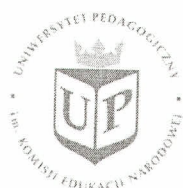


**PEDAGOGICAL UNIVERSITY OF KRAKOW  
THE COMMISSION OF NATIONAL EDUCATION IN KRAKOW  
FACULTY OF EXACT AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUTE OF BIOLOGY**

**UNIWERSYTET PEDAGOGICZNY  
Im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie  
WYDZIAŁ NAUK ŚCISŁYCH I PRZYRODNICZYCH  
INSTYTUT BIOLOGII**



**mgr Thiep Vo Van, M.Sc.**

**Assessment of heavy metal contamination in common fish species  
from Central Vietnam and the potential human risk**

**Ocena skażenia metalami ciężkimi pospolitych gatunków ryb  
ze środkowego Wietnamu i potencjalnego zagrożenia dla ludzi**

**Doctoral thesis written at The Department of Zoology**

**Praca doktorska, Katedra Zoologii**

**Supervisor, promotor:  
dr hab. Robert Stawarz, prof. UP**

**Krakow, 2020**

## SUMMARY

Vietnam is located on the eastern part of the Indochinese Peninsula and borders with Cambodia, China, Laos, as well as the Gulf of Thailand, the Gulf of Tonkin and the South China Sea. There are dense river systems and a long coastline of over 3260 km in length, which is very convenient to develop fishing and aquaculture activities. However, in recent years, the demographic growth, the high rate of urbanization, industrialization, and modernization negatively affected environmental quality. Thus, the pollution of Vietnamese aquatic and terrestrial ecosystems with toxic heavy metals is an urgent problem. Despite that, there is still a lack of research related to the metals levels assessment in animals, which constitutes a part of the human diet.

This study aimed to determine the concentration of Cd, Cu, Fe, Hg, Pb, and Zn in gills, liver, and muscles of common fish species from Central Vietnam (*Acanthopagrus latus*, *Gerres filamentosus*, *Konosirus punctatus*, *Mugil cephalus*, *Siganus fuscescens*, *Sillago sihama*, and *Upeneus sulphureus*) to assess the potential risk to consumer health. The concentrations of Cd, Cu, Fe, Pb, and Zn were determined with a flame atomic absorption spectrometer (AAAnalyst 200, PerkinElmer, USA), while the Hg concentrations were measured with a cold vapor atomic absorption spectrometer (MA-2, NIC, Japan).

The highest Hg, Cd, Pb, Fe, Zn, and Cu values were detected in the liver of *S. sihama* (2.840  $\mu\text{g}\cdot\text{d.w}$ ), *U. sulphureus* (0.038  $\mu\cdot\text{g}\cdot\text{d.w}$ ), *G. filamentosus* (0.538  $\mu\text{g}\cdot\text{d.w}$ ), *A. latus* (20.451  $\mu\cdot\text{g}\cdot\text{d.w}$ ), *G. filamentosus* (2.087  $\mu\text{g}\cdot\text{d.w}$ ), and *U. sulphureus* (2.085  $\mu\text{g}\cdot\text{d.w}$ ), respectively. The lowest Cd, Fe, and Pb levels were found in the muscles of *G. filamentosus* (0.010  $\mu\text{g}\cdot\text{d.w}$ ), *S. sihama* (1.85  $\mu\cdot\text{g}\cdot\text{d.w}$ ) and *M. cephalus* (0.022  $\mu\text{g}\cdot\text{d.w}$ ). However, the lowest levels of Cu, Hg, and Zn were determined in the muscles (0.184 and 0.325  $\mu\cdot\text{g}\cdot\text{d.w}$  for Cu and Zn) and gills of *S. fuscescens* (0.136  $\mu\text{g}\cdot\text{d.w}$  for Hg). *K. punctatus*, *U. sulphureus*, *A. latus*, and *G. filamentosus* tend to accumulate higher metals levels than *M. cephalus*, *S. sihama*, and *S. fuscescens*. The results also showed that the muscles Cd levels of *A. latus*, *S. fuscescens*, and *S. sihama*, and muscles Pb levels of *A. latus*, *K. punctatus*, and *U. sulphuresus* have exceeded the WHO established thresholds.

THQ and HI values of each species tested were lower than 1, implying negligible non-carcinogenic risk via fish consumption in the study area.

**KEYWORDS:** Central Vietnam, fish, heavy metals, HI, potential risk, THQ

## STRESZCZENIE

Wietnam leży nad Morzem Południowochińskim i jego zatokami: Tajlandzką i Tonkińską. Dobrze rozwinięte sieci rzeczne oraz linia brzegowa o długości 3260 km umożliwiły rozwój akwakultury oraz rybołówstwa. Wyż demograficzny, rozwój urbanizacji i uprzemysłowienia, negatywnie wpływają na jakość środowiska naturalnego. Pomimo tego ilość i zakres badań nad zanieczyszczeniem środowiska, między innymi metalami ciężkimi są niewystarczające.

Celem badań była ocena zawartości Cd, Cu, Fe, Hg, Pb i Zn w mięśniach, skrzelach i wątrobie siedmiu gatunków ryb (*Acanthopagrus latus*, *Gerres filamentosus*, *Konosirus punctatus*, *Mugil cephalus*, *Siganus fuscescens*, *Sillago sihama* i *Upeneus sulphureus*) występujących w trzech miejscach na obszarze centralnego Wietnamu (Nghe An, Ha Tinh, Quang Binh, Quang Tri i Hue) oraz oszacowanie potencjalnego ryzyka dla zdrowia ludzi, dla których ryby te są istotnym składnikiem diety.

Zawartości rtęci oznaczano za pomocą spektrometrii absorpcji atomowej z generowaniem zimnych par (MA-2, NIC, Japonia), zaś pozostałych metali za pomocą spektrometrii absorpcji atomowej z atomizacją w płomieniu (AAAnalyst 200, PerkinElmer, USA).

Wątroba *S. sihama* kumulowała najwyższe ilości rtęci (2,840  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ), *U. sulphureus* kadmu (0,038  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ), *G. filamentosus* ołowiu (0,538  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ), *A. latus* żelaza (20,451  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ), *G. filamentosus* cynku (2,087  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ), a miedzi *U. sulphureus* (2,085  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ). Najniższe stężenia Cd (0,010  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ), Fe (1,85  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ) i Pb (0,022  $\mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ) odnotowano w mięśniach, odpowiednio u *G. filamentosus*, *S. sihama* i

*M. cephalus*. Najniższe zawartości Cu ( $0,184 \mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ) i Zn ( $0,325 \mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ) obserwowano w mięśniach *S. fuscescens*, a rtęci ( $0,136 \mu\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ ) w skrzelach tego samego gatunku. U *K. punctatus*, *U. sulphureus*, *A. latus* i *G. filamentosus* stwierdzono wyższe zawartości metali ciężkich w badanych narządach niż w narządach pozostałych gatunków. Zawartości kadmu w mięśniach *A. latus*, *S. fuscescens* i *S. sihama* oraz ołowiu w mięśniach *A. latus*, *K. punctatus* i *U. sulphuresus* przekraczały wartości graniczne ustanowione przez Światową Organizację Zdrowia. Wartości całkowitego ilorazu zagrożenia (ang. total hazard quotient, THQ) oraz indeksu zagrożenia (ang. hazard index, HI) wyliczone dla każdego z badanych gatunków wynosiły mniej niż 1, wskazując na nieznaczne ryzyko nierakotwórcze poprzez spożywanie ryb z badanego obszaru.

**SŁOWA KLUCZOWE:** metale ciężkie, potencjalne ryzyko, ryby, THQ, HI

