

NGHIÊN CỨU NGUY CƠ ẢNH HƯỞNG SỨC KHỎE ƯỚC TÍNH DO MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG TRONG RAU VÀ THỦY SẢN Ở MỘT KHU VỰC VEN BIỂN PHÍA BẮC VIỆT NAM

Nguyễn Thị Minh Ngọc¹, Nguyễn Văn Chuyên²,
Phạm Văn Hán¹, Hồ Anh Sơn², Phạm Văn Thức¹

TÓM TẮT

Mục tiêu: Mô tả nguy cơ ảnh hưởng sức khỏe do kim loại nặng trong rau và thủy sản ở người dân một khu vực ven biển phía Bắc Việt Nam năm 2017. **Phương pháp:** nghiên cứu mô tả cắt ngang, phỏng vấn tần suất tiêu thụ thực phẩm và phương pháp đánh giá nguy cơ ước tính của cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ. **Kết quả:** giá trị thương số nguy cơ HQ của As > Pb > Cd > Cr, ở nam cao hơn nữ. Chỉ số tác động sức khỏe HI của 12/12 thực phẩm nghiên cứu ở cả 2 giới đều cao hơn 1, cao nhất ở rau muống và ốc nhồi, thấp nhất ở cải ngọt và tôm sú. Nguy cơ ung thư ước tính trung bình, tối đa do phơi nhiễm kim loại nặng trong rau và thủy sản tiêu thụ ở 2 giới là As > Cr > Pb > Cd và đều thấp hơn ngưỡng ung thư chấp nhận được, trừ As. **Kết luận:** Tất cả 12 thực phẩm nghiên cứu có nguy cơ tác động sức khỏe của người tiêu thụ, đặc biệt rau muống, ốc nhồi. Nguy cơ ung thư ước tính do tiêu thụ thực phẩm nhiễm kim loại nặng ở người dân nằm trong ngưỡng chấp nhận được.

Từ khóa: kim loại nặng, nguy cơ sức khỏe, thực phẩm, khu vực ven biển, Việt Nam

SUMMARY

HEALTH RISK ASSESSMENT ESTIMATION DUE TO SOME HEAVY METALS IN VEGETABLE AND SEAFOOD CONSUMED IN ONE COASTAL AREA IN NORTHERN VIETNAM

Objective: To describe the risk of health effects caused by heavy metals in vegetables and seafood among exposed residents in one coastal area of Northern Vietnam in 2017. **Methods:** A cross-sectional study, using frequency consuming food data collected by interviewing to apply for risk assessment method from USEPA. **Results:** HQ value was followed as As> Pb> Cd> Cr, higher in men than in women. HI of 12/12 foodstuffs studied was higher than 1 in both gender, highest was seen in water spinach and stuffed snails, and lowest in choysum and giant tiger shrimp. The average and maximum estimated cancer risk due to heavy metal exposure in vegetables and seafood consumed in 2 gender group was As> Cr> Pb> Cd and were both lower than the acceptable cancer threshold, except As. **Conclusions:** All 12 foods studied had potential health effects of consumers, especially water spinach and stuffed snails. The estimated cancer risk due to consumption of food contaminated with KLN in the population is under the acceptable threshold.

Keywords: heavy metals, health risk, food, coastal area, Vietnam

¹Trường Đại học Y Dược Hải Phòng

²Học viện Quân Y

Chịu trách nhiệm chính: Nguyễn Thị Minh Ngọc

Email: ntmngoc@hpmu.edu.vn

Ngày nhận bài: 20.9.2021

Ngày phản biện khoa học: 3.11.2021

Ngày duyệt bài: 11.11.2021

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Crôm (Cr VI), cadimi (Cd), chì (Pb), và asen (As) đã được công nhận là chất gây ô nhiễm nước, đất ở nhiều nơi trên thế giới [1,2]. Mức độ gây độc của các kim loại này đến sức khỏe con người tùy thuộc vào nồng độ, đường tiếp xúc và thời gian tiếp xúc[3,4]. Thực phẩm là nguồn cung cấp 80-90% lượng các kim loại nặng (KLN) trên vào cơ thể con người [5]. Rau và thủy sản là nguồn dinh dưỡng quan trọng ở nước ta, đặc biệt ở khu vực ven biển, tuy nhiên, chúng có thể nhiễm và tích lũy kim loại nặng từ môi trường [6,7]. Vì vậy, các thực phẩm này có thể là nguồn phơi nhiễm KLN quan trọng và gây ảnh hưởng sức khỏe cộng đồng tiêu thụ. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mô tả nguy cơ ảnh hưởng sức khỏe tiềm tàng của việc tiêu thụ rau và thủy sản nhiễm KLN ở một khu vực ven biển huyện Thủy Nguyên, Hải Phòng.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu: 1010 người dân (từ 18 tuổi trở lên) sống tại 2 xã nghiên cứu và đồng ý tham gia nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả cắt ngang.

2.2.2. Chọn mẫu: 1010 đối tượng được chọn bằng phương pháp ngẫu nhiên đơn.

2.3. Thời gian nghiên cứu: từ 12/2016-12/2017

2.4. Địa điểm nghiên cứu: 2 xã ven biển huyện Thủy Nguyên, Hải Phòng

2.5. Công cụ và phương pháp thu thập số liệu: Thông tin cá nhân, cân nặng và tần suất tiêu thụ thực phẩm của đối tượng nghiên cứu được thu thập qua phỏng vấn theo phiếu khảo sát; các nguy cơ ảnh hưởng sức khỏe

không gây ung thư và gây ung thư được tính theo công thức: [8]

$$THQ = (C \times M_{\text{rau/thủy sản}} \times EF \times ED) \times 10^{-3} / (BW \times AT \times RfD)$$

TTHQ = HI = \sum THQ từng tác nhân ô nhiễm

$$CR = [(EF \times ED \times FIR \times C \times CSF_0) / (BW \times AT)] \times 10^{-3}$$

C: hàm lượng KLN trong mẫu rau/thủy sản (mg/kg);

Mrau/thủy sản: lượng rau/thủy sản tiêu thụ hàng ngày của người dân

Hàm lượng KLN tham khảo từ nghiên cứu của Nguyễn Thị Minh Ngọc và cộng sự.[9]

EF: tần suất tiêu thụ (365 ngày/năm), tần suất tiêu thụ từ nghiên cứu này là 0,065 kg rau/người/ngày ở cả 2 giới; ở thủy sản 0,02 kg/ngày với nam và 0,0165 kg/ngày với nữ;

ED: khoảng thời gian phơi nhiễm (Tuổi thọ trung bình của người Việt Nam là 70 tuổi)

BW: trọng lượng cơ thể (kg). Kết quả khảo sát cho thấy: Cân nặng trung bình của đối tượng nghiên cứu là 55,86 kg với nam giới và 44,26 kg với nữ giới;

AT: thời gian trung bình tiêu thụ với nguy cơ không gây ung thư (AT = 365 ngày x 70 năm).

RfD: lượng tham khảo qua đường tiêu hoá (mg/kg/ngày); (As = 0,0003 mg/kg/ngày, Cd = 0,001 mg/kg/ngày, Pb = 0,0035 mg/kg/ngày, Cr = 1,5 mg/kg/ngày).

10^{-3} : yếu tố chuyển đổi đơn vị

CSF₀ là hệ số gây ung thư tiềm tàng qua đường ăn uống (mg/kg bw/ngày). Tham khảo giá trị CSF₀ cho As, Pb, Cd và Cr từ USEPA và các nghiên cứu trước. [8,10, 11]

Đánh giá kết quả:

HQ, TTHQ (HI) <1: không ảnh hưởng đến sức khỏe người tiêu thụ

HQ, TTHQ (HI) > 1: có nguy cơ tiềm tàng ảnh hưởng sức khỏe

CR = 10^{-6} - 10^{-4} : ngưỡng nguy cơ ung thư có thể chấp nhận được

2.6. Phân tích số liệu: Số liệu được nhập và xử lý bằng phần mềm Excel và SPSS SPSS 22.0.

2.7. Đạo đức trong nghiên cứu: Nghiên cứu tuân thủ đề cương đã được phê duyệt; đối tượng nghiên cứu được giải thích rõ mục đích, ý nghĩa của nghiên cứu và ký thỏa thuận tự nguyện tham gia nghiên cứu.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

*Nguy cơ ảnh hưởng sức khỏe không gây ung thư

Bảng 1. Thương số nguy cơ HQ do tiêu thụ thực phẩm ở nam giới

HQ	As	Cd	Pb	Cr
Thực phẩm	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
Tôm sú	0,998 ± 0,015	0,610 ± 0,092	0,133 ± 0,049	0,0004 ± 0,0001
Ốc nhồi	1,499 ± 0,017*	1,191 ± 0,100*	0,228 ± 0,036	0,0004 ± 0,0001
Cá quả	1,479 ± 0,004*	0,863 ± 0,098	0,008 ± 0,001	0,0005 ± 0,000
Cá trê	2,086 ± 0,105*	0,397 ± 0,034	0, ± 0,002	0,0006 ± 0,000
Rau cải xanh	3,471 ± 1,918*	0,284 ± 0,433	0,265 ± 0,056	0,0012 ± 0,0002
Rau muống	3,504 ± 1,482*	1,409 ± 0,342*	0,216 ± 0,104	0,0004 ± 0,0003
Rau lang	3,025 ± 1,399*	1,179 ± 0,158*	0,193 ± 0,093	0,0004 ± 0,0001
Cải ngọt	1,886 ± 0,497*	0,669 ± 0,771	0,167 ± 0,077	0,0001 ± 0,0003
Đậu đũa	3,477 ± 1,264*	0,542 ± 0,597	0,244 ± 0,088	0,0006 ± 0,0001
Mồng toi	2,998 ± 0,899*	1,064 ± 0,566*	0,250 ± 0,062	0,0003 ± 0,0002
Mướp	2,686 ± 0,526*	1,424 ± 0,822*	0,209 ± 0,075	0,0003 ± 0,002
Dưa chuột	3,280 ± 0,767*	1,233 ± 0,791*	0,287 ± 0,058	0,0005 ± 0,0001

*: HQ>1

Với nam, giá trị HQ trung bình của KLN theo thứ tự As > Cd > Pb > Cr và lần lượt dao động trong khoảng từ 0,998 (tôm sú) - 3,504 (rau muống); 0,284 (rau cải xanh) - 1,424 (mướp); 0,008 (cá quả) - 0,287 (dưa chuột) và 0,0001 (cải ngọt) - 0,0012 (rau cải xanh) tương ứng. Ngoại trừ tôm sú, HQ trung bình của As ở tất cả thực phẩm nghiên cứu; HQ trung bình Cd ở 6 loại thực phẩm (ốc nhồi, rau muống, rau lang, mồng toi, mướp, dưa chuột) đều vượt ngưỡng an toàn (>1).

Bảng 1. Thương số nguy cơ HQ do tiêu thụ thực phẩm ở nữ giới

HQ	As	Cd	Pb	Cr
Thực phẩm	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
Tôm sú	0,990 ± 0,015	0,605 ± 0,091	0,132 ± 0,048	0,0004 ± 0,0001
Ốc nhồi	1,487 ± 0,017*	1,214 ± 0,099*	0,226 ± 0,036	0,0004 ± 0,0001
Cá quả	1,467 ± 0,004*	0,856 ± 0,097	0,008 ± 0,001	0,0005 ± 0,0000

Thực phẩm \ HQ	As	Cd	Pb	Cr
	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD	TB ± SD
Cá trê	2,069 ± 0,104*	0,394 ± 0,034	0,011 ± 0,002	0,0006 ± 0,0000
Rau cải xanh	4,380 ± 2,421*	0,358 ± 0,547	0,335 ± 0,070	0,0003 ± 0,0002
Rau muống	4,422 ± 1,871*	1,779 ± 0,432*	0,273 ± 0,131	0,0005 ± 0,0003
Rau lang	3,817 ± 1,765*	1,488 ± 0,200*	0,243 ± 0,117	0,0005 ± 0,0002
Cải ngọt	2,380 ± 0,627*	0,844 ± 0,973	0,211 ± 0,097	0,0002 ± 0,0003
Đậu đũa	4,388 ± 1,595*	0,684 ± 0,754	0,308 ± 0,111	0,0007 ± 0,0002
Mồng toi	3,784 ± 1,134*	1,343 ± 0,715*	0,316 ± 0,078	0,0004 ± 0,0003
Mướp	3,390 ± 0,664*	1,797 ± 1,038*	0,264 ± 0,095	0,0004 ± 0,0002
Dưa chuột	4,140 ± 0,969*	1,556 ± 0,999*	0,362 ± 0,074	0,0007 ± 0,0002

*: HQ>1

Với nữ, giá trị HQ giảm dần theo As > Cd > Pb > Cr và lần lượt dao động trong khoảng từ 0,990 (tôm sú)-4,422 (rau muống); 0,358 (rau cải xanh)-1,797 (rau muống); 0,008 (cá quả)-0,335 (rau cải xanh) và 0,0002 (cải ngọt)-0,0007 (đậu đũa, dưa chuột) tương ứng. Ngoại trừ tôm sú, HQ trung bình của As trong 11 thực phẩm nghiên cứu; HQ trung bình Cd ở một số thực phẩm (ốc nhồi, rau muống, rau lang, mồng toi, mướp, dưa chuột) đã vượt ngưỡng an toàn (HQ>1).

Bảng 3. Chỉ số tác động (HI) do tiêu thụ thực phẩm nhiễm KLN theo giới

Thực phẩm \ HI	TB ± SD	
	Nam	Nữ
Tôm sú	1,742 ± 0,052	1,727 ± 0,052
Ốc nhồi	2,952 ± 0,112	2,927 ± 0,111
Cá quả	2,351 ± 0,097	2,331 ± 0,096
Cá trê	2,495 ± 0,105	2,474 ± 0,104
Rau cải xanh	4,020 ± 1,832	5,074 ± 2,312
Rau muống	5,130 ± 1,717	6,474 ± 2,167
Rau lang	4,396 ± 1,493	5,549 ± 1,884
Cải ngọt	2,722 ± 1,115	3,435 ± 1,408
Mồng toi	4,264 ± 1,529	5,381 ± 1,930
Đậu đũa	4,313 ± 1,367	5,443 ± 1,726
Mướp	4,319 ± 0,645	5,451 ± 0,814
Dưa chuột	4,800 ± 1,306	6,058 ± 1,648

Giá trị HI trung bình của 12/12 thực phẩm nghiên cứu > 1 ở cả 2 giới và theo thứ tự rau muống > dưa chuột > rau lang > mướp > mồng toi > đậu đũa > rau cải xanh > ốc nhồi, cải ngọt > cá trê > cá quả > tôm sú.

*Nguy cơ ảnh hưởng sức khoẻ gây ung thư

Bảng 4. Nguy cơ ung thư do tiêu thụ thủy sản nhiễm KLN theo giới

Giới KLN	Nam				Nữ			
	Min	Max	\bar{X}	SD	Min	Max	\bar{X}	SD
As	4,37 x 10 ⁻⁷	1,02 x 10 ⁻⁶	6,82 x 10 ⁻⁷	1,77 x 10 ⁻⁷	4,37 x 10 ⁻⁷	1,01 x 10 ⁻⁶	6,76 x 10 ⁻⁷	1,76 x 10 ⁻⁷
Pb	2,20 x 10 ⁻¹⁰	8,63 x 10 ⁻⁹	2,83 x 10 ⁻⁹	2,91 x 10 ⁻⁹	2,19 x 10 ⁻¹⁰	8,56 x 10 ⁻⁹	2,80 x 10 ⁻⁹	2,88 x 10 ⁻⁹
Cd	6,36 x 10 ⁻¹⁰	2,48 x 10 ⁻⁹	1,39 x 10 ⁻⁹	5,81 x 10 ⁻¹⁰	6,31 x 10 ⁻¹⁰	2,46 x 10 ⁻⁹	1,38 x 10 ⁻⁹	5,76 x 10 ⁻¹⁰
Cr	1,94 x 10 ⁻⁷	4,64 x 10 ⁻⁷	3,54 x 10 ⁻⁷	7,70 x 10 ⁻⁸	1,92 x 10 ⁻⁷	4,60 x 10 ⁻⁷	3,51 x 10 ⁻⁷	7,64 x 10 ⁻⁸

Nguy cơ ung thư ước tính do KLN trong thủy sản tiêu thụ ở 2 giới là As > Cr > Pb > Cd và đều thấp hơn ngưỡng ung thư chấp nhận được.

Bảng 5. Nguy cơ ung thư do tiêu thụ rau nhiễm KLN theo giới

KLN	Nam				Nữ			
	Min	Max	\bar{X}	SD	Min	Max	\bar{X}	SD
As	2,97 x 10 ⁻⁷	2,96 x 10 ⁻⁶	1,51 x 10 ⁻⁶	6,03 x 10 ⁻⁷	3,74 x 10 ⁻⁷	3,74 x 10 ⁻⁶	1,90 x 10 ⁻⁶	7,61 x 10 ⁻⁷
Pb	1,09 x 10 ⁻⁹	1,94 x 10 ⁻⁸	7,91 x 10 ⁻⁹	3,30 x 10 ⁻⁹	1,37 x 10 ⁻⁹	2,45 x 10 ⁻⁸	9,99 x 10 ⁻⁹	4,16 x 10 ⁻⁹
Cd	0,00	6,85 x 10 ⁻⁹	1,72 x 10 ⁻⁹	1,37 x 10 ⁻⁹	0,00	8,64 x 10 ⁻⁹	2,17 x 10 ⁻⁹	1,72 x 10 ⁻⁹
Cr	9,89 x 10 ⁻⁹	9,13 x 10 ⁻⁷	2,97 x 10 ⁻⁷	1,92 x 10 ⁻⁷	1,25 x 10 ⁻⁸	1,15 x 10 ⁻⁶	3,74 x 10 ⁻⁷	2,42 x 10 ⁻⁷

Nguy cơ ung thư ước tính trung bình do phơi nhiễm KLN trong rau tiêu thụ ở 2 giới là As > Cr > Pb > Cd; đều thấp hơn ngưỡng ung thư chấp nhận được ngoại trừ do As.

IV. BÀN LUẬN

Lượng tiêu thụ hải sản toàn cầu (cá, tôm, cua) và các sản phẩm từ hải sản ngày càng tăng cùng với gia tăng quan tâm đến nguồn dinh dưỡng và sức khỏe vì giàu các chất khoáng, vitamin, axit béo không bão hòa thiết yếu như omega-3 and omega-6. Do vậy, chất lượng hải sản rất quan trọng với sức khỏe cộng đồng. Tuy nhiên, bên cạnh nguồn

lợi sức khỏe tiềm tàng từ lượng thủy hải sản hàng ngày, ô nhiễm biển nghiêm trọng do các chất ô nhiễm hoá học trong công nghiệp cũng làm gia tăng lo ngại về an toàn thực phẩm có nguồn gốc từ biển [12].

**Về thương số nguy cơ HQ*

Bảng 1- 2 cho thấy thương số nguy cơ HQ của KLN của 2/4 loài thủy sản (cá quả, cá trê) và 3/8 loại rau (rau muống, rau cải xanh,

rau lang) đều vượt ngưỡng an toàn khi so sánh với mức giới hạn của USEPA đưa ra (>1). Điều này cho thấy có nguy cơ ảnh hưởng sức khoẻ do As, Cd, Pb, Cr trong các loại thực phẩm trên tại khu vực nghiên cứu, kết quả này của tương đồng với Penradee và cộng sự, 2016 nghiên cứu tại đồng bằng sông Cửu Long.[13]

Kết quả cho thấy giá trị HQ của As $>$ Pb $>$ Cd $>$ Cr, mặc dù hàm lượng Pb cao hơn As có thể lý giải do liều lượng tham chiếu RfD theo USEPA của As cao hơn Pb. Nguy cơ ảnh hưởng sức khoẻ do tiêu thụ các loại thực phẩm này ở nam cao hơn nữ có thể do lượng thức ăn tiêu thụ và cân nặng cao hơn tương ứng.

**Về chỉ số tác động sức khỏe HI*

Kết quả bảng 4 và bảng 5 cho thấy giá trị HI của 12/12 thực phẩm nghiên cứu ở cả 2 giới đều cao hơn 1, cao nhất ở rau muống và ốc nhồi, thấp nhất ở cải ngọt và tôm sú. Điều này cho thấy nguy cơ tác động sức khỏe tổng hợp của các kim loại nặng từ việc tiêu thụ từng loại thực phẩm nghiên cứu. Như vậy, có thể việc tiêu thụ đồng thời nhiều loại thực phẩm này trong ngày sẽ làm tăng mức độ ảnh hưởng đến sức khỏe. Do đó, cần nghiên cứu thêm về ảnh hưởng của việc tiêu thụ đồng thời nhiều loại thực phẩm ở cộng đồng dân cư khu vực này, đặc biệt những loại thực phẩm có giá trị HI >1 .

**Về nguy cơ ung thư*

Nguy cơ ung thư ước tính trung bình do phơi nhiễm KLN trong rau và thủy sản tiêu thụ ở 2 giới là As $>$ Cr $>$ Pb $>$ Cd và đều thấp hơn ngưỡng ung thư chấp nhận được, trừ As.

V. KẾT LUẬN

Có nguy cơ ảnh hưởng sức khoẻ do 12/12 thực phẩm nghiên cứu, đặc biệt là rau muống, ốc nhồi. Nguy cơ ung thư ước tính do tiêu thụ thực phẩm nhiễm KLN ở người dân nằm trong ngưỡng chấp nhận được.

KIẾN NGHỊ

Nên truyền thông và tư vấn dự phòng tác động đến sức khoẻ người dân từ tiêu thụ thực phẩm địa phương, đặc biệt rau muống, ốc nhồi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nations U, Osma E, Serin M, et al. Arsenic concentrations and speciation in a temperate mangrove ecosystem, NSW, Australia. Appl Organomet Chem. 2007;9:192-201. doi:10.1016/s0927-5215(06)09021-7.
2. MacFarlane GR, Pulkownik A, Burchett MD. Accumulation and distribution of heavy metals in the grey mangrove, Avicennia marina (Forsk.) Vierh.: biological indication potential. Environ Pollut. 2003;123:139-151. doi:10.1016/S0269-7491(02)00342-1.
3. Järup L. Hazards of heavy metal contamination. Br Med Bull. 2003;68:167-182. doi:10.1093/bmb/ldg032.
4. Krejpcio Z, Sionkowski S, Bartela J. Safety of fresh fruits and juices available on the Polish market as determined by heavy metal residues. Polish J Environ Stud. 2005;14:877-881.
5. Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew BB, Beeregowda KN. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. Interdiscip Toxicol. 2014;7:60-72. doi:10.2478/intox-2014-0009.
6. Hu J, Wu F, Wu S, Cao Z, Lin X, Wong MH. Bioaccessibility, dietary exposure and

- human risk assessment of heavy metals from market vegetables in Hong Kong revealed with an in vitro gastrointestinal model. *Chemosphere*. 2013;91:455-461. doi:10.1016/j.chemosphere.2012.11.066.
7. **Kananke T, Wansapala J, Gunaratne A.** Heavy metal contamination in green leafy vegetables collected from selected market sites of Piliyandala Area, Colombo District, Sri Lanka. *Am J Food Sci Technol*. 2014;2:139-144. doi:10.12691/ajfst-2-5-1.
8. **USEPA (2019)**, Guidelines for Human Exposure Assessment, accessed February 9-2020, from https://www.epa.gov/sites/production/files/2020/1/documents/guidelines_for_human_exposure_assessment_final2019.pdf.
9. **Nguyen Thi Minh Ngoc, Nguyen Van Chuyen, Nguyen Thi Thu Thao et al.** Chromium, cadmium, lead and arsenic concentrations in water, vegetables and seafood consumed in a coastal area in Northern Vietnam. *Environmental Health Insights*, Volume 14:1-9, 2020.
10. **Bui ATK, Nguyen HTH, Nguyen MN, et al.** Accumulation and potential health risks of cadmium, lead and arsenic in vegetables grown near mining sites in Northern Vietnam. *Environ Monit Assess*. 2016;188:525. doi:10.1007/s10661-016-5535-5
11. **Baki, M. A.; et al. (2018)**, Concentration of heavy metals in seafood (fishes, shrimp, lobster and crabs) and human health assessment in Saint Martin Island, Bangladesh, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 159(April), pp. 153-163.
12. **Kawser Ahmed, M.; et al. (2016)**, Human health risks from heavy metals in fish of Buriganga river, Bangladesh, SpringerPlus.
13. **Chanpiwat Penradee; et al. (2016)**, Assessment of metal and bacterial contamination in cultivated fish and impact on human health for residents living in the Mekong Delta, *Chemosphere*, 163, pp. 342-350.