

2018—2020年河北省市售贝类中麻痹性贝类毒素污染状况调查分析

刘斌¹, 赵慧琴¹, 刘波¹, 杨辉¹, 秦伟¹, 李莉¹, 常凤启^{2*}

(1. 秦皇岛市疾病预防控制中心, 秦皇岛 066000; 2. 河北省疾病预防控制中心, 石家庄 050021)

摘要: 目的 了解2018—2020年河北省市售贝类中麻痹性贝类毒素(paralytic shellfish poison, PSP)污染状况。**方法** 2018年8月—2020年5月间,对河北省市售的7种双壳贝类,共508份进行检测分析。样品经0.5%乙酸水提取,石墨化碳黑固相萃取柱净化,采用高效液相色谱-串联质谱法进行检测。**结果** 508份样品,PSP阳性样品24份,检出率为4.7%,15份样品超过世界卫生组织规定安全限量,超标率为3.0%。检出贝类为贻贝、毛蚶、杂色蛤、扇贝,PSP含量范围分别为217.0~13001.8 μg石房蛤毒素当量(saxitoxin equivalent, STXeq/kg)、217.0~4893.2 μg STXeq/kg、217.0~503.6 μg STXeq/kg、217.0~11024.5 μg STXeq/kg;超标贝类为贻贝、毛蚶、扇贝。贝类中检出的PSP类型有GTX1、GTX4、GTX2、GTX3、neoSTX、STX。**结论** 河北省市售贝类麻痹性贝类毒素暴露风险整体较低,秦皇岛地区贻贝等贝类产品在4、5月份较易受到PSP污染,应持续关注,加强早期监测预警。

关键词: 河北省; 贝类; 麻痹性贝类毒素

Investigation and analysis of paralytic shellfish poison pollution in retail shellfish in Hebei province from 2018 to 2020

LIU Bin¹, ZHAO Hui-Qin¹, LIU Bo¹, YANG Hui¹, QIN Wei¹, LI Li¹, CHANG Feng-Qi^{2*}

(1. Qinhuangdao Center for Disease Control and Prevention, Qinhuangdao 066000, China;
2. Hebei Provincial Center for Disease Control and Prevention, Shijiazhuang 050021, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the contamination situation of paralytic shellfish poison (PSP) in retail shellfish in Hebei province from 2018 to 2020. **Methods** From August 2018 to May 2020, totally 508 samples of 7 kinds of bivalves in Hebei province were analyzed. The sample was extracted with 0.5% acetic acid water, purified by graphitized carbon black solid phase extraction column, and detected by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. **Results** Among 508 samples, there were 24 samples with PSP, the detection rate was 4.7%, and there were 15 samples above the safety limit set by the World Health Organization, the exceeding rate was 3.0%. The shellfish detected were *Mytilus galloprovincialis*, *Scapharca subcrenata*, *Ruditapes philippinarum* and *Chlamys farreri*, the contents range of PSP were 217.0–13001.8 μg saxitoxin equivalent (STXeq/kg), 217.0–4893.2 μg STXeq/kg, 217.0–503.6 μg STXeq/kg, 217.0–11024.5 μg STXeq/kg, respectively; excessive shellfish were *Mytilus galloprovincialis*, *Scapharca subcrenata* and *Chlamys farreri*. The types of PSP detected in shellfish were GTX1, GTX4, GTX2, GTX3, neoSTX, and STX. **Conclusion** The overall risk of

*通信作者: 常凤启, 硕士, 主任技师, 主要研究方向为食品质量与安全。E-mail: hbweisheng2@163.com

*Corresponding author: CHANG Feng-Qi, Master, Chief Technician, Hebei Provincial Center for Disease Control and Prevention, Shijiazhuang 050021, China. E-mail: hbweisheng2@163.com

exposure to paralytic shellfish poison from shellfish in Hebei province is low, shellfish products such as mussels in Qinhuangdao are more susceptible to PSP contamination in April and May, and continuous attention should be paid to strengthen early monitoring and early warning.

KEY WORDS: Hebei; shellfish; paralytic shellfish poison

0 引言

麻痹性贝类毒素(paralytic shellfish poison, PSP)是一类水溶性带有胍基的三环氨基甲酸酯类化合物及其衍生物,目前已经发现的该类毒素有 50 多种^[1]。PSP 是强极性生物碱,在酸性条件下稳定,碱性条件下易分解失活,一般加热不会使其毒性失效。毒素的作用机制主要是阻断细胞钠离子通道从而阻碍信息传导,造成神经系统传输障碍而产生麻痹作用。当人摄入含麻痹性毒素的食物后,经过数分钟或数小时潜伏期,可引起神经肌肉麻痹,轻者出现口唇麻木和刺痛感、四肢肌肉麻痹等症状,重者可导致呼吸肌麻痹而死亡^[2]。PSP 具有毒性大、反应快、防治困难等特点^[3-5],是海洋生物毒素中对人类健康影响较为严重的一类毒素,并且广泛分布于世界沿海海域^[6-10]。我国麻痹性贝类毒素限量为 4 MU/g^[11],与世界卫生组织及大多数国家贝类产品麻痹性贝类毒素 800 μg STXeq/kg 的控制要求相当^[12]。

河北省东临渤海,贝类资源丰富,海鲜贝类深受当地百姓喜爱。2016 年 4 月底,河北秦皇岛发生海虹中毒事件,部分消费者食用海虹后出现口唇、手脚麻木、头晕、恶心呕吐等症状,食用剩余样品经相关部门实验室检测,麻痹性贝类毒素含量超过安全限量 10 倍以上,证实为贻贝中麻痹性贝类毒素引起的食源性疾病;2019 年 4 月下旬至 5 月上旬期间,河北秦皇岛、唐山再次发生

麻痹性贝类毒素中毒,因而掌握河北省市场销售贝类中麻痹性贝类毒素污染状况、污染物类型以及贝类分布特征十分必要。本研究通过对 2018 年至 2020 年监测结果进行分析,初步了解河北省市售贝类中麻痹性贝类毒素污染状况,为今后更好地早期监测预警,保障人民食品安全具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 样品采集及处理

样品为采集自河北省 11 个地级市流通环节销售的双壳贝类,样品信息见表 1。采集来的贝壳样品用清水将外表洗净,撬开贝壳,切断闭壳肌,用水淋洗,去除内部泥沙及其他异物,取出贝肉,切勿割破贝体,在筛子上平铺沥水 5 min,然后将贝肉均质、混匀,如样品不能及时检测,需-18℃以下保存备用。

1.1.2 仪器与试剂

ACQUITY 超高效液相色谱仪-XeVO TQ 三重四级杆串联质谱仪(美国 Waters 公司); VORTEX GENIUS3 旋涡混合器(德国 IKA 公司); 5510E 超声清洗仪(美国 BRANSON 公司); Allegra X-22R 高速离心机(美国 Beckman Coulter 公司); Milli-Q 超纯水系统(美国密理博公司); 恒温水箱(美国 Polyscience 公司); 固相萃取装置、ENVI-Carb 石墨化碳黑固相萃取柱(250 mg/3 mL)(美国 Supelco 公司)。

表 1 样品信息
Table 1 Information of samples

种类	学名	采集时间			合计
		2018 年 8 月	2019 年 5~6 月	2020 年 4~5 月	
贻贝	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	24	31	25	80
扇贝	<i>Chlamys farreri</i>	47	51	42	140
牡蛎	<i>Crassostrea gigas</i>	44	53	34	131
杂色蛤	<i>Ruditapes philippinarum</i>	8	21	34	63
毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>	29	2	9	40
蛭	<i>Solen grandis</i>	4	-	25	29
其他蛤类	<i>Cyclinasinensis/ Maclachlanensis/ Meretrixmeretrix</i>	10	7	8	25
总计	-	166	165	177	508

乙腈(色谱纯, 美国 Fisher 公司); 甲酸、乙酸、氨水(色谱纯, 天津科密欧公司); 甲酸铵(分析纯, 国药集团); 石房蛤毒素(saxitoxin, STX, 24.7 mg/L)、新石房蛤毒素(neosaxitoxin, neoSTX, 25.3 mg/L)、膝沟藻毒素(gonyautoxin, GTX)、GTX1(27.7 mg/L)、GTX2(48.1 mg/L)、GTX3(20.4 mg/L)、GTX4(8.7 mg/L)、N-磺酰氨基类毒素 GTX5(25.2 mg/L)、脱甲酰基类毒素 dcSTX(21.4 mg/L)、dcGTX2(42.6 mg/L)、dcGTX3(12.6 mg/L)标准品(加拿大国家海洋研究中心)。

1.2 实验方法

1.2.1 样品前处理

称取 2 g 样品于 10 mL 离心管中, 加入 0.5% 乙酸水溶液定容至 10 mL, 涡旋混匀 90 s, 超声提取 5 min, 将离心管密封置于沸水中煮沸 5 min, 取出置于流水下迅速冷却至室温, 10000 r/min 离心 5 min; 取上清液 1 mL 于离心管中, 加入 5 μ L 氨水, 涡旋混匀; 依次用 3 mL 20% 乙腈水溶液(含 0.8% 乙酸)、3 mL 0.1% 氨水溶液活化 ENVI-Carb 固相萃取柱, 加入 0.25 mL 提取液, 待流干后再用 700 μ L 超纯水淋洗, 正压挤干或抽干约 5 s, 弃去所有流出液, 最后用 2 mL 20% 乙腈水溶液(含 0.8% 乙酸)洗脱, 正压挤干或抽干约 5 s, 收集洗脱液于离心管, 涡旋混匀, 过 0.22 μ m 滤膜, 待测。

1.2.2 液相条件

色谱条件: ACQUITY UPLC®BEH Amide 色谱柱(150 mm×2.1 mm, 1.7 μ m); 柱箱温度: 40 $^{\circ}$ C; 采用 A(乙腈)、B(5 mmol/L 甲酸铵+0.1% 甲酸水溶液)进行梯度洗脱;

进样量: 5.0 μ L; 梯度洗脱程序见表 2。

表 2 梯度洗脱程序
Table 2 The gradient elution program

程序	时间/min	流量/(mL/min)	A/%	B/%
1	0.0	0.4	80	20
2	3.0	0.4	80	20
3	5.0	0.4	40	60
4	10.0	0.4	40	60
5	11.0	0.4	80	20
6	13.0	0.4	80	20

1.2.3 质谱条件

质谱条件: ESI 离子源; 离子源温度: 150 $^{\circ}$ C; 毛细管电压: 3.00 kV; 去溶剂气温度: 500 $^{\circ}$ C; 去溶剂气流量: 1000 L/H; 锥孔气流量: 50 L/H; 扫描方式: 多离子反应监测(multiple reaction monitoring, MRM); 毒素具体质谱条件见表 3。

1.3 评价标准

PSP 总量计算时, 各毒素参照国标 GB 5009.213—2016《食品安全国家标准 贝类中麻痹性贝类毒素的测定》^[13]中毒性因子进行换算, 结果以 μ g STXeq/kg 表达; 依据世界卫生组织规定, 贝类中麻痹性贝类毒素限量为 800 μ g STXeq/kg, 对结果进行安全性判定。

表 3 质谱条件
Table 3 Mass spectrometry conditions

化合物	电离方式	锥孔电压/V	定量离子对(m/z)	碰撞能量/eV	定性离子对(m/z)	碰撞能量/eV
STX	ESI+	32	300.2>204.0	24	300.2>138.0	28
neoSTX	ESI+	34	316.1>298.0	24	316.1>220.0	24
dcSTX	ESI+	34	257.1>126.0	20	257.1>221..2	28
GTX5	ESI+	20	380.1>330.1	18	380.1>282.1	26
GTX1	ESI-	24	410.2>367.2	22	410.2>349.2	22
GTX4	ESI-	24	410.2>349.2	22	410.2>367.2	22
GTX2	ESI-	34	394.1>351.2	22	394.1>333.2	22
GTX3	ESI-	34	394.1>333.2	22	394.1>351.2	22
dcGTX2	ESI-	34	351.3>164.0	28	351.3>333.1	24
dcGTX3	ESI-	34	351.3>333.1	24	351.3>164.0	28

2 结果与分析

2.1 方法学验证

本研究选取 PSP 空白贝类样品, 参照 1.2.1 中前处理方法, 采用基质匹配曲线对样品进行定量, 以降低基质效应对结果的影响。以 3 倍信噪比和 10 倍信噪比计算检出限(limit of detection, LOD)和定量限(limit of quantitation, LOQ), GTX1、GTX2、dcGTX2 检出限分别为 64.0、48.0、68.0 μg/kg, 其余 PSP 检出限均为 20.0 μg/kg; GTX1、GTX2、dcGTX2 定量限分别为 192、144、204 μg/kg, 其余 PSP 定量限均为 60.0 μg/kg, 灵敏度满足需要; 线性范围 0.5~50.0 μg/L, 线性良好, 相关系数不低于 0.999。以贻贝、牡蛎、扇贝、毛蚶、杂色蛤、蛭 PSP 空白样品为加标基质, 分别在定量限、2 倍定量限、5 倍定量限 3 个水平进行加标实验, 每个加标水平平行测定 6 次, 计算目标物的回收率和相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)。结果表明, 方法回收率为 71.6%~116.3%, RSD 为 4.7%~16.3%, 回收率和精密度满足测定需要。

2.2 麻痹性贝类毒素检出情况

PSP 检出情况见表 4, 508 份贝类样品, 共有 24 份样品检出 PSP, 检出率为 4.7%, 15 份样品超过安全限量, 超标率为 3.0%; 检出贝类为贻贝、毛蚶、杂色蛤、扇贝, 检出率分别为 20.0%、12.5%、1.6%、1.4%; 超标的贝类为贻贝、

毛蚶、扇贝, 超标率分别为 15.0%、2.5%、1.4%。

表 4 贝类中 PSP 检出情况
Table 4 Detection of PSP in shellfish

种类	份数	检出份数	检出率/%	超标份数	超标率/%
贻贝	80	16	20.0	12	15.0
扇贝	140	2	1.4	2	1.4
牡蛎	131	0	0	0	0
杂色蛤	63	1	1.6	0	0
毛蚶	40	5	12.5	1	2.5
蛭	29	0	0	0	0
其他蛤类	25	0	0	0	0
合计	508	24	4.7	15	3.0

贻贝、毛蚶、杂色蛤、扇贝中 PSP 含量范围分别为 217.0~13001.8 μg STXeq/kg、217.0~4893.2 μg STXeq/kg、217.0~503.6 μg STXeq/kg、217.0~11024.5 μg STXeq/kg, 其余贝类未检出麻痹性贝类毒素, 具体检出毒素含量见表 5。

2018 年 8 月监测的贝类样品未检出 PSP(0/166), 2019 年 5、6 月份采集的贝类 PSP 检出率为 1.8%(3/165), 2020 年 4、5 月份采集的贝类 PSP 检出率为 11.9%(21/177); PSP 检出样品均采自秦皇岛地区市场流通环节, 河北其他地市场采集的贝类未检出 PSP。

表 5 贝类中 PSP 含量
Table 5 Contents of PSP in shellfish

化合物	贻贝		扇贝		牡蛎		杂色蛤	
	范围/(μg/kg)	中位值/(μg/kg)	范围/(μg/kg)	中位值/(μg/kg)	范围/(μg/kg)	中位值/(μg/kg)	范围/(μg/kg)	中位值/(μg/kg)
GTX1	ND~8592.1	64.0	ND~4272.5	64.0	ND	64.0	ND~228.1	64.0
GTX4	ND~4260.7	20.0	ND~3154.4	20.0	ND	20.0	ND~72.3	20.0
GTX2	ND~873.0	48.0	ND~3359.5	48.0	ND	48.0	ND~148.2	48.0
GTX3	ND~656.5	20.0	ND~2695.8	20.0	ND	20.0	ND~64.0	20.0
neoSTX	ND~609.0	20.0	ND~1926.6	20.0	ND	20.0	ND~44.0	20.0
STX	ND	20.0	ND~281.4	20.0	ND	20.0	ND	20.0
dcSTX	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0
dcGTX2	ND	68.0	ND	68.0	ND	68.0	ND	68.0
dcGTX3	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0
GTX5	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0
ΣSTXeq	217.0~13001.8	217.0	217.0~11024.5	217.0	217.0	217.0	217.0~503.6	217.0

注: ND 为未检出, ND 参与计算时取值为 LOD 值。

表 5(续) 贝类中 PSP 含量
Table 5(continued) Contents of PSP in shellfish

化合物	毛蚶		蛭		其他蛤类	
	范围/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	中位值/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	范围/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	中位值/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	范围/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	中位值/($\mu\text{g}/\text{kg}$)
GTX1	ND~1471.2	64.0	ND	64.0	ND	64.0
GTX4	ND~508.5	20.0	ND	20.0	ND	20.0
GTX2	ND~3344.1	48.0	ND	48.0	ND	48.0
GTX3	ND~955.1	20.0	ND	20.0	ND	20.0
neoSTX	ND~1260.5	20.0	ND	20.0	ND	20.0
STX	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0
dcSTX	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0
dcGTX2	ND	68.0	ND	68.0	ND	68.0
dcGTX3	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0
GTX5	ND	20.0	ND	20.0	ND	20.0
$\Sigma\text{STX}_{\text{eq}}$	217.0~4893.2	217.0	217.0	217.0	217.0	217.0

2.3 麻痹性贝类毒素污染物特征

本研究中, 贝类样品共检测到 6 种麻痹性贝类毒素组分, 包括 GTX1、GTX4、GTX2、GTX3、neoSTX、STX; 贻贝中最主要的毒素类型为 GTX1 和 GTX4, 两者约占总毒素含量的 70%以上, 其次为 GTX2、GTX3、neoSTX, 以上 3 种毒素约占总毒素含量的 30%; 毛蚶中毒素类型主要为 GTX2、GTX3、neoSTX, 3 种毒素占总毒素含量的 60%以上, 其次为 GTX1 和 GTX4, 以上 2 种毒素约占总毒素含量的 40%; 扇贝和杂色蛤中检出的毒素类型为 GTX1、GTX4、GTX2、GTX3、neoSTX, 以上 5 种毒素所占比例接近, 其中扇贝中还检测到少量的 STX。本研究中贝类检出的 PSP 组分主要为毒性较高的氨基甲酸酯类毒素; 贝类中毒素组成与其摄食毒藻的种类密切相关, 通常情况下贝类中所含的 PSP 组分与有毒藻类产毒组分较为相近, 但由于毒素在贝体内可能存在代谢或转化, 贝体内各毒素的比例或组分可能发生变化, 见图 1。

3 结论与讨论

本研究对河北省市售贝类中麻痹性贝类毒素进行了监测。结果表明, 贻贝是当地较易受到 PSP 污染的贝类品种, 毛蚶次之, 扇贝与杂色蛤有一定比例污染; 贻贝属贝类之所以易受到 PSP 污染, 与其对藻毒素不敏感、毒素吸收率高、累积毒性水平高且排毒快的特点有关^[14], 因而贻贝适宜作为藻毒素污染早期预警的指示生物^[15]; 蚶类具有

较强的 PSP 累积能力, 可能与贝体存在的特殊的代谢和对氨基甲酸酯类毒素的选择性有关^[16]; 栉孔扇贝对 PSP 的累积能力也很强, 而且对毒素的排出速度较慢, 可在较长时间内保持一定毒力^[17]。所以贝体毒素的污染除与外环境有毒藻类暴露等因素有关, 主要与不同种贝类本身对毒素的代谢和累积机制也相关。

贝类中检出的 PSP 类型为氨基甲酸酯类毒素, 其中贻贝中毒素类型以毒性较高的 GTX1、GTX4 为主, GTX2、GTX3 次之; 毛蚶中毒素类型主要为 GTX2、GTX3、neoSTX, 其次为 GTX1、GTX4; 扇贝和杂色蛤中毒素类型为 GTX1、GTX4、GTX2、GTX3、neoSTX, 各毒素比例接近。本研究贻贝中检出的毒素类型与中科院学者于 2014 年 6 月在渤海秦皇岛海域浮游藻中检出的毒素类型及比例较为一致^[18](浮游藻类中 GTX1/4 占到毒素总含量的 80%, GTX2/3 占到 11%), 与连云港 2008 年菲律宾蛤仔中毒事件贝类及藻类中检出的毒素类型也较为相似^[19], 但与福建漳州 2017 年贝类中毒事件检出的毒素类型明显不同^[20](贻贝和牡蛎中毒毒素类型主要为 dcGTX2/3、GTX5 和 dcSTX), 说明不同地区产毒藻类可能不同, 不同贝体毒素代谢转化情况也不尽相同, 进而最终影响贝体中 PSP 毒素类型。

结合当地既往麻痹性贝类毒素中毒事件发生时间以及相关监测结果, 发现 4、5 月份是河北秦皇岛地区贝类毒素中毒高发季节。了解当地贝类毒素污染状况及特征, 在特定时间段, 选取贻贝等前哨种贝类进行早期监测预警, 对预防麻痹性贝类毒素中毒、保障人民身体健康具有重要意义。

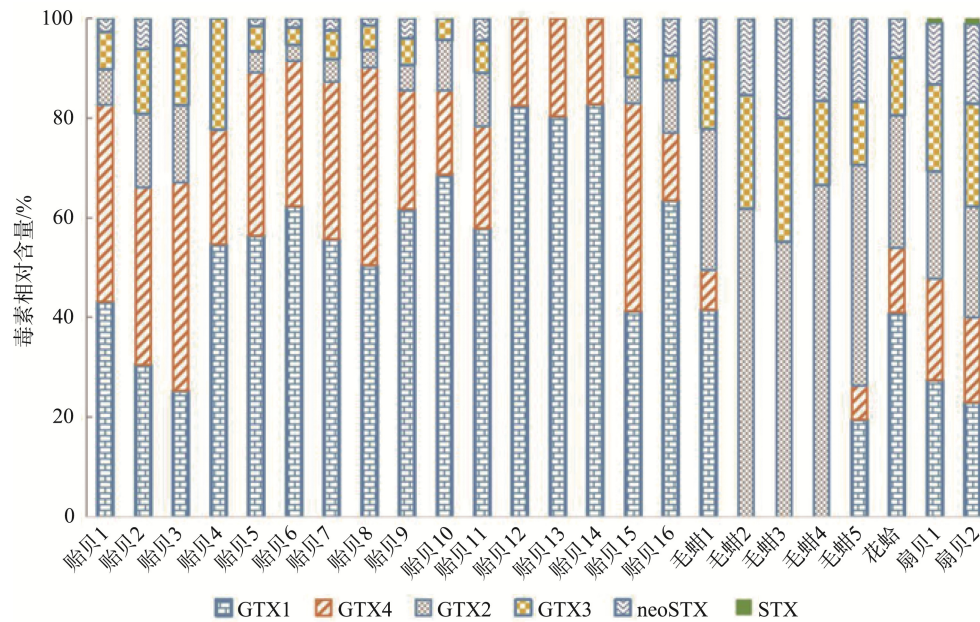


图 1 不同贝类中麻痹性贝类毒素污染特征
Fig.1 Characteristics of PSP contamination in different shellfish species

参考文献

[1] WIESE M, DAGOSTINO PM, MIHALI TK, *et al.* Neurotoxic alkaloids: Saxitoxin and its analogs [J]. *Mar Drugs*, 2010, 8(7): 2185–2211.

[2] YASUMOTO T, OSHIMA Y, YAMAGUCHI M. Occurrence of a new type of shellfish poisoning in the Tohoku district [J]. *Bull Jpn Soc Sci Fish*, 1978, (44): 1249–1255.

[3] HILLE B. The receptor for tetrodotoxin and saxitoxin: A structural hypothesis [J]. *Biophys*, 1975, 15: 615–619.

[4] INDRASENA M, GILL A. Thermal degradation of paralytic shellfish poisoning toxins in scallop digestive glands [J]. *Food Res Int*, 1999, 32: 49–57.

[5] 周名江, 李钧. 赤潮藻毒素研究进展[J]. *中国海洋药物*, 1999, 18(3): 48–54.

ZHOU MJ, LI J. Research progress of red tide algal toxins [J]. *Chin J Mar Drugs*, 1999, 18(3): 48–54.

[6] 彭志兰, 罗海军, 王维洁, 等. 舟山海域麻痹性贝类毒素污染情况及其 2 种检测方法比较[J]. *食品安全质量检测学报*, 2017, 8(4): 1436–1440.

PENG ZL, LUO HJ, WANG WJ, *et al.* Investigation of paralytic shellfish poison in waters of Zhoushan and comparison of 2 detection methods [J]. *J Food Saf Qual*, 2017, 8(4): 1436–1440.

[7] 江天久, 江涛. 中国沿海部分海域麻痹性贝毒研究[J]. *海洋与湖沼*, 2007, 38(1): 36–41.

JIANG TJ, JIANG T. Study on the paralysis shellfish poison in the coastal waters of China [J]. *Ocean Limnol Sin*, 2007, 38(1): 36–41.

[8] GRACIA VL, SANTINELLI NH, SASTRE AV, *et al.* Spatiotemporal distribution of paralytic shellfish poisoning (PSP) toxins in shellfish from Argentine Patagonian coast [J]. *Heliyon*, 2019, 5(6): e1979.

[9] BOTELHO MJ, VALE C, FERREIRA JG. Seasonal and multi-annual trends of bivalve toxicity by PSTs in Portuguese marine waters [J]. *Sci Total Environ*, 2019, (664): 1095–1106.

[10] CHING PK, RAMOS RA, DELOS RV, *et al.* Lethal paralytic shellfish poisoning from consumption of green mussel broth, western Samar, Philippines, August 2013 [J]. *West Pac Surveill Response J*, 2015, 6(2): 22–26.

[11] GB 2733—2015 食品安全国家标准 鲜、冷冻动物性水产品[S]. GB 2733—2015 National food safety standard-Fresh and frozen aquatic products of animal origin [S].

[12] 刘智勇, 计融. 各国贝类水产品中麻痹性贝类毒素限量标准的比对[J]. *中国热带医学*, 2006, 6(1): 176–178.

LIU ZY, JI R. Comparison of limit standard of shellfish toxins in shellfish aquatic products [J]. *China Trop Med*, 2006, 6(1): 176–178.

[13] GB 5009.213—2016 食品安全国家标准 贝类中麻痹性贝类毒素的测定[S]. GB 5009.213—2016 National food safety standard-Determination of paralysis shellfish poisons in shellfish [S].

[14] 许道艳, 刘磊, 于姬, 等. 紫贻贝体内麻痹性贝毒在自然条件下的排出[J]. *海洋环境科学*, 2014, 33(5): 705–708.

XU DY, LIU L, YU J, *et al.* Depuration of paralytic shellfish poisoning in *Mytilus edulis* under natural conditions [J]. *Mar Environ Sci*, 2014, 33(5): 705–708.

[15] 傅萌, 颜天, 周名江. 麻痹性贝毒对海洋贝类的影响及加速贝毒净化的研究进展[J]. *水产学报*, 2000, 24(4): 382–387.

FU M, YAN T, ZHOU MJ. Advances in the study of the effect of PSP on marine shellfish and its accelerating detoxification [J]. *J Fish China*, 2000, 24(4): 382–387.

[16] 江天久, 包财, 雷芳, 等. 广东东部沿海麻痹性贝类毒素成分特征分析[J]. *中国水产科学*, 2010, 17(1): 119–127.

JIANG TJ, BAO C, LEI F, *et al.* Analysis on the profiles of paralytic shellfish poisoning in shellfish collected from eastern coast of Guangdong [J]. *J Fish Sci China*, 2010, 17(1): 119–127.

[17] 朱明远, 邹迎麟, 吴荣军, 等. 栉孔扇贝体内麻痹性贝毒的累积与排出过程研究[J]. *海洋学报*, 2003, (2): 75–83.

(责任编辑: 张晓寒)

ZHU MY, ZOU YL, WU RJ, *et al.* Accumulation and depuration of paralytic shellfish poisons(PSP) in Chinese scallop *chlamys farrei* [J]. Acta Oceanol Sin, 2003, (2): 75-83.

[18] LIU Y, YU RC, KONG FZ, *et al.* Paralytic shellfish toxins in phytoplankton and shellfish samples collected from the Bohai Sea, China [J]. Mar Pollut Bull, 2017, 115(1-2): 324-331.

[19] 林祥田, 庞中全, 张雨, 等. 一起贝类膝沟藻毒素中毒调查分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2009, 21(3): 265-267.

LIN XT, PANG ZQ, ZHANG Y, *et al.* An investigation on the poisoning of shellfish knee ditch algae [J]. Chin J Food Hyg, 2009, 21(3): 265-267.

[20] 陈锦钟, 洪舒萍, 蔡茂荣, 等. 一起麻痹性贝类毒素引起的食源性疾病暴发事件调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(4): 445-448.

CHEN JZ, HONG SP, CAI MR, *et al.* Investigation of outbreaks of foodborne diseases caused by paralytic shellfish poisoning [J]. Chin J Food Hyg, 2018, 30(4): 445-448.

作者简介



刘斌, 硕士, 副主任医师, 主要研究方向为营养与食品卫生。

E-mail: liubin4934196@163.com



常凤启, 硕士, 主任技师, 主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: hbweisheng2@163.com

“动物性食品质量与安全”专题征稿函

当前我国经济飞速发展, 人们对动物性食品的要求也不再仅仅是数量上的追求, 正在向质量要求进行转变, 然而目前国内动物性食品在各个方面仍需要进行完善。因此, 如何解决这些问题, 使动物性食品安全真正得到保障, 已显得尤为重要。

鉴于此, 本刊特别策划了“动物性食品质量与安全”专题, 由中国农业科学院饲料研究所李俊研究员担任专题主编。专题将围绕现代化加工与副产物综合利用技术、质量安全与检测技术、营养及风味成分分析技术、污染防控与危害分析、法律法规和发展政策几方面, 或您认为本领域有意义的问题综述及研究论文均可, 专题计划在 2021 年 5 月出版。

本刊主编国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员与本专题主编李俊研究员特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在 2021 年 4 月 1 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题**动物性食品质量与安全**):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者

登录-注册投稿-投稿栏目选择“2021 专题: **动物性食品质量与安全**”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsq@126.com(备注: **动物性食品质量与安全**专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部