

若干化学毒物对泥蚶吸收 ^{45}Ca 的影响*

蔡福龙 陈 英 黄凌毅

(国家海洋局第三海洋研究所, 厦门)

摘 要

本文研究几种化学毒物对泥蚶吸收 ^{45}Ca 的影响, 结果表明Cu, Zn, Pd, Cd, Hg等重金属元素的无机化合物对泥蚶的血液、软组织吸收 ^{45}Ca 有抑制作用, 其中Cd的抑制作用最强, 其次是Cu和Hg. 但这些金属元素对泥蚶外壳吸收 ^{45}Ca 的抑制作用不大. 三种能量代谢抑制剂对泥蚶吸收 ^{45}Ca 的作用表明 ^{45}Ca 的吸收是主动运输过程.

泥蚶是生活在潮间带和潮下带浅水区泥砂质底的主要经济贝类, 它们受到陆源污染物影响的机会甚多. 关于污染物对贝类的影响已有许多研究^[1-3], 但多数的报道集中在急性和亚急性实验, 或对某些酶活性的影响. 至于在慢性中毒的情况下对贝类生长的影响, 则报道较少. Ca作为贝类外壳的主要结构材料, 它的代谢状况与贝类的生长关系十分密切, 在一定程度上可以反映贝类的生长情况, 故本文着重研究几种重金属对泥蚶吸收 ^{45}Ca 的影响并考察贝类吸收Ca与能量代谢的关系, 为保护滩涂养殖业提供参考资料.

一、实验方法

把泥蚶 *Arca granosa* Linnaeus (体长3.1—3.2cm, 毛重8.7—10g) 的外壳彻底洗刷干净, 分别培养于含有不同毒物的过滤海水中, 并加入 ^{45}Ca ($14.8 \times 10^4 \text{Bq/dm}^3$), 培养6天后取样, 各取5个, 重复2次, 其中对照组每隔1天取样1次, 以进行浓集过程实验. 泥蚶取出后用自来水冲洗并培养于天然海水里, 静置15分钟, 让其排出外循环的海水, 再用自来水和0.5% EDTA-2Na水溶液轮番清洗数遍, 最后按需要解剖出各组织器官, 制成均匀微薄的测样, 所有实验组合如表1所示.

用国产FH-408自动定标器和FJ-367塑料晶体测定 ^{45}Ca 的B放射性, 仪器计数效率44.3%.

本文1988年4月19日收到, 修改稿于1989年12月5日收到.

• 兼招才同志参加部分实验工作.

表 1 实验组合*

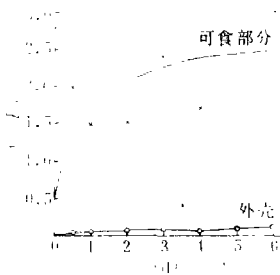
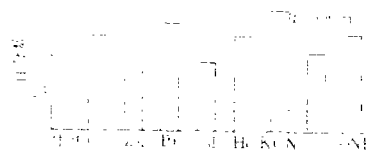
添加物	存在形式	浓度 (mg/dm ³)	添加物	添加物浓度
对照	—	—	—	—
Cu	CuSO ₄ ·5H ₂ O	3.6	葡萄糖	0.5%
Zn	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	17.6	ATP	0.64 mg/dm ³
Pb	Pb(NO ₃) ₂	14.4	KCN	1 × 10 ⁻⁵ mol/dm ³
Cd	CdSO ₄	10	I-CH ₂ -COOH	1 × 10 ⁻⁵ mol/dm ³
Hg	HgCl ₂	0.2	DNP	1 × 10 ⁻⁵ mol/dm ³

* 重金属的实验浓度均取我国海水水质标准规定浓度的20倍量。

二、结 果

(一) 泥蚶吸收⁴⁵Ca的过程

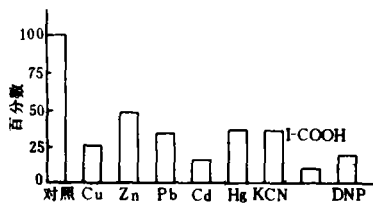
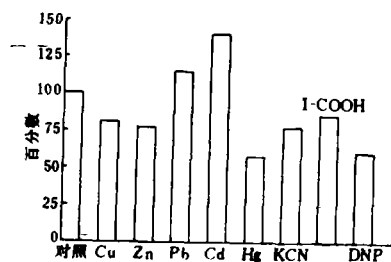
图 1 表明泥蚶软体部分(软组织和血液)及外壳对⁴⁵Ca的吸收特点,即软体部分初期的吸收速度相当快,但浓集系数不大,3天后就稳定在2.5左右;外壳的浓集系数更低,浓集曲线始终平稳,说明⁴⁵Ca并不作为污染物质被大量浓集,而是作为一种结构成分被泥蚶吸收,故浓集系数不可能高,尤其是外壳,它的基本成分是钙盐,可是它对⁴⁵Ca的浓集系数甚微,说明外壳对Ca的利用并非直接从水中吸附或吸收,而是通过体内的吸收之后,再转化为外壳的组织成分,随着机体生长的需要,而吸收Ca的增长有一个缓慢的过程:

图 1 泥蚶对⁴⁵Ca的浓集过程图 2 毒物对泥蚶血液吸收⁴⁵Ca的影响

(二) 毒物对泥蚶吸收⁴⁵Ca的影响

图 2 显示了所添加的各类毒物均抑制泥蚶血液对⁴⁵Ca的吸收,抑制的顺序为Cd>I-CH₂-COOH>Hg>Cu>DNP>Pd>KCN>Zn,各组合对⁴⁵Ca的吸收分别为对照的46%,52%,64%,65%,73%,81%,87%。上述毒物对泥蚶软组织吸收⁴⁵Ca的抑制程度比血液严重,但作用的顺序有些变化即I-CH₂-COOH>Cd>DNP>Cu>Pb>KCN>Hg>Zn,各组合的吸收分别为对照的9%,16%,18%,25%,34%,35%,36%,47% (图 3);这些毒物对外壳吸收⁴⁵Ca的抑制程度最轻,其中Cd, Pb两个组合还高于对

照值, 如图 4 所示各组合的吸收百分数为 Hg 58%, DNP 61%, Zn 77%, KCN 77%, Cu 82%, I-CH₂-COOH 86%, Pb 114%, Cd 139%。

图 3 毒物对泥蚶软组织吸收⁴⁵Ca的影响图 4 毒物对泥蚶外壳吸收⁴⁵Ca的影响

(三) 毒物对泥蚶各器官吸收⁴⁵Ca的影响

从表 2 的数据可以看到各种毒物抑制的主要器官不一样, 其中 Cu 是斧足, Zn 是鳃, Pb 是外套膜、消化腺, Cd 是闭壳肌, Hg 是肠, KCN 是外套膜, I-CH₂-COOH 是鳃、闭壳肌, DNP 是斧足、消化腺。

表 2 各种毒物对泥蚶各器官吸收⁴⁵Ca的影响

毒物	外套膜		鳃		闭壳肌		斧足		肠		消化腺		血液	
	dpm/g	%	dpm/g	%	dpm/g	%	dpm/g	%	dpm/g	%	dpm/g	%	dpm/g	%
对照	69.3	100	64.0	100	42.0	100	32.2	100	110.5	100	187	100	231.5	100
Cu	14.6	21.1	14.7	23.0	35.5	84.5	—	0	10.3	9.3	25.7	13.7	149	64.4
Zn	50.2	72.4	21.2	33.1	23.2	55.0	15.6	48.4	41.9	37.9	70.9	37.9	201.8	87.2
Pb	—	0	26.4	41.3	27.9	66.4	21.2	65.8	31.6	28.6	—	0	170.2	73.4
Cd	12.8	18.5	11.3	17.7	0.80	1.9	8.8	27.3	27.8	25.1	11.2	6.0	108	46.6
Hg	20.4	29.5	33.5	52.4	16.1	38.3	14.8	46.0	21.3	19.2	56.8	30.4	138.3	59.6
KCN	6.7	9.7	13.1	20.5	27.3	65	21.0	65.2	24.1	21.8	55.6	29.7	188.5	81.4
I-CH ₂ -COOH	—	0	—	0	—	0	6.1	18.9	18.2	16.5	37.7	20.1	121.8	52.6
DNP	30.8	44.4	24.2	37.8	7.7	18.3	—	0	8.1	7.3	—	0	150.8	65.1

三、讨 论

(一) 重金属的毒性作用

当镉以硫酸镉的形式存在时, 能溶于水中, 极易被海洋生物吸收, 而且在环境中与其他有害物质具有协同作用, 因而特别危险。在本实验里, 它对泥蚶血液和软组织吸收⁴⁵Ca的抑制作用是诸重金属之冠(图 2, 3), 表明它具有相当大的毒性。据报道^[4, 5], Cd 对生

物体的骨骼具有脱Ca的作用,可是本实验中Cd的作用却促进了外壳对 ^{45}Ca 的吸收,这可能是泥蚶的外壳被脱钙后变得疏松,容易对外来的 ^{45}Ca 产生吸附所致。铜是生命所必需的微量元素之一,它对哺乳动物毒性不大,但水溶性的氯化铜、硝酸铜和硫酸铜对水生植物的毒性却很高。本实验里,它对泥蚶的血液和软组织的毒性作用与Hg相当。王初升^[1]在泥蚶的研究中也证明,在血液和软组织中Cd和Cu的浓集系数是较高的。汞虽然是普遍公认的毒物,但毒性以有机汞最大,而无机汞的中毒是部分或可逆的,本实验中它的毒性不如Cd,除了浓度比Cd小32倍之外,这可能是其中因素之一。Pb、Zn对泥蚶的血液和软组织吸收 ^{45}Ca 的影响不如Cd和Cu那样一致,但总的说,其抑制作用的顺序仍然是 $\text{Pb} > \text{Zn}$ 。Pb和Hg一样也是有机铅的毒性大于无机铅,它主要引起神经系统、造血系统和血液方面的病变,故在本实验中,它的毒性较小,除了泥蚶软组织以外,对血液吸收 ^{45}Ca 的抑制不太大。Zn虽然是人类和哺乳动物体内必需的微量元素之一,但过量了仍有毒性,尤其对海洋生物要比人类和温血动物大许多倍,可是和上述几种重金属比较,尽管本实验中所用Zn量较大,而它所表现的毒性却是较小。

(二) 能量代谢在泥蚶吸收 ^{45}Ca 中的影响

在本实验中,供能过程对泥蚶的三种组织器官吸收 ^{45}Ca 的影响不尽一致,但总的看来,泥蚶的血液、软组织、外壳对 ^{45}Ca 的吸收是个需能的过程,不是简单的表面吸附或体内扩散^[6]。氰化钾、碘乙酸、2,4-二硝基酚等三种能量代谢抑制剂对泥蚶吸收 ^{45}Ca 都起抑制作用,尤以碘乙酸最明显(对血液和软组织而言)。表明泥蚶的血液、软组织、外壳对 ^{45}Ca 的吸收是个主动传输过程,糖酵解所提供的能量占有重要的位置。

四、结 语

1. Cu、Zn、Pb、Cd、Hg等重金属的无机化合物对泥蚶的血液、软组织吸收 ^{45}Ca 的抑制作用最强的是硫酸镉,其次是硫酸铜、氯化汞。

2. 各种毒物影响泥蚶吸收 ^{45}Ca 的各紧要器官是Cu-斧足, Zn-鳃, Pb-外套膜、消化腺, Hg-肠, KCN-外套膜, I- CH_2-COOH -外套膜、鳃、闭壳肌, DNP-斧足、消化腺。

3. 泥蚶的血液、软组织、外壳吸收 ^{45}Ca 的过程是主动传输过程,与生物氧化,糖酵解, ATP的消耗等代谢关系密切,其中糖酵解占有更重要的位置。

参 考 文 献

- [1] 王初升等, 重金属在泥蚶体内的积累, 海洋学报, 8 (1986), 6: 724-728.
- [2] 赖德荣等, 镉污染对翡翠贻贝碱性磷酸酶的影响, 海洋学报, 5 (1983), 2: 230-235.
- [3] Earnshaw, M., The action of the heavy metals on the gametes of the marine mussel, *Mytilus edulis*. The effect of applied copper and zinc on sperm motility in relation to ultrastructural damage and intracellular metal localisation, *Marine Environmental Research*.

- 20 (1986), 4: 261—278.
- [4] Sunila, I., Survival, growth and shell deformities of copper and cadmium exposed mussels *Mytilus edulis* in brackish water, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 21 (1986), 4:555—565.
- [5] Roche, J. and E. Bullinger, *Compt Rend*, 1938, 207, 947, C. A. 33.
- [6] 石油化学工业部化工设计院, 随废水排出的工业有害物, 污染环境的工业有害物, 石油化学工业出版社, 1976, 162—185.
- [7] 蔡福龙等, ^{60}Co , ^{137}Cs 在泥蚶体内的代谢, 海洋学报, 5 (1984), 增刊: 895—898.