مجلة المختار للعلوم 37 (3): 309-315، 2022
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178
Journal Homepage https://omu.edu.ly/journals/index.php/mjsc/index

تأثير درجة حموضة الماء على كفاءة قشور البيض في إزالة أيون معدن الكروم سداسي التكافؤ من المياه

سامية أحمد الباهي

قسم الوبائيات ومكافحة العدوى ، كلية العلوم الصحية ، جامعة مصراته ، ليبيا

تاريخ الاستلام: 26 مايو 2022 / تاريخ القبول: 21 يوليو 2022
Doi:https://doi.org/10.54172/mjsc.v37i3.838

المستخلص : في الآونة الأخيرة، تم استكشاف أنواع مختلفة من الممتزات الحيوية ذات مصدر حيواني أو نباتي ذات الحد الأدنى من حيث التكلفة والجهد، والتي يتم الحصول عليها من النفايات المنزلية ونفايات الزراعة. في العمل الحالي، تمت دراسة إمكانية استخدام مسحوق قشور بيض الدجاج كمادة مدمصة لإزالة معدن الكروم السداسي من المحلول المائي. تعد كربونات الكالسيوم، وكربونات المغنيسيوم، وفوسفات الكالسيوم من المكونات الأساسية لمسحوق قشور البيض، والتي بدورها لها دور كبير وفعال في عملية الامتزاز. في هذه الدراسة تم مزج 6 جم من مادة الامتزاز (قشور البيض) مع 3 ملجم من الكروم السداسي لكل لتر من محلول الماء النقي عند درجة حرارة (40) درجة مئوية، وضمن مجال الرقم الهيدروجيني (3،6،9). وقد تبين أن قشور البيض المتكلسة تمتلك القدرة على امتزاز أيونات الكروم السداسي، حيث بلغت نسبة الإزالة 88.767 % عند الرقم الهيدروجيني 6 خلال 60 دقيقة.

الكلمات المفتاحية : قشور البيض، الامتزاز، الرقم الهيدروجيني، الكروم السداسي.

المقدمة

قد تكون العولمة قد أدت إلى التقدم السريع في الأنشطة الصناعية ولكنها في الوقت نفسه، تلحق أضرارًا جسيمة بالبيئة (Mia et al., 2020). فالصناعات هي المساهم الرئيسي في إطلاق النفايات السامة في أشكالها الصلبة والسائلة والغازية بشكل مباشر في نظامنا البيئي، حيث تتضمن النفايات السامة على المعادن الثقيلة، فلزات وملوثات عضوية يمكن أن تسبب أضرارًا جسيمة للتربة وأنظمة المياه (Elahi et al., 2020). وكان أكثر الملوثات المعدنية المدرجة سمية من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية، معدن الكروم سداسي التكافؤ فهو يمثل عنصر انتقالي يوجد بشكله الطبيعي في الصخور والتربة (Mane et al., 2016; Mia et al., 2020).

يعد معدن الكروم من أكثر المعادن التي تسبب تلوث المياه، رغم أنه أحد العناصر الأساسية لبناء جسم الإنسان، حيث يشارك بعمق في عملية التمثيل الغذائي للدهون، والأنسولين، والجلوكوز، وقد يؤدي نقصه إلى الإصابة بمرض السكري (Martone et al., 2013). ومن ناحية أخرى، يصنف معدن الكروم واحدًا من أكثر الأنواع سمية، ومسرطنة خصوصا الكروم سداسي التكافؤ عند مقارنته بالكروم ثلاثي التكافؤ (Ahmed & Mokhtar, 2020; Korshoj et al., 2015). من بين العديد من أنواع الكروم، يستخدم معدن الكروم Cr على نطاق واسع في العديد من الصناعات بما في ذلك دباغة الجلود والطلاء الكهربائي والطلاء، وصناعات المعادن، والأصباغ، والفولاذ المقاوم للصدأ، والأسلاك المسخنة

*[1] سامية أحمد الباهي، samiaahmed7499@gmail.com ، قسم الوبائيات ومكافحة العدوى، كلية العلوم الصحية، جامعة مصراته، ليبيا.

كهربائياً. وعلى الرغم من أهميته في الصناعات المختلفة والأنشطة الصناعية، اهتم به الباحثون فيما يخص دراسات أثره البيئي (Al-Obaidi et al., 2020; Gu & Zhu, 2011). عليه تم وضع معيار لجودة المياه، ومراقبة محتوى الكروم السداسي لمياه الصنبور، والمياه البيئية، لذلك وضعت منظمة الصحة العالمية (WHO) عام 2004، حدًا أقصى مسموحًا به صحيا وهو 50 ميكروغرام /لتر لتركيز الكروم السداسي في مياه الشرب (Rajoriya et al., 2021).

تم إجراء جهود بحثية مكثفة لاكتشاف أكثر الطرق فعالية لإزالة الكروم من الماء مثل طرق التبادل الأيوني، طريقة الترسيب الكيميائي والترشيح (Liu et al., 2017; Peng & Guo, 2020). إضافة إلى وجود طرق أخرى مثل المعالجة البيولوجية ذات التكلفة المنخفضة والكفاءة الممتازة في إزالة المعادن الثقيلة، حيث يمكن تعريف عملية الامتزاز على أنها ارتباط مجموعة متنوعة من الغاز، أو المادة السائلة في الجزيئات، أو الذرات، أو الأيونات على سطح مادة صلبة (المادة المعالجة) وهذا الارتباط يمكن أن يكون ارتباطًا فيزيائيًا، أو كيميائيًا لجزيئات المواد في المواقع النشطة على سطح المواد المازة من خلال قوة Van der Waals الموجودة بين الجزيئات.

يمكن أن تتأثر عملية الامتزاز بعوامل مختلفة مثل درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، ووقت التلامس، والتركيز الأولي، ومساحة السطح (Komur et al., 2017). وبشكل عام فإن المعالجة الحيوية للمحاليل المائية، هي أحد الطرق الخضراء لها ثلاث مهام رئيسية: إعادة تدوير النفايات بشكل آمن على الإنسان والبيئة، إزالة المواد الضارة، التقليل من سميتها (Lee et al., 2022; Zhang et al., 2017).

تم إجراء الدراسات والأبحاث في السنوات الأخيرة حول إمكانية استخدام قشور البيض كمواد ماصة في عمليات معالجة المياه (Sankaran et al., 2020; Tsai et al., 2008). تعتمد فعالية تنقية محاليل المياه على عدد من العوامل، من بينها الرقم الهيدروجيني، والتركيز، وحجم جزيئات المواد الماصة، والجرعة، وفترة التلامس (Ghasemi et al., 2020; Govindarajan et al., 2011).

قشور البيض هي مصدر بديل لكربونات الكالسيوم التي تزيل بكفاءة أيونات المعادن الثقيلة عند ارتباطها بها في المحلول المائي، حيث تعتمد قدرة الامتصاص الخاصة بقشور البيض على خصائصها الفيزيائية، والكيميائية، وتأثير الظروف التجريبية، حيث تتكون قشر البيض من مواد خزفية مكونة من هيكل ثلاثي الطبقات، طبقة البشرة على السطح الخارجي، والطبقة الإسفنجية الوسطى (الجيرية) والطبقة الداخلية الصفائحية أو الثديية (Rajoriya et al., 2021; Stadelman, 2000). وهي ألياف بروتينية مرتبة لتكوين غشاء مزدوج الطبقات شبه منفذ، وألياف غير قابلة للذوبان في الماء، ولها مساحة سطح عالية ذات خاصية الامتصاص (Sankaran et al., 2020; Tsai et al., 2006).

المواد وطرق البحث

تحضير المحلول القياسي من الكروم سداسي التكافؤ: تم تحضير 1000 جزء في المليون من الكروم سداسي بأخذ 0.283 جم من مركب $K_2Cr_2O_7$ ثنائي كرومات البوتاسيوم (يجفف عند 100 درجة مئوية لمدة ساعة) مع 100 مل ماء في دورق حجمي (Klatt & Kunze, 2009).

تحضير مادة الامتزاز المعالجة (قشور البيض): تم الحصول على قشور البيض الطبيعي الخام من مطعم الإفطار الخاص بالحرم الجامعي في كلية علوم البيئة التطبيقية صربيا. بعد تنظيف قشر البيض. تم تجفيف هذه العينات عند 55 درجة مئوية في فرن ثم طحنها إلى مسحوق بواسطة مطحنة خاصة. بعد ذلك، تمت غربلة هذه العينات بواسطة منخل رقم 200 للحصول على العينات المعالجة النهائية للاستخدام التجريبي.

تحضير عينات المياه الملوثة بالكروم السداسي: تم وضع 6 جم/ لتر من المواد الماصة الجافة (قشور البيض) في سلسلة من القوارير المعملية عبوة 100 مل والتي تحتوي على عينات المياه المحضرة مسبقا، وذات تركيز 3 ملجم من معدن الكروم

© 2022. الباحث (الباحثون) هذا المقال المجاني يتم الوصول إليه من خلال رخصة المشاع الإبداعي 4.0 (CC-BY)

سداسي التكافؤ Cr (VI)/ لتر تم استخدام HNO3 أو NH3 للحصول على معايير مختلفة من الأس الهيدروجيني المستخدمة في البحث (3، 6، 9).

رجت محتويات القوارير باستخدام جهاز الطرد المركزي 300 دورة في الدقيقة عند 40 درجة مئوية. تمت معايرة محتويات القوارير في أوقات زمنية مختلفة (20، 40، 60، 80، 100، 120) دقيقة من بداية التعرض. تم ترشيح النفايات السائلة المعالجة بورق ترشيح Whatman 1 وحساب الكمية الممتصة للكروم بواسطة جهاز مقياس الطيف الضوئي Atomic adsorption spectrometer (AAS).

تم حساب النسبة المئوية لكفاءة امتصاص الكروم على النحو التالي:

النسبة المئوية لكفاءة الامتزاز (%) = $\frac{C0-Ct}{C0} \times 100$

C_0= التركيز الأولي لأيون الكروم قبل المعالجة

C_t= التركيز المتبقي لأيون الكروم بعد المعالجة

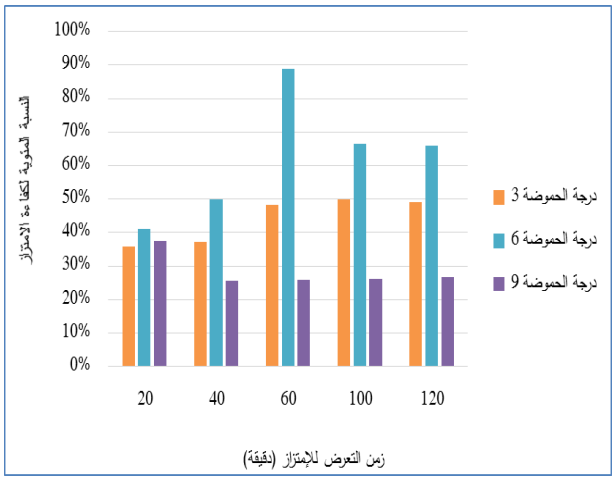
التحليل الإحصائي: تم تنفيذ كل مجموعة تجريبية على شكل مكررات. تم تحليل التجارب من خلال تحليل التباين (ANOVA) في برنامج التحليل الإحصائي (SPSS) وتعتبر P <0.05 ذات دلالة إحصائية.

النتائج والمناقشة

تأثير درجة حموضة الماء والزمن على كفاءة امتصاص الكروم السداسي بواسطة قشور البيض: يبين الشكل (1) تأثير اختلاف الرقم الهيدروجيني على قدرة وكفاءة قشور البيض في عملية امتزاز أيونات معدن الكروم السداسي من المحلول المائي، كما تظهر البيانات في الجدول (1) أفضل نسبة كفاءة للامتزاز عندما كان PH=6 للمحلول المائي، حيث بلغت 88.767 % خلال 60 دقيقة من وقت التفاعل، يمكن أن تعزى الزيادة السريعة في معدل الامتزاز خلال الدقائق الأولى إلى وجود عدد كبير من المواقع الشاغرة على أسطح قشور البيض، كما لوحظ انخفاض نسبة كفاءة قشور البيض بعد 60 دقيقة من زمن المعالجة نتيجة انخفاض كمية المواقع النشطة، وامتلاء مسام أسطح قشور البيض بأيونات الكروم السداسي مما يحد من حركة عملية الامتزاز (Adebisi et al., 2017; Naghipour et al., 2020).

كما لوحظ الانخفاض والارتفاع في قيمة الرقم الهيدروجيني يؤدي إلى انخفاض أداء قشور البيض في عملية الامتزاز.

يمكن أن تُعزى عملية تأثير امتصاص أيونات المعدن على عامل الرقم الهيدروجيني إلى حد كبير إلى النوع، والحالة الأيونية للمجموعة الوظيفية الموجودة في المادة الماصة وأيضًا إلى كيمياء المعدن في المحلول (Gupta, 2009; Jain et al., 2010; Maleki et al., 2015; Naghipour et al., 2020).



شكل(1). تأثير درجة حموضة المحلول المائي على كفاءة قشور البيض في امتزاز الكروم السداسي خلال فترات زمنية مختلفة.

© 2022. الباحث (الباحثون) هذا المقال المجاني يتم الوصول إليه من خلال رخصة المشاع الإبداعي 4.0 (CC-BY)

جدول:**(1)**. تأثير درجة حموضة المحلول المائي على كفاءة قشور البيض في امتزاز الكروم السداسي خلال فترات زمنية مختلفة

درجة حموضة الماء	زمن التعرض للامتزاز (دقيقة)				
	20	40	60	100	120
	% النسبة المئوية لكفاءة الامتزاز				
3	35.967	37.200	48.267	49.978	48.967
6	40.956	49.933	88.767	66.589	65.911
9	25.567	26.033	26.167	26.633	37.544

استنتاج

تم التوصل إلى عدد من الاستنتاجات من خلال هذه الدراسة، حيث يمكن استخدام قشور البيض المجففة كمواد مازة "خضراء" منخفضة التكلفة في معالجة وإزالة الكروم السداسي من المحاليل المائية تحت ظروف معينة كالرقم الهيدروجيني للماء المراد معالجته بالإضافة إلى وقت التلامس، يتناقص امتزاز أيونات الكروم على قشور البيض مع انخفاض أو زيادة درجة الحموضة عن درجة 6. علاوة على ذلك، نستنتج أن كفاءة امتزاز الكروم تزداد مع وقت التلامس. يمكن تبني هذه الفكرة لإزالة الكروم على نطاق واسع من نفاياته مثل نفايات المدابغ ومصانع الأصباغ السائلة ومياه الصرف السمية الملوثة بأيونات الكروم السداسي.

المراجع

Adebisi, G. A., Chowdhury, Z. Z., & Alaba, P. A. (2017). Equilibrium, kinetic, and thermodynamic studies of lead ion and zinc ion adsorption from aqueous solution onto activated carbon prepared from palm oil mill effluent. *Journal of Cleaner Production, 148*, 958-968.

Ahmed, M. F., & Mokhtar, M. B. (2020). Assessing cadmium and chromium concentrations in drinking water to predict health risk in Malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(8), 2966.

Al-Obaidi, M., Kara-Zaitri, C., & Mujtaba, I. M. (2020). *Wastewater treatment by reverse osmosis process*. CRC Press.

Elahi, A., Arooj, I., Bukhari, D. A., & Rehman, A. (2020). Successive use of microorganisms to remove chromium from wastewater. *Applied Microbiology and Biotechnology, 104*(9), 3729-3743.

Ghasemi, Z., Sourinejad, I., Kazemian, H., Hadavifar, M., Rohani, S., & Younesi, H. (2020). Kinetics and thermodynamic studies of Cr (VI) adsorption using environmental friendly multifunctional zeolites synthesized from coal fly ash under mild conditions. *Chemical Engineering Communications, 207*(6), 808-825.

Govindarajan, C., Ramasubramaniam, S., Gomathi, T., Devi, A. N., & Sudha, P. (2011). Sorption studies of Cr (VI) from aqueous solution using nanochitosan-carboxymethyl cellulose blend. *Arch Appl Sci Res, 3*(4), 127-138.

Gu, Y., & Zhu, X. (2011). Speciation of Cr (III) and Cr (VI) ions using a β-cyclodextrin-crosslinked polymer micro-column and graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Microchimica Acta, 173*(3), 433-438.

Gupta, V. (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal–a review. *Journal of environmental management, 90*(8), 2313-2342.

Jain, M., Garg, V. K., & Kadirvelu, K. (2010). Adsorption of hexavalent chromium from aqueous medium onto carbonaceous adsorbents prepared from waste biomass. *Journal of environmental management, 91*(4), 949-957.

Klatt, V., & Kunze, J. (2009). The Determination of Chromium VI in

© 2022. الباحث (الباحثون) هذا المقال المجاني يتم الوصول إليه من خلال رخصة المشاع الإبداعي 4.0 (CC-BY)

Martone, N., Rahman, G. M., Pamuku, M., & Kingston, H. S. (2013). Determination of chromium species in dietary supplements using speciated isotope dilution mass spectrometry with mass balance. *Journal of agricultural and food chemistry, 61*(41), 9966-9976.

Mia, M., Sayid, A., Ahmad, F., & Rahman, M. (2020). An overview of chromium removal techniques from tannery effluent. *Applied Water Science, 10*(9), 1-22.

Naghipour, D., Taghavi, K., Ashournia, M., Jaafari, J., & Arjmand Movarrekh, R. (2020). A study of Cr (VI) and NH4+ adsorption using greensand (glauconite) as a low‐cost adsorbent from aqueous solutions. *Water and Environment Journal, 34*(1), 45-56.

Peng, H., & Guo, J. (2020). Removal of chromium from wastewater by membrane filtration, chemical precipitation, ion exchange, adsorption electrocoagulation, electrochemical reduction, electrodialysis, electrodeionization, photocatalysis and nanotechnology: a review. *Environmental Chemistry Letters, 18*(6), 2055-2068.

Rajoriya, S., Saharan, V. K., Pundir, A. S., Nigam, M., & Roy, K. (2021). Adsorption of methyl red dye from aqueous solution onto eggshell waste material: kinetics, isotherms and thermodynamic studies. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry, 4*, 100180.

Sankaran, R., Show, P. L., Ooi, C.-W., Ling, T. C., Shu-Jen, C., Chen, S.-Y., & Chang, Y.-K. (2020). Feasibility assessment of removal of heavy metals and soluble microbial products from aqueous solutions using eggshell wastes. *Clean Wastewater Using GFAAS After Extraction as Diphenylcarbazide Complex. Atomic Spectroscopy, 30*(6), 185-190.

Komur, B., Altun, E., Aydogdu, M., Bilgiç, D., Gokce, H., Ekren, N., Salman, S., Inan, A., Oktar, F., & Gunduz, O. (2017). Hydroxyapatite synthesis from fish bones: atlantic salmon (Salmon salar). *Acta Physica Polonica, 131*(3), 400-402.

Korshoj, L. E., Zaitouna, A. J., & Lai, R. Y. (2015). Methylene blue-mediated electrocatalytic detection of hexavalent chromium. *Analytical chemistry, 87*(5), 2560-2564.

Lee, J.-I., Kim, J.-M., Yoo, S.-C., Jho, E. H., Lee, C.-G., & Park, S.-J. (2022). Restoring phosphorus from water to soil: Using calcined eggshells for P adsorption and subsequent application of the adsorbent as a P fertilizer. *Chemosphere, 287*, 132267.

Liu, W.-K., Liaw, B.-S., Chang, H.-K., Wang, Y.-F., & Chen, P.-Y. (2017). From waste to health: synthesis of hydroxyapatite scaffolds from fish scales for lead ion removal. *Jom, 69*(4), 713-718.

Maleki, A., Hayati, B., Naghizadeh, M., & Joo, S. W. (2015). Adsorption of hexavalent chromium by metal organic frameworks from aqueous solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 28*, 211-216.

Mane, C., Mahamuni, S., Kolekar, S., Han, S., & Anuse, M. (2016). Hexavalent chromium recovery by liquid–liquid extraction with 2-octylaminopyridine from acidic chloride media and its sequential separation from other heavy toxic metal ions. *Arabian Journal of Chemistry, 9*, S1420-S1427.

© 2022. الباحث (الباحثون) هذا المقال المجاني يتم الوصول إليه من خلال رخصة المشاع الإبداعي 4.0 (CC-BY)

Technologies and Environmental Policy, 22(4), 773-786.

Stadelman, W. (2000). Eggs and egg products. Encyclopedia of Food Science and Technology: Wiley and sons, Newyork.

Tsai, W.-T., Hsien, K.-J., Hsu, H.-C., Lin, C.-M., Lin, K.-Y., & Chiu, C.-H. (2008). Utilization of ground eggshell waste as an adsorbent for the removal of dyes from aqueous solution. *Bioresource technology, 99*(6), 1623-1629.

Tsai, W., Yang, J., Lai, C., Cheng, Y., Lin, C., & Yeh, C. (2006). Characterization and adsorption properties of eggshells and eggshell membrane. *Bioresource technology, 97*(3), 488-493.

Zhang, T., Tu, Z., Lu, G., Duan, X., Yi, X., Guo, C., & Dang, Z. (2017). Removal of heavy metals from acid mine drainage using chicken eggshells in column mode. *Journal of environmental management, 188*, 1-8.

© 2022. الباحث (الباحثون) هذا المقال المجاني يتم الوصول إليه من خلال رخصة المشاع الإبداعي 4.0 (CC-BY)

Effect of Water pH on the Efficiency of Eggshells in Removing Cr (VI) Ion from Water

Samia A. Elbahi

Department of Epidemiology and Infection Control, Faculty of Health Sciences, Misurata University, Libya.

Received:26 May 2022 / Accepted: 21 July 2022
Doi: https://doi.org/10.54172/mjsc.v37i3.838

Abstract: Recently, various types of bio-adsorbents of animal or vegetable sources with minimal cost and less effort, which are obtained from domestic and agricultural waste, have been explored. In the present work, the possibility of using chicken eggshell powder as an adsorbent material to remove hexa-chromium metal from an aqueous solution was studied. Calcium carbonate, magnesium carbonate, and calcium phosphate are the primary components of eggshell powder, which in turn have a substantial and effective role in the adsorption process. In this study, 6 g of adsorbent (egg shells) was mixed with 3 mg of hexa-chromium per liter of pure water solution at a temperature of (40) °C and within the pH range (3, 6, 9). It was found that calcified eggshells have the ability to adsorb hexa-chromium ions, with a removal rate of 88.767% at pH 6 within 60 minutes.

Keywords: ; Adsorption; pH; Cr (VI).

***Corresponding author:** Samia A. Elbahi: samiaahmed7499@gmail.com, Department of Epidemiology and Infection Control, Faculty of Health Sciences, Misurata University, Libya.