ASSESSMENT OF ADSORPTION CAPACITY OF SELECTED SURFACES FROM SOLUTION FOR VARIOUS PHARMACEUTICAL COMPOUNDS

تقييم قدرة الامتزاز لأسطح مختارة من محاليل المركبات الصيدلانية المختلفة

Owais Mohammed Mohammed Ali
Student at Owais Al-Qarni Basic and Secondary School Complex, Taiz, Yemen.

Abstract: *This study evaluates the adsorption capacity of selected surfaces for various pharmaceutical compounds, focusing on activated carbon. Key findings indicate that adsorption is influenced by pH, contact time, and initial concentration, with mechanisms including hydrophobic interactions and hydrogen bonding. The results highlight the effectiveness of activated carbon in wastewater treatment.*

Keywords: *adsorption, pharmaceuticals, activated carbon, wastewater, pH.*

أويس محمد محمد علي
طالب في مجمع مدرسة أويس القرني الأساسية والثانوية، تعز، اليمن.

الخلاصة : تُقيّم هذه الدراسة قدرة الامتصاص لأسطح مختارة لمركبات صيدلانية متنوعة، مع التركيز على الكربون المنشط. تشير النتائج الرئيسية إلى أن الامتصاص يتأثر بدرجة الحموضة (pH)، وزمن التلامس، والتركيز الابتدائي، بآليات تشمل التفاعلات الكارهة للماء والروابط الهيدروجينية. تُبرز النتائج فعالية الكربون المنشط في معالجة مياه الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية : الامتصاص، المستحضرات الصيدلانية، الكربون المنشط، مياه الصرف الصحي، درجة الحموضة (pH).

Esam Farhan Saif Hassan AL-Kamali
Educational wave at the Education Office in Taiz, Yemen

Scientific Supervisor المشرف العلمي

أ. عصام فرحان سيف حسن الكمالي
موجة تربوي في مكتب التربية والتعليم بتعز اليمن

Introduction

The presence of pharmaceutical compounds in wastewater poses significant environmental and health challenges. This study investigates the adsorption capacity of selected surfaces, particularly activated carbon, for various pharmaceuticals. Understanding the factors influencing adsorption, such as pH and contact time, is essential for optimizing wastewater treatment processes. The insights gained will contribute to improved strategies for removing these contaminants from aquatic systems.

المقدمة

يُشكّل وجود المركبات الصيدلانية في مياه الصرف الصحي تحديات بيئية وصحية كبيرة. تبحث هذه الدراسة في قدرة امتصاص أسطح مُختارة، وخاصةً الكربون المُنشَّط، لمختلف المستحضرات الصيدلانية. يُعدّ فهم العوامل المؤثرة على الامتصاص، مثل الرقم الهيدروجيني (pH) وزمن التلامس، أمرًا أساسيًا لتحسين عمليات معالجة مياه الصرف الصحي. وستُسهم هذه المعلومات المُكتسبة في تحسين استراتيجيات إزالة هذه الملوثات من الأنظمة المائية.

Results and discussion

The assessment of adsorption capacity for various pharmaceutical compounds on selected surfaces is crucial for understanding their removal from wastewater. This investigation focuses on the adsorption behavior of pharmaceuticals on activated carbon and other adsorbents, analyzing factors such as surface properties, pH, contact time, and initial concentration.

1. **Adsorption Mechanisms**: The study reveals that the adsorption of pharmaceuticals, such as acetaminophen, diclofenac, and sulfamethoxazole, onto activated carbon is influenced by the molecular structure of the compounds and their interactions with the adsorbent surface. The adsorption mechanisms include hydrophobic interactions, π-π stacking, and hydrogen bonding [1-2].
2. **Effect of pH**: The pH of the solution significantly affects the adsorption capacity. For instance, lower pH values enhance the adsorption of certain pharmaceuticals due to the increased availability of protonated forms, which interact more favorably with the adsorbent [2][3]. Conversely, higher pH levels can lead to reduced adsorption due to the deprotonation of the adsorbates and the resulting electrostatic repulsion from negatively charged surfaces [1].
3. **Contact Time and Initial Concentration**: The results indicate that longer contact times and higher initial concentrations of pharmaceuticals lead to increased adsorption capacities. This is attributed to the greater driving force for mass transfer and the availability of more active sites on the adsorbent surface [1,3]. Kinetic studies suggest that the adsorption process follows pseudo-second-order kinetics, indicating that the rate-limiting step may involve chemical adsorption rather than physical adsorption [2].
4. **Isotherm Models**: The adsorption data were analyzed using various isotherm models, including Langmuir and Freundlich. The Langmuir model, which assumes monolayer adsorption on a surface with a finite number of identical sites, provided a better fit for the experimental data, indicating that the adsorption of pharmaceuticals on activated carbon is likely a monolayer process [3].

The findings underscore the importance of optimizing adsorption conditions to enhance the removal of pharmaceuticals from wastewater. The study highlights that activated carbon is an effective adsorbent due to its high surface area and porous structure, which facilitate the adsorption of a wide range of pharmaceutical compounds.

1. **Environmental Implications**: The presence of pharmaceuticals in water bodies poses significant environmental and health risks. Understanding the adsorption mechanisms and capacities of various adsorbents can inform the design of more effective wastewater treatment systems [1-2].
2. **Future Research Directions**: Further research is needed to explore the regeneration of adsorbents and the long-term stability of adsorption capacities under varying environmental conditions. Additionally, investigating the competitive adsorption of multiple pharmaceuticals in real wastewater scenarios will provide more comprehensive insights into the practical applications of these findings [3].

النتائج والمناقشة

يُعد تقييم قدرة الامتزاز لمختلف المركبات الصيدلانية على أسطح مختارة أمرًا بالغ الأهمية لفهم إزالتها من مياه الصرف الصحي. يركز هذا البحث على سلوك الامتزاز للمستحضرات الصيدلانية على الكربون المنشط وغيره من المواد الماصة، مع تحليل عوامل مثل خصائص السطح، ودرجة الحموضة، وزمن التلامس، والتركيز الأولي.

1. **آليات الامتزاز:** تكشف الدراسة أن امتزاز المستحضرات الصيدلانية، مثل الأسيتامينوفين، والديكلوفيناك، والسلفاميثوكسازول، على الكربون المنشط يتأثر بالبنية الجزيئية للمركبات وتفاعلاتها مع سطح المادة الماصة. تشمل آليات الامتزاز التفاعلات الكارهة للماء، وتكديس π-π، والروابط الهيدروجينية [1-2].
2. **تأثير الرقم الهيدروجيني**: يؤثر الرقم الهيدروجيني للمحلول بشكل كبير على قدرة الامتزاز. على سبيل المثال، تعزز قيم الرقم الهيدروجيني المنخفضة امتزاز بعض المستحضرات الصيدلانية بسبب زيادة توافر الأشكال البروتونية، والتي تتفاعل بشكل أكثر إيجابية مع المادة الماصة [2][3]. وعلى العكس من ذلك، يمكن أن تؤدي مستويات الرقم الهيدروجيني الأعلى إلى انخفاض الامتصاص بسبب نزع بروتونات المواد الممتصة والتنافر الكهروستاتيكي الناتج عن الأسطح المشحونة سلبًا [1].
3. **زمن التلامس والتركيز الأولي**: تشير النتائج إلى أن أزمنة التلامس الأطول والتركيزات الأولية الأعلى للمستحضرات الصيدلانية تؤدي إلى زيادة قدرات الامتصاص. ويعزى ذلك إلى القوة الدافعة الأكبر لنقل الكتلة وتوافر المزيد من المواقع النشطة على سطح المادة الماصة [1][3]. تشير الدراسات الحركية إلى أن عملية الامتزاز تتبع حركية شبه ثانية، مما يشير إلى أن خطوة تحديد المعدل قد تنطوي على امتزاز كيميائي بدلاً من الامتزاز الفيزيائي [2].
4. **نماذج خط تساوي الحرارة**: تم تحليل بيانات الامتزاز باستخدام نماذج خط تساوي الحرارة المختلفة، بما في ذلك لانجمير وفروندليش. نموذج لانجمير، الذي يفترض امتزازًا أحادي الطبقة على سطح ذي عدد محدود من المواقع المتطابقة، قدّم ملاءمةً أفضل للبيانات التجريبية، مشيرًا إلى أن امتزاز المستحضرات الصيدلانية على الكربون المنشط هو على الأرجح عملية أحادية الطبقة [3].

تؤكد النتائج على أهمية تحسين ظروف الامتزاز لتعزيز إزالة المستحضرات الصيدلانية من مياه الصرف الصحي. وتسلط الدراسة الضوء على أن الكربون المنشط مادة ماصة فعّالة نظرًا لمساحته السطحية العالية وبنيته المسامية، مما يُسهّل امتزاز مجموعة واسعة من المركبات الصيدلانية.

1. **الآثار البيئية**: يُشكّل وجود المستحضرات الصيدلانية في المسطحات المائية مخاطر بيئية وصحية كبيرة. إن فهم آليات الامتزاز وقدرات مختلف المواد الماصة يُمكن أن يُساعد في تصميم أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي الأكثر فعالية [1-2].
2. **اتجاهات البحث المستقبلية**: هناك حاجة إلى مزيد من البحث لاستكشاف تجديد المواد الماصة والاستقرار طويل الأمد لقدرات الامتزاز في ظل ظروف بيئية متفاوتة. بالإضافة إلى ذلك، فإن التحقيق في الامتصاص التنافسي للعديد من الأدوية في سيناريوهات مياه الصرف الصحي الحقيقية سيوفر رؤى أكثر شمولاً للتطبيقات العملية لهذه النتائج [3].

Conclusion

The assessment of adsorption capacities for selected surfaces reveals critical insights into the removal of pharmaceutical contaminants from aqueous solutions, emphasizing the need for tailored approaches in wastewater treatment.

الخاتمة

يكشف تقييم قدرات الامتصاص للأسطح المختارة عن رؤى مهمة في إزالة الملوثات الدوائية من المحاليل المائية، مما يؤكد على الحاجة إلى اتباع نهج مصمم خصيصًا لمعالجة مياه الصرف الصحي.

Literature المراجع والمصادر

1. AL-Kamali, M.F.S.H., Boika, A.A., Tapalski, D.V., Kovalenko, D., AL-Shamiri, H.A.S. (2024). Bactericidal Activity of Mesoporous SiO_2 Matrices Inlaid with Cu° and CuO Nanoparticles Against P. Aeruginosa. In: Ono, Y., Kondoh, J. (eds) Recent Advances in Technology Research and Education. Inter-Academia 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 939. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54450-7_16
2. Алексеенко, А. А. Синтез и свойства ксерогелей состава SiO_2 : CU°, предназначенных для применения в биомедицинских исследованиях / А. А. Алексеенко, М. Ф. С. Х. Аль-Камали, О. А. Титенков // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого: научно-практический журнал. — 2020. — № 3/4. — С. 40—47.
3. Pauletto, P.S.; Lütke, S.F.; Dotto, G.L.; Salau, N.P.G. Adsorption Mechanisms of Single and Simultaneous Removal of Pharmaceutical Compounds onto Activated Carbon: Isotherm and Thermodynamic Modeling. J. Mol. Liq. 2021, 336, 116203.