TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Đánh giá rủi ro của formaldehyde trong cá biển đánh bắt xa bờ tại tỉnh Bình Thuận đối với sức khỏe người tiêu dùng

Trần Thành Đạt[1], Cao Thị Thu Thảo[2], Trịnh Trọng Nguyễn[3], Thái Văn Nam[3]*

[1] Trường Cao đẳng Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh (HITC); dattranthanh9@gmail.com

[2] Phòng Tài nguyên và Môi trường Huyện Tánh Linh, Tỉnh Bình Thuận; thuthao1007@gmail.com

[3] Viện Khoa Học Ứng Dụng HUTECH, Trường Đại học Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh; tt.nguyen@hutech.edu.vn; tv.nam@hutech.edu.vn

*Tác giả liên hệ: tv.nam@hutech.edu.vn; Tel.: +84–945007990

Ban Biên tập nhận bài: 12/11/2023; Ngày phản biện xong: 18/12/2023; Ngày đăng bài: 25/3/2024

Tóm tắt: Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hàm lượng formaldehyde trong các mẫu cá nục và cá ngừ được tiêu thụ tại các cảng và chợ tại Bình Thuận. Các mẫu cá được xác định hàm lượng formaldehyde bằng cách axit hóa bằng axit phosphoric rồi đem chưng cất. Formaldehyde được giải phóng dưới dạng hòa tan trong dịch cất và được phát hiện bằng phản ứng hiện màu với thuốc thử là axit cromotropic. Hàm lượng formaldehyde trong các mẫu cá biển (cá nục và cá ngừ) tại các cảng và chợ dân sinh của Bình Thuận dao động từ 2,77-4,38 mg/kg. Các mẫu cá tại chợ dân sinh có hàm lượng formaldehyde cao hơn các mẫu cá tại cảng. Kết quả nghiên cứu về mức độ rủi gây ung thư cho thấy các mức độ rủi ro sức khỏe đối với người dân tại các khu vực nghiên cứu dao động từ $2,23\times10^{-4}$ đến $3,53\times10^{-4}$ thuộc trong khoảng rủi ro mắc bệnh ung thư cao ($10^{-4} \leq R < 10^{-2}$) do đó cần có các biện pháp giảm thiểu nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe, đặc biệt là khi phơi nhiễm kéo dài. Thương số rủi ro của ảnh hưởng không gây ung thư HQ < 1 cho thấy hàm lượng formaldehyde trong cá không có khả năng gây ra tác dụng phụ đối với con người khi tiêu thụ cá biển.

Từ khóa: Bình Thuận; Cá biển; Đánh giá rủi ro; Formaldehyde; Người tiêu dùng.

1. Đặt vấn đề

Cá biển là loại thực phẩm giàu axit béo Omega-3 và là nguồn protein động vật rẻ tiền có nhiều lợi ích cho sức khỏe con người [1–4]. Tuy nhiên, quá trình bảo quản cá biển đánh bắt xa bờ không đúng cách có thể làm thay đổi thành phần của cá, tiềm ẩn nhiều rủi ro gây hại cho sức khỏe con người, đặc biệt là rủi ro gây ung thư do sự xuất hiện của formaldehyde, đây là chất được Cơ quan Nghiên cứu Ung thư Quốc tế (IARC) xếp vào nhóm 1 là chất gây ung thư cho con người [5]. Theo [6], nhiều nhà sản xuất và kinh doanh cá cố tình thêm formaldehyde vào để làm chất bảo quản chống hư hỏng sản phẩm. Hàm lượng nhỏ formaldehyde không gây hại cho sức khỏe con người, tuy nhiên, nếu phơi nhiễm chúng trong thời gian dài, tích tụ đến một liều lượng thích hợp có thể gây ra các vấn đề về sức khỏe từ nhỏ đến nghiêm trọng như nôn mửa, hôn mê và có thể tử vong khi dùng liều lượng lớn formaldehyde [5, 7–10].

Trên thế giới đã có một số nghiên cứu về đánh giá rủi ro sức khỏe của một số thực phẩm bị nhiễm formaldehyde cụ thể là cá và hải sản [11–15]. Năm 2013, nghiên cứu [13] được thực hiện nhằm đánh giá rủi ro khi tiêu thụ các loại cá thương mại khác nhau bị nhiễm formaldehyde. Nghiên cứu này cho thấy có phát hiện hàm lượng formaldehyde trong các mẫu

cá phân tích với hàm lượng formaldehyde của 7 loại cá thương mại nằm trong khoảng 2,38-2,95 µg/g đối với tươi sống; 2,08-2,35 µg/g đối với cá luộc và 2,28-2,49 µg/g đối với cá chiên. Tuy nhiên, hàm lượng formaldehyde trong tất cả các loài cá và các trường hợp cá vẫn thấp hơn lượng quy định trong Đạo luật Thực phẩm Malaysia (1985) và Quy định Thực phẩm Malaysia (1985) rằng giá trị giới hạn tối đa đối với formaldehyde trong cá và các sản phẩm cá là 5 mg/kg. Kết quả đánh giá rủi ro cho thấy không có ảnh hưởng xấu nào đến sức khỏe con người liên quan đến việc tiêu thụ cá bị nhiễm formaldehyde. Năm 2018, Suwanaruang đã phân tích hàm lượng formaldehyde bị ô nhiễm trong hải sản và thịt đông lạnh tại chợ Somdet, tỉnh Kalasin, Thái Lan. Kết quả nghiên cứu cho thấy phát hiện tất cả các mẫu đều bị nhiễm formaldehyde với hàm lượng formaldehyde trong cá thu, mực giòn, thịt gà đông lạnh, cá Saba, cá Shishamo, sứa, sò, nghêu, mực, tôm, tôm thẻ chân trắng và cá dolly lần lượt là 288; 228 293; 77; 282; 180; 120; 48; 229; 294; 295 và 293 mg/L [15]. Gần đây, năm 2022, nghiên cứu [16] đã được thực hiện để đánh giá mức độ formaldehyde trong các mẫu thịt và cá được sản xuất trong nước và nhập khẩu từ các cửa hàng thịt nằm trong đô thị Enugu, Bang Enugu ở Nigeria. Hàm lượng formaldehyde trung bình trong các mẫu cá thu ngựa nhập khẩu, cá thu nhập khẩu, cá mèo sản xuất trong nước lần lượt là 12,16 ± 0,01; 114,22 ± 10,25; 106,02 ± 8,42 µg/g. Mức độ trung bình của formaldehyde trong các mẫu cá nằm trong đô thị Enugu đều vượt quá giới hạn cho phép được khuyến nghị, gây nguy cơ nghiêm trọng đối với sức khỏe, đặc biệt là khi phơi nhiễm kéo dài. Trong khi đó, tại Việt Nam hiện vẫn chưa có một nghiên cứu định lượng nào nhằm xác định hàm lượng formaldehyde trong cá biển và đánh giá rủi so sức khỏe người tiêu dùng khi sử dụng cá biển nhiễm formaldehyde.

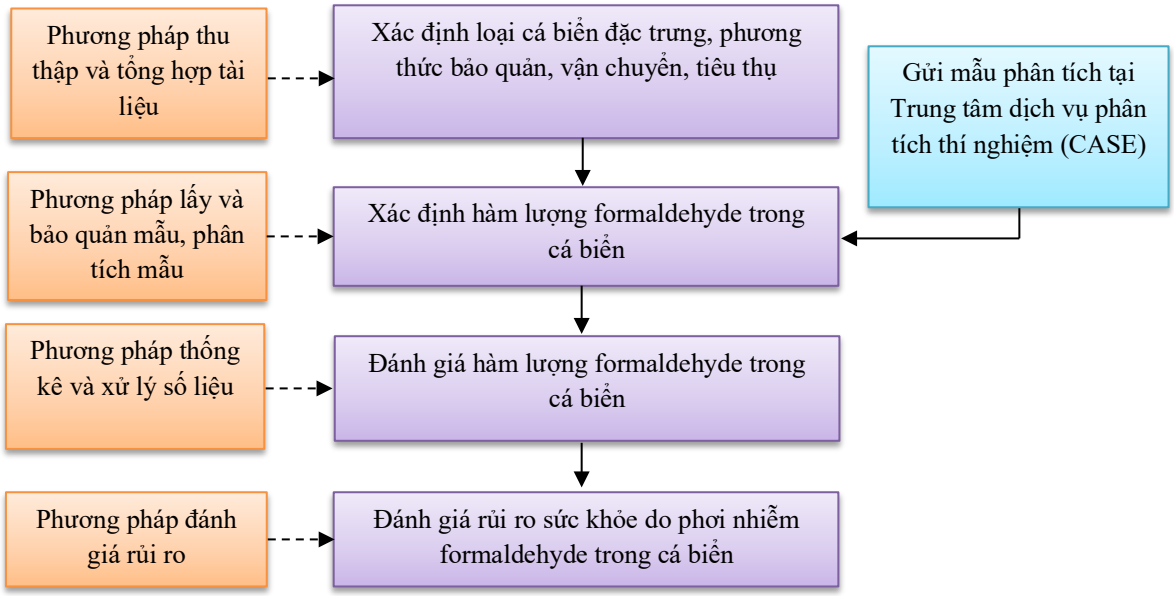
Khu vực miền trung là nơi cung cấp hải sản, cá biển với sản lượng lớn, một trong những tỉnh thành phố lớn có thể nói đến đó là tỉnh Bình Thuận. Bình Thuận là tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ có chiều dài bờ biển 192 km kéo dài từ mũi Đá Chẹt giáp Cà Ná thuộc Ninh Thuận đến bãi bồi Bình Châu thuộc địa phận tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu [17].

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá hàm lượng formaldehyde trong các sản phẩm cá biển tại Bình Thuận từ đó đánh giá phơi nhiễm ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Kết quả nghiên cứu này sẽ giúp bổ sung dữ liệu, cũng như cảnh báo về mức độ ảnh hưởng đối với sức khỏe do việc tiêu thụ sản phẩm cá biển bị nhiễm ormaldehyde.

2. Phương pháp nghiên cứu và tài liệu thu thập

2.1. Sơ đồ nghiên cứu

Sơ đồ nội dung nghiên cứu được trình bày trong Hình 1.



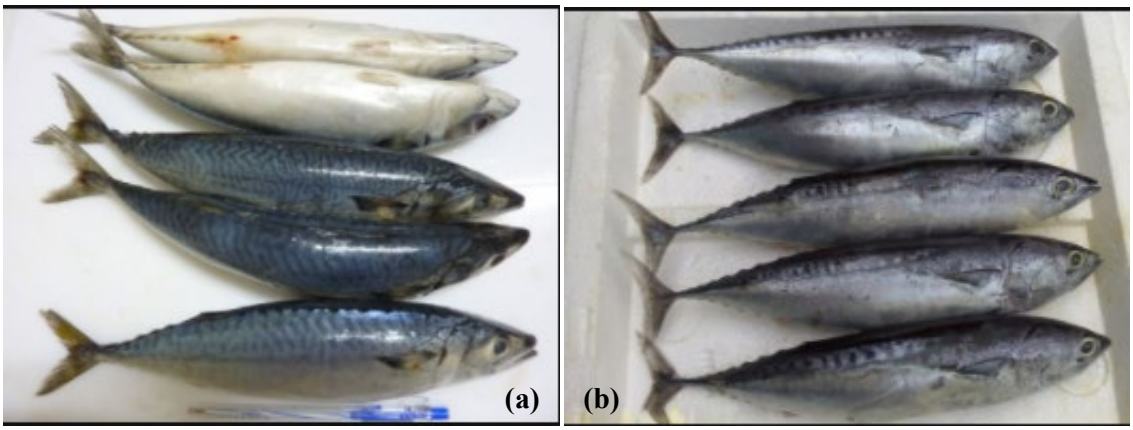
Hình 1. Sơ đồ nghiên cứu.

Các loại cá biển đặc trưng, phương thức bảo quản cá khi đánh bắt xa bờ, vận chuyển và tiêu thụ cá biển tại khu vực Bình Thuận được xác định để làm cơ sở cho việc lấy mẫu. Tổng cộng 14 mẫu cá (7 mẫu cá nục và 7 mẫu cá ngừ) tại 7 vị trí khác nhau, trải đều trên toàn bộ khu vực tỉnh Bình Thuận (tại 3 cảng cá và 4 chợ đầu mối/dân sinh) được lựa chọn lấy mẫu. Cá biển được lấy ngay khi tàu cá cập bến để đánh giá hàm lượng formaldehyde có thể có trong cá nhằm mục đích bảo quản khi đánh bắt xa bờ hoặc do tiểu thương thêm vào khi bán tại các chợ đầu mối/dân sinh. Nếu formaldehyde có trong mẫu cá tại cảng thì khi đưa đến các chợ, hàm lượng sẽ thay đổi như thế nào? Các mẫu cá biển sẽ được gửi phân tích tại Trung tâm dịch vụ phân tích thí nghiệm CASE để xác định và đánh giá hàm lượng formaldehyde. Dựa trên kết quả đã có, tiến hành đánh giá rủi ro sức khỏe của người dân khi sử dụng các loài cá có chứa formaldehyde.

2.2. Phương pháp thực hiện

a) Phương pháp lấy mẫu hiện trường, bảo quản mẫu

Phương pháp lấy mẫu: Áp dụng theo tiêu chuẩn TCVN 12386:2018 Thực phẩm - Hướng dẫn chung lấy mẫu [18]. Chọn 2 mẫu cá nục và cá ngừ để phân tích, 2 loại cá nục và cá ngừ được mua từ các cảng biển.



Hình 2. Mẫu cá nục (a) và các ngừ (b).

Cách lấy mẫu: Chuẩn bị 14 túi ni lông đã được vô trùng để bảo quản mẫu. Tại mỗi điểm điểm lấy mẫu, tiến hành mua 5 mẫu cá nục và 5 mẫu cá ngừ tại 5 chỗ bán khác nhau của một điểm lấy mẫu. Sau đó, lấy 5 mẫu cá nục hoặc 5 mẫu cá ngừ cắt lát và trộn lẫn gộp lại thành 1 mẫu (1 loại cá) đồng nhất tại một điểm lấy mẫu. Mẫu cá sau đó được bảo quản trong tủ đông trong 24 giờ và gửi mẫu phân tích hàm lượng formaldehyde tại Trung tâm dịch vụ phân tích thí nghiệm (CASE).

Hình 3. (a) Mẫu cá nục được cắt lát và (b) Mẫu cá ngừ được cắt lát.

Khu vực lấy mẫu: Khu vực 7 vị trí lấy mẫu được trình bày trong Bảng 1 và Hình 4.

Bảng 1. Các vị trí được lấy mẫu.

STT	Vị trí	Ký hiệu mẫu	
		Cá nục	Cá ngừ
1	Cảng cá Mũi Né	NBT1	GBT1
2	Cảng cá Lagi	NBT2	GBT2
3	Cảng cá Hàm Tân	NBT3	GBT3
4	Chợ dân sinh Phan Thiết	NBT4	GBT4
5	Chợ dân sinh Lagi	NBT5	GBT5
6	Chợ dân sinh Hàm Tân	NBT6	GBT6
7	Chợ dân sinh Tánh Linh	NBT7	GBT7

Hình 4. Bản đồ bị trí lấy mẫu.

Bảo quản mẫu: Mẫu cá sau khi lấy được bảo quản theo theo tiêu chuẩn TCVN 12386:2018 Thực phẩm - Hướng dẫn chung lấy mẫu [18].

b) Phương pháp phân tích formaldehyde

Mẫu cá được gửi phân tích tại Trung tâm dịch vụ phân tích thí nghiệm (CASE) theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8894:2012 về Bánh phở và các sản phẩm tương tự - Xác định formaldehyde - Phương pháp định tính và bán định lượng [19].

c) Phương pháp đánh giá rủi ro sức khỏe

Trong nghiên cứu này, đánh giá rủi ro sức khỏe được tiến hành để xác định tiềm năng nguy cơ (đánh giá khả năng gây hại) sức khỏe con người do việc ăn các sản phẩm cá biển đánh bắt xa bờ tại Bình Thuận. Quá trình đánh giá rủi ro được thực hiện thông qua 4 bước: nhận biết mối nguy hại, tìm ra liều lượng đáp ứng, đánh giá nguy cơ phơi nhiễm và mô tả đặc tính rủi ro.

Đánh giá nguy cơ phơi nhiễm:

Phương trình đánh giá phơi nhiễm đối với thủy sản bị ô nhiễm qua đường tiêu hóa như sau:

$$ING_{sf} = \frac{C_{fm} \times FIR \times CF \times FI \times ABS_S \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (1)$$

Trong đó ING_{sf}: Liều lượng phơi nhiễm đối với thủy sản bị ô nhiễm qua đường tiêu hóa (mg/kg.ngày); C_{fm}: Nồng độ formaldehyde trong cá biển đánh bắt xa bờ đánh bắt tại Bình Thuận (mg/m^3); FIR: Tốc độ tiêu thụ cá trung bình (g/ngày); CF: Hệ số chuyển đổi (10^{-3} kg/g); FI: Phần được tiêu hóa từ nguồn ô nhiễm (100% được tiêu hóa); ABSS: Phần trăm lượng chất được hấp thụ trong dạ dày, hệ số hấp thụ (%). Nghiên cứu này áp dụng giá trị ABSS = 100 %; EF: Tần số phơi nhiễm (ngày/năm); ED: Thời gian phơi nhiễm (năm); BW: Trọng lượng cơ thể (kg); AT: Thời gian trung bình phơi nhiễm (ngày).

Các giá trị thông số có liên quan trong phương trình (1) được tổng hợp từ kết quả quá trình khảo sát thực tế và kế thừa một số giá trị tham khảo từ các nguồn tài liệu tham khảo tin cậy làm cơ sở tính toán đánh giá rủi ro tiềm năng phơi nhiễm formaldehyde trong cá nục, cá ngừ qua đường tiêu hóa:

Các thông số kế thừa từ các nghiên cứu trước: CF = 10^{-3} kg/g; FI = 100%; ABSS = 100%; AT = 70 năm = 1.481.900 ngày.

Các thông số từ kết quả nghiên cứu của nghiên cứu này: C_{fm}: lấy từ kết quả phân tích formaldehyde trong cá nục, cá ngừ tại các vị trí lấy mẫu; FIR: tính tổng của từng lượng cá biển ăn trong mỗi bữa ăn nhân với tỷ lệ % của khối lượng đó (nhiều hơn 500g thì giả định là 600g); ED: lấy tuổi trung bình của 100 người khảo sát (năm); BW: lấy khối lượng trung bình của 100 người khảo sát (kg); EF: tính tổng của từng mức độ ngày tiêu thụ cá biển trong một tuần nhân với tỷ lệ % của mức độ đó (trong đó, nhiều hơn 2 ngày thì giả định tần suất là 3 ngày).

Mô tả đặc tính rủi ro: sẽ có 2 dạng bao gồm ảnh hưởng gây ung thư thể hiện Bảng 2 và ảnh hưởng không gây ung thư thể hiện thông số HQ (thông số rủi ro không gây ưng thư) trong Bảng 3 [20].

Ảnh hưởng gây ung thư:

Do formaldehyde là chất gây ung thư, nguy cơ mà mỗi cá nhân phát triển bệnh ung thư trong suốt thời gian phơi nhiễm cả đời được tính toán bằng cách sử dụng số liệu về lượng hấp thụ dự đoán (ING_{sf}) và thông tin liều lượng - đáp ứng của formaldehyde. Đối với lượng hấp thụ thấp, giả định rằng mối quan hệ giữa liều lượng - đáp ứng sẽ là tuyến tính. Như vậy, mức độ rủi ro gây ung thư được tính bằng cách sử dụng phương trình sau:

$$Risk = ING_{sf} \times SF_0 \quad (2)$$

Trong đó Risk: Mức độ rủi ro gây ung thư; ING_{sf}: Lượng hóa chất đi vào cơ thể mỗi ngày của một người bị nhiễm độc mãn tính sống trên 70 năm (mg/kg.ngày); SF_o: Hệ số dốc rủi ro gây ung thư đối với nhân tố đi qua đường miệng (mg/kg.ngày)$^{-1}$.

Bảng 2. Thang đánh giá rủi ro gây ung thư.

STT	Risk (mức độ rủi ro gây ung thư)	Nguy cơ mắc ung thư
1	$R < 10^{-6}$	Rủi ro mắc bệnh ung thư thấp, có thể chấp nhận được.
2	$10^{-6} \le R < 10^{-4}$	Rủi ro mắc bệnh ung thư trung bình, có thể có hoặc không có quyết định giảm thiểu rủi ro và những quyết định này phải dựa trên nghiên cứu bổ sung.
3	$10^{-4} \le R < 10^{-2}$	Rủi ro mắc bệnh ung thư cao, cần có biện pháp giảm thiểu.
4	$R \ge 10^{-2}$	Rủi ro ung thư rất cao, bắt buộc phải có biện pháp giảm thiểu ngăn ngừa rủi ro.

Ảnh hưởng không gây ung thư:

Không giống như các mức độ rủi ro gây ung thư, mức độ rủi ro không gây ung thư được đánh giá bằng cách so sánh nồng độ tiếp xúc trong một thời gian cụ thể với liều lượng tham chiếu (RfD) có nguồn gốc, thời gian tiếp xúc tương tự. Tỷ lệ này được gọi là thương số rủi ro của ảnh hưởng không gây ung thư và được thể hiện như sau:

$$HQ = \frac{E}{RfD} \quad (3)$$

Trong đó HQ: Thương số rủi ro của ảnh hưởng không gây ung thư; E: Liều lượng hóa chất phơi nhiễm (= INGsf) (mg/kg.ngày); RfD: Liều lượng ô nhiễm đặc trưng tham chiếu (mg/kg.ngày).

Nếu HQ > 1: chất không gây ung thư i đang xét có khả năng ảnh hưởng bất lợi đến sức khỏe khi phơi nhiễm.

Nếu HQ < 1: chất không gây ung thư i không có tác động gì đến đối tượng phơi nhiễm.

Bảng 3. Thang đánh giá rủi ro gây ung thư.

STT	Risk (Mức độ rủi ro không gây ung thư)	Nguy cơ mắc ung thư
1	HQ > 1	Chất không gây ung thư i đang xét có khả năng ảnh hưởng bất lợi đến sức khỏe khi phơi nhiễm.
2	HQ < 1	Chất không gây ung thư i không có tác động gì đến đối tượng phơi nhiễm.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả khảo sát hàm lượng formaldehyde trong cá biển tại Bình Thuận

Hàm lượng formaldehyde trong cá nục và cá ngừ tại 7 điểm lấy mẫu ở Bình Thuận được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả phân tích hàm lượng formaldehyde có trong cá biển tại Bình Thuận.

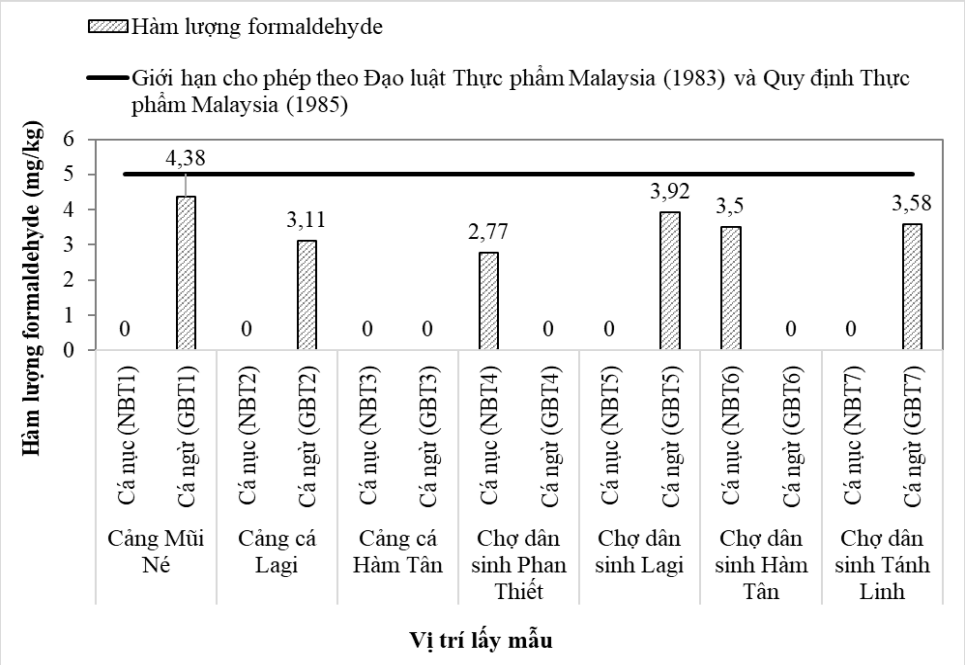
Địa điểm	Ký hiệu mẫu	Loại cá	Hàm lượng formaldehyde (mg/kg)
Cảng Mũi Né	NBT1	Cá nục	Không phát hiện MDL = 0,5
	GBT1	Cá ngừ	Phát hiện 4,38
Cảng cá Lagi	NBT2	Cá nục	Không phát hiện MDL = 0,5
	GBT2	Cá ngừ	Phát hiện 3,11
Cảng cá Hàm Tân	NBT3	Cá nục	Không phát hiện MDL = 0,5
	GBT3	Cá ngừ	Không phát hiện MDL = 0,5
Chợ dân sinh Phan Thiết	NBT4	Cá nục	Phát hiện 2,77
	GBT4	Cá ngừ	Không phát hiện MDL = 0,5
Chợ dân sinh Lagi	NBT5	Cá nục	Không phát hiện MDL = 0,5
	GBT5	Cá ngừ	Phát hiện 3,92
Chợ dân sinh Hàm Tân	NBT6	Cá nục	Phát hiện 3,5
	GBT6	Cá ngừ	Không phát hiện MDL = 0,5

Địa điểm	Ký hiệu mẫu	Loại cá	Hàm lượng formaldehyde (mg/kg)
Chợ dân sinh Tánh Linh	NBT7	Cá nục	Không phát hiện MDL = 0,5
	GBT7	Cá ngừ	Phát hiện 3,58

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy, formaldehyde đều được phát hiện trong các mẫu cá (cá nục hoặc cá ngừ) ngoại trừ mẫu thu tại cảng cá Hàm Tân là không phát hiện. Trong đó, mẫu GBT1 (cảng cá Mũi Né) được phát hiện có hàm lượng cao nhất là 4,38 mg/kg, mẫu NBT4 (chợ dân sinh Phan Thiết) có hàm lượng được phát hiện thấp nhất là 2,77 mg/kg. Mức độ khác nhau của formaldehyde ở các loài cá phụ thuộc vào mức độ trimethylamine-oxide TMAO và phản ứng với giảm dimethylamine TMAO thành formaldehyde và DMA thu được từ thủy sản đông lạnh [21]. Formaldehyde cũng có thể được thêm vào như một chất bảo quản trong quá trình lưu trữ khi đánh bắt xa bờ hay khi bán tại các chợ [16].

3.2. Đánh giá hàm lượng formaldehyde có trong các mẫu cá tại tỉnh Bình Thuận

Hàm lượng formaldehyde trong các mẫu cá nục và cá ngừ tại 7 điểm lấy mẫu của Bình Thuận được trình bày trong Hình 5.



Hình 5. Biểu đồ thể hiện hàm lượng formaldehyde trong cá nục và cá ngừ tại Bình Thuận.

Hàm lượng formaldehyde giữa các mẫu cá nục tại cảng và chợ tại tỉnh Bình Thuận (Hình 5) cho thấy, các mẫu NBT1 (Cảng cá Mũi Né); NBT2 (Cảng cá Lagi); NBT3 (Cảng cá Hàm Tân); NBT5 (Chợ dân sinh Lagi); NBT7 (chợ dân sinh Tánh Linh) không phát hiện formaldehyde với MLD của phương pháp là 0,5 mg/kg. Mẫu cá nục NBT4 tại chợ dân sinh Phan Thiết và NBT6 tại chợ dân sinh Hàm Tân có phát hiện formaldehyde hàm lượng tại 2 điểm lần lượt 2,77 và 3,5 mg/kg. Kết quả này thấp hơn so với mức cho phép do Đạo luật Thực phẩm Malaysia (1983) và Quy định Thực phẩm Malaysia (1985) quy định rằng giới hạn tối đa với formaldehyde trong cá và các sản phẩm là 5 mg/kg [22]. So với nghiên cứu [13] (hàm lượng formaldehyde của 4 loại cá thương mại tươi nằm trong khoảng 2,38 đến 2,95 µg/g) thì hàm lượng formaldehyde trong cá nục tại vị trí chợ dân sinh Hàm Tân (NBT6) cao hơn 1,17-1,47 lần, vị trí chợ dân sinh Phan Thiết (NBT4) có hàm lượng formaldehyde tương đồng, trong khi đó các vị trí còn lại trong nghiên cứu này có hàm lượng formaldehyde thấp hơn.

Dựa trên kết quả hình 5 cho thấy có phát hiện formaldehyde trong mẫu cá ngừ tại các chợ và cảng của Bình Thuận. Cụ thể, mẫu hàm lượng formaldehyde cao nhất trong mẫu cá ngừ GBT1 tại cảng Mũi Né (4,48 mg/kg), tiếp đến là GBT5 tại chợ dân sinh Lagi, GBT7 tại chợ dân sinh Tánh Linh và GBT2 tại cảng cá Lagi với hàm lượng formaldehyde lần lượt là 3,92; 3,58 và 3,11 mg/kg. Kết quả này thấp hơn so với mức cho phép do Đạo luật Thực phẩm Malaysia (1983) và Quy định Thực phẩm Malaysia (1985) quy định rằng giới hạn tối đa với formaldehyde trong cá và các sản phẩm là 5 mg/kg [22]. Ba mẫu cá ngừ còn lại đều không phát hiện formaldehyde với MDL của phương pháp là 0,5 mg/kg. So với nghiên cứu [13] (hàm lượng formaldehyde của 4 loại cá thương mại tươi nằm trong khoảng 2,38 đến 2,95 µg/g) thì hàm lượng formaldehyde trong cá ngừ tại vị trí Cảng Mũi Né (GBT1) cao hơn 1,48-2,95 lần, vị trí Chợ dân sinh Lagi (GBT5) có hàm lượng formaldehyde cao hơn 1,33-1,65 lần, vị trí Chợ dân sinh Tánh Linh (GBT7) có hàm lượng formaldehyde cao hơn 1,21-1,50 lần và vị trí Cảng cá Lagi (GBT2) có hàm lượng formaldehyde cao hơn 1,05-1,31 lần, trong khi đó các vị trí còn lại trong nghiên cứu này có hàm lượng formaldehyde thấp hơn.

So sánh hàm lượng formaldehyde trong các mẫu cá nục và cá ngừ tại Bình Thuận cho thấy các mẫu cá ngừ được phát hiện có hàm lượng formaldehyde nhiều hơn các mẫu cá nục. Cụ thể hàm lượng formaldehyde trung bình được phát hiện trong các mẫu cá ngừ là 3,75 mg/kg cao gấp 1,2 lần so với hàm lượng formaldehyde trung bình được phát hiện trong cá mẫu cá nục là 3,14 mg/kg.

Hàm lượng formaldehyde tại các chợ dân sinh có xu hướng cao hơn so với các mẫu cá tại cảng. Cụ thể tại cảng cá Lagi, phát hiện hàm lượng formaldehyde có trong mẫu cá ngừ là 3,11 mg/kg thì tại chợ dân sinh Lagi phát hiện hàm lượng có trong mẫu cá ngừ là 3,92 mg/kg tăng lên 1,26 lần (vì cảng cá Lagi cách chợ dân sinh Lagi khoảng 1,6 km nên các loại cá biển được bán tại chợ Lagi chủ yếu được lấy từ cảng Lagi về); tại cảng cá Hàm Tân, trong mẫu cá ngừ thì không phát hiện thấy có hàm lượng formaldehyde (MDL=0,5), trong khi tại chợ Tánh Linh thì phát hiện có hàm lượng formaldehyde trong mẫu cá ngừ là 3,58 mg/kg. Còn trong mẫu cá nục cũng không phát hiện có hàm lượng formaldehyde nhưng trong khi đó tại chợ Hàm Tân thì hàm lượng formaldehyde được phát hiện trong mẫu cá nục là 3,5 mg/kg (tại chợ Hàm Tân và chợ Tánh Linh thì các mẫu cá chủ yếu được lấy từ cảng Hàm Tân). Kết quả của nghiên cứu này thấp hơn rất nhiều so với hàm lượng formaldehyde có trong 5/10 mẫu cá ở Hồng Kông, lên tới 170-570 mg/kg [23] nhưng khá tương đồng với hàm lượng formaldehyde được tìm thấy trong 60 loài thủy sản ở Thủ đô Kumasi, Ghana được phân tích với nồng độ từ 0,174 đến 3,710 mg/kg [24].

3.2 Đánh giá rủi ro sức khỏe khu vực khảo sát người dân

Tiến hành tính liều lượng phơi nhiễm đối với cá biển bị nhiễm formaldehyde qua đường tiêu hóa. Gồm các khu vực: cảng Mũi Né, cảng cá Lagi, chợ dân sinh Phan Thiết, chợ dân sinh Lagi, chợ dân sinh Hàm Tân, chợ dân sinh Tánh Linh.

Bảng 5. Liều lượng phơi nhiễm đối với cá biển bị nhiễm formaldehyde qua đường tiêu hóa.

Khu vực lấy mẫu	**Nồng độ HCHO (mg/kg)**	**$ING_{sf} \times 10^{-3}$ (mg/kg.ngày)**
Cảng Mũi Né	4,38	7,75
Cảng cá Lagi	3,11	5,51
Chợ dân sinh Phan Thiết	2,77	4,9
Chợ dân sinh Lagi	3,92	6,94
Chợ dân sinh Hàm Tân	3,5	6,2
Chợ dân sinh Tánh Linh	3,58	6,34
Trung bình 6 khu vực	3,54	6,27

* Mô tả đặc tính rủi ro:

- Ảnh hưởng gây ung thư: Đối với các chất gây ung thư, nguy cơ mà mỗi cá nhân phát triển bệnh ung thư trong suốt thời gian phơi nhiễm cả đời được tính toán bằng cách sử dụng số liệu về lượng hấp thụ dự đoán (ING_{sf}) và thông tin liều lượng - đáp ứng của formaldehyde.

Bảng 6. Mức độ rủi ro sức khỏe formaldehyde gây ra đối với người tiếp xúc.

Khu vực lấy mẫu	Nồng độ HCHO (mg/kg)	$ING_{sf} \times 10^{-3}$ (mg/kg.ngày)	Mức độ rủi ro (Risk × 10^{-4})
Cảng Mũi Né	4,38	7,75	3,53
Cảng cá Lagi	3,11	5,51	2,51
Chợ dân sinh Phan Thiết	2,77	4,9	2,23
Chợ dân sinh Lagi	3,92	6,94	3,16
Chợ dân sinh Hàm Tân	3,5	6,2	2,82
Chợ dân sinh Tánh Linh	3,58	6,34	2,88

Thông qua mức độ rủi ro sức khỏe của formaldehyde trên cho thấy hàm lượng formaldehyde được phát hiện tại các khu vực có khoảng giá trị khá gần nhau. So với thang đánh giá rủi ro thì mức độ rủi ro của các khu vực phát hiện formaldehyde đều lớn hơn 10^{-4} ($10^{-4} \leq R < 10^{-2}$). Khoảng này thuộc trong khoảng rủi ro mắc bệnh ung thư cao, cần có biện pháp giảm thiểu. Trong đó, ở cảng Mũi Né phát hiện hàm lượng formaldehyde cao nhất trong các khu vực lấy mẫu với hàm lượng 4,38 mg/kg, mức độ rủi $3{,}53\times10^{-4}$ và chợ dân sinh Phan Thiết phát hiện hàm lượng formaldehyde thấp nhất trong các khu vực lấy mẫu với nồng độ 2,77 mg/kg, mức độ rủi ro $2{,}23\times10^{-4}$ đều thuộc mức độ rủi ro gây ung thư cao, cần có biện pháp giảm thiểu. So với kết quả trong nghiên cứu [24] thì hàm lượng formadehyde trong các mẫu dao động từ 0,174 đến 3,710 mg/kg, thấp hơn so với các mẫu cá ở Bình Thuận nhưng mức độ rủi ro sức khỏe đối với người sử dụng ở Kumasi lại cao hơn so với người dân ở Bình Thuận, với mức độ rủi ro là $4{,}233\times10^{-4}$ và $3{,}661\times10^{-3}$ mg/kg BW.ngày (thuộc mức rủi ro cao) do người dân ở đây sử dụng lượng cá biển nhiều hơn so với người dân ở Bình Thuận.

- Ảnh hưởng không gây ung thư: Mức độ rủi ro không gây ung thư được đánh giá bằng cách so sánh nồng độ tiếp xúc trong một thời gian cụ thể với liều lượng tham chiếu (RfD) có nguồn gốc, thời gian tiếp xúc tương tự.

Bảng 7. Thương số rủi ro của ảnh hưởng không gây ung thư.

Khu vực lấy mẫu	$ING_{sf} \times 10^{-3}$ (mg/kg/ngày)	HQ
Cảng Mũi Né	7,75	0,03875
Cảng cá Lagi	5,51	0,02755
Chợ dân sinh Phan Thiết	4,9	0,0245
Chợ dân sinh Lagi	6,94	0,0347
Chợ dân sinh Hàm Tân	6,2	0,031
Chợ dân sinh Tánh Linh	6,34	0,0317

Qua kết quả tính thương số rủi ro của ảnh hưởng không gây ung thư cho thấy thương số rủi ro của ảnh hưởng không gây ung thư HQ đều nhỏ hơn 1 đối với chất không gây ung thư; do đó không có tác động gì đến đối tượng phơi nhiễm. Trên thực tế, giá trị ADI (0,2 mg/kg/ngày) là đủ để đảm bảo sự an toàn của người tiêu dùng.

4. Kết luận

Qua kết quả phân tích hàm lượng formaldehyde trong cá biển của 7 khu vực tại tỉnh Bình Thuận cho thấy hàm lượng formaldehyde được phát hiện trong các mẫu cá nục và cá ngừ tại các cảng và chợ từ 2,77-4,38 mg/kg. Trong đó, hàm lượng formaldehyde được phát hiện cao nhất là ở cảng Mũi Né (4,38 mg/kg), thấp nhất là ở chợ Phan Thiết (2,77 mg/kg) và ở cảng

Hàm Tân thì không phát hiện formaldehyde trong các mẫu cá. Hàm lượng formaldehyde phát hiện có trong các mẫu cá không vượt giá trị cho phép theo quy định trong Đạo luật Thực phẩm Malaysia (1983) và Quy định thực phẩm Malaysia (1985) quy định rằng giới hạn tối đa với formaldehyde trong cá và các sản phẩm là 5 mg/kg. Kết quả nghiên cứu về mức độ rủi gây ung thư cho thấy các mức độ rủi ro sức khỏe đối với người dân tại các khu vực nghiên cứu dao động từ $2,23\times10^{-4}$ đến $3,53\times10^{-4}$ thuộc trong khoảng rủi ro mắc bệnh ung thư cao ($10^{-4} \leq R < 10^{-2}$), cần có biện pháp giảm thiểu. Giá trị ước tính hàng ngày đối với formaldehyde trong cá nục và cá ngừ nằm trong khoảng $4,9\times10^{-3}$ đến $7,75\times10^{-3}$ mg/kg.ngày và thấp hơn mức tiêu thụ hàng ngày có thể chấp nhận được là 0,15 và 0,2 mg/kg.ngày do tổ chức Y tế Thế giới đề xuất Tổ chức và Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ về lượng formaldehyde tiêu thụ, tương ứng. Thương số rủi ro của ảnh hưởng không gây ung thư HQ < 1 cho thấy hàm lượng formaldehyde trong cá không có khả năng gây ra tác dụng phụ đối với con người khi tiêu thụ cá biển.

Hiện nghiên cứu mới chỉ khảo sát 2 loại cá và chỉ ở khu vực tỉnh Bình Thuận. Hướng nghiên cứu thời gian tới sẽ khảo sát, đánh giá hàm lượng formaldehyde ở nhiều mẫu cá phổ biến như cá cơm, cá đù,... và mở rộng khu vực lấy mẫu ở các tỉnh duyên hải miền trung như: Phú Yên, Khánh Hòa, Bình Định, Đà Nẵng,...

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.V.N.; Điều tra, lấy mẫu: C.T.T.T.; Xử lý số liệu: C.T.T.T., T.T.Đ.; Viết bản thảo bài báo: T.T.Đ., T.T.N.; Chỉnh sửa bài báo: T.V.N.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Morris, M.C.; Evans, D.A.; Tangney, C.C.; Bienias, J.L.; Wilson, R.S. Fish consumption and cognitive decline with age in a large community study. *Arch. Neurol*. **2005**, *62(12)*, 1849–1853.
2. Kris-Etherton, P.M.; Harris, W.S.; Appel, L.J. American Heart Association. Nutrition Committee. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circ*. **2002**, *106(21)*, 2747–2757.
3. Daniels, J.L.; Longnecker, M.P.; Rowland, A.S.; Golding, J. ALSPAC Study Team. University of Bristol Institute of Child Health. Fish intake during pregnancy and early cognitive development of offspring. *Epidemiology*. **2004**, *15(4)*, 394–402.
4. Mozaffarian, D.; Rimm, E.B. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA* **2006**, *296(15)*, 1885–1899.
5. Protano, C. et al. The carcinogenic effects of formaldehyde occupational exposure: A systematic review. *Cancers* **2021**, *14(1)*, 165.
6. Otuh, P.I.; Ogunro, B.; Etim, E. Formaldehyde Levels in Imported Frozen Poultry Meat in Ibadan, Nigeria: Its Public Health Implications. *J. Vet. Pub. Hlth.* **2013**, *11(1)*, 11–17.
7. Kim, K.H.; Jahan, S.; Lee, J.T. Exposure to formaldehyde and its potential human health hazards. *J. Environ. Sci. Health C Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev.* **2011**, *29*, 277–299.
8. Zain, S.M.S.M.; Azmi, W.N.F.W.; Veloo, Y.; Shaharudin, R. Formaldehyde Exposure, Health Symptoms and Risk Assessment among Hospital Workers in Malaysia. *JEP*. **2019**, *10(06)*, 861–879.
9. Inci, M.; Zararsız, I.; Davarci, M.; Gorur, S. Toxic effects of formaldehyde on the urinary system. *Turk. J. Urol*. **2013**, *39(1)*, 48–52.
10. Abdu, H.; Kinfu, Y.; Agalu, A. Toxic effects of formaldehyde on the nervous system. *IJAAP*. **2014**, *3(3)*, 49–59.

11. Rahman, M.B. et al. An update on formaldehyde adulteration in food: sources, detection, mechanisms, and risk assessment. *Food Chem*. **2023**, *427*, 136761.
12. Hoque, Md.S. et al. Evaluation of artificially contaminated fish with formaldehyde under laboratory conditions and exposure assessment in freshwater fish in Southern Bangladesh. *Chemosphere* **2018**, *195*, 702–712.
13. Siti Aminah, S; Zailina, H.; Fatimah, A.B. Health risk assessment of adults consuming commercial fish contaminated with formaldehyde. *Public Health Nutr*. **2013**, *3(1)*, 52–58.
14. Bhowmik, S.; Begum, M.; Alam, A.N. *S*easonal variations of formaldehyde and risk assessment of marketed fish contaminated with formaldehyde: fish and food safety issue. Proceedings of 3rd AFSA Conference on Food Safety and Food Security, 2016, pp. 50–54.
15. Suwanaruang, T. Formalin contaminated in seafood and frozen meat at Somdet Market, Kalasin Province. *Environ. Prot*. **2018**, *9(12)*, 1286–1293.
16. Aniobi, C.C.; Offor, C.R.; Akagha, I.C.; Okeke, O.; Okoro, M.U. Formalin levels in locally produced and imported meat and fish samples from meat shops situated within Enugu metropolis, Enugu State, Nigeria. *Discovery*. **2022**, *58(318)*, 524–529.
17. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Bình Thuận. Báo cáo số 951/BC-SNNPTNT ngày 25/12/2019 về tình hình đánh bắt thủy hải sản trên địa bàn tỉnh Bình Thuận năm 2019.
18. Tiêu chuẩn quốc gia. TCVN 12386:2018 về Thực phẩm - Hướng dẫn chung về lấy mẫu. 2018.
19. Bộ Y tế. TCVN 8894:2012 - Bánh phở và các sản phẩm tương tự - Xác định formaldehyde- phương pháp định tính và bán định lượng. 2012.
20. Nguyễn Thu Ngọc Diệp và cộng sự. Đánh giá thực trạng sử dụng hàn the, Formol, chất tẩy trắng, phẩm màu trong thực phẩm tại các chợ bán lẻ trên thị trường thành phố Hồ Chí Minh năm 2008. *Tạp chí Y học Thành phố Hồ Chí Minh* **2008**, *12(4)*, 320–324.
21. Ariyani, F.; Anissah, U.; Indra Januar, H.; Rohmad Barokah, G.; Putri, A. The effect of formaldehyde addition on the distribution of trimethylamine oxide (TMAO) and trimethylamine (TMA) in marine and freshwater fish organs. Proceedings of the 16th Joint Conference on Chemistry (JCC 2021), 2022, pp. 2553.
22. Jeyasanta, I.; Jamila, P. Quality characteristics including formaldehyde content in selected Sea foods of Tuticorin, southeast coast of India. *Int. Food Res. J*. **2018**, *25*, 293–302.
23. Food and Environmental Hygiene Department. Targeted food surveillance on formaldehyde in noodlefish. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. 2023.
24. Asare-Donkor, N.; Adaagoam, R.; Voegborlo, R.; Adimado, A. Risk Assessment of Kumasi Metropolis Population in Ghana through Consumption of Fish Contaminated with Formaldehyde. *J. Toxicol.* **2018**, 2018, 1–7.

Risk assessment of formaldehyde in offshore fish caught in Binh Thuan province on consumer health

Tran Thanh Dat[1], Cao Thi Thu Thao[2], Trinh Trong Nguyen[3], Thai Van Nam[3]*

[1] Ho Chi Minh City Industrial and Trade College (HITC); dattranthanh9@gmail.com
[2] Department of Natural Resources and Environment of Tanh Linh District, Binh Thuan Province; thuthao1007@gmail.com
[3] HUTECH Institute of Applied Sciences, HUTECH University, Ho Chi Minh City, Vietnam; tt.nguyen@hutech.edu.vn; tv.nam@hutech.edu.vn

Abstract: The research aimed to assess the formaldehyde levels in samples of mackerel and tuna consumed at ports and markets in Binh Thuan. The fish samples underwent determination of formaldehyde levels through acidification using phosphoric acid followed by distillation. Formaldehyde was released and dissolved in the distillate and detected through a color reaction with the chromotropic acid reagent. The formaldehyde content in marine fish samples (mackerel and tuna) from ports and local markets in Binh Thuan ranged from 2.77 to 4.38 mg/kg. Fish samples from local markets exhibited higher formaldehyde levels compared to those from ports. The study's findings regarding the cancer risk levels indicated varying health risks for residents in the researched areas, ranging from 2.23×10^{-4} to 3.53×10^{-4}, falling within the range of high cancer risk ($10^{-4} \leq R < 10^{-2}$). Therefore, there is a need for measures to reduce the risk of health impact, especially with prolonged exposure. The hazard quotient (HQ) for the non-carcinogenic impact being < 1 suggests that the formaldehyde content in fish is unlikely to cause adverse effects on human consumers when consuming marine fish.

Keywords: Binh Thuan Province; Consumers; Formaldehyde; Risk assessment; Seafood.