



Revista Boliviana de Química

ISSN: 0250-5460

ISSN: 2078-3949

revbolquim@outlook.com

Universidad Mayor de San Andrés

Bolivia

Chui Betancur, Heber N.; Belizario Quispe, Germán; Huaquisto Ramos, Edilberto; Sardon Ari, Danitza Luisa; Calatayud Mendoza, Alfredo Pelayo; Roque Huanca, Bernardo
ELEMENTOS QUÍMICOS ESENCIALES EN LA TRUCHA ARCO IRIS, ONCORHYNCHUS MYKISS,
EN SITIOS PRODUCTIVOS EN DOS PROVINCIAS DEL NOROESTE DEL LAGO TITICACA, PERÚ

Revista Boliviana de Química, vol. 38, núm. 2, 2021, Mayo-Junio, pp. 56-61

Universidad Mayor de San Andrés

La Paz, Bolivia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426368310001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



ESSENTIAL CHEMICAL ELEMENTS IN RAINBOW TROUTS, *ONCORHYNCHUS MYKISS*, IN PRODUCTIVE SITES IN TWO PROVINCES OF NORTHWESTERN OF LAKE TITICACA, PERU

ELEMENTOS QUÍMICOS ESENCIALES EN LA TRUCHA ARCO IRIS, *ONCORHYNCHUS MYKISS*, EN SITIOS PRODUCTIVOS EN DOS PROVINCIAS DEL NOROESTE DEL LAGO TITICACA, PERÚ

Received 09 28 2020
Accepted 05 19 2021
Published 06 30 2021

Vol. 38, No.1, pp. 56-61, May./Jun.2021
Revista Boliviana de Química

38(2), 56-61, May./Jun. 2021
Bolivian Journal of Chemistry
DOI: 10.34098/2078-3949.38.2.1



Full original article

Peer-reviewed

Heber N. Chui Betancur^{1,*}, Germán Belizario Quispe², Edilberto Huaquisto Ramos², Danitza Luisa Sardon Ari¹, Alfredo Pelayo Calatayud Mendoza³, Bernardo Roque Huanca³

¹Instituto de Investigación de Ciencias Naturales - FCEDUC, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Av. Floral N° 1153, Puno, Perú heberchui@gmail.com

²Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Av. Floral N° 1153, Puno, Perú

³Centro de Investigación Fundo Carolina, Universidad Nacional del Altiplano (UNA) Puno, Perú²

Keywords: Atomic Absorption Spectrometry, Essential Chemicals, Axial Muscle, Trout.

Palabras clave: Espectrometría de absorción atómica, Elementos químicos esenciales, músculo axial, trucha.

ABSTRACT

The concentration of essential chemical elements of the axial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) collected in two provinces: Puno and Huanca, located northeast of Lake Titicaca, was evaluated. For the chemical characterization, the Atomic Absorption Spectrometry (ICP-OES) method was used, under protocol 7003 EPA 200.7. The essential chemical elements found in the axial muscle of the trout collected in the province of Puno are: Zn (15.00 ± 0.95 mg / kg); Se (1.26 ± 0.37 mg / kg); Al (2.03 ± 0.23 mg / kg); Ca (513.33 ± 112.40 mg / kg); Na (1733.33 ± 152.75 mg / kg); Mg (496.00 ± 35.12 mg / kg); K (11333.33 ± 1154.70 mg / kg); Mn (0.07 ± 0.02 mg / kg) and P (5066.67 ± 251.66 mg / kg), while the concentration of essential elements in the axial muscle samples of the



trout collected in the province of Huancané they are: Zn (14.30 ± 3.48 mg / kg); Se (1.27 ± 0.34 mg / kg); Al (0.76 ± 0.15 mg / kg); Ca (663.33 ± 170.10 mg / kg); Na (1733.33 ± 513.16 mg / kg); Mg (586.67 ± 15.28 mg / kg); K (11000.00 ± 0.00 mg / kg); Mn (0.16 ± 0.06 mg / kg) and P (5300.00 ± 264.58 mg / kg) these do not exceed the maximum permissible limits, so they constitute an important source of protein, in addition to the two fatty acids Essential omega-3s known as DHA (docosahexaenoic acid) and EPA (eicosapentaenoic acid) and vitamins, so that rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from the evaluated areas are suitable for human consumption, because they do not exceed the maximum limits permissible levels of the chemical elements analyzed.

*Correspondent author: heberchui@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó la concentración de elementos químicos esenciales del musculo axial de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) colectadas en dos provincias: Puno y Huancané, ubicadas al noreste del lago Titicaca. Para la caracterización química se empleó el método de Espectrometría de Absorción Atómica (ICP-OES), bajo el protocolo 7003 EPA 200.7. Los elementos químicos esenciales que se encontraron en el musculo axial de las truchas colectadas en la provincia de Puno fueron: Zn ($15,00 \pm 0,95$ mg/kg); Se ($1,26 \pm 0,37$ mg/kg); Al ($2,03 \pm 0,23$ mg/kg); Ca ($513,33 \pm 112,40$ mg/kg); Na ($1733,33 \pm 152,75$ mg/kg); Mg ($496,00 \pm 35,12$ mg/kg); K ($11333,33 \pm 1154,70$ mg/kg); Mn ($0,07 \pm 0,02$ mg/kg) y P ($5066,67 \pm 251,66$ mg/kg), mientras que la concentración de elementos esenciales en las muestras del musculo axial de las truchas colectadas en la provincia de Huancané fueron: Zn ($14,30 \pm 3,48$ mg/kg); Se ($1,27 \pm 0,34$ mg/kg); Al ($0,76 \pm 0,15$ mg/kg); Ca ($663,33 \pm 170,10$ mg/kg); Na ($1733,33 \pm 513,16$ mg/kg); Mg ($586,67 \pm 15,28$ mg/kg); K ($11000,00 \pm 0,00$ mg/kg); Mn ($0,16 \pm 0,06$ mg/kg) y P ($5300,00 \pm 264,58$ mg/kg) estos no superan los límites máximos permisibles, por lo que constituyen una fuente importante de proteínas, además de los dos ácidos grasos omega-3 esenciales conocidos como DHA (ácido docosahexaenoico) y EPA (ácido eicosapentaenoico) y vitaminas, por lo que las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de las zonas evaluadas, fueron aptas para el consumo humano, debido a que no superan los límites máximos permisibles de los elementos químicos analizados.

INTRODUCCIÓN

El pescado es un alimento esencial en la dieta del hombre, ya que aporta micronutrientes que no se encuentran en alimentos básicos como ser: vitaminas B, A y D, fósforo, hierro, calcio, magnesio, selenio y, en los peces marinos, yodo [1-3]. Además, es una fuente importante de proteínas, ácidos grasos esenciales omega-3 como ser: ácido docosahexaenoico - DHA y ácido eicosapentaenoico - EPA; vitaminas y calcio entre otras, y que pueden prevenir los coágulos sanguíneos, mejorar la presión arterial, estabilizar la presión cardiaca [4,5] asimismo, la asociación americana del corazón recomienda dos porciones de pescado por semana a fin de prevenir problemas cardiovasculares [6].

Los elementos químicos presentes en los alimentos pueden clasificarse como esenciales, no esenciales (tóxicos) y probablemente esenciales. Los elementos químicos esenciales fueron: Fe, Cu, Zn, Co y Se en pequeñas cantidades [5,7]. Los elementos químicos no esenciales o tóxicos fueron: As, Cr, Ni, Cd, Hg y Pb [5,8] que no tienen función metabólica en los seres humanos. Los elementos químicos probablemente esenciales fueron: Ni, V, B [9]. Los elementos químicos esenciales y los probablemente esenciales pueden ser tóxicos si se consumen excesivamente [10,11].

La contaminación de los sistemas acuáticos por metales pesados tiene causas antropogénicas como la actividad minera por relaves mineros que se vierten en ríos, lagos, lagunas y en el mar [9]. Estos contaminantes fueron biocumulados por las especies acuáticas, principalmente los metales, que pueden ser absorbidos por varios mecanismos: difusión pasiva, transporte activo o endocitosis [10,11] y que posteriormente se transfieren a los humanos a través de la cadena alimentaria [10,12,13]. Los peces asimilan los elementos químicos tóxicos por ingestión del material particulado suspendido en el agua, fijándose luego en tejidos y membranas superficiales siendo excretados mediante las membranas respiratorias, heces fecales y orina [14]. La acumulación de elementos químicos tóxicos, metales pesados y metaloides en peces depende principalmente del ambiente siendo motivo de investigación del presente estudio [15-18].



Los efectos adversos para el cuerpo humano son variados [3,5,11], por lo que el monitoreo de las concentraciones de elementos químicos no esenciales en los peces es requerido para el consumo de este alimento [5,16]. El propósito de este trabajo de investigación es la evaluación de la concentración de elementos químicos esenciales en las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la zona noroeste del lago Titicaca.

EXPERIMENTAL

Instrumentos

Se empleó la cadena de custodia, en la que se utilizó envases de polietileno esterilizados y previamente etiquetados, preservados en bolsas plásticas y mantenidos en refrigeración hasta su ingreso a los laboratorios Analíticos del Sur – Arequipa, Perú, con sus registros en la cadena de custodia. Para la determinación de elementos químicos esenciales en el musculo axial de la Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), se utilizó el método de plasma de acoplamiento inductivo-ICP con una fuente de ionización junto a un espectrofotómetro de emisión óptico-OES. siguiendo el protocolo 7003 EPA 200.7 certificado por el Instituto Nacional de Calidad – INACAL

Materiales y métodos

Tabla 1. Zonas de muestreo de las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Puno y Huancané.

Zona	Lugar de muestreo	Coordenadas
M1-Puno	M1.1 Llachon-trucha 39,00 cm	-15.735063, -69.782842
	M1.2 Llachon-trucha 35,00 cm	-15.735063, -69.782842
	M1.3 Llachon-trucha 26,00 cm	-15.735063, -69.782842
M2-Huancané	M2.1 Jonsani-trucha 36,00 cm	-15.285141, -60.712917
	M2.2 Jonsani-trucha 27,00 cm	-15.285141, -60.712917
	M2.3 Jonsani-trucha 19.50 cm	-15.285141, -60.712917

El estudio fue de tipo descriptivo, transversal y observacional que se desarrolló en las provincias de Puno y Huancané. Las tomas de muestras de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) se realizaron en dos zonas de muestreo, correspondientes a los lugares: M1.1-Llachon (-15.275924, -68.810590); M1.2 Llachon (-15.735063, -69.782842); M1.3 Llachon (-15.735063, -69.782842) que corresponden a la provincia de Puno, y los lugares: M2.1 Jonsani (-15.285141, -60.712917); M2.2 Jonsani (-15.285141, 60.712917) y M2.3 Jonsani (-15.285141, 60.712917) que corresponden a la provincia de Huancané (Tabla 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los elementos químicos que se encontraron en el músculo axial de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) pueden clasificarse en el grupo de los elementos esenciales [5,7] como: Fe, Cu, Zn, Se, Al, Ca, Na, K y Mg. Se observó que los elementos químicos esenciales presentes en las muestras del musculo axial de las truchas de la provincia de Puno son: Zn ($15,00 \pm 0,95$ mg/kg); Se ($1,26 \pm 0,37$ mg/kg); Al ($2,03 \pm 0,23$ mg/kg); Ca ($513,33 \pm 112,40$ mg/kg); Na ($1733,33 \pm 152,75$ mg/kg); Mg ($496,00 \pm 35,12$ mg/kg); K ($11333,33 \pm 1154,70$ mg/kg); Mn ($0,07 \pm 0,02$ mg/kg) y P ($5066,67 \pm 251,66$ mg/kg), mientras que la concentración de elementos esenciales en las muestras del musculo axial de las truchas de la provincia de Huancané son: Zn ($14,30 \pm 3,48$ mg/kg); Se ($1,27 \pm 0,34$ mg/kg); Al ($0,76 \pm 0,15$ mg/kg); Ca ($663,33 \pm 170,10$ mg/kg); Na ($1733,33 \pm 513,16$ mg/kg); Mg ($586,67 \pm 15,28$ mg/kg); K ($11000,00 \pm 0,00$ mg/kg); Mn ($0,16 \pm 0,06$ mg/kg) y P ($5300,00 \pm 264,58$ mg/kg) (Tabla 2), estos elementos químicos no superan los límites permisibles en concentración [19,20], por lo que constituyen una fuente importante de proteínas y ácidos



grasos omega-3 esenciales conocidos como DHA (ácido docosahexaenoico) y EPA (ácido eicosapentaenoico) y vitaminas.

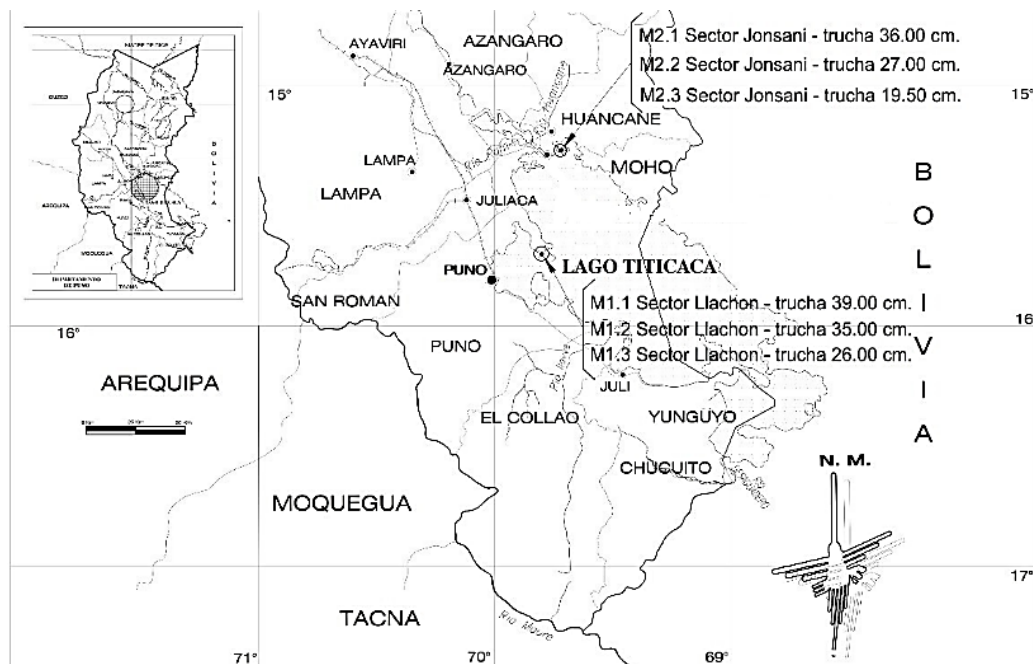


Figura 1. Ubicación de puntos de muestreo de la Trucha arcoíris en las provincias de Puno y Huancané.

Las concentraciones de Ca en las muestras de los músculos de truchas de las provincias de Puno y Huancané son: $513,33 \pm 112,40$ mg/kg y $663,33 \pm 170,10$ mg/kg respectivamente, este elemento es un mineral fundamental tanto para mantener la hormona paratiroidea, que es una de las encargadas de regular el metabolismo óseo como para garantizar la correcta mineralización de los huesos [3]. El fósforo combinado con el calcio ayuda a formar unos dientes más fuertes; contribuye al crecimiento, el mantenimiento y la reparación del daño de las células; está involucrado en la producción y el uso de energía del cuerpo; favorece el movimiento durante la contracción muscular y ayuda a reducir el dolor tras el ejercicio; filtra los desechos de los riñones y forma parte de los ácidos nucleicos ADN y ARN [3,21]. Estos resultados significan que el consumo de la trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de las zonas evaluadas (Figura 1), pueden prevenir los coágulos sanguíneos, mejorar la presión arterial, y estabilizar la presión cardíaca [4,5]. La asociación americana del corazón recomienda dos porciones de pescado por semana a fin de prevenir problemas cardiovasculares [6]. Los elementos químicos esenciales y los probablemente esenciales pueden ser tóxicos si se consumen excesivamente [22,24].

CONCLUSIONES

Los elementos químicos esenciales presentes en las muestras del musculo axial de las truchas colectadas de la provincia de Puno fueron: Zn ($15,00 \pm 0,95$ mg/kg); Se ($1,26 \pm 0,37$ mg/kg); Al ($2,03 \pm 0,23$ mg/kg); Ca ($513,33 \pm 112,40$ mg/kg); Na ($1733,33 \pm 152,75$ mg/kg); Mg ($496,00 \pm 35,12$ mg/kg); K ($11333,33 \pm 1154,70$ mg/kg); Mn ($0,07 \pm 0,02$ mg/kg) y P ($5066,67 \pm 251,66$ mg/kg), mientras que la concentración de elementos esenciales en las muestras del musculo axial de las truchas colectadas de la provincia de Huancané fueron: Zn ($14,30 \pm 3,48$ mg/kg); Se ($1,27 \pm 0,34$ mg/kg); Al ($0,76 \pm 0,15$ mg/kg); Ca ($663,33 \pm 170,10$ mg/kg); Na ($1733,33 \pm 513,16$ mg/kg); Mg ($586,67 \pm 15,28$ mg/kg); K ($11000,00 \pm 0,00$ mg/kg); Mn ($0,16 \pm 0,06$ mg/kg) y P ($5300,00 \pm 264,58$ mg/kg) por lo que las truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de las dos zonas, son aptas para el consumo humano debido a que no tiene efectos negativos para la salud a causa de concentraciones por encima de los límites máximos admisibles por norma de metales pesados, más aun, constituyen una fuente importante de proteínas.



Tabla 2. Concentración de elementos químicos (mg/kg) presentes en los músculos axiales de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Elementos químicos esenciales	Zona M1, Puno				Zona M3, Huancané			
	Llachon 1	Llachon 2	Llachon 3	Promedio	Jonsani 1	Jonsani 2	Jonsani 3	Promedio
Zn (mg/kg)	13,90	15,60	15,50	15,00 ± 0,95	11,10	13,80	18,00	14,30 ± 3,48
Se (mg/kg)	1,42	0,833	1,53	1,26 ± 0,37	1,46	0,874	1,47	1,27 ± 0,34
Al (mg/kg)	1,90	2,30	1,90	2,03 ± 0,23	0,64	0,58	0,87	0,76 ± 0,15
Ca (mg/kg)	540,00	390,00	610,00	513,33 ± 112,40	470,00	790,00	730,00	663,33 ± 170,10
Na (mg/kg)	1700,00	1600,00	1900,00	1733,33 ± 152,75	1300,00	1600,00	2300,00	1733,33 ± 513,16
Mg (mg/kg)	530,00	460,00	500,00	496,00 ± 35,12	600,00	590,00	570,00	586,67 ± 15,28
K (mg/kg)	12000,00	10000,00	12000,00	11333,33 ± 1154,70	11000,00	11000,00	11000,00	11000,00 ± 0,00
Mn (mg/kg)	0,0815	0,0733,00	0,0501	0,07 ± 0,02	0,0887	0,2174	0,1685	0,16 ± 0,06
P (mg/kg)	5300,00	4800,00	5100,00	5066,67 ± 251,66	5400,00	5500,00	5000,00	5300,00 ± 264,58

REFERENCIAS

- Ryder, J., Iddya, K., Ababouch, L. **2014**, Assessment and management of seafood safety and quality: current practices and emerging issues. <https://www.proquest.com/docview/1709146719?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>, Access date: Agosto 2020.
- FAO., **2011**, World Livestock – Livestock in food security, Rome, Italy. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113401059>. Access date: Agosto 2020.
- De Roos, B., Sneddon, A.A., Macdonald, H.M. **2012**, Fish as a dietary source of healthy long chain n-3 polyunsaturated fatty acids (LC n-3 PUFA) and vitamin D A, *Food Heal. Innov.* 1–16, 2012. <https://abdn.pure.elsevier.com/en/publications/fish-as-a-dietary-source-of-healthy-long-chain-n-3-polyunsaturate>, Access date: Julio 2020.
- Carper, J., **1993**, Los alimentos: Medicina milagrosa. Qué comer y que no comer para prevenir y curar mas de 100 enfermedades y problemas, Editorial Amat S.L., 1st ed., Barcelona, España: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=5ObFiQm7omgC&oi=fnd&pg=PA192&dq=J.+Carper.+1993,+Los+alimentos:+Medicina+milagrosa.+Qu%C3%A9+comer+y+que+no+comer+para+prevenir+y+curar+mas+de+100+enfermedades+y+ots=5WW_2aHw1p&sig=PwxBmYj_34a_Kt7R7YddJ2kW3kE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Bosch, A.C., O'Neill, B., Sigge, G.O., Kerwath, S.E., Hoffman, L.C. **2016**, Heavy metals in marine fish meat and consumer health: A review, *J. Sci. Food Agric.*, 96(1), 32–48. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7360>. Access date: Agosto 2020.
- American Heart Association, Walmart. **2014**. Simple cooking with heart: Grocery guide shop smart on a Budget. https://www.heart.org/idc/groups/heart-public/@wcm/@fc/documents/downloadable/ucm_476425.pdf
- Pis, M.A., Lezcano, M.M., Serrano, P. **2008**, Metales pesados en trucha (*Micropterus salmoides floridanus*) de la presa Hanabanilla, Cuba, *AquaTIC*, 29, 1–9. <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/191>
- Olsvik, P.A., Gundersen, P., Andersen, R.A., Zachariassen, K.E. **2001**, Metal accumulation and metallothionein in brown trout, *Salmo trutta*, from two Norwegian rivers differently contaminated with Cd, Cu and Zn, *Comp. Biochem. Physiol.*, 128, 189–201. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1532-0456\(00\)00191-5](https://doi.org/10.1016/S1532-0456(00)00191-5)
- Memet, V., Gülderen, K.K., Alp, A. **2017**, Heavy metal and arsenic concentrations in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed in a dam reservoir on the Fırat (Euphrates) River: Risk-based consumption advisories, *Sci. Total Environ.*, 599–600, 1288–1296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.052>
- Tuzen, M. **2009**, Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black SeaTurkey, *Food Chem. Toxicol.*, 47, 1785–1790. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.04.029>
- Makedonski, L., Peycheva, K., Stancheva, M. **2017**, Determination of some heavy metal of selected black sea fish species, *Food Control*, 72, 313–318. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.08.024>
- Qin, D., Jiang, H., Bai, S., Tang, S., Mou, Z. **2015**, Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China, *Food Control*, 50, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.08.016>
- Wayka, **2017**, Contaminación minera en Perú: informe médico reveló presencia de metales pesados en menores, *Wayka.pe*. <https://wayka.pe/presencia-metales-pesados-en-ninos-de-los-andes/>. Access date: Agosto 2020.
- Görür, F.K., Keser, R., Akçay, N., Dizman, S. **2012**, Chemosphere Radioactivity and heavy metal concentrations of some commercial fish species consumed in the Black Sea Region of Turkey, *Chemosphere*, 87, 356–361. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.12.022>
- Veltman, K., Huijbregts, M.A., Kolck, M.V., Wang, W.X., Hendriks, A.J. **2008**, Metal bioaccumulation in aquatic species: quantification of uptake and elimination rate constants using physicochemical properties of metals and physiological characteristics of species, *Environ. Sci. Technol.*, 42 (3), 852–858. DOI: <https://doi.org/10.1021/es071331f>
- Bertolotti, F., Noé, N. **2018**, Concentración de plomo, mercurio y cadmio en músculo de peces y muestras de agua procedentes del Río Santa, Ancash - Perú, *Salud y Tecnol. Vet.*, 6, (1), 35–41. DOI: <https://doi.org/10.20453/stv.v6i1.3376>
- Korn, M.G.A., dos Santos, G.L., Rosa, S.M., Teixeira, L.S.G., de Oliveira P.V. **2010**, Determination of cadmium and lead in cetacean Dolphinidae tissue from the coast of Bahia state in Brazil by GFAAS, *Microchem. J.*, 96, 12–16. DOI:



- <https://doi.org/10.1016/j.microc.2010.01.001>
- 18 Fallah, A.A., Saei-dehkordi, S.S., Nematollahi, A., Jafari, T. **2011**, Comparative study of heavy metal and trace element accumulation in edible tissues of farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using ICP-OES technique, *Microchem. J.*, 98 (2), 275–279. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2011.02.007>
- 19 Ferreira, M., Caetano, M., Costa, J., Pousão, P., Vale, C., Reis, M.A. **2008**, Metal accumulation and oxidative stress responses in, cultured and wild, white seabream from Northwest Atlantic,” *Sci. Total Environ.*, 407, 638–646. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.07.058>
- 20 Kelly, B.C., Ikononou, M.G., Higgs, D.A., Oakes, J., Dubetz, C. **2008**, Mercury and other trace elements in farmed and wild salmon from British Columbia, Canada., *Environ. Toxicol. Chem.*, 27, 1361–1370. DOI: <https://doi.org/10.1897/07-527.1>
- 21 Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E. **2009**, Determination of heavy metals in fish, water and sediments of Avsar Dam Lake in Turkey, Iranian, *J. Environ. Heal. Sci. Eng.*, 6, 73–80. <https://ijehse.tums.ac.ir/index.php/ijehse/article/view/196>
- 22 Rocn, M., Noonan, P., McCarter, J.A. **1986**, Heavy metals for rainbow trout using hepatic Metallothionein, *Heavy Met. rainbow trout using hepatic Met.*, 20, (6), 771–774. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(86\)90102-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(86)90102-8)
- 23 Mariussen, E., Heier, L.S., Teien, H.C., Pettersen, M.N., Holth, T.F., Salbu, B., Rosseland, B.O. **2017**, Accumulation of lead (Pb) in brown trout (*Salmo trutta*) from a lake downstream a former shooting range crossmark Espen, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 135, 327–336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.10.008>
- 24 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0629>. Access date: september 2020.
- 25 Georges, L., Håheim, F., Alonso, M.J. **2017**, Simplified Space-Heating Distribution using Radiators in Super- Assessing the feasibility of using heat Håheim the temperature function for a long-term district heat demand forecast, *Energy Procedia*, 132, 604–609. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.677>