

Słowa kluczowe: osad poflotacyjny, fitotoksyczność

Justyna RYBAK*, Małgorzata KRAWCZYŃSKA*, Joanna BIAZIK*,
Barbara KOŁWZAN*, Kazimierz GRABAS*

FITOTOKSYCZNOŚĆ OSADÓW POFLOTACYJNYCH W REJONIE IWIN (ZBIORNIK KONRAD, GMINA WARTA BOLESŁAWIECKA)

W artykule przedstawiono wyniki badań toksykologicznych prowadzonych metodą wazonową na trzech wybranych gatunkach roślin. W doświadczeniu wykorzystano specjalnie przygotowane podłoże zawierające osad po flotacji rudy miedzi pochodzący z nieczynnego osadnika Konrad, który nie został poddany zabiegom rekultywacji biologicznej. Otrzymane wyniki wskazują, że *Zea mays* i *Cucumis sativus* były mniej wrażliwe niż *Avena sativa*, która może znaleźć zastosowanie w bioindykacji rekultywowanych osadników poflotacyjnych w rejonie Iwin.

1. WSTĘP

Na Dolnym Śląsku zasoby rudy miedzi znajdują się głównie w okolicy Lubina, Polkowic, Sieroszowic i Rudna (Zagłębie Lubińsko-Głogowskie) oraz na zapadlisku północnosudeckim, gdzie funkcjonowały kiedyś już zamknięte kopalnie: Lena, Konrad, Upadowa-Rodzicz, Nowy Kościół i Lubiachów (Zagłębie Bolesławieckie) [3,14]. Wydobyta ruda posiadająca od 1 do 2% miedzi jest kruszona i mielona na mokro, następnie w postaci zawiesiny w wodzie jest transportowana do maszyn flotacyjnych. Tam odbywa się proces oddzielania minerałów miedzi od skały płonnej. W procesie tym powstają bardzo duże ilości drobnoziarnistych odpadów mineralnych, stanowiących ponad 90% wydobytej rudy, zawierające śladowe ilości związków metali, odczynników modyfikujących właściwości powierzchniowe minerałów miedzi oraz środków pianotwórczych stosowanych w procesie wzbogacania. Skała płonna wraz z wysoko mineralizowaną wodą technologiczną, dostarczana jest do składowisk i osadzana jako osady poflotacyjne. Takie osady składowane są zwykle w pobliżu zakładów przetwórczych ze względu na koszty transportu. Rocznie przybywa od 10 do 25 mln ton odpadów [7,8,10,16].

* Politechnika Wroclawska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, Zakład Biologii i Ekologii,
50-370 Wrocław, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, email: justyna.rybak@pwr.wroc.pl

Składowiska odpadów poflotacyjnych są szkodliwe dla środowiska ze względu na zanieczyszczenie wód czy zjawisko wywiewania pyłów zawierających metale ciężkie. Procesami, które intensyfikują migrację zanieczyszczeń ze składowisk są procesy wietrzenia oraz erozji wodnej i eolicznej. Zasięg ich oddziaływania uzależniony jest od lokalnych uwarunkowań środowiskowych, miejsca składowania oraz podjętych działań ograniczających ujemny wpływ na środowisko [4,5,10].

W zależności od rudy oraz technologii przeróbki, odpad poflotacyjny charakteryzuje się znacznym stopniem okruszenia oraz zróżnicowaną budową litogeniczną. W efekcie powstają odpady flotacyjne różniące się właściwościami fizycznymi oraz składem chemicznym i mineralogicznym [10].

Konieczność składowania odpadów wiąże się z wyłączeniem z użytkowania znacznych powierzchni i stwarza zagrożenie związane z infiltracją wód nadosadowych, a także z emisją pyłów zawierających metale ciężkie, co może powodować zanieczyszczenie gleb i negatywny wpływ na rozwój roślin w sąsiedztwie obiektu. Najwięcej badań dotyczących oddziaływań na środowisko odpadów poflotacyjnych przeprowadzono na obszarze największego składowiska KGHM Żelazny Most [1,6,14]. Mniej uwagi poświęcono oddziaływaniu na środowisko innych osadników tzw. starego zagłębia, które pozostają niezrekultywowane [11].

Istotne wydaje się poznanie wpływu takich osadników na organizmy żywe poprzez ocenę ekotoksykologiczną z wykorzystaniem bioindykatorów reprezentujących wszystkie poziomy troficzne charakterystyczne dla danego ekosystemu. W charakterze bioindykatorów wykorzystywane są liczne gatunki roślin i zwierząt. Ich zastosowanie pozwala na ocenę toksyczności zanieczyszczeń obecnych w różnych próbkach środowiskowych. Wiele uzyskanych danych eksperymentalnych wskazuje na to, że rośliny wyższe mogą stanowić kluczowy element stosowanej do tego celu baterii biotestów [2,9]. Wynika to faktu, że same właściwości gleby mogą w zasadniczy sposób zmieniać dostępność biologiczną i toksyczność różnych zanieczyszczeń w stosunku do roślin wyższych [13]. Dlatego też w przedstawionej pracy zajęto się głównie zagadnieniem wpływu osadów poflotacyjnych na rozwój wybranych roślin.

2. MATERIAŁY I METODY

2.1. TEST HAMOWANIA WZROSTU KORZENI

Materiał wykorzystany do badań toksykologicznych, został pobrany z nieczynnego składowiska Konrad. Szlamy poflotacyjne, zdeponowane w zbiorniku, pochodziły z odległego o 3,5 km Wydziału Przeróbki Rud Miedzi przy ZG „Konrad”. Pod względem składu granulometrycznego stanowią one utwory pyłowo-ilaste, z niewielką domieszką frakcji piaszczystych.

Tab. 1. Średni skład ziarnowy odpadów zdeponowanych na składowisku Konrad [11]

% zawartości frakcji o średnicy			
> 0,2 mm	0,2–0,1 mm	0,1–0,06 mm	< 0,06 mm
7,2	3,7	4,2	84,3

Osad poflotacyjny pobierany był łopatką z głębokości 20 cm do plastikowych torebek. Następnie został wysuszony w warunkach laboratoryjnych w temperaturze pokojowej i przesiany przez sito o otworach od 4 mm do 5 mm. Wykonano rozcieńczenia osadu poflotacyjnego z glebą ogrodową. W doniczkach umieszczono po 500 g tak przygotowanego podłoża. Następnie wysiano po 8 wcześniej skielkowanych nasion na doniczkę. Do badań wybrano trzy gatunki roślin: *Zea mays*, *Cucumis sativus* i *Avena sativa*. Wilgotność utrzymana była na poziomie ok. 70% WHC przez cały czas trwania eksperymentu. Hodowlę prowadzono w fitotronie z zachowaniem dobowego rytmu dnia i nocy (16h dzień, 8h noc), w temperaturze 20/16±1°C (dzień/noc). Doświadczenie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach. Po 14 dniach siewki zostały usunięte z gleby i dokonano pomiarów długości korzeni [12].

3. WYNIKI

Wyniki średniej długości korzenia w poszczególnych rozcieńczeniach przedstawiono w tabeli (tab. 2). Następnie obliczono procentowe zahamowanie wzrostu korzeni dla poszczególnych gatunków roślin hodowanych na podłożu zawierającym osad w różnych rozcieńczeniach. Otrzymane wyniki wskazują, że *Avena sativa* była najbardziej wrażliwym, z pośród badanych, gatunkiem ponieważ zaobserwowano największy procent zahamowania wzrostu korzenia u tego gatunku (tab. 3 i rys. 1). Wynik ten potwierdzają obliczone wartości IC₅₀ (tab. 4). Do obliczeń stężenia powodującego 50% inhibicję wzrostu korzeni badanych roślin wykorzystano metodę logitową.

Tab. 2. Średnie długości korzeni dla poszczególnych gatunków

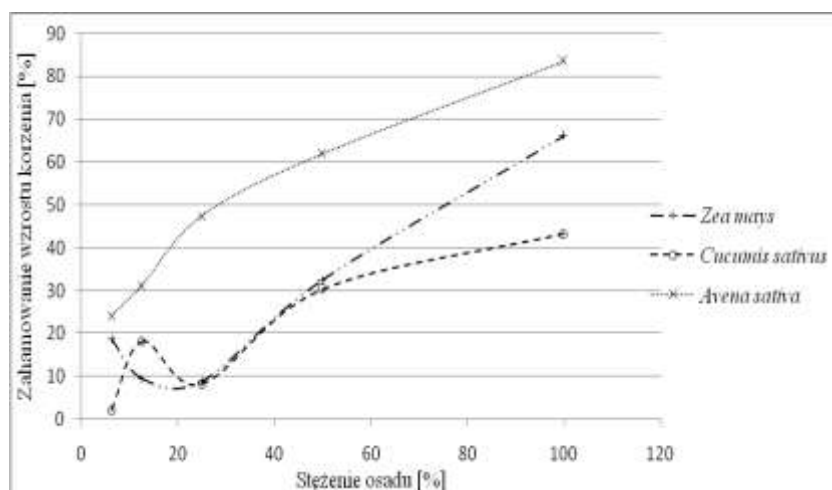
Stężenie [%]	Średnia długość korzenia [cm]		
	<i>Zea mays</i>	<i>Cucumis sativus</i>	<i>Avena sativa</i>
kontrola	14,63	5,82	12,51
6,25	11,88	5,7	9,49
12,5	13,25	4,76	8,6
25	13,33	5,34	6,58
50	9,87	4,05	4,75
100	4,95	3,3	2,06

Tab. 3. Zahamowanie wzrostu korzeni w porównaniu z kontrolą

Stężenie [%]	Zahamowanie wzrostu korzenia w stosunku do kontroli [%]		
	<i>Zea mays</i>	<i>Cucumis sativus</i>	<i>Avena sativa</i>
6,25	19	2	24
12,5	9	18	31
25	9	8	47
50	32	30	62
100	66	43	83

Tab. 4. Stężenia powodujące 50% inhibicję wzrostu korzeni badanych roślin

IC ₅₀ [%]		
<i>Zea mays</i>	<i>Cucumis sativus</i>	<i>Avena sativa</i>
72	116	25



Rys 1. Zależność zahamowania wzrostu korzenia poszczególnych roślin od stężenia osadu

4. DYSKUSJA I WNIOSKI

Odpady poflotacyjne zdeponowane na składowisku Konrad, ze względu na obecność metali ciężkich oraz swój skład ziarnowy (duży udział frakcji najdrobniejszej) charakteryzują się wieloma cechami niekorzystnymi dla vegetacji roślin, tj.: mała przewiewność, duża retencja wód opadowych w postaci wody higroskopijnej i błonkowej, a więc niedostępnej dla roślin. Ilość wody opadowej dostępnej dla roślin wynosi około 10%, wody trudnodostępnej – około 30%.

W składzie chemicznym dominuje CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO. Obecność tlenku wapnia warunkuje wysoki odczyn odpadów, pH 8,0–8,5. Ponadto występuje duża ilość K₂O i pierwiastków śladowych, głównie Cu i Pb, których zawartości wielokrotnie przekraczają dopuszczalne wartości dla gleb. Bardzo niska jest zawartość przyswajalnego fosforu, jej wartości nie przekraczają 0,1 mg/100 g oraz azotu. Dodatkowym czynnikiem ograniczającym dostępność tych pierwiastków jest wysokie pH [11]. Na podstawie przeprowadzonych badań uzyskano informacje na temat wpływu podłoża zawierającego osad poflotacyjny na wzrost korzeni wybranych gatunków roślin. Wykazały one, że *Zea mays* i *Cucumis sativus* były mniej wrażliwe niż *Avena sativa*, która może znaleźć swoje zastosowanie w bioindykacji rekultywowanych osadników poflotacyjnych w rejonie Iwin.

Praca została wykonana w ramach projektu badawczego rozwojowego nr R14 039 03 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

LITERATURA

- [1] Angelow Z., Chodak T., Kabała C., Kaszubkiewicz J., Szerszeń L. 2000. Oddziaływanie zbiornika odpadów poflotacyjnych Żelazny Most na otaczające środowisko glebowe. Roczn. AR w Poznaniu. Rolnictwo 56: 327–339.
- [2] Barbero P., Beltrami M., Baudo R., Rossi D. 2001. Assessment of Lake Orta sediments phytotoxicity after limiting treatment. J. Limnol., 60 (2) 269-276.
- [3] „Budowa geologiczna Polski” Tom VI „Złoża surowców mineralnych” pod redakcją naukową Osiki R., Wydawnictwo Geologiczne 1987 r.
- [4] Chodak T., Szerszeń L. „Ocena stanu środowiska glebowego Dolnego Śląska. Geochemiczne, hydrochemiczne i biochemiczne zmiany środowiska przyrodniczego na obszarach objętych antropopresją” Materiał IV Konferencji Naukowej Kraków – AGH, 1997 r.
- [5] Chodak T., Szerszeń L. „Zmiany w środowisku glebowym pod wpływem przemysłu i rolnictwa na Dolnym Śląsku” Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych nr 460, 1998 r.
- [6] Chodak T., Kaszubkiewicz J., Kabała C., Szerszeń L., Kotecki A., Mikołajczak Z., Jezierski D., Gałka B., Woźniczka P., Ochman D. 2006. Ocena degradacji oraz możliwości zagospodarowania gleb obszaru ograniczonego użytkowania w otoczeniu składowiska odpadów poflotacyjnych Żelazny Most. Zesz. Nauk. Polit. Śl. 1732, Górnictwo 272: 21–30
- [7] Czaban S. „Składowisko odpadów z flotacji rud miedzi „Żelazny Most”, Biuletyn Ochrony Środowiska KGHM Polska Miedz S.A. 2000 r.
- [8] Dobrzyński J., Brydziak H., „Wpływ polskiego przemysłu miedziowego na środowisko naturalne”, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych nr 434, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Wrocław 1995 r.
- [9] Kirk J.L., Klironomos J.N., Lee H., Trevors J.T. 2002. Phytotoxicity assay to assess plant species for phytoremediation of petroleum-contaminated soil. Bioremed. Journal, 6 (1) 57-63
- [10] Krajeński J., Babińska M., Horodecki W., „Problemy rekultywacji składowisk odpadów z flotacji rud miedzi”, Centrum Badawczo-Projektowe Miedzi „Cuprum” we Wrocławiu
- [11] Piestrzyński A. (red.) 1996 Monografia KGHM S.A.. CBPM Cuprum, Wrocław–Lubin.
- [12] PN-ISO 11269-1, „Jakość gleby – oznaczenie wpływu zanieczyszczeń na florę glebową – Arkuszy 1. Metoda hamowania wzrostu korzeni. 1998

- [13] Streibig J.C., Walker A., Blair A.M., Anderson T.G., Eagle D.J., Friedlander H., Hacker E., Iwanzik W., Kudsk P., Labhart C., Luscombe B.M., Madafiglio G., Nel P.C., Pestemer W., Rahman A., Retzlaff G., Rola J., Stefanowicz L., Straathof H.J.M., Thies E.P. 1995. Variability of bioassays with metsulfuron-methyl in soil. *Weed Res* 35: 215-224.
- [14] Szerszeń L., Chodak T., Kabała C., Karczewska A., Bartoszevska K. 1996. Pierwiastki śladowe w glebach i roślinach w rejonie zbiornika odpadów poflotacyjnych Żelazny Most. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 434, 2: 889–894
- [15] surowce mineralne Dolnego Śląska” praca zbiorowa pod redakcją naukową Dziejzica K., Kozłowskiego S., Majerowicza A., Rawickiego L. PAN, 1979 r.
- [16] Żylińska – Dusza R., Lewiński J. „ Ochrona środowiska w KGHM Polska Miedź S.A. Oddziaływanie eksploatacji górniczej w KGHM Polska Miedź S.A. na środowisko ” - „ Rekultywacja i ochrona środowiska w regionach górniczo – przemysłowych ”, Legnica 1998 r.

PHYTOTOXICITY OF FLOTATION TAILINGS IN AREA OF IWINY (FLOTATION TANK KONRAD, WARTA BOLESŁAWIECKA)

Assessment of phytotoxicity of sediment after copper ore flotation on three species of plant was presented in this article. Special prepared soil which contained flotation tailing and uncontaminated sand was used in experiment. Flotation tailing came from inactive tank Konrad, which was not put to the test of biological reclamation. Results indicate that *Zea mays* and *Cucumis sativus* were less sensitive than *Avena sativa*, which can find application in bioindication of reclaiming flotation tanks in area of Iwiny.