关的研究。Bustamante 等^[5]将 *Chlamys varia* 分成消化腺、肾脏、腮、性腺和肌肉几个部分,对不同组织的重金属含量进行研究,结果表明,消化腺和肾脏中累积的重金属含量最高,而肌肉中的含量最低。季香山等^[6]研究发现,Cd 在海湾扇贝各组织中蓄积顺序为:内脏团>腮>肌肉。王凡等^[7]研究发现,铜在栉孔扇贝各组织内的蓄积量次

膜、瓣鳃、性腺、整贝中重金属含量为 Zn>Cd>Cu>Pb,内脏团中重金属含量为 Cd>Zn>Cu>Pb。

关于不同重金属在贝类体内蓄积的差异性,一些学者也进行了相关的研究。Lee 等^[4]指出双壳贝类对 Zn 的吸收率是 Cd 的 3~4 倍,是 Cr 的 15 倍,与本实验的研究结果相似。

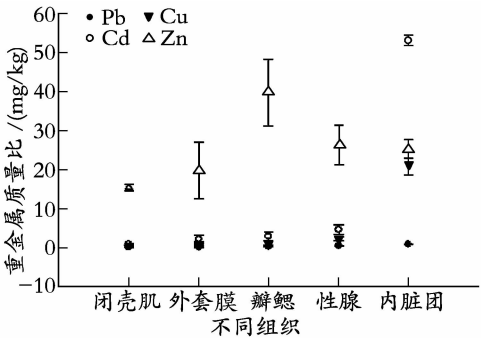


图 1 虾夷扇贝不同组织中铅、镉、铜、锌的质量比

Fig. 1 The contents Pb, Cd, Cu and Zn in different tissues of *P. yesoensis*

2.2 不同重金属含量的组织间差异性

经方差分析表明(表 2),虾夷扇贝不同组织对不同重金属蓄积存在较大的组织间差异性。各组织中 Pb、Cd、Cu 3 种重金属含量的平均值都是内脏团最高,其中 Pb 为内脏团>性腺>瓣鳃>整贝>外套膜>闭壳肌,Cd、Cu 为内脏团>整贝>瓣鳃>性腺>外套膜>闭壳肌,Zn 为瓣鳃最高,闭壳肌最低,性腺,内脏团,全贝,外套膜含量平均值较为接近。

序均为:内脏团>鳃>肌肉。研究表明,不同重金属在内脏中的蓄积量大于肌肉与金属硫蛋白的诱导作用有关。金属硫蛋白能与多种金属结合,而且,当水体受重金属污染,或将重金属注入体内,均能诱导它的产生^[8]。扇贝的肝脏、肾脏等组织的金属硫蛋白含量较高,并且是主要的合成单位。因此,进入体内的重金属大量蓄积在扇贝的内脏中。

2.3 不同组织中重金属的总量分布规律

从表 3 可以看出,内脏团质量最高占整贝质量的 15%,其含有的有害重金属 Pb 总质量占整贝 Pb 总质量的 45%~54%,Cd 总质量占整贝 Cd 总质量的 76%~85%。相反,作为食用部分的闭壳肌质量占整贝重量的一半以上,但其含有的有害重金属 Pb 所占比例最高仅为 14%,Cd 更低为 7%,由此,可以看出内脏团是蓄积有害重金属的主要部位,其他组织蓄积重金属程度要小得多,建议在食用虾夷扇贝时,去除内脏团。

作为人体必需元素的 Cu、Zn 参与生物体的新陈代谢过程,是生物组织不可缺少的组成部分。必需元素含量比较固定,缺乏时会发生组织上和生理上异常。一般来说一个成年人 Cu 的需求量是 2~8μg/d。而 Zn 的需求量是由体重和年龄两种因素决定的,成人建议摄取 12~15 mg/d,妊娠期和哺乳期的女性需要稍多一些^[9]。由此可见 Cu、Zn 这些人体必需的微量元素的食用对身体的健康有着重大的影响。鉴于贝类富含这两种微量元素,可以增强体质,补充身体所需必须元素。因此可以通过食用贝类产品,补充微量元素的缺乏。

表 3 虾夷扇贝不同组织中重金属的比例(%)
Tab. 3 The percentage of heavy metal in different tissues of *P. yesoensis*(%)

组织	质量 ^a	Pb ^b	Cd	Cu	Zn
闭壳肌	50~57	8~14	3~7	4~13	34~40
外套膜	25~36	9~13	3~7	3~12	12~21
瓣鳃	8~15	12~16	2~6	3~12	13~21
性腺	6~15	15~20	2~8	5~10	5~13
内脏团	8~15	45~54	76~85	72~80	7~16

注:a 代表不同组织的质量与整贝的质量之比;b 代表不同组织中 Pb 总质量与整贝中 Pb 总质量之比,其他元素相同。

2.4 不同组织的质量评价

通过单因子评价模式评价(表 4)可以看出,除内脏团对 Cu 的富集程度较高外,其他组织对 Pb、Cu、Zn 的富集程度均较低,闭壳肌与外套膜对 Cd 富集程度较低,瓣鳃、性腺、内脏团对 Cd 的富集程度较高。

表 4 不同组织重金属富集程度评价
Tab. 4 The enrichment evaluation on heavy metals

组织名称	单项污染指数 P_i			
	Pb	Cd	Cu	Zn
闭壳肌	*	*	*	*
外套膜	*	* *	*	*
瓣鳃	*	* * *	*	*
性腺	*	* * * *	*	*
内脏团	*	* * * * *	* * *	*
整贝	*	* * * * *	*	*

注:* 代表重金属的富集程度

2.5 不同养殖区域重金属含量的差异性

B、C 为近岸养殖区,D、E 为远岸养殖区,A 养殖区处于两者之间。由图 1,图 2 可见,不同养殖区 Cd 含量虾夷扇贝显著高于沉积物,Pb、Cu、Zn 含量沉积物高于虾夷扇贝。

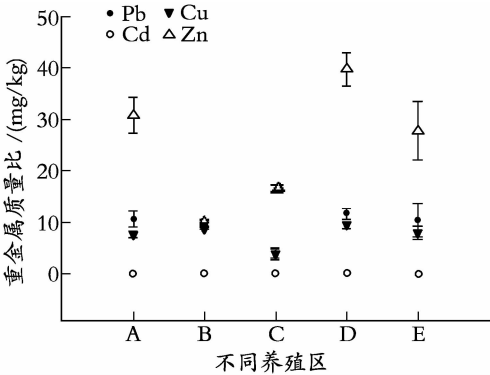


图 2 不同养殖区沉积物中 Pb、Cd、Cu、Zn 的质量比
Fig. 2 The contents of Pb, Cd, Cu and Zn of sediments in different mariculture areas(mg/kg)

经方差分析,C 养殖区沉积物中 Pb 含量与其他养殖区有显著性差异,A、B、D、E 养殖区无显著性差异;Cd、Zn 各养殖区无显著性差异;D 养殖区 Zn 含量与 B、C 养殖区具有显著性差异,其他养殖区无显著性差异。

虾夷扇贝中 Pb 含量在 C、D 两养殖区具有显著性差异,Cd 含量在所有养殖区不具有显著性差异,Cu 含量在 D 养殖区与 A、B、C、E 养殖区具有显著性差异,Zn 含量在 D 养殖区与 B、C、E 养殖区具有显著性差异,E 养殖区与 A、C、D 养殖区具有显著性差异。由以上分析看出,近岸和远岸养殖区沉积物中不同重金属的含量与地理位置没有呈现出明显的变化规律。不同养殖区沉积物中 Cd 含量较低,Pb、Cu、Zn 含量沉积物较高,而虾夷扇贝不同部位中重金属与此相反。因此,可认为,在该养殖海域沉积物中重金属的含量与虾夷扇贝对 Pb、Cd、Cu、Zn 的蓄积无直接相关性。

3 结论

通过对该海域底播虾夷扇贝不同组织中重金属含量分布的调查,初步认为:不同重金属在虾夷扇贝不同组织中的蓄积具有差异性,特别对 Cd 具有较强的蓄积作用;虾夷扇贝不同组织对重金属的蓄积具有显著的差异性,内脏团是蓄积有害重金属的主要组织;虾夷扇贝对有害重金属的蓄积与其生长的养殖区域环境无直接性相关;虾夷扇贝除内脏团具有较高的富集重金属能力外,其他部位对重金属的富集程度均较低,食用风险不大,建议在食用虾夷扇贝时去除内脏团。

参考文献:

- [1] 翟毓秀, 方建光. 我国养殖贝类开拓欧洲市场的思考 [J]. 中国水产, 2006, 6: 11-12.
- [2] 励建荣, 李学鹏, 王丽, 等. 贝类对重金属的吸收转运与蓄积规律研究进展 [J]. 水产科学, 2007, 26(1): 51-55.
- [3] 张继红, 方建光, 王诗欢. 大连獐子岛海域虾夷扇贝养殖容量 [J]. 水产学报, 2008, 32(2): 236-241.
- [4] Lee B J, Wallace W G, Lioma S N. Uptake and loss kinetics of Cd, Cr and Zn in bivalves *Potamocorbula amurensis* and *Macoma balthica*: effects of size and salinity [J]. *Mar Ecol Prog*, 1998, 175: 177-189.
- [5] Bustamante P, Miramand P. Evaluation of the variegated scallop *Chlamys varia* as a biomonitor of temporal trends of Cd, Cu and Zn in the field [J]. *Environ Pollut*, 2005, 138: 109-120.
- [6] 季香山, 赵燕, 丁蕾, 等. 海湾扇贝对海水中镉的蓄积规律研究 [J]. 水产学报, 2006, 30(6): 801-805.
- [7] 王凡, 赵元凤, 吕景才, 等. 铜在栉孔扇贝组织蓄积、分配、排放的研究 [J]. 水利渔业, 2007, 27(3): 84-87.
- [8] 吴众望, 潘鲁青. 重金属离子对凡纳滨对虾肝胰脏 MT 含量的影响 [J]. 水产学报, 2005, 29(5): 715-718.
- [9] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量 [M]. 北京: 轻工业出版社, 2000. 15.

Heavy metal distribution in different tissues of *Patinopecten yesoensis*

WANG Jun^{1, 3}, ZHAI Yu-xiu^{2, 3}, NING Jin-song^{2, 3}, JIANG Zeng-jie³, TAN Zhi-jun^{2, 3}, SHANG De-rong^{2, 3}, ZHAO Yan-fang^{2, 3}

(1. Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. National Center for Quality Supervision and Test of Aquatic Products, Qingdao 266071, China; 3. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resources, Ministry of Agriculture; Yellow Sea Fisheries Research Institute Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Dec. , 19, 2008

Key words: *Patinopecten yesoensis*; heavy metals; tissue

Abstract: *Patinopecten yesoensis* was collected in a typical mariculture area in northern China from Jun. to Jul. 2008. Contents of four kinds of heavy metals including Pb, Cd, Cu and Zn were investigated via atomic absorption spectrophotometry in different tissues. The results indicated as follows: The heavy contents in adductor muscle were usually lower than that in other tissues. The visceral quality accounts for 8%~15% of whole shellfish, but the Cd content in visceral accounts for 76%~85%, Pb is 45%~54%; The enrichment harmful heavy metals in *P. yesoensis* do not have the relevance to the cultivation areas.

(本文编辑:康亦兼)