

MERCURUL ÎN DIFERITE SPECII DE PEȘTE ȘI ROLUL ACESTUIA ÎN EVALUAREA EXPUNERII POPULAȚIEI

CZU: 613.281+546.49:637.56'81/'83

Gheorghii ȚURCANU¹, Ion BAHNAREL¹,
Eleonora DUPOUY²,¹IP Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie
Nicolae Testemițanu,²Organizația pentru Agricultură și Alimentație
a Națiunilor Unite (FAO)

Rezumat

Mercurul (Hg) este considerat un metal toxic, fiind prezent în diferite specii de pești în cantități ce cresc direct proporțional cu poziționarea progresivă a speciei în lanțul trofic. Aprecierea variabilității concentrației Hg în diferite specii de pește este esențială pentru evaluarea expunerii populației la Hg prin consumul de pește. A fost realizat un studiu descriptiv, datele fiind colectate atât prin metoda directă, cât și prin metoda indirectă. Au fost colectate 189 de probe (Dp), pe parcursul lunii octombrie 2017, conform cerințelor GOST 26927-86. Din baza de date "GEMS/Food contaminants" au fost extrase 23.025 de rezultate analitice, caracteristice perioadei 01.01.1972 – 31.12.2018. Datele privind cele 17 specii de pești incluse în cercetare au fost prelucrate în IBM SPSS statistics 26, cu aprecierea valorilor medii (m), deviației standard (SD), fiind aplicat testul Mann-Whitney U. Cele mai mari concentrații medii după Dp au fost estimate pentru: știucă ($n=7$) – $0,144 \text{ mg/kg} \pm 0,031$, bibanul de mare ($n=5$) – $0,140 \text{ mg/kg} \pm 0,011$, ton ($n=10$) – $0,109 \text{ mg/kg} \pm 0,028$. După "GEMS/Food", cele mai mari concentrații medii de Hg se conțin în: rechin ($n=1698$) – $0,828 \text{ mg/kg} \pm 0,750$, ton ($n=2945$) – $0,305 \text{ mg/kg} \pm 0,318$, bibanul de mare ($n=243$) – $0,207 \text{ mg/kg} \pm 0,330$. Datele sunt prezentate ca $m \pm SD$. Aplicând testul Mann-Whitney U, am estimat că pentru 8 din cele 17 specii de pește nu există o diferență semnificativă statistic ($p > 0,05$), pentru 9 specii a existat o diferență semnificativă statistic ($p < 0,05$). Rezultatele obținute sugerează că utilizarea unui număr mic de investigații ale Hg din pește pentru aprecierea expunerii populației la Hg sunt mai puțin susceptibile de a cuprinde variabilitatea reală a concentrațiilor mercurului în pește.

Cuvinte-cheie: mercur, specii de pește, consum

Summary

Mercury in different fish species and its role in assessing population exposure

Mercury (Hg) is considered a toxic metal being present in different fish species in quantities that increase in direct proportion to the progressive positioning of the species in the food chain. Assessing the variability of Hg concentration in different fish species is essential for assessing population exposure to Hg through fish consumption. This is a descriptive study; the data being collected by both direct and indirect method. 189 samples (Dp) were collected during October 2017 according to the requirements of GOST 26927-86. 23.025 analytical results were extracted from "GEMS/Food contaminants", characteristic of the period 01.01.1972 – 31.12.2018. The data of the 17 fish species included were processed in IBM SPSS statistics 26, with the assessment of mean values (m), standard deviation (SD) and the Mann-Whitney U test applied. The

highest average concentrations for Dp, were estimated for pike ($n=7$) – $0,144 \text{ mg/kg} \pm 0,031$, sea perch ($n=5$) – $0,140 \text{ mg/kg} \pm 0,011$, tuna ($n=10$) – $0,109 \text{ mg/kg} \pm 0,028$. According to "GEMS/Food", the highest average Hg concentrations are: shark ($n=1698$) – $0,828 \text{ mg/kg} \pm 0,750$, tuna ($n=2945$) – $0,305 \text{ mg/kg} \pm 0,318$ and sea perch ($n=243$) – $0,207 \text{ mg/kg} \pm 0,330$. Data are presented as $m \pm SD$. Applying the Mann-Whitney U test we estimated that for 8 of the 17 fish species there was no statistically significant difference ($p > 0,05$), for 9 species there was a statistically significant difference ($p < 0,05$). The results obtained suggest that the use of a small number of investigations of Hg in fish to assess the exposure of the population to Hg, they are less likely to include the real variability of mercury concentrations in fish.

Keywords: mercury, exposure, fish species

Резюме

Ртуть в различных видах рыб и ее роль в оценке воздействия на население

Ртуть (Hg) является токсичным металлом, присутствующим в различных видах рыб в количествах, которые увеличиваются прямо пропорционально количеству потребляемых видов рыб. Анализ содержания Hg в различных видах рыб имеет важное значение для оценки воздействия ртути на население в результате потребления рыбы. Представленное исследование является описательным, данные были собраны как прямым, так и косвенным методом. 23025 аналитических результатов получены из "GEMS/Пищевые загрязнители", характерные для периода 01.01.1972 – 31.12.2018. В октябре 2017 года отобрано 189 образцов рыб (Дп) в соответствии с требованиями ГОСТ 26927-86. Данные по содержанию Hg в 17 видах рыб из всех отобранных образцов были обработаны в IBM SPSS Statistic 26 с оценкой средних значений (m), стандартного отклонения (SD) и U-критерия Манна-Уитни. Самые высокие средние концентрации после (Дп) были получены для щуки ($n=7$) – $0,144 \text{ мг/кг} \pm 0,031$, морского окуня ($n=5$) – $0,140 \text{ мг/кг} \pm 0,011$, тунца ($n=10$) – $0,109 \text{ мг/кг} \pm 0,028$. По данным "GEMS/Food", самые высокие средние концентрации ртути следующие: акула ($n=1698$) – $0,828 \text{ мг/кг} \pm 0,750$, тунец ($n=2945$) – $0,305 \text{ мг/кг} \pm 0,318$ и морской окунь ($n=243$) – $0,207 \text{ мг/кг} \pm 0,330$. Было установлено, что для 8 из 17 видов рыб статистически значимого различия концентраций не было ($p > 0,05$), для 9 видов различия были статистически достоверны ($p < 0,05$). Таким образом, для оценки воздействия ртути на население использование небольшого количества проб для исследований ртути в рыбе, не позволяет выявить реальную вариабельность концентраций ртути в рыбе.

Ключевые слова: ртуть, виды рыб, потребление

Introducere

Profesorul D. Obrist considera că emisiile antropice de Hg din surse industriale și de ardere a combustibililor conduce la majorarea nivelurilor de metil-mercur (MeHg) din pește, în special în bazinele acvatice de apă dulce aflate în imediata apropiere de sursele industriale cu emiteri de Hg sau datorită unor niveluri ridicate ale concentrației de fond a Hg din mediul înconjurător [4]. Odată depus în sol, formele elementare de Hg trec un proces de metilare cu participarea bacteriilor. MeHg, format ca rezultat al metilării mercurului elementar, pătrunde în produsele alimentare, preponderent în speciile de pești. Totodată, speciile de pești care ocupă pozițiile ierarhice superioare acumulează cantități mult mai sporite de metil-mercur. Prin urmare, peștii prădători cum ar fi tonul, peștele-cu-spadă, rechinul etc., au cele mai înalte nivele de MeHg. Estimarea cantității mercurului în țesuturile speciilor de PCM disponibile spre consum pentru populație rămâne cea mai eficientă, ușoară și integrativă modalitate de a evalua nivelul expunerii populației la MeHg [5, 6, 15].

Deoarece simptomele expunerii la MeHg sunt subtile și multicauzale, nu există încă un consens larg privind nivelul expunerii la MeHg, în pofida numărului mare de studii recente care încearcă să coreleze nivelurile scăzute de expunere la MeHg cu impactul asupra sănătății populației [10, 13, 15].

Este cunoscut faptul că variația concentrației MeHg în PCM diferă atât interspecii – diferite specii conțin cantități diferite de MeHg, cât și intraspecie – aceeași specie are concentrații diferite de MeHg în funcție de zona geografică, de tip (sălbatic sau crescut în ferme) etc. [10, 15]. Karimi et al. (2012), spre exemplu a constatat că „peștii crescuți în crescătorii artificiale, în general, au concentrații medii ale MeHg – de la 2 la 12 ori (în funcție de specie) mai mici comparativ cu omologii lor sălbatici” [10].

În cadrul rețelei de laboratoare ale Agenției Naționale de Sănătate Publică (ANSP) se efectuează anual investigarea mercurului în mai multe produse alimentare, inclusiv în pește. Însă estimările Hg în aceste produse se bazează pe ГОСТ 26927-86 *Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути*. Metoda de determinare este fotocolorimetrică, sensibilitatea metodei fiind de 0,15 ppm, cu o marjă de eroare de 30% în raport cu media aritmetică a trei investigații paralele efectuate simultan. Această metodologie de determinare a Hg limitează argumentarea inofensivității produselor analizate. Totodată, principiul selectării produselor pentru efectuarea investigațiilor nu este bine definit. Argumentele privind distribuirea numărului de probe cu axarea pe băuturile alcoolice în loc de pește

se datorează, probabil, consumului net superior al băuturilor alcoolice comparativ cu consumul de PCM. În raportul Programului Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP) din 2017 se menționa însă că, de fapt, „conform feedbackurilor din interviurile individuale cu reprezentanți ai Centrului Național de Sănătate Publică din Moldova, nu există cerințe pentru testele asupra mercurului din peștele importat” [13, p. 50].

Mai multe studii recente (2, 3, 5, 6, 7, 15) recomandă utilizarea surselor internaționale privind concentrațiile mercurului în pește pentru evaluarea riscului ca urmare a consumului de pește contaminat, în special în etapele incipiente de evaluare a riscului, argumentând prin faptul că investigarea MeHg în PCM este una costisitoare, iar un număr limitat de probe poate să nu cuprindă diapazonul concentrațiilor corecte pentru o anumită specie.

Scopul studiului a fost de a analiza variabilitatea concentrației Hg în diferite specii de pești, comercializate cel mai frecvent în Republica Moldova, prin utilizarea diferitor surse de date.

Materiale și metode

Studiul este unul descriptiv, datele fiind colectate prin metoda directă (189 probe de PCM) și prin cea indirectă (date extrase din *GEMS/Food*).

Au fost colectate 189 de probe de PCM, fiind efectuate 189 de investigații la Hg total în 17 specii de pește. Analiza probelor a fost efectuată în laboratorul chimic al ANSP prin metoda de spectrofotometrie de absorbție atomică, cu estimarea Hg total. Probele au fost colectate din piața centrală din Chișinău de la speciile provenite din sursele locale. Alte specii care sunt de import au fost colectate din magazinele specializate în comercializarea produselor marine. Fiecare probă cu o masă de 100 g a fost codificată, probele au fost ambalate în pungi de polietilenă sterile și transportate la laborator. Timpul de transportare nu a depășit 6 ore din momentul colectării.

Pentru comparație s-a recurs la unele date auxiliare prin selectarea și utilizarea sursei suplimentare *GEMS/Food* – Programul Global de Monitorizare a Mediului [9]. Criteriile primare de extracție a rezultatelor analitice din *GEMS/Food* privind concentrația mercurului au fost: i) WHO Region(s): *all*; ii) Contaminant(s): *mercury, mercury (inorganic), methyl mercury*; iii) Food Category(s): *Fish and other seafood (including amphibians, reptiles, snails and insects)*; iv) Food Name: *ALL*; v) Sampling Period: 01.01.1972 – 31.12.2018.

Ca urmare a aplicării criteriilor primare, sistemul a generat 50.331 înregistrări. În primă etapă au fost excluse 386 de înregistrări, deoarece acestea nu erau complete. Altele 1968 au fost excluse deoarece nu a

fost posibilă identificarea speciilor de pește, fiindu-le atribuit codul A.01.000876. Ca urmare a excluderilor respective aplicate, au fost selectate doar 47.977 de înregistrări, din care la 21.480 (44,7%) unitatea de măsură era "µg/kg", astfel valorile concentrațiilor au fost transformate în mg/kg prin împărțirea la 1000. Ulterior s-au extras 23.025 înregistrări caracteristice speciilor de interes (17 specii). Ponderea rezultatelor analitice raportate ca mai mici de limita de detecție a constituit ¹ 3%, acestea fiind fost ajustate prin divizarea la $\sqrt{2}$ [4].

Pentru analiza statistică descriptivă s-a utilizat IBM SPSS statistics 26, cu aprecierea mai multor parametri statistici, printre care: valorile medii ($\bar{x}$), deviația standard (SD), coeficientul de variație Pearson (CV), amplitudinea absolută (A). Pentru compararea valorilor medii s-a aplicat testul statistic Mann-Whitney U.

Rezultate obținute

În cele 189 de probe colectate, cele mai mari concentrații medii de mercur (v. tabelul) au fost estimate pentru: știucă (n=7) – 0,144 mg/kg ± 0,031, bibanul de mare (n=5) – 0,140 mg/kg ± 0,011, ton (n=10) – 0,109 mg/kg ± 0,028. În baza de date GEMS/Food, cele mai mari concentrații medii ale Hg au fost următoarele: rechin (n=1698) – 0,828 mg/kg ± 0,750, ton (n=2945) – 0,305 mg/kg ± 0,318, bibanul de mare (n=243) – 0,207 mg/kg ± 0,330. Datele sunt prezentate ca m±SD.

Aplicând testul Mann-Whitney U pentru comparația mediilor celor două serii de date, am estimat că pentru 8 din cele 17 specii de pește nu există o diferență semnificativă statistic (p>0,05), iar pentru 9 specii a existat o diferență semnificativă statistic (p<0,05).

Caracteristica comparativă prin aplicarea parametrilor statistici pentru concentrația mercurului în unele specii de pești

Specii	Dp			GEMS/Food			Mann-Whitney U(p)
	n	$\bar{x}$ (SD)	A/CV	n	$\bar{x}$ (SD)	A/CV	
Anghilă	5	0.090 (0.024)	0.063/0.26	723	0.182 (0.196)	1.948/1.07	1176.0 (0.177)
Batog	21	0.059 (0.033)	0.129/0.55	4095	0.083 (0.096)	1.001/1.15	42798.0 (0.970)
Biban de mare	5	0.140 (0.011)	0.026/0.08	243	0.207 (0.330)	4.194/1.59	479.0 (0.417)
Clupeide	14	0.076 (0.044)	0.152/0.58	2145	0.037 (0.062)	2.000/1.66	4495.0 (<0.001)
Crap	27	0.040 (0.021)	0.080/0.52	793	0.108 (0.0207)	2.909/1.91	10046.5 (0.586)
Hamsii	5	0.036 (0.017)	0.043/0.47	185	0.073 (0.118)	1.249/1.61	326.0 (0.258)
Macrou	14	0.085 (0.059)	0.171/0.69	2065	0.133 (0.197)	1.559/1.48	13816.5 (0.775)
Merluciu	10	0.058 (0.042)	0.120/0.72	809	0.206 (0.186)	1.198/0.90	1232.0 (<0.001)
Păstrăv	6	0.043 (0.040)	0.086/0.94	735	0.057 (0.071)	0.855/1.25	1760.5 (0.394)
Pleuronectiforme	15	0.082 (0.063)	0.241/0.76	3099	0.199 (0.218)	2.399/1.09	13731.0 (0.006)
Putasu	11	0.043 (0.021)	0.063/0.49	447	0.136 (0.088)	0.473/0.64	647.0 (<0.001)
Rechin/pește-spadă	10	0.094 (0.088)	0.185/0.93	1698	0.828 (0.750)	6.759/0.90	1023.5 (<0.001)
Sebastă	10	0.097 (0.070)	0.186/0.72	62	0.108 (0.074)	0.322/0.68	303.0 (0.908)
Somon	9	0.054 (0.023)	0.059/0.42	2118	0.041 (0.054)	0.950/1.30	4693.5 (0.008)
Sparide	10	0.033 (0.027)	0.084/0.82	59	0.111 (0.089)	0.404/0.80	72.5 (<0.001)
Știucă / șalău	7	0.144 (0.031)	0.090/0.21	804	0.188 (0.150)	1.399/0.80	2738.0 (0.901)
Ton	10	0.109 (0.028)	0.098/0.26	2945	0.305 (0.317)	4.740/1.04	7046.5 (0.004)

S-a identificat că ambele serii de date au o dispersie mare a valorilor, în special cele extrase din GEMS/Food, fapt confirmat prin valorile coeficientului de variație Pearson (CV). Cu referire la seria de date Dp, am estimat că pentru 4 din 17 specii, CV a fost mai mic decât 0,3, pentru anghilă – 0,26, bibanul de mare – 0,08, știucă/șalău – 0,21, ton – 0,26. Pentru alte 13 specii, CV a fost mai mare de 0,3 și mai mic decât 1, maximul a fost de 0,94.

Datele extrase din GEMS/Food sunt caracterizate însă printr-o dispersie mult mai mare.

Astfel, nicio specie nu a avut CV mai mic decât 0,3, acest coeficient variind de la un minim de 0,64 până la un maxim de 1,91. Acest model de distribuție a datelor concentrației MeHg sunt tipice pentru parametrul dat. Mai multe surse de date internaționale au identificat aceleași caracteristici pentru prezența mercurului în speciile de pește, valoarea CV fiind net mai mare de 0,3, în medie capătă valori de 0,5-5 [1, 6, 12], în unele cazuri ajungând la 15 [10].

Discuții

Autoritatea Europeană pentru Siguranța Alimentelor (EFSA), în 2012, estima concentrații medii ale MeHg pentru merluciu – 0,136 mg/kg (n=131), anghilă – 0,178 mg/kg (n=487), biban – 0,165 mg/kg (n=423), dorada – 0,225 mg/kg (n=253), halibut – 0,209 mg/kg (n=1713), pește-cu-spadă – 0,121 mg/kg (n=264), rechin – 0,691 mg/kg (n=272), ton – 0,290 mg/kg (n=849), macrou – 0,108 mg/kg (n=1348). Pentru unele specii, cum ar fi somonul – 0,033 mg/kg (1741), heringul – 0,036 mg/kg (n=1272), păstrăvul – 0,033 mg/kg (n=1741), valorile medii ale concentrației MeHg sunt mai mici comparativ cu Dp [6].

Având în vedere carența informațiilor la nivel național privind concentrațiile MeHg în PCM, combinarea datelor din diferite surse, baze de date și din literatura științifică internațională ar fi o opțiune pentru o estimare mai precisă a concentrațiilor de Hg în speciile de pește de pe piață, în special în cele de import.

Karimi și coaut. (2012) au identificat o discrepanță majoră între valorile medii ale concentrațiilor MeHg (de până la 13 ori), pe care le-a obținut printr-o revizuire sistematică a literaturii științifice, comparativ cu datele din Programul național de monitorizare a MeHg, desfășurat de Administrația pentru Alimente și Medicamente (FDA) din SUA (1990-2010). Numărul probelor a fost mult mai mare față de cel al FDA-USA. Astfel, autorii au afirmat că „utilizarea unui număr mic de probe, ținând cont de variabilitatea mare a concentrației MeHg în speciile de pește, crustacee și moluște, duce nemijlocit la subestimarea nivelului de expunere a populației” [10].

Analizând aceste două surse de date, putem concluziona că datele din *GEMS/Food* oferă o mai bună claritate și viziune asupra modelelor și a variabilității concentrației MeHg în speciile de pește. Pe când datele din Dp nu pot reflecta în totalitate tabloul real privind intervalul concentrațiilor de MeHg în speciile prezente pe piața din țara noastră. Așadar, utilizarea bazei de date *GEMS/Food* facilitează reflectarea gamei concentrației mercurului în PCM, considerată ca potențială sursă de expunere la MeHg în țară, caracterizând probabilitatea și variația concentrațiilor MeHg la care pot fi expuși consumatorii finali.

Astfel, considerăm că creșterea numărului de investigații efectuate poate duce la estimarea unei valori reale a concentrației MeHg în speciile de pește. Din acest aspect, rezultatele celor 189 de probe analizate nu sunt suficiente pentru a reflecta valorile reale ale concentrației MeHg în PCM și pot duce la o subapreciere a nivelului expunerii. Utili-

zarea unei alternative, prin combinarea cu o bază de date mult mai vastă și integrată, cum este cea oferită de OMS prin *GEMS/Food* [9], ar fi o soluție argumentată în atingerea obiectivului de estimare a nivelului de expunere la MeHg pentru populația Republicii Moldova.

O acțiune strategică pentru autoritățile naționale ar fi implementarea unui program național de monitorizare a MeHg în speciile de pești, care ar permite acumularea datelor privind prezența MeHg la nivelele național și regional, ce ar asigura o estimare științifică cât mai reală a riscului de expunere pentru populație. Pentru dezvoltarea politicilor de sănătate publică argumentate și bazate pe dovezi sau a bunei înțelegeri științifice a evaluării expunerii și a riscului, se recomandă a stimula cercetările în domeniul respectiv.

Studiul efectuat argumentează necesitatea revizuirii eforturilor de monitorizare atât a conținutului de Hg în pește, cât și a caracteristicilor pieței peștelui din țară, pentru a urmări mai bine expunerea umană și riscul potențial pentru sănătate. În evaluarea sa, FDA (2019) subliniază că eforturile de monitorizare trebuie să se concentreze pe unitățile taxonomice în care concentrația Hg tinde să depășească anumite valori critice. De exemplu, în SUA, concentrația de 0,3 mg/kg este considerată un nivel critic sau de „risc”, la care experții se autosizează pentru a elabora măsuri de prevenire [5].

Totodată, îmbunătățirea trasabilității și a transparenței pieței este esențială pentru controlul expunerii la Hg și pentru evaluarea riscului prin furnizarea informațiilor despre proveniență (de exemplu, țara de origine), identitatea taxonomică și locul comercializării. Creșterea importurilor, împreună cu lipsa unei trasabilități a pieței, diminuează semnificativ capacitatea de a estima expunerea, deoarece atât originea geografică, cât și identitatea speciilor sunt determinanți importanți ai conținutului de Hg în pește. Monitorizarea adecvată trebuie să ia în considerare modificările surselor de proveniență, compoziția (speciile, forma: file/brut, înghețat/dezghețat), dimensiunea speciilor, precum și modelele de consum ale oamenilor la nivel teritorial. La momentul actual, un astfel de sistem nu este încă implementat în Republica Moldova [7, 13, 15].

Concluzii

Analiza efectuată a concentrației mercurului în diferite specii de pești, având la bază două serii de date diferite, ne permite să concluzionăm că concentrația mercurului variază semnificativ atât intraspecie, cât și interspecii. Pentru aprecierea conținutului de mercur în pește, utilizarea unei serii

mici de investigații este mai puțin susceptibilă de a cuprinde variabilitatea reală a concentrațiilor mercurului în speciile respective.

Bibliografie

1. Braaten H.F.V., et al. *Spatial and temporal trends of mercury in freshwater fish in Fennoscandia (1965–2015)*. Oslo: Norwegian Institute for Water Research (NIVA), 2017. ISSN: 1894-7948.
2. *Canadian Mercury Science Assessment – summary of key results*. Environment and Climate Change Department, Canada. 2016. 46 p. ISBN: 978-0-660-04497-2.
3. Castaño A., Cutanda F., Esteban M. Fish consumption patterns and hair mercury levels in children and their mothers in 17 EU countries. In: *Environmental Research Journal*. 2015, vol. 141, pp. 58–68. ISSN: 0013-9351.
4. Clarke J.U. Evaluation of censored data methods to allow statistical comparisons among very small samples with below detection limit observations. In: *Environment Science & Technology*. 1998, vol. 32, nr. 1, pp. 177–183. ISSN: 1520-5851.
5. Environment Protection Agency, U.S. Food and Drug Administration (U.S. FDA). *Fish Advice: Technical Information*. Last updated on 07/02/2019. Disponibil pe: <https://www.epa.gov/fish-tech/epa-fda-fish-advice-technical-information>
6. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. In: *EFSA Journal*. 2012, vol. 10, nr. 12:2985. 241 p. ISSN: 1831-4732.
7. European Food Safety Authority (EFSA). The principles and methods behind EFSA's Guidance on Uncertainty Analysis in Scientific Assessment. In: *EFSA Journal*. 2018, vol. 16, nr. 1:5122. 235 p. [citat 03.03.2020].
8. Food and Agriculture Organization (FAO), World Health Organization/WHO). *Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption*. Rome: ©FAO/WHO, 2011. 63 p. [citat 16.04.2019]. ISBN (FAO): 978-92-5-106999-8. ISBN: 978-92-4-156431-1. Disponibil pe: <http://www.fao.org/3/ba0136e/ba0136e00.pdf>
9. *Global Environment Monitoring System – Food Contamination Monitoring and Assessment Programme: GEMS/Food database*. World Health Organization, © 2018 [citat 10.02.2018]. Disponibil pe: <https://extranet.who.int/gemsfood>
10. Karimi R., Fitzgerald T.P., Fisher N.S. A Quantitative Synthesis of Mercury in Commercial Seafood and Implications for Exposure in the United States. In: *Environmental Health Perspectives*. 2012, vol. 120, nr. 11, pp. 1512–1519. ISSN: 1552-9924.
11. Obrist D., et al. A review of global environmental mercury processes in response to human and natural perturbations: Changes of emissions, climate, and land use. In: *Ambio*. 2018, vol. 46, nr. 2, pp. 116–140. ISSN: 1654-7209.
12. U.S. Food and Drug Administration (U.S. FDA): An official website of the United States government. *Mercury Concentrations in Fish from the FDA Monitoring Program/1990-2010*. Last updated 10/25/2017. Disponibil pe: <https://www.fda.gov/food/metals/mercury-concentrations-fish-fda-monitoring-program-1990-2010>
13. United Nations Environment Programme (UNEP), Global Environment Facility (GEF). *Minamata Initial Assessment Report in Republic of Moldova*. 2017, 81 p. [citat 20.05.2019]. Disponibil pe: <http://www.mercuryconvention.org/Implementation/MinamataInitialAssessments/tabid/6166/language/en-US/Default.aspx>
14. World Health Organization (WHO), International Agency for Research on Cancer (IARC). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry*. United Kingdom, 1993, vol. 58. pp. 239–345 [citat 12.05.2019].
15. World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme/UNEP). *Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure*. Switzerland, Geneva: ©UNEP&WHO, 2008. 176 p.

Gheorgii Țurcanu,
doctorand, IP USMF Nicolae Testemițanu,
tel.: 068247274,
e-mail: cnspx.tox@gmail.com