

---

**PRACE**

**Instytutu Ceramiki  
i Materiałów Budowlanych**

---

***Scientific Works***  
of Institute of Ceramics  
and Building Materials

---

**Nr 33**  
(kwiecień–czerwiec)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

**Rok XI**

**Warszawa–Opole 2018**

---

EWELINA ŚLĘZAK\*  
JOANNA POLUSZYŃSKA\*\*

## Możliwości sorpcyjne biowęgla w usuwaniu zanieczyszczeń ze środowiska wodnego

**Słowa kluczowe:** biowęgiel, sorpcja, jony metali, ochrona środowiska.

Biowęgiel jest materiałem, który zyskuje coraz większą uwagę jako opłacalny sorbent do oczyszczania roztworów wodnych z toksycznych dla środowiska jonów metali ciężkich (As, Cr, Pb, Cu, Zn i Cd). Brakuje jednak informacji na temat mechanizmów sorpcji dla różnych jonów metali. Niniejsze opracowanie prezentuje kluczowe czynniki oraz proponowane mechanizmy adsorpcji w celu wyjaśnienia zachowania adsorpcyjnego biowęgla. Artykuł podsumowuje charakterystyczne właściwości biowęgla (np. pole powierzchni, porowatość, pH, ładunek powierzchniowy, grupy funkcyjne i składniki mineralne) oraz główne mechanizmy regulujące sorpcję. Właściwości biowęgla różnią się znacznie między sobą w zależności od rodzaju materiału wsadowego oraz zastosowanej temperatury pirolizy. W wyższej temperaturze wytwarzany jest biowęgiel o większej powierzchni, porowatości, pH i zawartości minerałów, ale o mniejszej liczbie grup funkcyjnych. W niniejszej pracy zaprezentowano biowęgiel jako materiał wykazujący duży potencjał skutecznego zwalczania zanieczyszczeń ze środowiska wodnego, biorąc pod uwagę szeroką dostępność surowca, korzystne fizyczne i chemiczne właściwości powierzchni.

### 1. Biowęgiel i jego zastosowanie

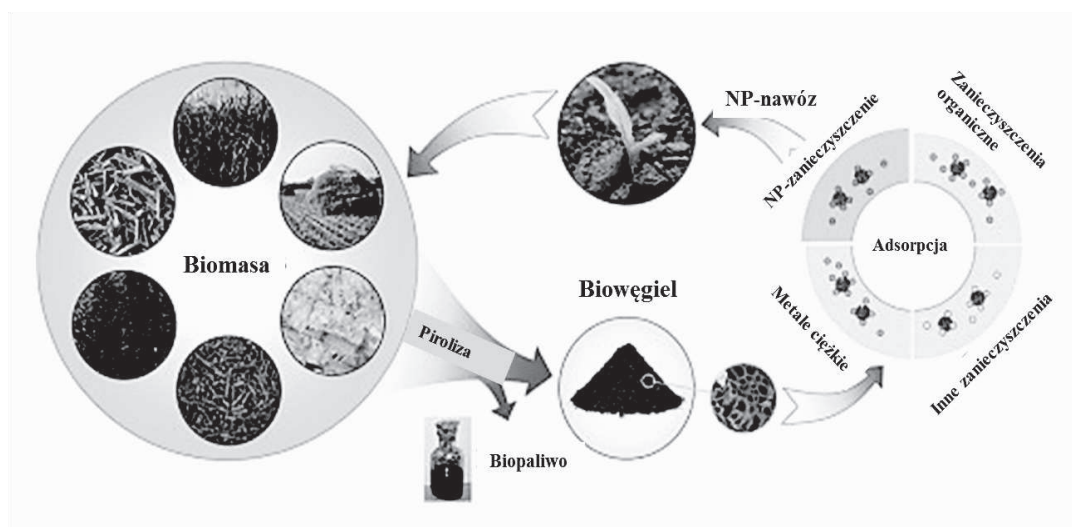
Zapobieganie oraz usuwanie zanieczyszczeń ze środowiska wodnego to jedno z największych globalnych wyzwań stojących przed ludzkością w XXI w. [1]. Jony metali ciężkich są wszechobecne w środowisku i niekorzystnie wpływają na ludzkie zdrowie [2]. Różnego rodzaju działania antropogeniczne, w tym wydobywanie, wytopianie, stosowanie nawozów i pestycydów oraz elektroniczna produkcja znacząco zwiększyły ilość ścieków zawierających toksyczne jony metali w środowisku wodnym. Aby poradzić sobie z tym problemem, zaproponowano

---

\* Mgr, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska w Opolu, Uniwersytet Opolski, e.slezak@icimb.pl

\*\* Dr, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska w Opolu, j.poluszynska@icimb.pl

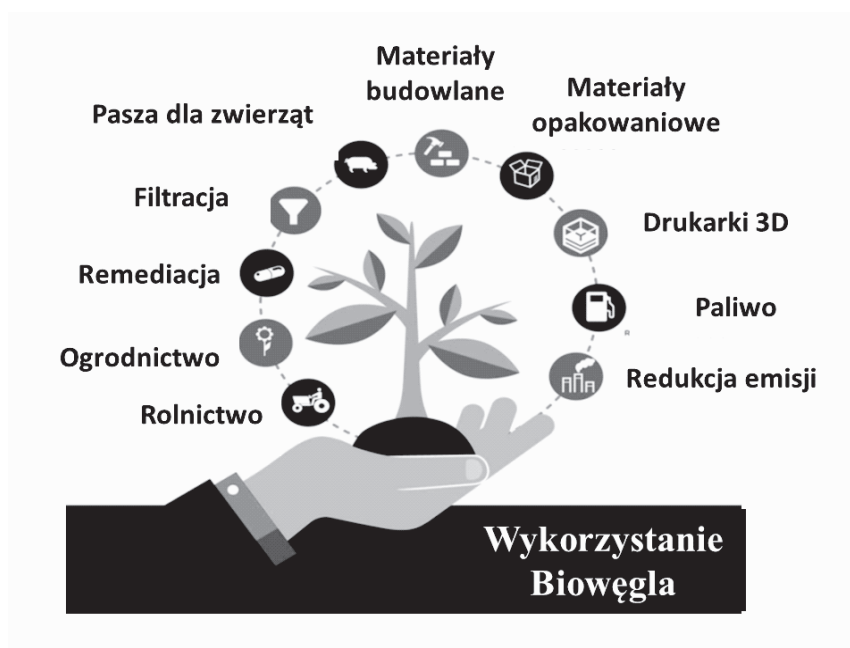
różne metody usuwania jonów metali z roztworu wodnego, w tym strącanie chemiczne, wymianę jonową, obróbkę elektrochemiczną i technologie membranowe [3]. Technika biosorpcji jest najczęstszą i najbardziej kosztowną, wynika to z faktu, że biosorbenty są przyjazne środowisku, łatwo dostępne, a jednym z najbardziej ostatnio popularnych biosorbentów jest biowęgiel. Biowęgiel (ang. *Biochar, charcoal, agrichar*) wyglądem przypomina powszechnie znany nam węgiel drzewny, a początki jego powstania sięgają ok. 2000–2500 lat temu, gdy rdzenni mieszkańcy dorzecza Amazonii wykorzystywali węgiel drzewny do poprawy żyzności gleby (tzw. *terra preta*, czyli czarna ziemia) [4]. W dzisiejszych czasach można powiedzieć, że zasada otrzymywania jest podobna. Proces termicznego przekształcenia biomasy (pirolizy) przeprowadza się w szerokim zakresie temperatury (300–800°C) w warunkach ograniczonego dostępu powietrza (1–2%). Substraty do produkcji biowęgla obejmują zróżnicowaną grupę materiałów, do której należą: rośliny energetyczne, odpady leśne, biomasa rolnicza, organiczna frakcja odpadów komunalnych czy pozostałości z przetwórstwa rolno-spożywczego. Do produkcji biowęgla nie można używać odpadów nieorganicznych, np. gumi i tworzyw sztucznych (ryc. 1).



Ryc. 1. Zastosowanie biowęgla jako adsorbenta zanieczyszczeń środowiska [5]

Biowęgiel charakteryzuje się bardzo interesującymi właściwościami, takimi jak zdolność do wiązania zanieczyszczeń, zatrzymywania składników odżywczych i wody, dlatego też niektóre z potencjalnych zastosowań mogą obejmować wykorzystanie go jako polepszacza gleby lub składnika nawozu, sorbentu w celu usuwania zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych [6]. Biowęgiel może być dodatkiem do kiszzonek lub paszy, można go zastosować jako materiał izolacyjny w budownictwie lub w produkcji elektrod węglowych, w superkondensatorach do magazynowania energii, a także może przysłużyć się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Dzięki swoim własnościom jest to produkt, które-

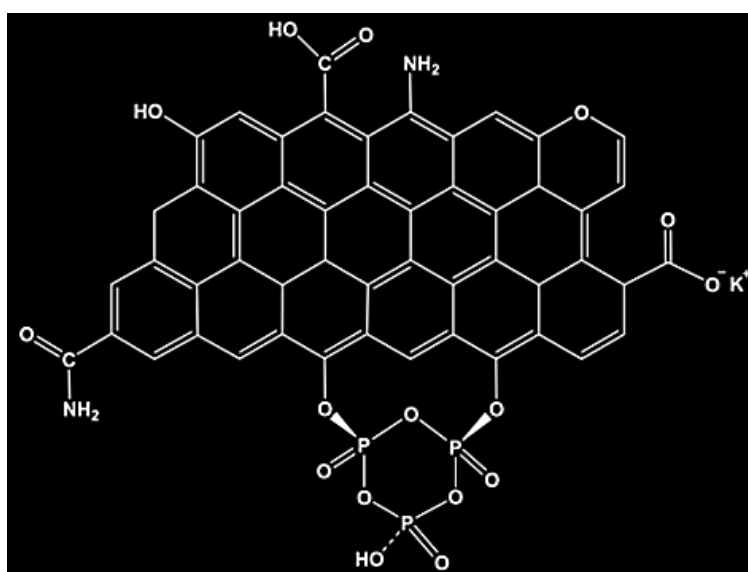
go atrakcyjne cechy mogą mieć zastosowanie w bardzo wielu dziedzinach życia (ryc. 2).



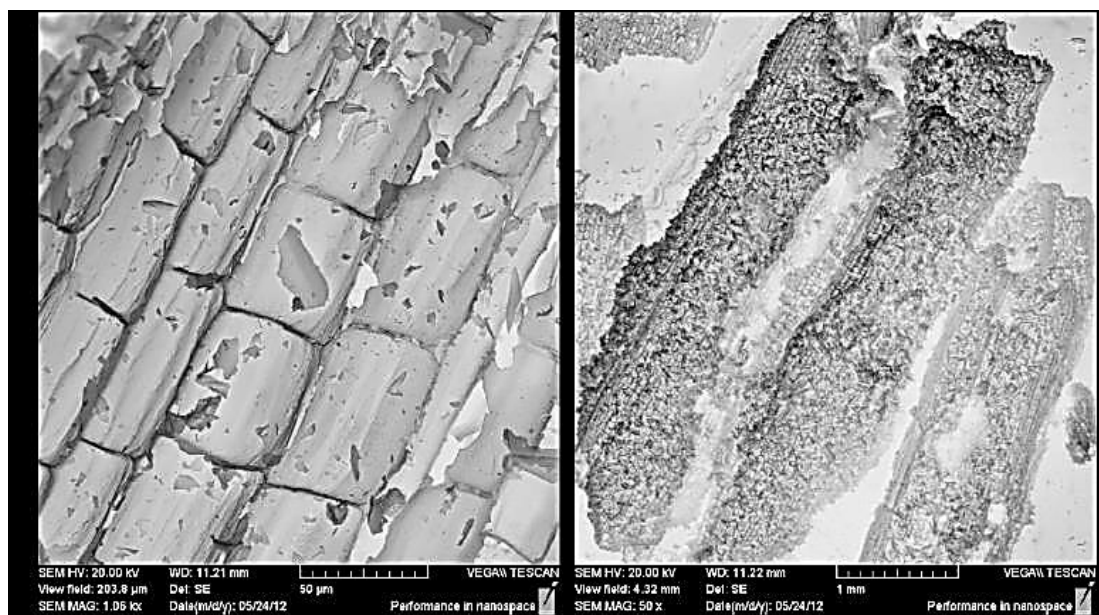
Ryc. 2. Potencjalne zastosowanie biowęgla w wielu gałęziach przemysłu [7]

## 2. Właściwości fizyko-chemiczne a sorpcja biowęgla

Struktura cząsteczkowa biowęgla wykazuje wysoki stopień stabilności chemicznej i mikrobiologicznej (ryc. 3 i 4) [8]. Właściwości fizyko-chemiczne w dużej mierze decydują o jego zastosowaniu i zależą przede wszystkim od wykorzystanego substratu oraz warunków procesu pirolizy [9].



Ryc. 3. Przykładowa struktura aktywność biochemicznej biowęgla [12]



Ryc. 4. Obraz biowęgla Etrzymanego ze słomy pszenicy, widoczny pod mikroskopem elektronicznym [13]

Istotnymi parametrami fizyko-chemicznymi biowęgla są między innymi [1–4, 13]:

- skład chemiczny (różniący się w zależności od substratu, jak i procesu pirelizacji);
- stabilność (wykazuje niewielką podatność na degradację oraz skład mikrobiologiczny, dlatego też wprowadzony do gleby charakteryzuje się dużą stabilnością pod względem składu chemicznego);
- pH (neutralne lub zasadowe);
- zawartość mikro- i makroelementów (m.in. wapń, magnez, fosfor itd.);
- mikrozanieczyszczenia, takie jak: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), dioksyny i furany oraz jony metali ciężkich (w zależności od zastosowanego materiału wsadowego).

Na podstawie informacji przedstawionych przez Marria w artykule [10] można stwierdzić, że im wyższa temperatura procesu pirelizacji, tym niższa wydajność Etrzymanego biowęgla, ale z kolei wysoka temperatura procesu może zoptimalizować strukturę aromatyczną (zwiększając żywotność biowęgla), powierzchnię właściwą (dostępność makroelementów, zwiększenie przewodności elektrycznej i zdolność wymiany kationów) oraz powierzchnię (dostępność dla wzrostu mikroorganizmów) [10].

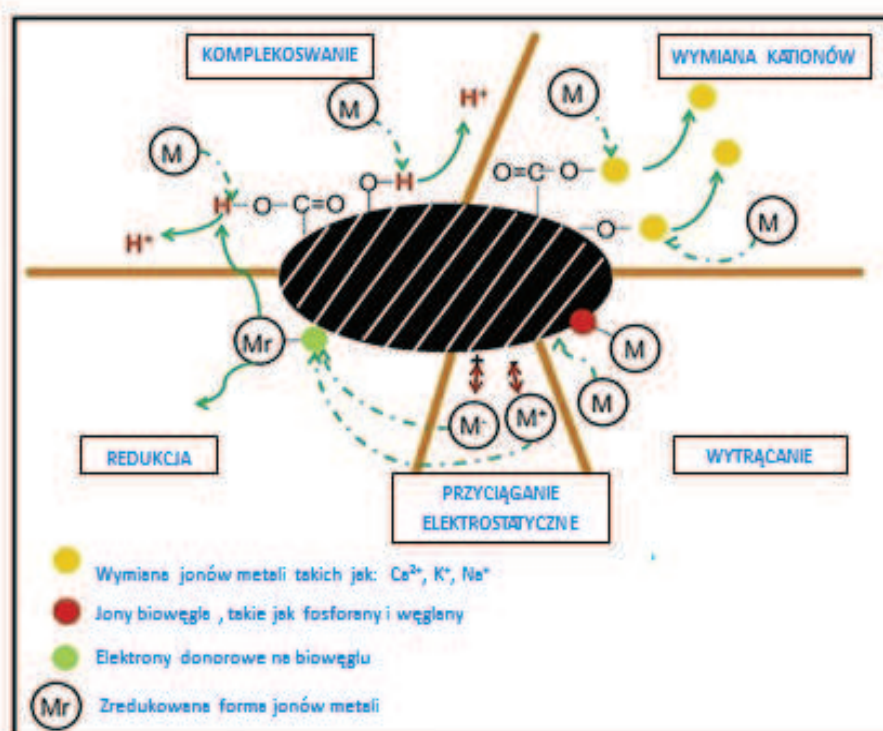
Właściwości fizyko-chemiczne biowęgla mają znaczący wpływ na jego zdolność do sorpcji jonów metali. Przed badaniem mechanizmów usuwania jonów metali przez biowęgiel, należy dokładnie scharakteryzować jego właściwości sorpcyjne, w tym powierzchnię właściwą, powierzchnię, pH ładunek powierzchniowy, grupy funkcyjne i zawartość składników mineralnych. Tę rolę charakterystyka pozwoli określić możliwości sorpcyjne biowęgla w usuwaniu zanieczyszczeń ze środowiska wodnego w zależności od zastosowanego surowca oraz procesu pirelizacji (tab. 1) [11].

T a b e l a 1  
*Właściwości fizyko-chemiczne biowęgla wytwarzanego z różnych surowców w różnej temperaturze pirolizy [11]*

Surowiec do produkcji biowęgla	Temperatura [°C]	PEwierzchnia [m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> ]	Porowatość [m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> ]	pH	Stosunek atomowy			Zawartość składników mineralnych [%]			
					H/C	O/C	N/C	K	Ca	Mg	P
Kurzeniec	400	5,4	0,003	9,50	-	-	-	3,88	2,83	1,73	1,22
Obornik z hodowli trzody		5,8	0,008	10,00	-	-	-	1,62	2,03	1,57	0,97
Osad ściekowy		-	-	4,87	0,76	0,17	0,102	0,11	4,17	0,43	2,80
DrzewE dębEwe	500	-	-	6,90	-	-	0,021	0,38	1,18	0,15	0,06
Organiczne odpady stałe		25,4	0,056	8,81	0,48	0,45	0,075	0,85	5,93	1,47	1,82
Osad ściekowy		-	-	7,27	0,52	0,02	0,090	0,18	4,62	0,46	3,30
Organiczne odpady stałe	600	20,3	0,053	9,54	0,22	0,30	0,064	0,85	6,27	1,55	1,88
Kurzeniec		6,3	0,003	10,40	-	-	-	5,88	3,59	2,40	1,54
Obornik z hodowli trzody		10,6	0,011	10,40	-	-	-	3,53	2,89	2,13	1,55
DrzewE dębEwe	700	-	-	9,50	-	-	0,029	0,44	1,39	0,18	0,06
Organiczne odpady stałe		32,2	0,068	11,10	0,15	0,30	0,048	0,99	6,44	1,64	2,04
Osad ściekowy		-	-	12,00	0,30	0,00	0,050	0,20	5,35	0,54	3,60

### 3. Koncepcja mechanizmu sorpcji jonów metali przez biowęgiel

Specyficzne mechanizmy sorpcji jonów metali są zmienne w zależności od właściwości biowęglu. Powierzchniowe grupy funkcyjne (głównie grupy zawierające tlen, np. karboksylowe  $-\text{COOH}$  i hydroksylowe  $-\text{OH}$ ) występujące na powierzchni biowęglu, mogą mieć silne oddziaływanie z metalami ciężkimi, takimi jak przyciąganie elektrostatyczne, wymiana jonowa i kompleksowanie na powierzchni. Działanie takiego rodzaju mechanizmów mogą być udowodnione przez zmiany w grupach funkcyjnych biowęglu przed i po adsorpcji metalu [5]. Hongbo Li i pozostali autorzy badań w swojej publikacji [11] zaproponowali pięć mechanizmów regulujących sorpcję metali przez biowęgiel z roztworów wodnych, tj. kompleksowanie, wymianę kationów, strącanie, oddziaływania elektrostatyczne i redukcję chemiczną (ryc. 5). Jednak rola każdego z mechanizmów różni się w zależności od docelowych sorbowanych jonów metali.



Ryc. 5. Koncepcyjne przedstawienie mechanizmów sorpcji jonów metali na biowęglu [11]

W tej samej publikacji [11] porównano efekt jednoczesnego usuwania z wodnych roztworów  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$  i  $\text{Cd}$  przez biowęgiel z łusek ryżowych i z obornika. Wyniki wskazywały, że zdolność usuwania zmieniała się w zależności od różnych źródeł wsadu biowęglowego, a składniki mineralne, takie jak  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , pochodzące z surowca, odgrywają bardzo ważną rolę w zdolności adsorpcji bio-

węgla [11]. Na podstawie badań naukowcy (X. Dong i in. [14]) wysnuli hipotezę, że biowęgiel z buraków cukrowych skutecznie usunął Cr (VI) poprzez przyciąganie elektrostatyczne Cr (VI) w połączeniu z redukcją Cr (VI) do Cr (III) i Cr (III). W badaniach tych podzielono proces adsorpcji. Naładowane ujemnie gatunki Cr (VI) migrowały do dodatnio naładowanych powierzchni biowęgla (przy niskim pH) za pomocą elektrostatycznych sił napędowych. Ponadto, Cr (VI) został zredukowany do Cr (III) poprzez udział jonów wodoru i donorów elektronów z biowęgla oraz część Cr (III) zredukowanego z Cr (VI) została uwolniona do wodnego roztworu, a druga część Cr (III) została skompleksowana z grupami funkcyjnymi na biowęglu [14]. Ci sami badacze wskazali również, że grupy funkcyjne odegrały ważną rolę w adsorpcji Pb na biowęglu pochodzącym z osadu ściekowego, który obejmuje wymianę metali z  $K^+$  i  $Na^+$  dzięki zewnętrznej elektrostatycznej kompleksacji, kompleksowania powierzchni z wolnymi karboksylowymi grupami funkcyjnymi i wolnym hydroksylem funkcjonalnym grupy i kompleksowania wewnętrznej sfery z wolnymi grupami hydroksylowymi [14]. Podobne mechanizmy można również zaobserwować w adsorpcji Cd (II) na biowęglu pochodzącym ze słomy kukurydzianej [15]. Ponadto w badaniu samego procesu adsorpcji kluczową rolę odegrały składniki mineralne biowęgla.

W innych badaniach dotyczących usuwania Cu, Zn i Cd naukowcy (X. Xu i in. [16]) udowodnili, że biowęgiel pochodzący z obornika był bogaty w  $PO_4^{3-}$  i  $CO_3^{2-}$ . Te składniki mineralne służyły jako dodatkowe miejsca adsorpcji, przyczyniając się do wysokiej zdolności immobilizacji jonów metali przez biowęgiel [16]. Podobny wynik stwierdzono w adsorpcji Pb- przez biowęgiel pochodzący z gnojowicy. Naukowcy (X. Tan i in. [5]) postawili hipotezę, że wysoka wydajność usuwania Pb przez biowęgiel może być przypisana tworzeniu wytrąconego Pb-fosforanu  $Pb_9(PO_4)_6$  i wytrącaniu Pb-węglanu  $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ . Stwierdzono, że kompleksowanie Al z grupami organicznymi (hydroksylową i karboksylową), adsorpcja powierzchni i współstrącanie Al z cząstkami krzemianu (jako  $KAlSi_3O_8$ ) przyczyniły się do adsorpcji Al na biowęglu. Ponadto powierzchnia i porowata struktura biowęgla mogą również wpływać na adsorpcję metali ciężkich. Biowęgiel zarówno w zależności od rodzaju surowca, jak i procesu pirolizy może posiadać różne wielkości powierzchni i porów wewnątrz cząstek, które umożliwiają im łatwy dostęp do jonów metali ze środowiska [5]. Jednakże pole powierzchni i porowata struktura biowęgla wydają się mieć mniejszy wpływ na adsorpcję jonów metali niż grupy funkcyjne zawierające tlen. Tlenowe grupy funkcyjne są prawdopodobnie odpowiedzialne za wysoką sorpcję Pb na biowęglu niskotemperaturowym (250 i 400°C), a dyfuzja wewnątrzcząsteczkowa była głównie odpowiedzialna za niską absorpcję Pb na biowęglu otrzymywanym w wysokiej temperaturze (500 i 600°C). Badacze (A. Samsuri i in. [17]) w swoich eksperymentach wykorzystali biowęgiel pochodzący z oleju palmowego i z łupin ryżowych do adsorpcji różnych metali ciężkich, wyniki świadczą



o tym, że te z mniejszą powierzchnią wykazują wyższą zdolność adsorpcji dla metali ciężkich, co sugeruje, że powierzchnie były mniej węższe niż tlenowe grupy funkcyjne [17].

Bardzo istotną sprawą w sorpcji jonów dwuwartościowych jest wartość pH i różni się w zależności od rodzaju metalu, ponieważ pH roztworu znacząco oddziałuje zarówno na specyfikację metalu, jak i na powierzchniowy ładunek biowęglu. Zmiana pH roztworu wpływa na kompleksowanie powierzchniowych grup funkcyjnych (tlenowych, karboksylowych, hydroksylowych i aminowych). Na przykład jonizacja grupy karboksylowej wynosi  $\sim$  pH 3–4 [18]. Wzrost pH powoduje deprotonowanie grupy karboksylowej w celu efektywnego kompleksowania z dodatnio naładowanymi jonami metalu. Na przykład przy wzroście pH od 3 do 7, biowęgiel otrzymany z słomy był bardziej ujemnie naładowany z powodu zwiększonej deprotonacji grup funkcyjnych. Zdolność sorpcji jonów metali przez biowęgiel zmieniła się o 1–3 rzędów wielkości, od 1 do 200  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  (tabela 2) [19].

Tabela 2

*Pojemność sorpcyjna i optymalne pH biowęglu wytwarzanego z różnych surowców do sorpcji metali z roztworów wodnych [11]*

Surowiec do produkcji biowęglu (temperatura pirolizy)	Jon metalu	pH	Pojemność sorpcyjna [ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ]
Łuska ryżowa (400°C)	As (III)	8,0	19,30
	As (V)	6,0	7,10
	Cr (III)	4,0	14,00
Drewno sosnowe (400–450°C)	As (III)	3,5	1,20
	Pb	5,0	4,13
Korę sosnowa (400–450°C)	As (III)	3,5	12,20
	Pb	5,0	3,00
Drzewo liściaste (400–450°C)	As (III)	3,5	5,85
	Cu	5,0	6,79
	Pb	5,0	2,62
	Zn	5,0	4,54
Korę dębu (400–450°C)	As (III)	3,5	7,40
	Cd	5,0	5,40
	Pb	5,0	13,10
Słoma – rzepakowa, kukurydźna (400–600°C)	Cr (III)	4,0	14,60
Słoma kukurydźna (600°C)	Cu	5,0	12,50
	Zn	5,0	11,00
Osad ściekowy (550°C)	Pb	5,0	30,90
Obornik (200 i 350°C)	Cd	–	31,90 i 51,40

## 4. Podsumowanie

Biowęgiel może być wytwarzany z różnych odpadów biomasowych. W niniejszym artykule skupiono się na najnowszych osiągnięciach związanych z usuwaniem toksycznych jonów metali ze środowiska. Naturalne zdolności sorpcyjne biowęgla uzależnione są od wielu czynników. Poza budową, rodzajem surowca, jak i stopniem rozdrobnienia oraz właściwościami usuwanego jonu, bardzo istotne są również warunki zewnętrzne, takie jak pH roztworu oraz temperatura procesu pirolizy. Analizy charakterystyki i wyniki eksperymentu adsorpcyjnego pokazały, że biowęgiel może być użyty jako obiecujący adsorbent. Zaprezentowane przykładowe mechanizmy adsorpcji ujawniają, że różne rodzaje oddziaływań, w tym przyciąganie elektrostatyczne, wymiana jonowa, adsorpcja fizyczna i wiązanie chemiczne (kompleksowanie i/lub wytrącanie) są w przeważającej mierze odpowiedzialne za wiązanie zanieczyszczeń wody. Chociaż biowęgiel posiada wysoki potencjał do usuwania toksycznych jonów metali z zanieczyszczonych roztworów wodnych, to koszt produkcji jest nadal głównym ograniczeniem w potencjalnym zastosowaniu. Jego znakomite właściwości sorpcyjne wynikają nie tylko z doskonałej zdolności adsorpcji toksycznych jonów metali, ale także z korzyści środowiskowych, ponieważ zaletą stosowania biowęgla jest jego naturalna biodegradacja w środowisku\*.

## Literatura

- [1] T r i p a t h i M., S a h u J., G a n e s a n P., *Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: A review*, „Renewable Sustainable Energy Reviews” 2016, Vol. 55, s. 467–481.
- [2] J ä r u p L., *Hazards of heavy metal contamination*, „British Medical Bulletin” 2003, Vol. 68, s. 167–182.
- [3] D e m i r b a s A., *Heavy metal sorption onto agro-based waste materials: a review*, „Journal of Hazardous Materials” 2008, Vol. 157, No. 2/3, s. 220–229.
- [4] M e d y Ń s k a - J u r a s z e k A., *Biowęgiel jako dodatek do gleb*, „Soil Science Annual” 2016, Vol. 67, No. 3, s. 151–157.
- [5] T a n X., L i u Y., Z e n g G., W a n g X., H u X., G u Y., Y a n g Z., *Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions*, „Chemosphere” 2015, Vol. 125, s. 70–85.
- [6] S h e n Z., Z h a n g Y., M c M i l l a n O., J i n F., A l - T a b b a a A., *Characteristics and mechanisms of nickel adsorption on biochars produced from wheat straw pellets and rice husk*, „Environmental Science and Pollution Research” 2017, Vol. 24, No. 14, s. 12809–12819.
- [7] H a n s e n J., <http://fingerlakesbiochar.com/markets-for-biochar/>, „Markets for Biochar” 2015 (20.07.2018).
- [8] W a n g D., M i n Y., Y u Y., *Facile synthesis of wheat bran-derived honeycomb like hierarchical carbon for advanced symmetric supercapacitor applications*, „Journal of Solid State Electrochemistry” 2015, Vol. 19, No. 2, s. 577–584.

---

\* Praca została sfinansowana ze środków na działalność statutową Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych za 2017 r.

- [9] Wang Y., Liu R., *Comparison of characteristics of twenty-one types of biochar and their ability to remove multi-heavy metals and methylene blue in solution*, „Fuel Process Technology” 2017, Vol. 160, s. 55–63.
- [10] Marris E., *Putting the carbon back: black is the new green*, „Nature” 2006, Vol. 442, s. 624–626.
- [11] Li H., Dong X., daSilva E., De Oliveira L., Chen Y., Ma L.Q., *Mechanisms of metal sorption by biochars: Biochar characteristics and modifications*, „Chemosphere” 2017, Vol. 178, s. 466–478.
- [12] Wiedner K., Fischer D., Walther S., Criscuoli I., Favilli F., NELLE O., Glaser B., *Acceleration of biochar surface oxidation during composting?*, „Journal of Agricultural and Food Chemistry” 2015, Vol. 63, s. 3830–3837.
- [13] Oleszczuk P., Joško J., Futa B., Pasieczna-Patkowska S., Pałys E., Kraska P., *Effect of pesticides on microorganisms, enzymatic activity and plant in biochar-amended soil*, „Geoderma” 2014, Vol. 214/215, s. 10–18.
- [14] Dong X., Ma L.Q., Li Y., *Characteristics and mechanisms of hexavalent chromium removal by biochar from sugar beet tailing*, „Journal Hazardous Materials” 2011, Vol. 190, No. 1/3, s. 909–915.
- [15] Sun J., Lian F., Liu Z., Zhu L., Song Z., *Biochars derived from various crop straws: characterization and Cd (II) removal potential*, „Ecotoxicology Environmental Safety” 2014, Vol. 106, s. 226–231.
- [16] Xu X., Cao X., Zhao L., Wang H., Yu H., Gao B., *Removal of Cu, Zn, and Cd from aqueous solutions by the dairy manure-derived biochar*, „Environmental Science and Pollution Research” 2013, Vol. 20, No. 1, s. 358–368.
- [17] Samsuri A., Sadegh-Zadeh F., Seh-Bardan B., *Characterization of biochars produced from oil palm and rice husks and their adsorption capacities for heavy metals*, „International Journal of Environmental Science and Technology” 2014, Vol. 11, No. 4, s. 967–976.
- [18] Pulido-Novicio L., Kurimoto Y., Aoyama M., Seki K., Doi S., Hata T., Ishihara S., Imamura Y., *Adsorption of mercury by sugi wood carbonized at 1000°C*, „Journal of Wood Science” 2001, Vol. 47, No. 2, s. 159–162.
- [19] Yuan J.H., Xu R.K., Zhang H., *The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures*, „Bioresource Technology” 2011, Vol. 102, No. 3, s. 3488–3497.

EWELINA ŚLĘZAK  
JOANNA POLUSZYŃSKA

#### THE SORPTION POSSIBILITIES OF THE BIOCHAR AS A DECONTAMINATING AGENT FROM AQUATIC ENVIRONMENT

**Keywords:** biochar, sorption, metal ions, environmental protection.

The biochar is a material which gaining more attention as a effective sorbent for the purification toxic metals ions (As, Cr, Pb, Cu, Zn and Cd) from environmentally aqueous solutions. However, there is not so many information about sorption mechanisms of metals ions. In this paper presented factors

and proposed mechanisms of adsorption to explain about behavior of adsorption by the biochar. The article summarized the characteristic of the biochar (eg. surface area, porosity, pH, surface charge, and functional groups minerals) and mechanism which that can be regulate sorption. Biochar has much different properties, which depending at the type of feed material and temperature of pyrolysis. In the higher temperatures we can produce biochar with larger surface area, porosity, pH and mineral content, but less functional groups. This paper present the biochar as a material which demonstrating a large potential for effective control by the pollution of aquatic environment, taking the wide availability of materials and favorable physical and chemical properties.