



CISQM-QANA-CE02

Determinación de cobre en macroalgas mediante espectrofotometría (rango visible) utilizando la formación del complejo con neocuproína (y extracción con alcohol isoamílico)

Oscar U. Rodríguez Pacheco¹, Marco A. Saavedra Pérez¹, Ma. Teresa de Jesús Rodríguez Salazar²
¹Facultad de Química (FQ), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ²Depto. de Q. Analítica, FQ, UNAM, Cd. Universitaria, Coyoacán, CDMX, CP 04510

Resumen

Este estudio evaluó un método espectrofotométrico en el rango visible para la determinación de cobre en macroalgas comestibles mediante la formación del complejo Cu(I)-Neocuproína, seguido de una extracción con alcohol isoamílico. Se analizaron los parámetros metroológicos del método (linealidad, límite de detección, límite de cuantificación, precisión y exactitud). Los resultados mostraron que el método es una alternativa para la evaluación de cobre en macroalgas, 12.69 mg Cu/kg en *Sargassum fusiforme* (Hijiki), 62.72 mg Cu/kg en *Pyropia yezoensis* (Nori) y 13.07 mg Cu/kg en *Undaria pinnatifida* (Wakame). Las concentraciones coinciden con las reportadas en estudios previos a nivel internacional. El consumo de estas macroalgas podría contribuir de manera significativa a la ingesta diaria recomendada de cobre, de acuerdo con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, lo que resalta su relevancia en la dieta humana.

Introducción

Las macroalgas son una fuente nutritiva rica en carbohidratos, fibras, proteínas y vitaminas A, C y E (MacArtain et al., 2008), además de los minerales esenciales, Na, Ca, Mg, K, Fe, Zn (Circuncisão et al., 2018). Su contenido varía según la especie, condiciones ambientales, temporada y ubicación geográfica (Taboada et al., 2013; Akçali y Küçüksezgin, 2011). En años recientes, su consumo ha aumentado globalmente (FAO, 2018), destacando las algas Nori, Wakame e Hijiki (Cherry et al., 2019). Evaluar el consumo de algas, es importante considerar el cobre, un micronutriente que, en altas concentraciones, puede resultar tóxico y causar daño hepático (Feoktistova y Clark, 2018). Para medir el cobre en macroalgas, se emplean técnicas analíticas como la espectrofotometría en el rango visible con el método de la neocuproína, que permite cuantificarlo de manera precisa y sensible en rangos de concentración de mg/L, alcanzando su absorción máxima entre 454 y 458 nm (Taverniers et al., 2004; Frederick y Harvey, 1958).

Objetivo

Realizar una evaluación preliminar de la metodología analítica empleada para la determinación de cobre, analizando parámetros clave: el intervalo de linealidad, el límite de detección y cuantificación, el porcentaje de recuperación y de RSD. Se procederá a cuantificar el contenido de cobre en muestras de macroalgas comestibles comerciales: *Pyropia yezoensis* (Nori), *Undaria pinnatifida* (Wakame) y *Sargassum fusiforme* (Hijiki). Y llevar a cabo una comparación de los resultados obtenidos con estudios reportados en la literatura, con el fin de evaluar la coherencia y precisión de los hallazgos obtenidos.

Equipos e instrumentos

Se empleó, Horno Ecoshel HV-20, trituradora Krups F203, mortero de ágata; Balanza analítica Mettler Toledo, y un espectrofotómetro Cole Parmer 1100. Además, se utilizó una parrilla de calentamiento para la digestión de muestras.

Procedimiento experimental



Resultados

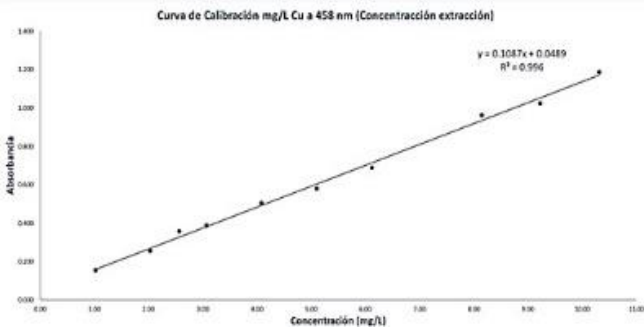


Gráfico 1 Evaluación de linealidad en Curva de calibración

$$LOD = \frac{3Sb}{S} ; LOQ = \frac{10 Sb}{S} \quad (\text{Taverniers et al, 2004})$$

Tabla 1 .Determinación de LOD y LOQ instrumentales y del método

	SBI	LOD (mg/L)	LOQ (mg/L)
	0.00	0.09	0.28
	31		
	0.00	0.09	0.29
	32		

$$\%Recuperación = \left(\frac{\text{Concentración experimental}}{\text{Concentración de referencia}} \right) * 100 \quad (\text{Taverniers et al, 2004})$$

Tabla 2.Determinación del porcentaje de recuperación

Muestra	Concentración Cu (mg/L) valor de referencia	Concentración Cu(mg/L) Valor experimental	Recuperación (%)
M.Sintética 3ppm	3.07	3.20	104.38
M.Sintética 4 ppm	4.08	4.62	113.25
M.Sintética 5 ppm	5.10	5.22	102.29
Fortificada	3.05	2.31	75.79

$$\%DER = \left(\frac{S}{X} \right) * 100 \quad (\text{Tavernier et al, 2004})$$

Tabla 3. Determinación del porcentaje de relación de estándar relativa, n=3

Muestra	Replica (n)			Precisión		
	Concentración de cobre en muestras (ppm)	X _i (ppm)	s(ppm)	%DER		
Macroalga Hijiki	3.83 3.84 3.82	3.83	0.01	0.26		
Macroalga Nori	9.49 9.5 9.48	9.49	0.01	0.11		
Macroalga Wakame	4.03 4.05 4.04	4.04	0.01	0.25		

Referencias

•Akcali, I., Kucuksezgin, F. (2011) 62 (3), 637-645.
 •Araya, M., Olivares, Pizarro, F. (2007). Int J. Env Health, 1 (4), 608-620.
 •Besada, V., et al. (2009). J. of Marine, Systems, 75.2009 305-313.
 •Cherry, P., et al. (2019). Nutr. Rev 77, 307-329.
 •Circuncisão, A., et al.(2018). Mar. Drugs. 16(11), 400.
 •Dacres, H., & Narayanaswamy, R. (2005). Sensors and Actuators B-chemical, 107, 14-23.
 •Dorehiraee, A., Pourabdollah, E., Ghanei, M. (2018) . J. Chil. Chem. Soc, 63 (4), 4178-4179
 •FAO (2018). Globefish Reasearch Programme Volumen 124. Rome 120.
 •Feoktistova, L., Clark, Y. (2018) metabolismo f copper. its consequences for human health, 579-587.
 •Flores, C., et al. (2021). Rev Tendencias en docencia e investigación en química, 7, 62-68.
 •Frederick, G., Harvey, D. (1958) La G. Frederick Smith Chemical Company, Columbus, Ohio
 •Fulton, J., Hasting, J. (1956). Anal. Chem, 28 (2), 174-175.
 •Gahler, A. (1954). Anal Chem, 26, 3, 577- 597.
 •Hau, L., Robertson, J., White, L. (2014). Open J of Mar Scie, 4, 163-173.
 •MacArtain, P., et al. (2008). Nutr. Rev, 65, 535-543.
 •Michalak, I., Chojnacka, K. (2009). Int J Env Anal Chem, 89, 584-596.
 •Morales, J. (2009) (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.
 •NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.DOF, México.
 https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11_C/seeco11_C.htm
 •Rodríguez Salazar, M.T.J.(2001) Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México). <http://132.248.9.195/pd2001/295953/295953.pdf>
 •Shariati, S., Golshekan, M. (2011). Acta Chim Slov, 58, 311-317.
 •Skoog, D. A., et al. (2018). Principles of Instrumental Analysis (7th ed.). Cengage Learning
 •Smith, F., McCurdy, W. (1952) . ACS, 24(2), 371-373.
 •Taboada, M., et al. (2013). J Appl Phycol, 25, 1271-1276.
 •Taverniers, I., Bockstaele, E. (2004).TrAC, 8(23), 535-552.
 •Todorov, T., et al.(2022) .Chemosphere, 294, 133651, 1-9.