

麻痹性贝毒在文蛤体内的累积及净化技术研究

沈和定, 付金花, 冉 福

(上海海洋大学 农业部水产种质资源与利用重点开放实验室, 上海 201306)

摘要: 试验研究分毒素累积和解毒两个阶段, 文蛤(*Meretrix meretrix*)对麻痹性贝毒(Paralytic Shellfish Poisoning, PSP)的累积能力试验中每天投喂一定量塔玛亚历山大藻(*Alexandrium tamarense*), 定期测定文蛤体内的毒素含量; 解毒试验通过投喂饵料和水体消毒的“内排外解”法进行。结果表明: 文蛤对麻痹性贝毒的累积能力较弱, 累积试验末期(15 d)的内脏毒素累积量仅为 884 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 内脏中毒素累积量高于肌肉, 占全贝的 77.4%~89.1%。15 d 的解毒试验中, 三组文蛤体内的毒素含量都有下降, 对照组毒素排出量占总累积量的 30.1%, 臭氧处理组占 32.8%, “内排外解”法处理组毒素排出比例最高, 达总累积毒素的 47.2%。试验表明, “内排外解”法能加快文蛤体内 PSP 的排出。

关键词: 麻痹性贝毒; 文蛤(*Meretrix meretrix*); 塔玛亚历山大藻(*Alexandrium tamarense*); 累积; 净化; 内排外解

中图分类号: Q939

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2011)07-0045-06

麻痹性贝毒(Paralytic Shellfish Poisoning, PSP)是分布最广, 危害最大的一类赤潮藻毒素^[1-2], 据统计, 每年在全球范围内报道 PSP 引起的人类中毒事件约 2 000 起, 死亡率为 15%^[3], 中国亦已发生多起疑似 PSP 引起的中毒事件, 主要集中在福建、广东、香港和台湾等南方沿海地区^[4]。PSP 对海洋生态平衡、水产资源造成很大危害, 尤其对人类食品安全也构成了威胁^[5-7]。文蛤号称“天下第一鲜”, 是中国重要的海洋经济双壳贝类, 仅江苏省文蛤养殖面积达 3.3 万 ha (50 万亩), 年文蛤产量约为 6 万 t, 占全国文蛤总产量的 50%以上, 且每年向日本出口活鲜文蛤约 1.6 万 t, 占日本进口量的 40%^[8]。因此, 研究 PSP 毒素在文蛤体内的累积和排出规律是一个关系到消费者食品安全卫生和贝类养殖业发展亟待进行的课题。本文通过室内试验测定文蛤对 PSP 的累积能力和“内排外解”法对 PSP 的净化效果, 以期为深入研究赤潮毒素预防发生规律及贝类生物毒素净化技术提供理论依据, 对贝类食品安全体系建设具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

文蛤(*Meretrix meretrix*)购于上海市图们路农贸市场(原产地江苏连云港)。所买文蛤健康, 无损伤, 平均壳长 3.5 cm。

塔玛亚历山大藻 ATHK 藻株由中国科学院海洋研究所提供, 培养条件为非无菌培养, f/2 培养基。海洋小球藻(*Chlorella marine*)和等边金藻(*Isochrysis galbana*)由上海海洋大学海洋生物研究室提供。各单胞藻均以 f/2-Si 营养液进行培养, 塔玛亚历山大藻培养温度 20 $^{\circ}\text{C}$, 光照 3 000 lx, 光暗比 12 h : 12 h。培养藻类海水均以 0.22 μm 孔径滤膜过滤并高温杀菌。试验用海水均由浓缩海水调配而成, 海水盐度 30。

1.2 仪器和试剂

BIO-III(II X808 II)型酶标仪, LAB 400R 高速冷冻离心机, 均质器, 臭氧发生器(SW250), TUNZE O₃/mV-Controller-set 7075 氧化还原电位测定仪。

RIDASCREEN PSP 试剂盒由德国 r-biopharm 公司生产, 试剂盒包含 PSP 标准溶液、PSP 酶标记物、基质、发色剂、反应停止液、缓冲液及包被有特异抗体的微孔板条。

0.1 mol/L 和 0.5 mol/L 的 HCl。

收稿日期: 2010-02-18; 修回日期: 2010-04-11

基金项目: 上海市教委发展基金项目(科 03-125); 上海市教委重点学科建设项目(J50701)

作者简介: 沈和定(1964-), 男, 浙江奉化人, 教授, 主要从事贝类增殖和贝类食品质量管理体系建设研究, 电话: 021-61900446, E-mail: hdshen@shou.edu.cn

1.3 试验方法

1.3.1 累积试验

购买的文蛤经 0.22 μm 滤膜过滤的海水中暂养 7 d, 暂养期间以海洋小球藻投喂, 集中养殖在 1000 mL 的大烧杯内备用。试验开始前停食 1 d。试验时随机选取 5 个文蛤放入盛有海水的 250 mL 烧杯中, 电热棒水浴控制试验温度 22℃。每只文蛤每天投喂塔玛亚历山大藻, 藻细胞密度为 2.0×10^3 个/mL(藻细胞毒性水平 11 pg/个^[9], 以 STXeq 含量计)。白天每 1~2 h 检测一次藻细胞浓度并及时补充藻液。每天全换水一次, 每天晚上 8:00 投喂小球藻以维持贝的体能。隔天取出 5 只文蛤作为一个样品, 解剖、将文蛤内脏和肌肉分开、去离子水冲洗 2 次, 沥干后分别袋装封存于-18℃冰箱中留待检测毒素含量。文蛤对 PSP 的累积率由如下公式进行计算:

$$R = \frac{P}{P_0 \times N} \times A \times 100\%$$

R 为每 g 组织中 PSP 的累积率, 单位: %; P 为组织中 PSP 的毒素含量, 单位: μg /100g(以 STXeq 含量计); P_0 为藻细胞毒性水平, 单位: μg /个(以 STXeq 含量计); N 为投喂藻细胞数量, 单位: 个; A 为同化率, 水温 22℃下藻细胞密度为 2.0×10^3 个/mL 时文蛤对

塔玛亚历山大藻的同化率为 67.9%^[10]。

1.3.2 解毒试验

染毒 15 d 后的贝样, 解剖后以去离子水冲洗两次, 沥干后封存于-18℃的冰箱中, 及时检测毒素含量, 即为解毒试验前文蛤体内的毒素含量。然后对已染毒的文蛤进行解毒处理, 设对照组、臭氧处理组(A组)和“内排外解”法处理组(B组), 各组处理方法如表 1。从解毒的第 3 天开始取样, 以后隔 2 d 取样一次, 取样方法同毒素累积试验。试验持续 15 d。

1.3.3 样品处理方法

将贝肉样品用均质器均质, 称取 10 g 均质后的样品加入 10 mL 0.1 mol/L 的 HCl, 煮沸并搅拌 5 min。4℃下, 13 000 r/min 离心 10 min, 离心后用 5 mol/L 的 HCl 调节 pH 到 4.0 以下。取 100 μL 上清液, 用样品稀释缓冲液按适当比例稀释, 然后保存于 4℃下, 留待检测。

1.3.4 毒素检测计算方法

PSP 检测均按德国拜发公司生产的 PSP 毒素检测试剂盒的使用说明操作(产品编号: R1902), 所得的 PSP 标准液百分比吸光度值与 PSP 质量浓度(μg/kg)的校正曲线如图 1; 以德国拜发公司自制软件 r-biopharm softwin 进行毒素含量计算。

表 1 解毒阶段处理方法

Tab. 1 Design for detoxification

组别	每日投喂金藻次数	藻细胞密度(10^6 个/mL)	臭氧处理养殖用海水
对照组	2	1.0	未处理
A	2	1.0	每日 1 次, 约 10~15 min, ORP 值 200 左右
B	4	5.0	每日 1 次, 约 10~15 min, ORP 值 200 左右

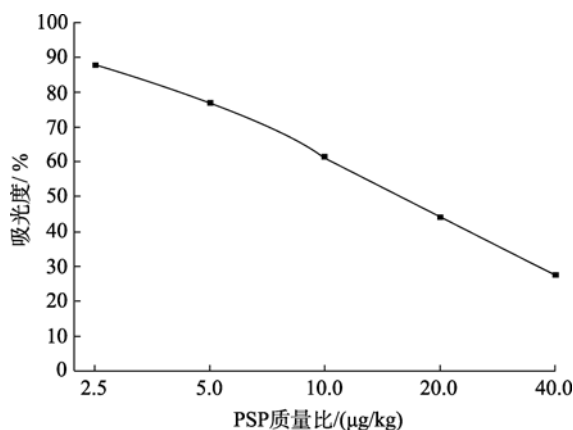


图 1 PSP 标准液百分比吸光度值与 PSP 质量浓度的校正曲线

Fig. 1 Calibration curve of RIDASCREEN FAST PSP test

2 试验结果

2.1 文蛤体内毒素累积规律

图 2 反映了文蛤肌肉和内脏组织 PSP 累积量的差异。每天投喂毒藻细胞 3×10^6 个时, 文蛤的肌肉组织在第 3 次取样时, 即暴露于毒藻中 5 d 后, 其肌肉中累积的毒素达到 93.8 μg/100g, 其后缓慢升高, 在累积阶段末期最高也仅仅达到 122.4 μg/100g。而文蛤内脏的毒素累积量则明显高于肌肉, 文蛤仅在毒藻中暴露 1 d, 其内脏中的毒素量就达到 117.0 μg/100g, 超过了贝类食用安全标准, 之后, 文蛤毒素含量急剧上升, 在累积阶段末期内脏毒素含量达到 884.0 μg/100g, 占贝体毒素累积总量的 77.4%~

89.1%。

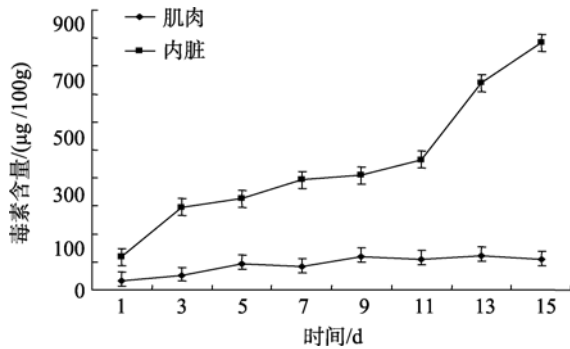


图2 累积阶段文蛤内脏与肌肉中毒素水平的比例

Fig. 2 The ratios of PSP in clam viscera and muscles during accumulation

从表2可以看出文蛤对PSP的累积率随时间延长呈下降趋势，第1天其内脏和肌肉中的毒素累积率分别达到12.04%和3.37%，之后其累积率迅速下

表2 累积阶段文蛤毒素累积状况

Tab. 2 Comparison of PSP in clam viscera and muscles during accumulation

试验时间(d)	1	3	5	7	9	11	13	15
藻细胞总数($\times 10^6$)	3	9	15	21	27	33	39	45
PSP 平均投喂量(μg)	6.6	19.8	33.0	46.2	59.4	72.6	85.8	99.0
内脏中毒素的累积率(%)	12.04	10.14	6.70	5.78	4.68	4.36	5.85	6.06
肌肉中毒素的累积率(%)	3.37	1.76	1.93	1.20	1.37	1.03	0.97	0.74
内脏中毒素占全贝毒素的比例(%)	78.1	85.2	77.6	82.8	77.4	81.0	85.8	89.1

注: PSP 平均投喂量, 以 STXeq. 计

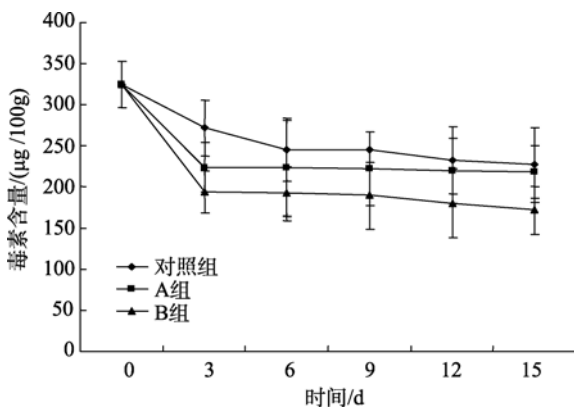


图3 排毒阶段PSP在文蛤体内的含量变化

Fig. 3 PSP concentrations in detoxification

3 分析与讨论

本试验主要研究了麻痹性贝毒在文蛤体内的累积规律及排出方法，因贝类的滤食是在黏液纤毛作

降，特别是内脏中毒素的累积率。内脏中毒素的累积率为4.36%~12.04%，明显高于肌肉中毒素的累积率0.74%~3.37%。

2.2 文蛤体内毒素排出规律

如图3所示，解毒试验中3组文蛤全贝的毒素含量均不断下降，文蛤体内毒素起始含量为324.0 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ，毒素排出速率先快后慢，特别是前3天毒素排出速率相对较快，其中对照组排出总毒素的16.3%，平均每天排出总累积毒素的5.43%；A组为31.0%，平均每天排出10.33%；B组为40.2%，平均每天排出13.40%。之后各组排毒速率都平稳降低，至解毒阶段末期，对照组排出总毒素的30.1%，平均每天排出总累积毒素的2.01%，A组为32.8%，平均每天排出2.19%，B组排毒量最高为总累积毒素的47.2%，平均每天排出总累积毒素的3.15%。

用和水动力学作用两种互补机制下进行^[11-12]，在一定条件下，例如饵料浓度过高或者饵料不适口等，藻细胞进入鳃后不进入消化道而是通过简单的黏液包裹后立即从外套膜排出体外，也就是贝类的假粪，而假粪的出现无疑会对试验观察的真实性和测量结果的准确性造成很大的干扰，预试验期间摸索不产生假粪的藻类浓度，试验中严格控制假粪的产生。同时，同化率作为文蛤对PSP累积率的一个重要因素，受多种因子的影响，如水温、盐度等^[10]，因此本试验的温度和盐度皆为文蛤的最佳摄食温度和盐度，且冉福等^[10]在研究塔玛亚历山大藻对文蛤的同化率时发现，在藻细胞密度为 2.0×10^3 个/mL以内时文蛤具有较高同化率，因此在本试验中，为保证试验结果的真实可靠性，控制塔玛亚历山大藻的密度为 2.0×10^3 个/mL。

3.1 毒素在文蛤体内的累积能力分析

文蛤在毒素累积1d时内脏累积毒素达117.0 μg

/100g, 说明其不需要 1d 时间就达到食用贝类毒素安全标准为 80 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 即每天给文蛤投喂毒藻 3×10^6 个时, 不到一天即超过 PSP 的预警值, 此种文蛤已不适用于食用。与其他贝类相比文蛤的毒素累积能力并不很强。朱明远等^[13]也曾对栉孔扇贝(*Chlamys farrei*)进行了 PSP 累积研究, 结果证明栉孔扇贝在 48 h 内内脏累积毒素达 5 000 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 说明其在数小时内即达食用贝类毒素安全标准。Bricelj 等^[14]得出结论无论是高毒还是低毒的亚历山大藻(细胞毒性分别为 96.5 和 5.9 pgSTXeq.)均可使硬壳蛤(*Mercenaria mercenaria*)在 5~7 h 内达到该标准, 同时在紫贻贝体内 PSP 累积规律的研究中也选择了高毒性的藻株 *Alexandrium fundyense*, 并将贝暴露于高浓度的藻细胞中 12~13 d 后, 紫贻贝的毒素含量即达到最高。而本试验所采用的藻株毒性相对不高, 且由于本试验到染毒 1 d 时才测其毒性, 无法同其比较, 但从结果亦可推断文蛤的毒素累积能力并不强于其他蛤。试验中 PSP 在文蛤内脏中累积的毒素含量高于肌肉中毒素的含量, 且 PSP 在文蛤肌肉中毒素含量变化相对于毒素在内脏中毒素的含量变化较为平缓, 同时文蛤在内脏中毒素的累积量远远没有达到饱和, 这与贝类的毒素累积能力、藻毒性、藻浓度和累积时间有密切关系, 所以文蛤内脏中 PSP 累积能力有多大, 需要进一步研究。

3.2 毒素在双壳贝类体内排出规律比较

Bricelj 等^[15]根据以往研究总结了贝类对 PSP 的敏感性及毒素累积能力, 认为其差异主要体现于 3 个方面: 对 STX 的神经抵抗性; 摄食及其他行为反应; 累积能够达到的最大毒素含量, 并根据毒素的排出速率, 将双壳贝类分为三大类: 快、中和慢速排毒者。多数贻贝和牡蛎属于前者, 大多数蛤与扇贝则属于后者。本试验解毒阶段, 对照组排出总累积毒素的 30.1%, 平均每天排出总累积毒素的 2.01%, 与其他贝类相比, 其毒素排出率相对较小^[16-17]。根据 Bricelj 和 Shumway 按照毒素排出速率对双壳贝类的划分, 本试验所用文蛤应归于慢速排毒者。而贝类的去毒过程又分为两个阶段: 前期的快速阶段和后期的慢速阶段。其中快速阶段是通过内脏排出未吸收的毒素; 慢速阶段中则大多排出内脏和其他组织中吸收的毒素^[18-20]。本试验中解毒过程很明显分为两个阶段, 前三天排毒速率较快, 为前期的快速排毒阶段, 后 12 天排毒速率较慢, 为后期的慢速排毒阶

段, 这与双阶段排毒理论基本相符, 但两个阶段的长度差异较大。

3.3 “内排外解”法对毒素的排出效果评价

麻痹性贝毒是贝类毒素中毒性最强危害也最大的一种, 因此贝类毒素的排出主要是针对麻痹性贝类毒素。贝类一旦染上毒素, 其组织将毒素排出需要很长的一段时间, 有些贝类甚至需要 3 年以上才能完全排出毒素。贝类排毒素的速率因种群和季节的不同而存在明显差异^[21]。本试验通过“内排外解”法净化文蛤体内的 PSP 毒素, 即通过投喂高浓度的无毒单胞藻促进贝类体内毒素的新陈代谢, 保证了机体在排毒过程中的供能, 从而加快了毒素的排出速率, 同时用臭氧消毒法定期对水体进行净化消毒处理, 分解破坏水中的 PSP, 以提高贝类的净化效率。从解毒试验全程看, 对照组与臭氧处理组(A 组)最终结果相差不大, 而“内排外解”法处理组(B 组)最终排出总累积毒素的 47.2%, 高于对照组 30.1%。解毒前三天的试验结果说明 O_3 对快速排毒阶段有较大的贡献, 其可能是因为臭氧净化了海水中的毒素, 且解毒前期文蛤体内储存了较多的能量, 因此排毒速率较快。但随着排毒的进行, 文蛤排毒的速率有所降低, 虽然对照组排出大量毒素, 但其前期排毒量甚少, 而 A、B 组的排毒量在前期排出较多毒素的情况下, 后期又排出大量毒素, 且 B 组大于 A 组的排毒量, 因此给文蛤投喂等边金藻在一定程度上能提高后期慢速排毒阶段的排毒量。

麻痹性贝毒排出的最好方法是将贝类转移到清洁水体中使其自净, 但其效果好坏与贝类的种类有关, 有些贝类在清洁水体中相当长时间后仍有较高的毒素含量, 还有一些贝类在转移后毒素含量反而上升, 同时转移大量贝类也是一件极为费时费力的工作^[22]。本试验所采用的“内排外解”法, 即通过给文蛤投喂单胞藻即“内排”和 O_3 处理海水“外解”方式对染毒文蛤排毒有一定的作用, 特别是能提高快速排毒阶段的排毒效率, 加快了文蛤体内 PSP 的排出进程。其他一些物理的、化学的关于 PSP 的排出方法也有过研究。东南亚联盟包括马来西亚、新加坡、泰国、菲律宾和印尼, 其贝类净化系统主要采用紫外线系统。西班牙作为欧盟中消费贝类最多的国家, 主要采用含氯消毒剂消毒法。法国用臭氧法作为净化贝类的主要手段, 但到目前为止还没有一种有效的大规模的人工排出贝类毒素的方法。烹饪法亦

被认为是 PSP 排出的好方法之一,也是最后一道防线。煮、蒸、炸可在短时间内使毒素在高温下因贝类失水而渗出。目前值得推荐的烹饪法是油炸法,因其温度更高、排毒更有效、并能避免更多的毒素流入汤中的优点。烹饪法可以降低毒素含量,但因其只有贝毒含量较低时,烹饪法才可能将毒素降到安全标准^[23],所以其并不能消除人类贝毒中毒的危险性。同时研究表明商业性罐头加工也是一种降低 PSP 的好方法之一,这种工艺流程包括在绝缘套中先充入蒸气预蒸 15~20 min,然后将蛤肉分离,去除吸管,将剩余蛤肉用温水清洗,再压入罐头。预蒸时渗出的肉汤毒素含量一般较高,但往往只是其中的一小部分被压入罐头,大部分已被去除,因此这种加工工艺对降低毒素含量很有效果,但其有效性也取决于初始毒素的水平,因此使用时应谨慎对待^[24]。这些方法均存在着不完善的地方,有的不安全,有的太慢,有的经济可行性差,有的其终产品无论从外观上还是从味道上都无法被接受。但全球有毒赤潮的发生呈上升趋势,发展有效地快速排毒方法,加强海产品管理,减少 PSP 对人类的危害是极其必要的。采用“内排外解”法净化文蛤体内的 PSP 毒素试验中,由于净化用文蛤体内的 PSP 初始浓度比较高,达贝类食用安全标准的 4 倍多,在一定程度上提高了贝毒净化的难度。染毒文蛤经 15 d 的净化,体内 PSP 含量虽没有降至贝类食用安全标准以内,但试验结果仍能为贝毒的净化技术研究提供新的理论依据和实际参考。

致谢:塔玛亚历山大藻 ATHK 藻株由中国科学院海洋研究所邹景忠研究员惠赠,谨致谢忱!

参考文献:

- [1] Moncheva S, Gotsis-Skretas O, Pagou K, et al. Phytoplankton blooms in Black Sea and Mediterranean ecosystems subjected to anthropogenic eutrophication: similarities and differences[J]. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 2001, 53: 281-295.
- [2] Gilbert P M, Granéli E, Anderson D M, et al. The EU-US scientific initiative on harmful algal blooms: a report from a workshop jointly funded by the European Commission-Environment and Sustainable Development Program and the US National Science Foundation [R]. 2003.
- [3] Hallegraeff G M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase[J]. *Phycologia*, 1993, 82 (2): 77-79.
- [4] 关春江, 矫晓阳. 贝毒监测与预报及其在决策中的应用[J]. *水产科学*, 2002, 21(3): 40-41.
- [5] Townsend D W, Pettigrew N R A C. Offshore blooms of the red tide dinoflagellate *Alexandrium* sp. in the Gulf of Maine[J]. *Shelf Res*, 2001, 21: 347-369.
- [6] Hallegraeff G M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase[J]. *Phycologia*, 1993, 32: 79-99.
- [7] Shumway S E, Sherman S A, Cembella A D, et al. Accumulation of paralytic shellfish toxins by surf clams *Spisula solidissima* (Dillwyn, 1897) in the Gulf of Maine: seasonal changes, distribution between muscle, and notes on feeding habits[J]. *Nat Toxins*, 1994, 2: 236-251.
- [8] 宋晓村, 万夕和, 姚国兴, 等. 江苏文蛤暴发病的发生机理与综合防治对策分析[J]. *水产养殖*, 2007, 28(3): 38-41.
- [9] 颜天, 傅萌, 李钧, 等. 麻痹性贝毒 PSP 在紫贻贝体内的累积、转化与排出[J]. *海洋与湖沼*, 2001, 32(4): 420-427.
- [10] 冉福, 沈和定, 吕凇, 等. 文蛤对四种单胞藻的表观消化状况及同化率[J]. *上海水产大学学报*, 2007, 16(6): 602-607.
- [11] 董波, 薛钦昭, 李军. 滤食性贝类摄食生理的研究进展[J]. *海洋科学*, 2000, 24(7): 31-34.
- [12] 包永波, 尤仲杰. 海洋滤食性贝类摄食率影响因子研究现状[J]. *海洋水产研究*, 2006, 27(1): 76-80.
- [13] 朱明远, 邹迎麟, 吴荣军, 等. 栉孔扇贝体内 PSP 的累积与排出过程研究[J]. *海洋科学*, 2003, 25(3): 75-83.
- [14] Bricelj V M, Lee J H, Cembella A D. Influence of dinoflagellate cell toxicity on uptake and loss of paralytic shellfish toxins in the northern quahog *Mercenaria mercenaria*[J]. *Mar Ecol Prog Ser*, 1991, 74: 33-46.
- [15] Bricelj V M, Shumway S E. An overview of the occurrence and transfer kinetics of paralytic shellfish toxins in bivalve molluscs[C]// Reguera B, Blanco J, Fernandez M, et al. *Harmful Algae*. VigoSpain: IOC of UNESCO, 1998: 431-436.
- [16] Paulo P, Elsa D, Susana F, et al. Accumulation and depuration of cyanobacterial paralytic shellfish toxins

- by the freshwater mussel *Anodonta cygnea*[J]. Aquatic Toxicology, 2004, 68: 339-350.
- [17] Chou H N, Huang C P, Chen C Y. Accumulation and depuration of paralytic shellfish poisoning toxins by laboratory cultured purple clam *Hiatula diplos Linnaeus*[J]. Toxicon, 2005, 46: 587-590.
- [18] Lassus P, Fremw J, Ledoux M, et al. Patterns of experimental contamination by *Protogonyaulax tamarens* in some French commercial shellfish[J]. Toxicon, 1989, 27(12): 1313-1321.
- [19] Silvert W, Cembella A. Dynamic model of phycotoxin kinetics in the blue mussel, *Mytilus edulis*, with implications for other marine invertebrates[J]. Can J Fish Aquat Sci, 1995, 52: 521-531.
- [20] Bricelj M, Shumway S. Paralytic shellfish toxins in bivalve molluscs: occurrence, transfer kinetics and biotransformation[J]. Rev Fish Sci, 1998, 6(4): 315-383.
- [21] Desbins M, Cembella A D. Minimization of PSP toxin accumulation in cultured blue mussels by vertical displacement in water column toxic Phytoplankton Blooms in the sea[J]. Elsevier, Amsterdam, 1993, 50(3): 395.
- [22] 乔庆林. 贝类卫生和净化技术的研究[J]. 中国水产, 2001, 10(3): 61-62.
- [23] Medeof J C, Leim A H, Needler A B, et al. Paralytic shellfish poisoning on the Canadian Atlantic coast[J]. Bull Fish Res Bd Can, 1947, LXXV: 1-33.
- [24] Berenguer J A, Gonzalez L, Jimenez T M, et al. The effect of commercial processing on the paralytic shellfish poison content of naturally contaminated *Acanthocardia tuberculata*[J]. Food Addit Contain, 1993, 50(4): 10.

Accumulation and detoxification of paralytic shellfish poison (PSP) in hard clam *Meretrix meretrix*

SHEN He-ding, FU Jin-hua, RAN Fu

(The Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Utilization Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 201306, China)

Received: Feb., 18, 2010

Key words: Paralytic Shellfish Poisoning(PSP); *Meretrix meretrix*; *Alexandrium tamarense*; accumulation; detoxification; “Inner discharge and out purification”

Abstract: There were two stages in the experiment, accumulation and detoxification. Accumulation PSP by hard clam *Meretrix meretrix* achieved by feeding clams certain amount paralytic shellfish poison (PSP) every day and detecting PSP periodically. The detoxification was determined by method of “inner discharge and out purification”. We found that the clam had a low ability to accumulate PSP. It reached to 884 µg /100g after exposed to toxic *A. tamarense* for 15 d and the toxins in the viscera were higher than in other muscles, accounting to 77.4%~89.1%. The amounts of PSP decreased in three groups with the elimination rates of the control group 30.1%, ozone purified group 32.8%, group of inner discharge and out purification 47.2% during detoxification. This research showed that “inner discharge and out purification” could accelerate PSP detoxification.

(本文编辑: 张培新)