



Jari Falomo<sup>a,b</sup>,  
Lorenzo Capriglia<sup>a,b</sup>,  
Alberto Penzo<sup>a</sup>,  
Pierluigi Barbieri<sup>a</sup>,  
Luigi Giorgini<sup>b</sup>  
<sup>a</sup>Dipartimento di Scienze  
Chimiche  
Università di Trieste  
<sup>b</sup>ARPA FVG  
Dipartimento Provinciale  
di Trieste  
jari@falomo.net

## MONITORAGGIO DI INQUINANTI ORGANICI PERSISTENTI NEL GOLFO DI TRIESTE

È stata valutata la qualità del Golfo di Trieste sulla base dell'accumulo di alcuni contaminanti Persistenti Bioaccumulabili e Tossici (PBT) nei sedimenti superficiali e nelle specie stanziali *Mytilus galloprovincialis*, *Gobius niger* e *Squilla mantis*. I valori ottenuti sono stati confrontati con i limiti proposti dall'Unione Europea per i prodotti destinati al consumo umano, evidenziando alcuni sforamenti nelle concentrazioni di benzo[a]pirene.

PBT sono sostanze tossiche scarsamente biodegradabili che possono entrare nella catena alimentare ed accumularsi fino a livelli nocivi per la salute umana e per l'ecosistema [1]; la loro pericolosità è aggravata dall'elevata capacità di trasferimento attraverso tutti i comparti ambientali (aria, acqua, suolo e biota). L'EPA (*Environmental Protection Agency*) ha stilato una lista di tali composti, che comprende

benzo[a]pirene, aldrin, dieldrin, clordano, DDT e i suoi metaboliti, esaclorobenzene, PCB (policlorobifenili), diossine e furani. L'area di studio, il Golfo di Trieste, è un bacino di medio fondale situato nella parte settentrionale del Mar Adriatico, in cui insistono molteplici realtà produttive: industrie, maricoltura e pesca, turismo nautico e balneare, attività portuale ed un intenso traffico di petroliere.

Negli ultimi anni sono stati osservati una profonda alterazione ed un impoverimento delle popolazioni bentoniche della zona [2]. Nell'ottica di confrontare zone ad alta densità industriale e navale con zone ipoteticamente meno contaminate, quali le aree adibite alla mitilicoltura (Tab. 1), sono stati individuati 11 punti di campionamento (Fig. 1), nei quali, nel corso del 2005, sono stati campionati i sedimenti superficiali ed un numero significativo di esemplari di pezzatura commerciale di tre bioindicatori stanziali quali il

mollusco *Mytilus galloprovincialis* (mitilo), il pesce *Gobius niger* (ghiozzo nero) e il crostaceo *Squilla mantis* (pannocchia). Ghiozzi e pannocchie sono stati catturati mediante nasse, mentre i mitili sono stati raccolti ad 1 metro di profondità.

Sono stati analizzati 13 IPA (fluorene, fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, benzo[a]antracene, crisene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]pirene, dibenzo[a,h]antracene, benzo[g,h,i]perilene e indeno[1,2,3-cd]pirene), 15 pesticidi organoclorurati (isomeri e metaboliti del DDT, aldrin, endrin, dieldrin,  $\alpha$  e  $\gamma$  clordano, isomeri dell'esaclorocicloesano) e 35 PCB (compresi i 12



Fig. 1 - Mappa del Golfo di Trieste con i siti di campionamento

*dioxin-like*), impiegando, per la validazione analitica, materiali di riferimento certificati.

Gli IPA, estratti con microsoxhlet, sono stati analizzati mediante HPLC-FLD, mentre pesticidi e PCB sono stati analizzati con una metodica che prevede l'impiego della microestrazione in fase solida (SPME) accoppiata alla GC-MS.

Dalle analisi effettuate è emersa una presenza diffusa di IPA nei sedimenti del Golfo di Trieste (Tab. 2), in accordo con i valori riscontrati in letteratura [3]. La lipofilia di questi composti ne favorisce il bioaccumulo nei tre

organismi monitorati, ed in particolare nei mitili, dove sono state riscontrate concentrazioni più elevate (Fig. 2). Le concentrazioni di benzo[a]pirene sono state confrontate con i livelli massimi ammessi dal regolamento europeo 1881/2006 (10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per i molluschi bivalvi, 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per la polpa di pesce e 5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per i crostacei): per i mitili tale limite è stato superato in 5 stazioni, per la pannocchia in 4, mentre nel caso del ghiozzo sono stati osservati 8 sforamenti (Tab. 3).

Le concentrazioni dei dodici PCB *dioxin-like* sono state espresse in equivalenti di tossicità di TCDD (2,3,7,8-tetracloro-

Tab. 1 - Attività antropiche legate ai siti di campionamento

Sito 1	Area portuale
Sito 2	Mitilicoltura
Sito 3	Area diportistica
Sito 4	Mitilicoltura
Sito 5	Mitilicoltura
Sito 6	Scarico reflui
Sito 7	Area portuale dismessa
Sito 8	Area portuale
Sito 9	Area diportistica
Sito 10	Area industriale/siderurgica
Sito 11	Area diportistica

Tab. 2 - IPA totali nei sedimenti (mg/kg s.s.)

Sito 1	0,14
Sito 2	0,70
Sito 3	1,40
Sito 4	0,48
Sito 5	2,96
Sito 6	0,36
Sito 7	0,48
Sito 8	28,81
Sito 9	12,16
Sito 10	74,41
Sito 11	1,66

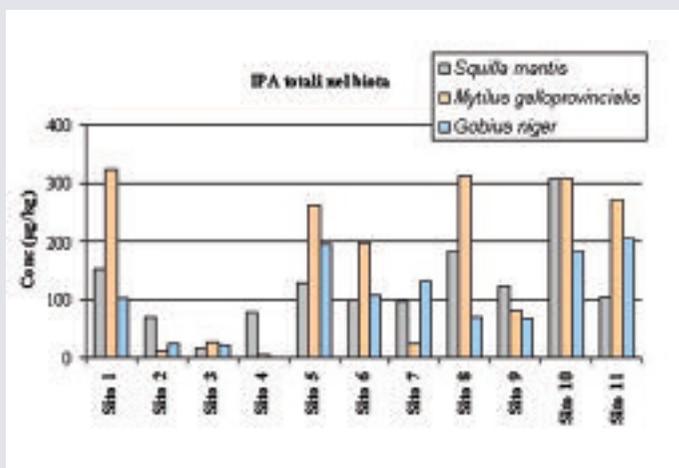


Fig. 2 - IPA totali nel biota, espressi in µg/kg sul prodotto fresco

rodibenzo-p-diossina) tramite l'impiego di fattori moltiplicativi di conversione [4]. Il valore proposto dalla Commissione Europea come limite massimo ammissibile nei pesci e nei prodotti della maricoltura è di 7 ng/kg TEQ. Non sono stati registrati valori eccedenti tale limite.

Per quanto riguarda i pesticidi organoclorurati, ne è stata riscontrata la presenza in tutte le matrici analizzate. Per i mitili le maggiori concentrazioni (esprese come somma dei 15 analiti) si hanno nei siti 2 e 9 (10 e 12 µg/kg); per il ghiozzo emerge una contaminazione nel sito 9 (135 µg/kg), e nei siti 4 e 7 (11 e 33 µg/kg); per la pannocchia i risultati mettono in luce la maggior presenza, se pur con valori non particolarmente elevati (6÷8 µg/kg), nei siti 3, 6, 7, 8.

In conclusione, dall'analisi dei sedimenti e del biota campionati nel Golfo di Trieste è stata riscontrata la presenza ubiquitaria di inquinanti organici persistenti bioaccumulabili e tossici, in particolare di IPA. La facilità con cui questi composti tendo-

Tab. 3 - Dati relativi al benzo[a]pirene espressi in µg/kg sul prodotto fresco\*

	<i>Mytilus g.</i>	<i>Squilla m.</i>	<i>Gobius n.</i>
Sito 1	26,0	11,0	1,1
Sito 2	0,8	3,8	2,4
Sito 3	1,4	1,5	2,7
Sito 4	<LOD	4,8	n.c.
Sito 5	6,0	<LOD	30,0
Sito 6	11,0	<LOD	<LOD
Sito 7	<LOD	5,0	6,0
Sito 8	24,0	10,1	9,9
Sito 9	7,1	10,6	6,8
Sito 10	13,0	11,0	10,0
Sito 11	14,0	<LOD	<LOD

\* In rosso sono indicati i valori eccedenti il limite tabellare del regolamento europeo 208/2005. LOD pari a 0,1 µg/kg; n.c.: non campionato

no ad accumularsi lungo la catena trofica deve tenere alta l'attenzione delle autorità e delle istituzioni per quanto riguarda sia la salvaguardia dell'ecosistema marino sia la salubrità dei prodotti ittici della zona.

I dati presentati costituiscono parte integrante del progetto di ricerca "Indagini sulla sicurezza alimentare dei prodotti ittici e della maricoltura della regione Friuli-Venezia Giulia: studio su inquinanti organici persistenti, bioaccumulabili e tossici" svolto nell'ambito di una convenzione tra il Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università di Trieste e la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

### Bibliografia

[1] [www.epa.gov/pbt/](http://www.epa.gov/pbt/)

[2] G. Adami et al., *J. Environ. Poll.*, 2000, **2**, 261.

[3] M. Notar et al., *Mar. Poll. Bull.*, 2001, **42**, 36.

[4] Van der Berg et al., *Environ. Health Perspect.* 1998, **106**(12), 775.

## ABSTRACT

### Persistent Organic Pollutants monitoring in the Gulf of Trieste

In order to assess the quality of sediments and biota in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea), accumulation of several Persistent Bioaccumulative and Toxic compounds (PBT) in surficial sediments and in three sedentary species (*Mytilus galloprovincialis*, *Gobius niger* and *Squilla mantis*) has been evaluated. PAHs, PCBs and organochlorine pesticides were determined and the concentrations were compared with the European Regulation pointing out the presence of exceeding values in the aquatic organisms studied.