

# 舟山渔场及其相邻赤潮高发区麻痹性 贝类毒素研究\*

胡颢琰 唐静亮 黄备 毛宏跃 王婕妤 魏娜

(浙江省舟山海洋生态环境监测站 舟山 316000)

**提要** 采用小白鼠生物检测法和高效液相色谱荧光检测法,对采自舟山渔场及其相邻赤潮高发区贝类的麻痹性贝毒素进行了调查分析与研究。结果表明,浙江舟山海域有毒贝类检出率为 7.0%。利用高效液相色谱荧光检测法对 2006 年 5 月份采集的六横的西格织纹螺、岱山的毛蚶组织提取液进行麻痹性贝毒素测定,结果显示,六横的西格织纹螺体内麻痹性贝毒素含量为 0.178 $\mu\text{g}$ /g,毒力值为 0.0356 $\mu\text{g}$  STXeq/g,其毒素成分由 GTX2、GTX3、STX、dcSTX、C2 组成;岱山的毛蚶体内麻痹性贝毒素含量为 3.494 $\mu\text{g}$ /g,毒力值为 0.6987 $\mu\text{g}$  STXeq/g,其毒素成分由 STX、NEO、C1、C2 组成。浙江中、南部海域有毒贝类检出率为 2.2%,利用高效液相色谱荧光检测法对 2006 年 10 月份在南麂列岛采集的棒锥螺的组织提取液进行麻痹性贝毒素的测定,结果显示棒锥螺体内麻痹性贝毒素含量为 0.705 $\mu\text{g}$ /g,毒力值为 0.1409 $\mu\text{g}$  STXeq/g,其毒素成分有 GTX1、GTX2、GTX3、NEO、C1、C2 组成。

**关键词** 麻痹性贝毒素,赤潮,小白鼠生物检测法,高效液相色谱荧光检测法,舟山渔场  
**中图分类号** S944.4, X132

麻痹性贝毒素(PSP)因其分布范围对人类危害最严重而受到人们极大的关注,成为全球水产养殖业和海洋食品进出口部门重点检测对象。贝类海产品是一种味道鲜美、营养丰富的食物,深受人们的喜爱,但却极易积累 PSP 毒素(Garthaaitte, 2000)。据 Arnott(1998)报道,赤潮高峰期,双壳贝类可以积累 PSP 毒素 10mgSTX/100g。世界范围内因误食贝毒污染贝类引起中毒、死亡事件时有发生(刘洁生等, 2003; Ito *et al.*, 2003)。我国四大海域中贝类 PSP 污染状况非常严重。调查发现,各大海域均存在广泛的 PSP 污染情况,南北沿海均普遍存在(Anderson *et al.*, 1995; 关春江等, 1999; 林燕棠等, 2001)。现已证实亚历山大藻 *Alexandrium tamarense*、*A. catenella*、*A. acatenella* 等多种甲藻可产生麻痹性贝毒素。欧阳怡然等(1993)对舟山海域进行过贝毒调查,发现有些贝类中含有不同程度的麻痹性贝毒(PSP),但未超安全值。2002 年,

江天久等(2003)对舟山海域的 11 种贝类 22 份海产品样品(泥螺、青蛤、缢蛏、花蛤、文蛤等)进行 PSP 检测,结果仅 3 个样品被检出含有很低量的麻痹性贝毒素,检出率为 14%。2003—2004 年,胡颢琰等(2006)对舟山海域 12 份贝类样品进行 PSP 检测,有毒贝类检出率为 3.1%;对浙江中、南部海域 32 份贝类样品进行 PSP 检测,有毒贝类检出率为 9.1%。

本研究在浙江舟山海域及浙江中、南部海域定期采集贝类样品,进行麻痹性贝毒素调查,了解该种毒素在浙江近岸海域的变化规律,为贝毒素的监测和海产贝类的食用安全提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集与处理

分别于 2006 年 5—10 月,在浙江近岸海域的嵊泗、普陀六横、岱山、定海、象山、三门、乐清、瑞

\* 国家自然科学基金重大研究计划“全球变化及其区域响应”,190511005 号;浙江省环境保护局科研资助项目,200514 号、200607 号。胡颢琰,高级工程师, E-mail: hhy1210@163.com

收稿日期: 2007-08-25, 收修改稿日期: 2007-10-27

安、南麂列岛等的近岸海域或虾池采集野生或养殖的主要经济贝类。

样品采集后,按《海洋监测规范》(GB17378.7—1998)(国家质量技术监督局,1998)进行样品处理。

### 1.2 麻痹性贝毒素测定

按《海洋监测规范》(GB17378.7—1998)(国家质量技术监督局,1998)赤潮毒素——麻痹性贝毒素的检验方法对贝类样品的毒素进行提取和测定。实验小白鼠为昆明种,雄性,体重 20g 左右。

对于小白鼠生物检测法检出的贝类样品利用高效液相色谱荧光检测法对贝类样品组织提取液进行麻痹性贝毒素的测定。

将经小白鼠法检测为阳性的样品提取液经滤纸过滤后,取滤液 0.2ml 于滤膜孔径为 10000 道尔顿的超滤离心管中,经高速离心 15min 后,取过滤液进行 HPLC-FD 分析。

以 Oshima(1995)方法对贝类毒素的成分和含量进行测定。分析过程采用 3 次等梯度洗脱。第一次分析 GTX 和 dcGTX 类毒素,洗脱液为 10mmol/L 磷酸铵缓冲液含有 3.0mmol/L 庚烷磺酸钠作为离子对试剂, pH 为 7.1;第二次分析 STX 类毒素,洗脱液为 30mmol/L 磷酸铵缓冲液含有 2.0mmol/L 庚基磺酸钠, pH 为 7.1,并按 100:5 的比例加入乙腈;第三次分析 C 类毒素,洗脱液为 1.2mmol/L 的四丁基磷酸铵溶液,用氨水调整 pH 至 5.9。柱后衍生氧化剂为含有 7.0mmol/L 高碘酸的 50mmol/L 磷酸氢二钾缓冲液, pH 为 9.0,酸化剂为 0.5mol/L 的乙酸溶液。洗脱液流速为 0.8ml/min,氧化剂和酸化剂的流速均为 0.4ml/min,柱后衍生温度为 75。

鼠单位(Mouse unit 简称 Mu)是国际上用于表示麻痹性贝毒素毒力的单位,一个鼠单位是使一只重 20g 的小白鼠在 15min 内死亡所需腹腔注射的剂量。

## 2 结果

### 2.1 浙江舟山海域贝类的麻痹性贝毒素

2006 年 5—10 月在浙江舟山海域的普陀六横、定海、岱山、嵊泗等地赤潮常发区域共采集厚壳贻贝、僧帽牡蛎、小刀蛭、菲律宾蛤仔、疣荔枝螺、脉红螺、青蛤、缢蛭、毛蚶、彩虹明樱蛤、单齿螺、西格织纹螺、泥蚶、紫贻贝、泥螺等贝类样品 15 种 57 份,其中野生种类 42 份,占 73.7%。小白鼠生物检测法测定结果表明:2006 年 5、8 月份在普陀六横岛采集的西格织纹螺,在岱山本岛附近海域采集的毛蚶均含

有贝毒,小白鼠生物检测法测定其毒素含量在 2.375—4.860Mu/g 之间,实验死亡的小白鼠大多在注射贝类提取物 4—8min 后表现出典型的麻痹性贝毒中毒症状,初步分析可能是由于麻痹性贝毒素引起的死亡,种类为野生。其余样品均未检出。浙江舟山海域有毒贝类检出率为 7.0%。

利用高效液相色谱荧光检测法对 2006 年 5 月份采集的六横的西格织纹螺、岱山的毛蚶的组织提取液进行麻痹性贝毒素的测定,结果表明:六横的西格织纹螺体内麻痹性贝毒素含量为 0.178Mu/g,其毒素成分由 GTX2、GTX3、STX、dcSTX、C2 组成;岱山的毛蚶体内麻痹性贝毒素含量为 3.494Mu/g,其毒素成分由 STX、NEO、C1、C2 组成(表 3)。而用小白鼠生物检测法测定 2006 年 5 月份采集的六横的西格织纹螺的毒素含量为 4.860Mu/g;岱山毛蚶的毒素含量为 3.200Mu/g。由此可知,六横西格织纹螺体内麻痹性贝毒素含量较低,因河豚鱼毒素的中毒症状与麻痹性贝毒素中毒症状相似,从小白鼠死亡症状分析,西格织纹螺体内所含毒素主要应为河豚鱼毒素,当然,这还有待进一步实验证实。岱山毛蚶体内所含毒素主要应为麻痹性贝毒素。

从季节分布看,舟山海域 2006 年 5 月采集的 27 份贝类样品中有 2 种贝类含贝毒素,分别为六横采集的西格织纹螺及岱山采集的毛蚶,有毒贝类检出率为 7.4%;2006 年 8 月采集的 30 份贝类样品中,也为六横采集的西格织纹螺及岱山采集的毛蚶含有贝毒素,其余样品均不含贝毒素,有毒贝类检出率为 6.7%。从检出贝类的毒素含量看,季节性变化较明显,以小白鼠生物检测法测定所得数据为例,六横采集的西格织纹螺 2006 年 5 月毒素含量为 4.860Mu/g,2006 年 8 月毒素含量为 2.375Mu/g;岱山采集的毛蚶 2006 年 5 月毒素含量为 3.200Mu/g,2006 年 8 月毒素含量为 2.425Mu/g(表 1)。从此次分析结果看,舟山海域染毒贝类所含毒素春季明显高于夏季。林燕棠等(1994)对广东沿海贝类海产品贝毒污染情况研究发现,PSP 污染海产品有一定的地域性与季节性特点,南方海域检出率和含量较高,广东沿海贝类染 PSP 高峰期多发生在春季,其中大亚湾、大鹏湾 PSP 检出率及毒力要高些。

从海域分布看,嵊泗、定海海域所采贝类样品均未检出,普陀六横海域、岱山海域均只有 1 种贝类检出,所出现的染毒贝类在内侧海域出现频率明显高于外侧海域,总体上,染毒贝类在舟山海域出现较少。

表 1 浙江舟山附近海域小白鼠生物检测法 PSP 测试结果

Tab.1 Result of PSP toxicity (mouse bioassay) of shellfish collected from maritime zones of the Zhoushan Archipelago, Zhejiang Province

采样时间 (年.月.日)	地点	种类	学名	生态习性	PSP(Mu/g)
2006.05.10	嵊泗	厚壳贻贝	<i>Mytilus coruscus</i>	野生	0
2006.05.10	嵊泗	僧帽牡蛎	<i>Ostrea crenulifera</i>	野生	0
2006.05.10	嵊泗	小刀蛭	<i>Cultellus attenuatus</i>	野生	0
2006.05.10	嵊泗	疣荔枝螺	<i>Purpura davigera</i>	野生	0
2006.05.10	嵊泗	菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>	野生	0
2006.05.10	嵊泗	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	野生	0
2006.05.12	岱山	青蛤	<i>Cyclina sinensis</i>	野生	0
2006.05.12	岱山	菲律宾蛤仔	<i>R. philippinarum</i>	养殖	0
2006.05.12	岱山	缢蛭	<i>Sinnovaluca constricta</i>	养殖	0
2006.05.12	岱山	毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>	野生	3.200
2006.05.12	岱山	彩虹明樱蛤	<i>Moerella iridescens</i>	养殖	0
2006.05.12	岱山	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.05.12	岱山	单齿螺	<i>Monodonta labio</i>	野生	0
2006.05.08	普陀六横	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.05.08	普陀六横	西格织纹螺	<i>Nassarius siquinjorensis</i>	野生	4.860
2006.05.08	普陀六横	毛蚶	<i>S. subcrenata</i>	野生	0
2006.05.08	普陀六横	僧帽牡蛎	<i>Ostrea crenulifera</i>	野生	0
2006.05.08	普陀六横	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.05.08	普陀六横	彩虹明樱蛤	<i>M. iridescens</i>	野生	0
2006.05.08	普陀六横	青蛤	<i>C. sinensis</i>	野生	0
2006.05.14	定海	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.05.14	定海	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.05.14	定海	单齿螺	<i>M. labio</i>	野生	0
2006.05.14	定海	毛蚶	<i>S. subcrenata</i>	野生	0
2006.05.14	定海	青蛤	<i>C. sinensis</i>	野生	0
2006.05.14	定海	泥蚶	<i>Tegillarca granosa</i>	野生	0
2006.05.14	定海	僧帽牡蛎	<i>O. crenulifera</i>	野生	0
2006.08.08	嵊泗	紫贻贝	<i>Mytilus edulis</i>	野生	0
2006.08.08	嵊泗	厚壳贻贝	<i>M. coruscus</i>	野生	0
2006.08.08	嵊泗	僧帽牡蛎	<i>O. crenulifera</i>	野生	0
2006.08.08	嵊泗	小刀蛭	<i>C. attenuatus</i>	野生	0
2006.08.08	嵊泗	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.08.08	嵊泗	单齿螺	<i>M. labio</i>	野生	0
2006.08.08	嵊泗	菲律宾蛤仔	<i>R. philippinarum</i>	野生	0
2006.08.07	岱山	青蛤	<i>C. sinensis</i>	野生	0
2006.08.07	岱山	菲律宾蛤仔	<i>R. philippinarum</i>	养殖	0
2006.08.07	岱山	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.08.07	岱山	毛蚶	<i>S. subcrenata</i>	野生	2.425
2006.08.07	岱山	泥螺	<i>Bullacta exarata</i>	养殖	0

续表

采样时间 (年.月.日)	地点	种类	学名	生态习性	PSP(Mu/g)
2006.08.07	岱山	彩虹明樱蛤	<i>M. iridescens</i>	养殖	0
2006.08.07	岱山	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.08.07	岱山	单齿螺	<i>M. labio</i>	野生	0
2006.08.11	六横	缢蛏	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.08.11	六横	西格织纹螺	<i>N. siquinjorensis</i>	野生	2.375
2006.08.11	六横	毛蚶	<i>S. subcrenata</i>	养殖	0
2006.08.11	六横	泥螺	<i>B. exarata</i>	野生	0
2006.08.11	六横	僧帽牡蛎	<i>O. crenulifera</i>	野生	0
2006.08.11	六横	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.08.11	六横	彩虹明樱蛤	<i>M. iridescens</i>	养殖	0
2006.08.11	六横	青蛤	<i>C. sinensis</i>	养殖	0
2006.08.15	定海	泥蚶	<i>T. granosa</i>	野生	0
2006.08.15	定海	僧帽牡蛎	<i>O. crenulifera</i>	野生	0
2006.08.15	定海	青蛤	<i>C. sinensis</i>	野生	0
2006.08.15	定海	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.08.15	定海	缢蛏	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.08.15	定海	单齿螺	<i>M. labio</i>	野生	0
2006.08.15	定海	毛蚶	<i>S. subcrenata</i>	养殖	0

## 2.2 浙江中部、南部海域贝类的麻痹性贝毒素

2006年5—10月在浙江中、南部海域的温州南麂、温州乐清、台州三门、宁波象山等附近海域共采集厚壳贻贝、缢蛏、史氏背尖贝、棒锥螺、僧帽牡蛎、紫贻贝、泥螺、青蛤、泥蚶、菲律宾蛤仔、文蛤、疣荔枝螺等贝类样品12种45份,其中野生种类13份,占28.9%。小白鼠生物检测法测定结果表明,仅2006年10月份在南麂列岛采集的棒锥螺含有贝毒,其毒素含量为2.738Mu/g,实验死亡的小白鼠大多在注射贝类提取物7—8min后表现出典型的麻痹性贝毒中毒症状,初步断定是由于麻痹性贝毒素引起的死亡,种类为野生。其余样品均未检出。浙江中、南部海域有毒贝类检出率为2.2%。

利用高效液相色谱荧光检测法对2006年10月份在南麂列岛采集的棒锥螺的组织提取液进行麻痹性贝毒素的测定,结果表明:棒锥螺体内麻痹性贝毒素含量为0.705Mu/g,其毒素成分由GTX1、GTX2、GTX3、NEO、C1、C2组成;而用小白鼠生物检测法测定2006年10月份在南麂列岛采集的棒锥螺的毒素含量为2.738Mu/g。由此可知,南麂列岛的棒锥螺体内麻痹性贝毒素含量较低,因河豚鱼毒素的中毒症

状与麻痹性贝毒素中毒症状相似,从小白鼠死亡症状分析,棒锥体内所含毒素主要应为河豚鱼毒素,同样,这有待进一步实验证实。

从季节分布看,浙江中、南部海域2006年5月、8月、10月采集的贝类样品中染毒贝类仅出现在秋季,春、夏均未出现染毒贝类,同样采自南麂列岛的棒锥螺在2006年5月、8月均未检出,作者认为可以推测浙江南部海域染毒贝类秋季出现频率相对较高,这一点还需进一步大量实验确认。

从海域分布看,浙江中、南海域仅南麂列岛附近海域出现了一种染毒贝类,宁波象山、台州三门、温州乐清海域所采贝类样品均未检出,总体上,染毒贝类在浙江中、南海域出现较少。

## 3 讨论

### 3.1 浙江舟山海域 PSP 毒素

2006年5—10月在浙江舟山海域共采集贝类样品15种57份,其中野生种类42份,占73.7%。小白鼠生物检测法测定结果表明:普陀六横岛的西格织纹螺,岱山的毛蚶均含有贝毒,小白鼠生物检测法测定其毒素含量在2.380—4.860Mu/g之间,其余样品均

表 2 浙江中、南部海域小白鼠生物检测法 PSP 测试结果

Tab.2 Result of PSP toxicity (mouse bioassay) of shellfish collected from maritime zones in middle and southern Zhejiang Province

采样时间 (年.月.日)	地点	种类	学名	生态习性	PSP(Mu/g)
2006.05.16	温州南麂	厚壳贻贝(3 龄)	<i>M. coruscus</i> (3age)	野生	0
2006.05.16	温州南麂	厚壳贻贝(1 龄)	<i>M. coruscus</i> (1age)	野生	0
2006.05.16	温州南麂	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.05.16	温州南麂	史氏背尖贝	<i>Notoacmea schrenckii</i>	野生	0
2006.05.16	温州南麂	棒锥螺	<i>Turritella bacillum</i>	野生	0
2006.05.17	温州乐清	僧帽牡蛎	<i>O. crenulifera</i>	野生	0
2006.05.17	温州乐清	紫贻贝	<i>M. edulis</i>	养殖	0
2006.05.17	温州乐清	泥螺	<i>B. exarata</i>	养殖	0
2006.05.17	温州乐清	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.05.17	温州乐清	青蛤	<i>C. sinensis</i>	养殖	0
2006.05.17	温州乐清	泥蚶	<i>T. granosa</i>	养殖	0
2006.05.18	台州三门	菲律宾蛤仔	<i>R. philippinarum</i>	养殖	0
2006.05.18	台州三门	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.05.18	台州三门	泥螺	<i>B. exarata</i>	养殖	0
2006.05.18	台州三门	青蛤	<i>C. sinensis</i>	养殖	0
2006.05.19	宁波象山	泥蚶	<i>T. granosa</i>	养殖	0
2006.05.19	宁波象山	泥螺	<i>B. exarata</i>	养殖	0
2006.05.19	宁波象山	文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>	养殖	0
2006.05.19	宁波象山	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.05.19	宁波象山	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.05.19	宁波象山	紫贻贝	<i>M. edulis</i>	养殖	0
2006.05.19	宁波象山	青蛤	<i>C. sinensis</i>	养殖	0
2006.08.16	温州南麂	厚壳贻贝(3 龄)	<i>M. coruscus</i> (3age)	野生	0
2006.08.16	温州南麂	厚壳贻贝(1 龄)	<i>M. coruscus</i> (1age)	野生	0
2006.08.16	温州南麂	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.08.16	温州南麂	史氏背尖贝	<i>N. schrenckii</i>	野生	0
2006.08.16	温州南麂	棒锥螺	<i>T. bacillum</i>	野生	0
2006.10.21	温州南麂	棒锥螺	<i>T. bacillum</i>	野生	2.738
2006.08.17	温州乐清	僧帽牡蛎	<i>O. crenulifera</i>	野生	0
2006.08.17	温州乐清	紫贻贝	<i>M. edulis</i>	养殖	0
2006.08.17	温州乐清	泥螺	<i>B. exarata</i>	养殖	0
2006.08.17	温州乐清	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.08.17	温州乐清	青蛤	<i>C. sinensis</i>	养殖	0
2006.08.17	温州乐清	泥蚶	<i>T. granosa</i>	养殖	0
2006.08.18	台州三门	菲律宾蛤仔	<i>R. philippinarum</i>	养殖	0
2006.08.18	台州三门	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.08.18	台州三门	泥螺	<i>B. exarata</i>	养殖	0
2006.08.18	台州三门	青蛤	<i>C. sinensis</i>	养殖	0
2006.08.19	宁波象山	泥蚶	<i>T. granosa</i>	养殖	0
2006.08.19	宁波象山	泥螺	<i>B. exarata</i>	养殖	0
2006.08.19	宁波象山	文蛤	<i>M. meretrix</i>	养殖	0
2006.08.19	宁波象山	疣荔枝螺	<i>P. davigera</i>	野生	0
2006.08.19	宁波象山	缢蛭	<i>S. constricta</i>	养殖	0
2006.08.19	宁波象山	紫贻贝	<i>M. edulis</i>	养殖	0
2006.08.19	宁波象山	青蛤	<i>C. sinensis</i>	养殖	0

表 3 浙江近岸海域高效液相色谱荧光检测法(HPLC-FD)PSP 测试结果  
Tab.3 Result of PSP toxicity (HPLC-FD) of shellfish collected from Zhejiang coastal waters

毒素成分	岱山毛蚶			棒锥螺			西格织纹螺		
	(nmol/g)	(mol%)	(epimer%)	(nmol/g)	(mol%)	(epimer%)	(nmol/g)	(mol%)	(epimer%)
GTX1	0	0	0	0.38	66.67	66.67	0	0	0
GTX2	0	0	0	0.01	1.75	3.50	0.04	18.18	22.73
GTX3	0	0		0.01	1.75		0.01	4.55	
GTX4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dcGTX2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dcGTX3	0	0		0	0		0	0	
STX	1.80	75.63	75.63	0	0	0	0.06	27.27	27.27
dcSTX	0	0	0	0	0	0	0.06	27.27	27.27
NEO	0.48	20.17	20.17	0.1	17.54	17.54	0	0	0
C1	0.05	2.10	4.20	0.02	3.51	12.29	0	0	22.73
C2	0.05	2.10		0.05	8.78		0.05	22.73	
总和	2.38	100	100	0.57	100	100	0.22	100	100
毒力值(Mu/100g)		349.35			70.45			17.80	
毒力值( $\mu\text{g}$ STXeq/100g)		69.87			14.09			3.56	

未检出。浙江舟山海域有毒贝类检出率为 7.0%。

利用高效液相色谱荧光检测法对 2006 年 5 月份采集的六横的西格织纹螺、岱山的毛蚶的组织提取液进行麻痹性贝毒素的测定, 结果表明: 六横的西格织纹螺体内麻痹性贝毒素含量为 0.178Mu/g, 毒力值为 0.0356 $\mu\text{g}$  STXeq/g, 其毒素成分有 GTX2、GTX3、STX、dcSTX、C2 组成; 岱山的毛蚶体内麻痹性贝毒素含量为 3.494Mu/100g, 毒力值为 0.6987 $\mu\text{g}$  STXeq/100g, 其毒素成分有 STX、NEO、C1、C2 组成。

### 3.2 浙江中、南部海域 PSP 毒素

2006 年 5—10 月在浙江中、南部海域共采集贝类样品 12 种 45 份, 其中野生种类 13 份, 占 28.9%。小白鼠生物检测法测定检测结果表明, 仅 2006 年 10 月份在南麂列岛采集的棒锥螺含有贝毒, 其毒素含量为 2.738Mu/g, 其余样品均未检出。浙江中、南部海域有毒贝类检出率为 2.2%。

利用高效液相色谱荧光检测法对 2006 年 10 月份在南麂列岛采集的棒锥螺的组织提取液进行麻痹性贝毒素的测定, 结果表明: 棒锥螺体内麻痹性贝毒素含量为 0.705Mu/g, 毒力值为 0.1409 $\mu\text{g}$  STXeq/g, 其毒素成分有 GTX1、GTX2、GTX3、NEO、C1、C2 组成。

### 3.3 染毒贝类种类组成分析

从此次对浙江近岸海域海产贝类样品麻痹性贝

毒素监测结果可知, 在瓣鳃类的软体动物中仅岱山毛蚶发现贝毒素, 毒素以麻痹性毒素为主体; 在腹足类的西格织纹螺、棒锥螺中发现存在贝毒素, 从高效液相色谱荧光检测法分析可知, 西格织纹螺、棒锥螺体内所含毒素主体非麻痹性毒素, 从小白鼠死亡的症状分析, 疑为河豚鱼毒素, 但尚需进一步实验证实。在所检出的有毒贝类中均为野生, 未在养殖品种中发现有毒贝类。江天久等(2000)、杨美兰等(1999, 2002)对广东沿海贝类海产品贝毒污染情况研究发现 PSP 污染的海产品有一定的种属差异。华贵栉孔扇贝(*Chlamys Mimachlamys nobilis*)和翡翠贻贝(*Perna viridis*)是主要受污染的贝类, PSP 在其中的含量较高, 超出安全食用情况也极常见, 其他贝类海产品也存在 PSP 染毒的情况, 但超标率不高, 大多存在潜在的染毒情况。为了人们的身体健康, 建议对海产贝类实施定期监测, 对某些含毒素的品种应严禁销售和食用。

致谢 承蒙暨南大学生命科学技术学院江天久博士的大力协助与指导, 谨致谢忱。

### 参 考 文 献

刘洁生, 杨维东, 车 军等, 2003. 重组质粒 HF4432EGFP 的构建及其在赤潮毒素检测中的应用初探. 海洋与湖沼, 34(5): 566—571

- 关春江, 冯志权, 马明辉等, 1999. 长江以北沿海经济贝类中的麻痹性贝毒. 海洋环境科学, 18(2): 49—52
- 江天久, 尹伊伟, 骆育敏等, 2000. 大亚湾和大鹏湾麻痹性贝类毒素动态分析. 海洋环境科学, 19(2): 1—5
- 江天久, 陈菊芳, 邹迎麟等, 2003. 中国东海和南海有害赤潮高发区麻痹性贝毒研究. 应用生态学报, 14(7): 1156—1160
- 杨美兰, 林燕棠, 全桂英, 1999. 广东沿海牡蛎体的麻痹性毒素评价. 湛江海洋大学学报, 19(3): 38—42
- 杨美兰, 林燕棠, 贾晓平等, 2002. 珠江口及邻近海域贝类麻痹性毒素调查. 中国水产科学, 9(3): 283—285
- 林燕棠, 杨美兰, 陈瑞霞等, 1994. 广东沿海麻痹性贝类毒素研究. 海洋与湖沼, 25(2): 220—225
- 林燕棠, 贾晓平, 杨美兰, 2001. 我国海产贝类体中的麻痹性毒素及其来源. 水产学报, 25(5): 479—481
- 欧阳怡然, 陈逸华, 于波等, 1993. 崂山列岛养殖区的赤潮麻痹性贝毒检测. 海洋环境科学, 12(1): 42—45
- 国家质量技术监督局, 1998. 中华人民共和国国家标准 (GB17378.4-1998). 海洋监测规范. 北京: 中国标准出版社, 81—83
- 胡颢琰, 唐静亮, 王益鸣等, 2006. 浙江近岸有害赤潮发生区麻痹性贝毒研究. 海洋环境科学, 25(1): 63—65
- Anderson D M, Kulis D M, QI Y Z, 1995. Paralytic shellfish poisoning in southern China. *Toxicon*, 34(5): 579—590
- Arnott G H, 1998. Toxic marine microalgae: a worldwide problem with major implications for seafood safety. *Advancing Food Safety*, 1: 24—34
- Garthaaite I, 2000. Keeping shellfish safe to eat: a brief review of shellfish toxins, and methods for their detection. *Trends in Food Science & Technology*, 11: 235—344
- Ito K, Asakawa M, Sida Y *et al*, 2003. Occurrence of paralytic shellfish poison in the starfish *Asterina pectinifera* collected from the Kure Bay, Hiroshima Prefecture, Japan. *Toxicon*, 41(3): 291—295
- Oshima Y, 1995. Post-column derivatization HPLC methods for paralytic shellfish poisons. In: Hallegraef G M ed. *Manual on Harmful Marine Microalgae*. Paris, France: UNESCO'S Workshops, 81—94

## THE SHELLFISH-BEARING PSP TOXIN IN AREAS OF HIGH RED TIDE OCCURRENCE OF THE ZHOUSHAN FISHING GROUND

HU Hao-Yan, TANG Jing-Liang, HUANG Bei, MAO Hong-Yue, WANG Jie-Yu, WEI Na  
(Zhoushan Marine Ecological Environment Monitoring Station, Zhejiang Province, Zhoushan, 316000)

**Abstract** PSP (paralytic shellfish poisoning) toxin is a biological toxin generated in dinoflagellates-often the members of red tide, and is accumulated in marine shellfish body. 12 artificial and wild shellfish species were sampled in the Zhoushan Fishing Ground of the Zhoushan Archipelago, China, a major seafood production base with frequent red-tide outbreaks, and adjacent regions in May to October 2006, to determine PSP toxicity levels in shellfish by AOAC bioassay and HPLC-FD. The results show that 7.0% of the samples were PSP-contaminated in Zhoushan area and 2.2% in offshore middle and southern Zhejiang. The HPLC-FD profile show that, in *Nassarius siquinjorensis* the concentration of PSP toxin was 0.178Mu/g, including major compositions of GTX2, GTX3, STX, dcSTX, and C2; in *Scapharca subcrenata* it was 3.494Mu/g, containing STX, NEO, C1, and C2; in *Turritella bacillum* it was 0.705Mu/g, consisting of GXT1, GXT2, GXT3, NEO, C1, and C2.

**Key words** PSP, Harmful algal bloom, Mouse bioassay, HPLC-FD, Zhoushan Fishing Ground