

УДК

Олена Коваленко, Ангеліна Коханська

Одеська національна академія харчових технологій, Україна

ОТРИМАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ З РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ВОДИ

Olena Kovalenko, Angelina Kokhanska

PREPARATION AND PROPERTIES OF NEW MATERIALS FROM VEGETABLE WASTE FOR WATER TREATMENT

Вирощування, а також переробка рослинної сировини в харчові продукти з використанням різних процесів, матеріалів і реагентів призводить до накопичення в світі щороку тисяч тон відходів. Значна кількість відходів переробки рослинної сировини та низька ефективність їх утилізації призводять до нагромадження на сільгоспугіддях та звалищах значних обсягів відходів. Під дією факторів навколишнього середовища вони піддаються розкладанню. Утворені нові органічні і неорганічні речовини, в тому числі і токсичні, потрапляють в ґрунт, а звідти в підземні і поверхневі водойми. Як наслідок – погіршення родючості ґрунтів та забруднення джерел питної води. Погіршенню якості питної води сприяють і інші антропогенні забруднювачі, зокрема важкі метали. Вони часто з неочищеними промисловими та побутовими стічними водами потрапляють в природні водойми.

Необхідність в скороченні кількості відходів, пошук нових поновлюваних ресурсів, прагнення зменшити вплив на навколишнє середовище, зокрема водні ресурси, та турбота про суспільство прискорили розвиток такого напрямку наукових досліджень, як переробка відходів рослинної біомаси в необхідну для людства продукцію. Відомо, що відходи переробки рослинної сировини містять різні хімічні компоненти: моно- і дисахара, органічні кислоти, целюлозу, геміцелюлози, лігнін, пектин, воски, золу, амінокислоти, ліпіди, поліфеноли тощо. В результаті переробки рослинних відходів із застосуванням таких процесів, як хімічний каталіз та біокаталіз, синтез, біоконверсія, термохімічна і гідротермічна обробка та інших можна отримати чимало корисної для людини продукції. Сьогодні в промислових умовах отримують харчові добавки, спирти, хімічні мономери, будівельні матеріали, целюлозні нанокристали, біо-клей, нанокompозити, біо-ПАР, біорозчинники, матеріали для заміни ПВХ, мастильні паливні добавки, антиоксиданти синтез-газ, біопаливо, активоване вугілля. Перспективним є розробка нових і удосконалення існуючих технологій отримання з рослинних відходів матеріалів (зокрема біосорбентів) для очищення води від різних домішок [1].

Біосорбенти із рослинних відходів, водоростей, шкарлупи горіхів, так само як і активоване деревне вугілля - це твердий пірогенний матеріал з високим вмістом вуглецю. Об'єднує їх те, що вони походять з рослинної біомаси, отриманні шляхом її термохімічного перетворення. Такі матеріали містять певну кількість органічного вуглецю, подібні за елементним складом та переважаючими хімічними зв'язками. Основним процесом отримання зазначених матеріалів є піроліз. Допоміжними процесами є миття, подрібнення, сушіння, активація, модифікація, нанесення на утримуючу поверхню тощо. В процесі піролізу утворення твердого пористого вуглецевмісного матеріалу є наслідком термічної деструкції органічних сполук. Піроліз проводять в безкисневому середовищі. Важливі параметри процесу-температура, тривалість, наявність і властивості окисників [2]. Умови піролізу, а також хімічний склад вихідної сировини дуже впливають на кількість кінцевого твердого продукту, поверхневі функціональні групи, структурні характеристики матеріалу. Тому змінюючи умови проведення процесу можна отримати матеріали з різними властивостями і

застосуванням. Розрізняють повільний піроліз (або термічну карбонізацію), швидкий і надшвидкий піроліз. Температурний діапазон проведення цих процесів суттєво не відрізняється. Різними є швидкість нагрівання сировини та тривалість процесу. Найвищий вихід твердого біовуглецю та найвищий відсоток фіксації вуглецю можна отримати при повільному піролізі [3].

Подальший розвиток технологій отримання і застосування таких матеріалів для оброблення води потребує як систематизації вже наявної інформації, так і вирішення низки завдань. Серед них дослідження властивостей біосорбентів з різної вихідної сировини і їх зміни в залежності від способу та технологічних режимів її оброблення.

В експериментальній роботі досліджували насипну щільність біосорбентів. Відомо, що насипна щільність вуглецевих адсорбентів залежить від способу отримання і ступеню трансформації речовин сировини під впливом зовнішніх умов. З технологічної точки зору відомості про насипну щільність біосорбентів необхідні для проектування як обладнання для оброблення води, так і обладнання для фасування готових біосорбентів. Також в експерименті досліджували рН водної витяжки біосорбенту. Цей показник характеризує властивості переважаючих функціональних груп на поверхні біосорбенту.

Сировиною для біосорбентів була суміш відходів (у співвідношенні 1:1) переробки томатів і перцю. Джерело походження відходів – діючий консервний завод в Одеській області. Також сировиною для отримання біосорбентів слугував кавовий шлам, що утворюється при експлуатації кавових машин в закладах ресторанного господарства. В експерименті використовували кавовий шлам із суміші кавових зерен сортів Арабіка (70 %) і Робуста (30 %). Для отримання біосорбентів відходи зазначеної сировини попередньо обробляли наступними способами: перший – відходи зневоднювали в сушильній шафі ($t = 105$ °C) до постійної маси; другий – після зневоднення в сушильній шафі сировину карбонізували в герметичній ємності, яку поміщали в муфельну піч. Карбонізували сировину протягом $\tau = 30$ хв і при температурному режимі роботи печі $t = 600$ °C без підведення кисню. З отриманих біосорбентів відсіювали пил.

В ході дослідження встановлено, що значення насипної щільності біосорбентів з відходів переробки томатів, перцю і кави знаходяться в межах від $0,12$ г/см³ до $0,17$ г/см³. Для порівняння, насипна щільність деревного вугілля становить $0,2$ г/см³. Більш щільний насипний шар формують біосорбенти, при отриманні яких сировину карбонізували. Зростання щільності матеріалу після карбонізації обумовлено підвищенням його крихкості і отриманням більш дрібнодисперсного матеріалу. Щодо іншого досліджуваного показника, то висновки наступні: водна витяжка некарбонізованого біосорбенту є слабо кислим водним середовищем. Це опосередковано свідчить про наявність на поверхні біосорбенту кисневмісних груп (карбоксильних чи фенольних). Ці групи дисоціюють у водному середовищі і здатні вступати в реакції іонного обміну, зокрема з катіонами важких металів. рН водної витяжки карбонізованого біосорбенту навпаки має слабо лужне середовище. Ймовірно, це є наслідком реакції кристалів оксидів лужних чи лужноземельних металів, наявних в біосорбентах, з водою. Ці зміни можна вважати позитивними, оскільки за рахунок збільшення концентрації груп –ОН на поверхні біосорбенту повинна підвищуватися його гідрофільність і сорбційна здатність.

Перелік джерел інформації

1. Kovalenko O., Novoseltseva V., Vasylyv O., Liapina O., Beregova O. The kinetics of the processes of extracting the Cu(II) and Fe(III) ions from aqueous solutions by the biosorbents based on pea processing waste //East-Europ. J.of Enterprise Technologies. 2020. 5/10 (107). P. 14 – 25.
2. Hagemann, N., Spokas, K., Schmidt, H.-P., Kägi, R., Böhrer, M.A., Bucheli, T.D. Activated Carbon, Biochar and Charcoal: Linkages and Synergies across Pyrogenic Carbon's ABCs. *Water* 2018, 10, 182.

3. Spokas, K.A., Cantrell, K.B., Novak, J.M., Archer, D.W., Ippolito, J.A., Collins, H.P., Boateng, A.A., Lima, I.M., Lamb, M.C., McAloon, A.J., Lentz, R.D. and Nichols, K.A. (2012), Biochar: A Synthesis of Its Agronomic Impact beyond Carbon Sequestration. *J. Environ. Qual.*, 41: 973-989.

Остап Ліщинський, Анастасія Гніп, Яна Шимборська, Юрій Стецишин
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ НАНОСТРУКТУР

Ostap Lishchynskiy, Anastasia Gnyp, Yana Shymborska, Yuriy Stetsyshyn
WATER PURIFICATION BY USING POLYMER NANOSTRUCTURES

Сьогодні існує безліч методів очистки води, кожний з яких має свої переваги та недоліки. Останнім часом очистка води від бактеріального забруднення потребує все більш нового підходу.

Створення полімерного покриття на основі з вбудованими наночастинками срібла на внутрішній поверхні контейнерів – один з можливих сучасних методів для очищення води від бактеріального забруднення. Наночастинки срібла (Ag-НЧ) завдяки їхньому легкому синтезу і відносно низькій собівартості, привертають велику увагу ще завдяки хорошій провідності, хімічній стабільності та антибактеріальним властивостям.

Антибактеріальні покриття були розроблені на основі наношарів температурочутливих прищеплених полімерних щіток полі(метилового етеру диетиленглікольмонометакрилату) - ПОЕГМА188 та полі(4-вінілпіридину) - П4ВП з вбудованими Ag-НЧ. Завдяки температурочутливим властивостям полімерних щіток спостерігалися зміни антибактеріальних властивостей наношарів у залежності від температури. Так, при температурах нижчих НКТР (нижня критична температура розшарування) вплив на бактеріальні клітини був мінімальний, у той же час при температурах вищих НКТР практично всі бактерії на поверхні наношарів гинули.

Список літератури

1. Nastyshyn, S.; Raczowska, J.; Stetsyshyn, Y.; Orzechowska, B.; Bernasik, A.; Shymborska, Y.; Brzychczy-Włoch, M.; Gosiewski, T.; Lishchynskiy, O.; Ohar, H.; Ochońska, D.; Awsiuk, K.; Budkowski, A. Non-cytotoxic, temperature-responsive and antibacterial POEGMA based nanocomposite coatings with silver nanoparticles. *RSC Advances*, 2020, 10, 10155-10166. <https://doi.org/10.1039/c9ra10874b>

2. Raczowska, J.; Stetsyshyn, Y.; Awsiuk, K.; Brzychczy-Włoch, M.; Gosiewski, T.; Jany, B.; Lishchynskiy, O.; Shymborska, Y.; Nastyshyn, S.; Bernasik, A.; Ohar, H.; Krok, F.; Ochońska, D.; Kostruba, A.; Budkowski, A. “Command” surfaces with thermo-switchable antibacterial activity. *Materials Science & Engineering C*, 2019, 103, 109806. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.109806>