

**BIOUTYLIZACJA ODPADÓW MEDYCZNYCH Z WYKORZYSTANIEM
KOMPOSTOWCA RÓŻOWEGO (*EISENIA FETIDA*)/CZERWONEJ HYBRYDY
KALIFORNIJSKIEJ (*RED HYBRID OF CALIFORNIA*)**

BIO-UTILIZATION OF MEDICAL WASTE WITH THE USE OF PINK COMPOST
(*EISENIA FETIDA*)/RED HYBRID OF CALIFORNIA)

Zuzanna Głuszek

ABSTRACT

Sanatorium treatment offers patients a wide range of treatments, including mud treatments. Post-treatment mud is medical waste and therefore requires appropriate disposal. At the same time, due to the rich mineralization, it is readily used by farmers as a material enriching the soil for cultivation. For health safety reasons, it should be treated before it is released into the environment. Proper management of medical waste is regulated by specific regulations. This is due to the potential threat posed by their infection and the possibility of the infectious agent getting into the environment and then transferring this factor to the human population. The above problem has become particularly visible recently. The huge amount of protective masks and disposable gloves, abandoned by the society in any place, proves a high social ignorance, and therefore requires many activities to make the society aware of the consequences of improper management of medical waste. Such waste should be segregated. High social awareness is required here, as evidenced by recent events in the world related to the spread of the Covid-19 virus. As peloid used for therapeutic treatments has direct contact with the human body, it may be a potential pathogenic factor, therefore it is treated as medical waste and requires special disposal methods.

In this study, the proposed method of peloid bio-utilization is its remediation in the most environmentally friendly way, i.e. using the bioremediation abilities of the earthworm – red Californian hybrid/pink compost (*Eisenia fetida*), to be managed in a safe manner and then reused. The research carried out in the study proved that, as a result of bio-utilization carried out by the pink compost, peloid does not change its physicochemical composition, but is also no longer an infectious material, which means that it can be reused and safely introduced into the ecosystem.

Słowa kluczowe: odpad medyczny, utylizacja, remediacja, gleba rolnicza

Key words: medical waste, utilization, remediation, agricultural soil

Zuzanna Głuszek, kl. II, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im. Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: zuza0418@gmail.com

Opiekun merytoryczny/*Guardian substantive*: dr hab. Małgorzata Anna Józwiak

Wprowadzenie

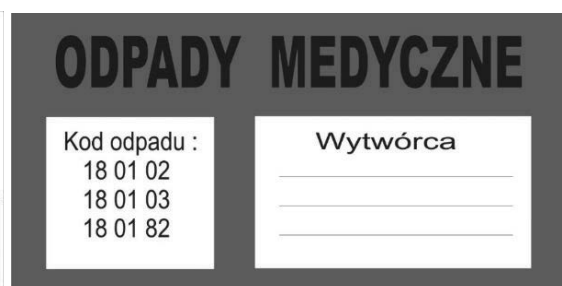
Na terenie województwa świętokrzyskiego, ze względu na bogate zasoby wód solankowych, rozwinęło się leczenie sanatoryjne. Oprócz zabiegów zwią-

zanych z wykorzystaniem wód siarkowych sanatoria w Busku-Zdroju i Solcu-Zdroju proponują pacjentom szeroki zakres zabiegów, w tym zabiegów z błota borowinowego. Borowina pozabiegowa jest odpadem medycznym, wymaga więc stosownej utylizacji. Jed-

nocześnie ze względu na bogatą mineralizację chętnie użytkowana jest przez lokalnych rolników jako materiał wzbogacający gleby pod uprawy (Białas Z. 2004). Ze względów bezpieczeństwa zdrowotnego należy ją poddać uzdatnieniu przed wprowadzeniem do środowiska. W niniejszej pracy proponowanym sposobem bioutylizacji borowiny jest jej remediacja w sposób najbardziej przyjazny środowisku, tj. z wykorzystaniem zdolności bioremediacyjnych dżdżownicy, czerwonej hybrydy kalifornijskiej/kompostowca różowego (*Eisenia fetida*).

Celem przedstawionej pracy jest wskazanie zagrożenia wynikającego z nieprawidłowego utylizowania odpadów medycznych, wskazanie sposobów ich zagospodarowania w sposób bezpieczny a następnie powtórne ich wykorzystania. Prawidłowe zagospodarowanie odpadów medycznych regulowane jest szczegółowymi przepisami. Wynika to z potencjalnego zagrożenia jakie niesie ze sobą ich zakażenie i możliwość przedostania się czynnika infekcyjnego do środowiska a następnie przeniesienie tego czynnika na populację ludzką. Problem powyższy unaoczniał się w sposób szczególny w ostatnim czasie. Ogromna ilość maseczek ochronnych i rękawiczek jednorazowego użytku porzucana przez społeczeństwo w dowolnych miejscach świadczy o dużej niewiedzy społecznej, a więc wymaga wielu działań uświadamiających społeczeństwo o konsekwencjach wynikających z nieprawidłowego gospodarowania odpadami medycznymi. Pozostawione w miejscach publicznych odpady pochodzące z gospodarstw domowych, które mogą zawierać odpady medyczne takie jak zużyte opatrunki, przeterminowane leki, podpaski higieniczne, pieluchy jednorazowe, to duży problem społeczny. Takie odpady już na poziomie gospodarstw domowych powinny podlegać segregacji. Tu również wymagana jest duża świadomość społeczna o czym świadczą ostatnie wydarzenia na świecie związane z rozprzestrzenieniem wirusa

SARS-CoV-2. Odpady medyczne to odpady powstające w związku z udzielaniem świadczeń zdrowotnych oraz prowadzeniem badań i doświadczeń naukowych w zakresie medycyny (art. 3 ust. 1 pkt 8 U.O.). Większość odpadów medycznych to odpady niebezpieczne. Odpady te zawierają materiały zakaźne lub potencjalnie zakaźne. Powstają w wyniku działań medycznych, takich jak leczenie, wymiany opatrunków, stosowanie zestawów medycznych (kroplówki, strzykawki, wenflony, bandaże, gaziki itp.). Odpady biomedyczne różnią się od zwykłych śmieci lub odpadów i posiadają zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia z dnia 24 lipca 2015r. specjalne kody klasyfikacyjne. Pierwsza grupa klasyfikacyjna odpadów medycznych (odpady zakaźne) – są to odpady niebezpieczne, które zawierają żywe mikroorganizmy lub ich toksyny, o których wiadomo lub co do których istnieją wiarygodne podstawy do przyjęcia, że wywołują choroby zakaźne u ludzi lub innych żywych organizmów. Do drugiej grupy odpadów niebezpiecznych zalicza się te które zawierają substancje chemiczne, o których wiadomo lub co do których istnieją wiarygodne podstawy do sądenia, że wywołują choroby niezakaźne u ludzi lub innych żywych organizmów albo mogą być źródłem skażenia środowiska. Trzecią grupę klasyfikacyjną odpadów medycznych są pozostałe odpady medyczne nieposiadające właściwości niebezpiecznych. Kody klasyfikacyjne odpadów są zgodne z przepisami rozporządzenia w sprawie katalogu odpadów. W ramach odpadów zakaźnych wyodrębniono grupę odpadów wysoce zakaźnych (§ 5 ust. 1 R.P.O.M.). To odpady zakaźne, w których zidentyfikowano lub co do których istnieje uzasadnione podejrzenie, że zawierają biologiczne czynniki chorobotwórcze, które podlegają zakwalifikowaniu do kategorii a 3. Odpady medyczne ze względu na ich niebezpieczne oddziaływanie wymagają szczególnego zabezpieczenia przez ich odpowiednią utylizację. Deponuje się je w miejscach oznaczonych odpowiednimi tablica-



Ryc. 1. Sposoby oznaczania odpadów medycznych

Fig. 1. Methods of labeling medical waste

<https://www.bing.com/images/search?q=odpady+medyczne&qpv=odpady+medyczne&form=IQFRML&first=1&tsc=ImageBasicHover>.

mi informacyjnymi, które ze względu na kolorystykę i wielkość widoczne są z dużych odległości (ryc. 1).

Pojemniki, do których wrzucane są opady, powinny być zaopatrzone w odpowiednią informację, powinny być łatwe do transportu, a przede wszystkim szczelnie zamknięte i tak jak cały odpad medyczny łatwe do utylizacji lub odkażenia (fot. 2).

Wymagane jest również segregowanie odpadów. Umożliwia to charakterystyczna kolorystyka pojemników lub worków do których wrzuca się odpady.

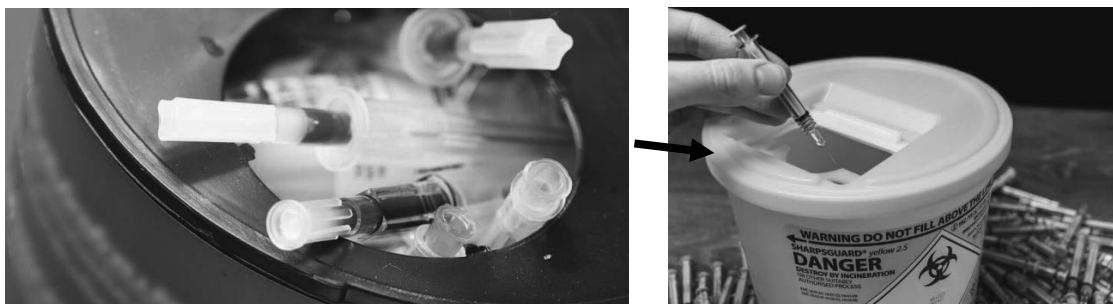
Do pojemników lub worków jednorazowego użycia koloru czerwonego zbiera się części ciała i organy, pojemniki na krew i konserwanty służące do jej przechowywania, odpady zawierające żywe drobnoustroje chorobotwórcze lub ich toksyny, o których wiadomo lub, co do których istnieją przypuszczenia, że wywołują choroby u ludzi i zwierząt. Przykładem są zainfekowane pieluchomajtki, podkłady czy podpaski, zużyte peloidy, pozostałości z żywienia pacjentów oddziałów zakaźnych. pojemniki lub worki jednorazowego użycia



Fot. 1. Sposób transportu odpadów medycznych
Photo 1. Method of transporting medical waste
<https://www.bing.com/images/search?q=odpady+medyczne&qpv=odpady+medyczne&form=IQFRML&first=1&tsc=ImageBasicHover>.

(Błaszczuk 2007). Pojemniki koloru żółtego są przeznaczone do zbierania chemikaliów, odczynników chemicznych, zawierających substancje niebezpieczne, leków cytotoksycznych i cytostatycznych, odpadów amalgamatu dentystycznego. Pojemniki, worki jednorazowego użycia lub pojemniki wielokrotnego użycia w kolorze innym niż czerwony czy żółty (np. niebieskie, czarne, zielone), do których zbiera się: narzędzia chirurgiczne i zabiegowe, opatrunki z materiału lub gipsu, pościel, ubrania jednorazowe, pieluchy, chemikalia i odczynniki chemiczne przedmioty o ostrych końcach zbiera się bezwzględnie tylko do pojemników jednorazowego użycia. w tym przypadku kolor pojemnika jest adekwatny do koloru worka lub pojemnika, w którym magazynowane są poszczególne kody odpadów wymienione wyżej. Szczegółowy sposób postępowania z odpadami medycznymi określa rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z odpadami medycznymi. Zakazuje się zbierania zakaźnych odpadów medycznych poza miejscem wytwarzania. Wytwórca zakaźnych odpadów medycznych obowiązany jest do bezzwłocznego dostarczenia wytworzonych odpadów do przystosowanych do tego celu pomieszczeń spełniających wymagania w zakresie magazynowania takich odpadów.

Zgodnie z przytoczonym rozporządzeniem zakazuje się unieszkodliwiania zakaźnych odpadów medycznych w spalarniach wraz z innymi odpadami i składowania zakaźnych odpadów medycznych na wspólnych składowiskach. Unieszkodliwianie tych odpadów wymaga uzyskania zezwolenia marszałka województwa. Marszałek województwa przed wydaniem ww. zezwolenia, występuje do Głównego Inspektora Sanitarnego o zgodę na dopuszczenie funkcjonowania instalacji lub urządzeń do unieszkodliwiania tych odpadów. Do odpadów medycznych zaliczana jest borowina pozabiegowa (fot. 3).



Fot. 2. Zróżnicowanie kolorystyczne pojemników z segregowanymi odpadami
Photo 2. Color differentiation of containers with segregated waste
<https://www.bing.com/images/search?q=odpady+medyczne&qpv=odpady+medyczne&form=IQFRML&first=1&tsc=ImageBasicHover>.



Fot. 3. Borowina pozabiegowa (Fot. Głuszek)
Photo 3. Post-treatment peat (Photo Głuszek)

Czym jest błoto borowinowe

Leczenie błotem borowinowym jest zjawiskiem powszechnym, stosowanym w balneoterapii i leczeniu sanatoryjnym. Borowina jest biologicznie czynnym rodzajem torfu leczniczego (balneologicznego), powstałego na obszarze torfowisk wysokich z obumarłej roślinności bagiennej. Zaliczana jest do peloidów, czyli dennych osadów wód, złożonych z resztek organicznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, zawierających duże stężenia soli mineralnych. Eksploatacja borowiny obejmuje etapy eksploatacja złóż torfu, magazynowanie borowiny, transport borowiny w miejsce jej przygotowania, przyrządzanie borowiny (odsiewanie, rozdrabnianie, mielenie, mieszanie z wodą, przygotowanie plastrów), przygotowanie materiału leczniczego do zabiegu (kontrola parametrów), przeprowadzenie zabiegu borowinowego (fot. 4), usunięcie borowiny pozabiegowej.

Borowina nazywana „czarnym złotem” to skuteczny lek stosowany w chorobach kośćca i dolegliwości ginekologicznych. Leczy choroby stawów i poprawia funkcjonowanie skóry.

Wykonywanie zabiegów wykorzystujących właściwości lecznicze borowiny, niesie ze sobą obowiązek zagospodarowania borowiny zużytej po wykonanym zabiegu (Drobnik, Latour 2009). Proces technologiczny użytkowania peloidów, powinien wykluczyć możliwość ponownego używania do zabiegów peloidów zużytych (odpadowych), zaś zużyta borowina powinna być odprowadzona poza obręb zakładu przyrodoleczniczego. Wykorzystanie zużytej borowiny w celach rolniczo-ogrodniczych, do nawożenia klombów i rabat wokół obiektów sanatoryjnych bez ich remediacji niezgodne jest z zasadami sanitarnymi. Błoto borowinowe pozabiegowe to peloid czyli rodzaj torfu przetworzonego przez bakterie humifikujące, który został



Fot. 4. Przeprowadzenie zabiegu borowinowego (Fot. Głuszek)
Photo 4. Conducting a mud treatment (Photo Głuszek)

zaklasyfikowany do odpadów medycznych o kodzie 18 01 80- (zużyte kąpiele lecznicze aktywne biologicznie o właściwościach zakaźnych) i na mocy rozporządzenia ministerstwa zdrowia z dnia 23 grudnia 2002 r. nie może być poddana odzyskowi.

Materiały i metody

Jak w bezpieczny sposób odzyskiwać błoto borowinowe

Bioutylizacja to oczyszczanie biologiczne np. odpadów głównie przez mikroorganizmy, ale również przez czerwoną hybrydę dżdżownicy kalifornijskiej. Bioremediacja to metoda przywracania optymalnych warunków życia w glebie z wykorzystaniem mikroorganizmów, roślin lub bezkręgowców do poziomu bezpiecznego dla tych organizmów (Błaszczuk 2007). na jej skuteczność wpływa obecność aktywnych szczepów bakterii, warunki glebowe i klimatyczne, zawartość i toksyczność występujących zanieczyszczeń. Ekosystemy charakteryzują się zdolnością do bioremediacji naturalnej, która przebiega samorzutnie. Zachodzi ona powszechnie w osadach dennych, samooczyszczających się wodach i w glebach. Najczęściej stosowaną metodą bioutylizacji niebezpiecznych zanieczyszczeń glebowych jest ich kompostowanie. Dzięki temu możliwa jest immobilizacja takich skażeń jak substancje petrochemiczne, związki organiczne np. chlorofenole, tnt (trinitrotoluen) (Mizera 2007, Błaszczuk 2007).

Jednym z najbardziej skutecznych organizmów glebowych stosowanych w procesie zooremediacji gleb jest *Eisenia fetida* (sav.). Vermikompost, biohumus to bardzo ceniony nawóz pochodzenia naturalnego. Można go stosować w różnych rodzajach upraw. Do jego produkcji przyczynia się czerwona hybryda kalifornijska.

W dwóch szczelnych pojemnikach wypełnionych błotem borowinowym należy założyć hodowlę kom-

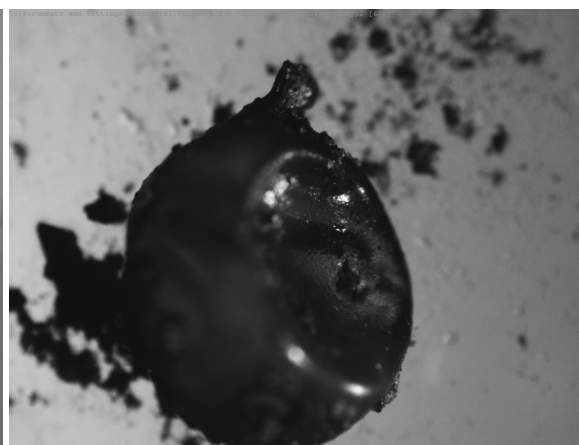
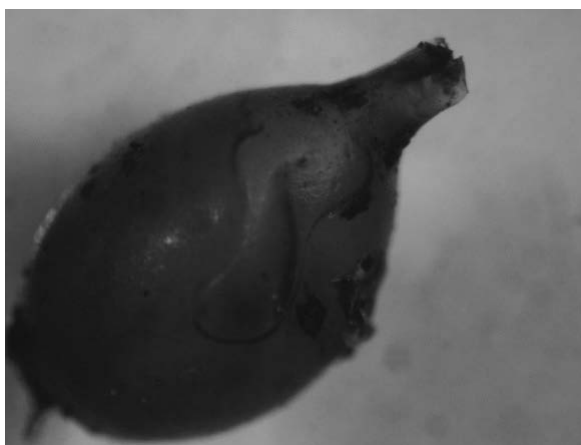
postowca różowego. W pojemniku pierwszym zastosować błoto borowinowe nie używane w zabiegu sanatoryjnym. W drugim pojemniku zastosować odpad borowinowy – po przeprowadzonym zabiegu sanatoryjnym. Przed wprowadzeniem dżdżownic wykonać analizę chemiczną podłoża borowinowego. Analiza chemiczna powinna być wykonana w mikroskopie elektronowym posiadającym mikroanalizator EDS EDAX GENESIS XM 4i. Następnie należy porównać wyniki analizy chemicznej obydwu wykonanych prób. Każdy z pojemników zaszczerpić taką samą ilością dżdżownic. Po upływie sześciu miesięcy dokonać ponownej analizy chemicznej i zestawzić porównawczo wyniki przeprowadzonych badań wykazując zdolności remediacyjne kompostowca różowego.

Charakterystyka obiektów badań

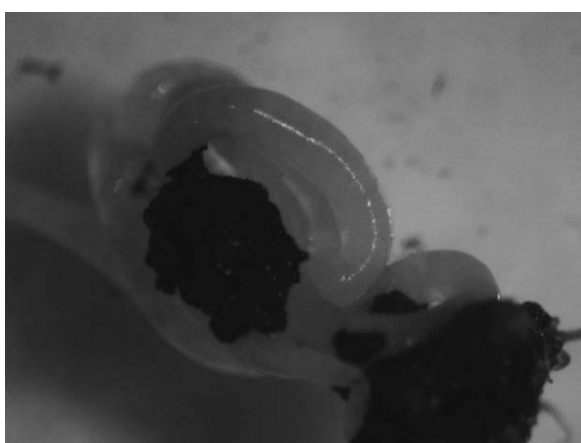
Czerwona hybryda kalifornijska/(Red Hybrid of California)/kompostowiec różowy (*Eisenia fetida*) (fot. 9, 10).

Hybryda ta to gatunek wyhodowany w celu utylizacji odpadów organicznych. Pierścienice zjadają odpady roślinne, papier, tkaniny naturalne, trawią je i wydalają w postaci bardzo wartościowego nawozu organicznego – biohumusu. Stwierdzono, że potrafią one rozkładać różne toksyczne zanieczyszczenia chemiczne, dlatego są również wykorzystywane w procesie utylizacji odpadów np. z oczyszczalni ścieków (Kalembasa 1998).

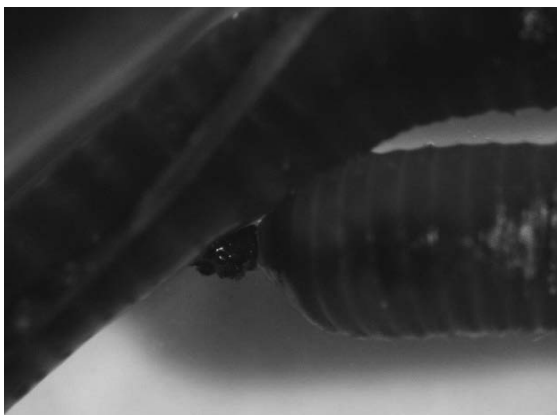
Hybryda jest dużo bardziej wytrzymała od dżdżownicy ziemnej, bardziej odporna na zanieczyszczenia gleby, a jej żywotność przekracza trzykrotnie żywotność dorosłej dżdżownicy ziemnej i wynosi ok. 15 lat. W sprzyjających warunkach hodowla przez rok może powiększyć się dziesięciokrotnie, przechodząc przez stadium młodociane (fot. 7, 8), a uzupełniana o wilgotną teksturę wytwarza liczne kokony, ponieważ celuloza jest potrzebna do tworzenia kokonów (fot. 5, 6). Najlepsze warunki do rozmnażania hybrydy to temperatura 15–30°C, przy wilgotności na poziomie 60–70%. Przetwarzając odpady dżdżownica tworzy biohumus – bardzo wartościowy nawóz biologiczny (Józwiak i in. 2014 Józwiak, Rybiński 2009).



Fot 5, 6. Amforowate kokony z rozwijającymi się formami młodocianymi (Fot. Głuszek)
Photo 5, 6. Amphora cocoons with developing juvenile forms (Photo Głuszek)

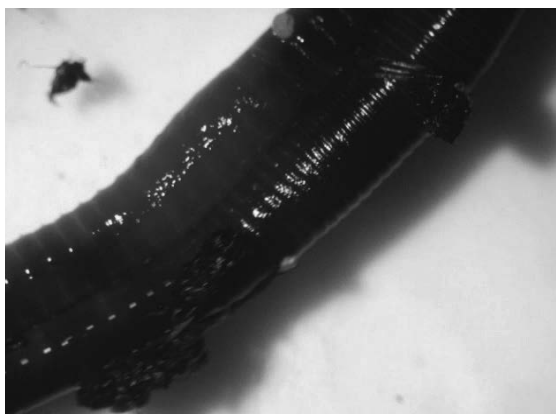


Fot. 7, 8. Niewybarwione, młodociane stadia po opuszczeniu kokonów (Fot. Głuszek)
Photo 7, 8. Unstained, juvenile stages after leaving the cocoons (Photo Głuszek)



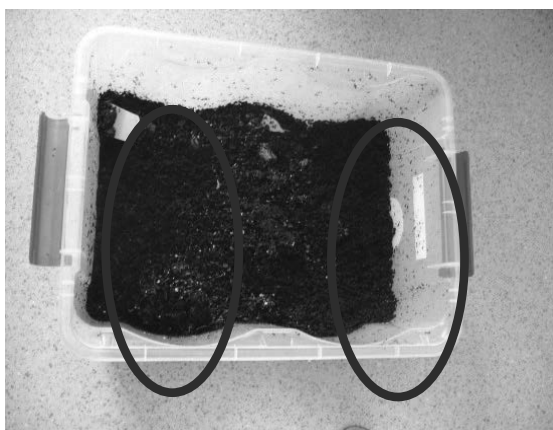
Fot. 9. Tylny odcinek ciała dżdżownicy z widocznym koprolitem (Fot. Głuszek)

Photo 9. The posterior body of the earthworm with a visible coprolite (Photo Głuszek)



Fot. 10. Ułożone równolegle ciała dżdżownic podczas zapłodnienia krzyżowego (Fot. Głuszek)

Photo 10. Parallel bodies of earthworms during cross fertilization (Photo Głuszek)

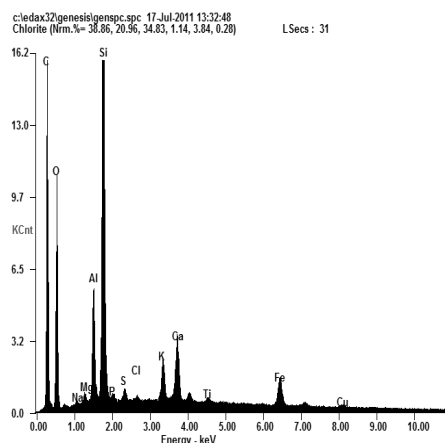


Fot. 11. Vermikompost powstały w wyniku bioremediaacji borowiny (Fot. Głuszek)

Photo 11. Vermicompost formed as a result of peloid bioremediation (Photo Głuszek)

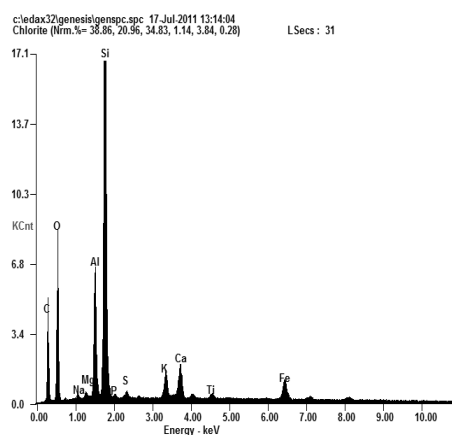
Wyniki

Roztwory barwników uzyskane podczas ekstrakcji charakteryzowały różnice w intensywności barwy. Najmocniej wysycony kolor charakteryzował ekstrakt uzyskany z czerwonej kapusty (fot. 10), w następnej kolejności z bakłażana (fot. 8), a najmniej intensywny kolor stwierdzono w odniesieniu do winogron (fot. 9). Przeprowadzając reakcję barwną z zastosowaniem zasady sodowej (NaOH) wykazano zmianę barwy antocyjanów w zależności od warunków pH środowiska. Doświadczenie potwierdziło rodzaj występujących w materiale biologicznym barwników. Podobnie na zmiany pH środowiska reagują antocyjany zawarte w jagodach, czarnej porzeczce, czarnym bzie. Barwa antocyjanów zależy nie tylko od ich budowy chemicznej. Duży wpływ na wygląd owoców ma także jego kwasowość (<https://antyoksydanty.wordpress.com/2015/05/04/barwniki-roslinne-antocyjany/>).



Ryc. 2. Procent wagowy i atomowy pierwiastków w wermikomposcie próby „0”

Fig. 2. Percentage by weight and atomic of elements in vermicompost of test „0”



Ryc. 3. Procent wagowy i atomowy pierwiastków w koprolitach próby „0”

Fig. 3. Weight percent and atomic percentage of elements in trial „0” coprolites

Podsumowanie i wnioski

Propozycje rozwiązania problemu utylizacji odpadu medycznego – borowiny z wykorzystaniem czerwonej hybrydy kalifornijskiej.

Uzdrowiska polskie nie prowadzą procesów regeneracji borowiny pozabiegowej, gdyż brak w tym zakresie wielu przepisów prawnych. Nie ma więc takiej możliwości, choć w literaturze pojawia się wiele wzmianek na ten temat. Stowarzyszenie Unia Uzdrowisk Polskich od lat wносиło do Ministerstwa Środowiska o zmianę przepisów dotyczących postępowania z odpadem borowinowym, a postulaty dotyczyły umożliwienia jego powtórnego zagospodarowania (tak jak ma to miejsce w krajach UE), a nie przeznaczenia borowiny pozabiegowej do spalania w spalarniach odpadów medycznych. Wejście w życie nowego rozporządzenia z dnia 20 stycznia 2015 r., w sprawie procesu odzysku R10 pozwala stosować borowinę pozabiegową na terenach leśnych, terenach zieleni miejskiej oraz w ogrodach i parkach.

Borowina, nazywana czarnym złotem, jest pożądanym surowcem peloidoterapeutycznym ze względu na swoją specyfikę. Na podstawie badań wykonanych na zlecenie uzdrowisk stwierdzono, że wykorzystanie borowiny pozabiegowej do procesu użyzniania gleby wpływa pozytywnie na poprawę właściwości retencyjnych i buforowych gleby. Borowina jest bowiem naturalnym materiałem organicznym, niezawierającym substancji szkodliwych dla zdrowia ludzi, środowiska glebowego i wód gruntowych. Po zabiegu borowina nie zmienia składu fizykochemicznego i nie jest materiałem zakaźnym (Kłapeć i in. 2013). Wstępne badania biologiczne borowiny pozabiegowej w aspekcie możliwości jej wykorzystania w rolnictwie, *Medycyna Środowiskowa*, nr 4, s. 30–34.

Mizera A., 2007, Konieczność utylizacji odpadów borowinowych w spalarniach spowodowałaby ogromne problemy finansowe uzdrowisk i całkowite zaniechanie bądź zmniejszenie ilości przeprowadzanych zabiegów, ze stratą dla kuracjuszy. W uzdrowiskach trwają rozmowy odnośnie zagospodarowania borowiny pozabiegowej na terenach leśnych i zieleni miejskiej, co nadal wiąże się z kosztami, chociażby badań potwierdzającymi jakość odpadów i jakość gleb, na których odpady mają być stosowane. Oczekiwane są dalsze zmiany ustawodawcze umożliwiające składowanie borowiny pozabiegowej w wyrobiskach wydobywczych (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych kli-

matu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectw potwierdzającego te właściwości (Dz.U. nr 80 poz. 565).

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 kwietnia 2012 r. w sprawie określenia wymagań, jakim powinny odpowiadać zakłady i urządzenia lecznictwa uzdrowiskowego (Dz.U. 2012 poz. 452).

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23.12.2002 r. w sprawie rodzajów odpadów medycznych i weterynaryjnych, których poddawanie odzyskowi jest zakazane (Dz.U. 2003 nr 8 poz. 103 z późn. zm.).

Kto i w jakim zakresie wykonywał badania zdolności remediacyjnych dżdżownicy kalifornijskiej. Przedstawione poniżej publikacje wykazują, po przeprowadzonych badaniach, dużą skuteczność hybrydy kalifornijskiej w remediacji gleb zanieczyszczonych różnymi typami zanieczyszczeń. Do ważnych doniesień z tego zakresu należą:

1. Wykorzystanie Red Hybrid of California [*Eisenia foetida* (Sav.)] do procesów bioremediacji piasków morskich zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi, Małgorzata Anna Józwiak, Przemysław Rybiński.

2. Możliwości wykorzystania czerwonej hybrydy kalifornijskiej (*Eisenia foetida* Sav.) do zooremediacji gleb zanieczyszczonych odciekami ze składowisk odpadów komunalnych, Małgorzata Anna Józwiak, Monika Żelezik, Rafał Kozłowski, 2014.

3. Możliwości wykorzystania czerwonej krzyżówki kalifornijskiej (*Eisenia foetida* Sav.) do utylizacji odpadów organicznych pochodzenia przemysłowego Małgorzata Anna Józwiak, Przemysław Rybiński, 2009

4. Akumulacja metali ciężkich przez dżdżownicę *Eisenia foetida* z kompostowanych osadów ściekowych, Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K, 1999.

5. Wermikompostowanie kauczuku dienowego cis 1.4-polibutadienu (BR) przez hodowlę zagęszczonych populacji dżdżownicy kalifornijskiej (*Eisenia foetida* Sav.), Małgorzata Anna Józwiak, Przemysław Rybiński.

6. Wykorzystanie *Eisenia foetida* (Sav.) do bioremediacji gleb zanieczyszczonych ropą naftową, Małgorzata Anna Józwiak, Przemysław Rybiński, Rafał Kozłowski.

7. Wpływ stężenia Pb, Cd i Ni w podłożu na wzrost i rozwój dżdżownic *Eisenia foetida* (Sav.), D. Kalem-basa, 1998.

8. Wykorzystanie dżdżownic do przetwarzania osadów stabilizowanych tlenowo. Monografia Instytutu Ochrony Środowiska, L. Kalisz, M. Kaźmierczyk, J. Sałbut, A. Nechay, E. Szyprowska, 2000.

9. Wermikultura jako sposób na rozwiązanie problemu zagospodarowania osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków, J. Kostecka, 1995.

10. Optymalizacja metod biologicznego oczyszczania zaolejonych gruntów, P. Kaszycki, T. Solecki,

A. Krawczyk, H. Kołoczek, 2000.

11. Akumulacja kadmu i ołowiu w ciele dżdżownicy w środowisku podlegającym wysokiemu skażeniu komunikacyjnemu, J. Staliński, M. Litwa, 2001.

Literatura

- Białas Z., 2004, Borowina w Uzdrowisku Ustroń – od wydobycia do regeneracji, GWiTS, nr 11, s. 390–395.
- Błaszczak M., 2007, Mikroorganizmy w ochronie środowiska, PWN.
- Błaszczak C. (red. nauk.), 2009, 12. Zoologia: bezkręgowce. T. 1. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 645. ISBN 978-83-01-16108-8
- Drobnik M., Latour T., 2009, Ocena właściwości fizykochemicznych i chemicznych borowiny regenerowanej, Acta Balneologica, nr 4.
- Józwiak M.A., Żelezik M., Kozłowski R., 2014, Możliwości wykorzystania czerwonej hybrydy kalifornijskiej (*Eisenia fetida* Sav.) do zooremediacji gleb zanieczyszczonych odciekami ze składowisk odpadów komunalnych.
- Józwiak M.A., Rybiński P., 2009, Możliwości wykorzystania czerwonej krzyżówki kalifornijskiej (*Eisenia foetida* Sav.) do utylizacji odpadów organicznych pochodzenia przemysłowego. Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Vol. 10: 29-34.
- Kalembasa D., 1998, Wpływ stężenia Pb, Cd i Ni w podłożu na wzrost i rozwój dżdżownicy *Eisenia foetida* (Sav.), Zesz. Nauk. AR Kraków, 334, vol. 58: 121–124.
- Kłapeć T., Cholewa A., Stojek N., 2013, Wstępne badania biologiczne borowiny pozabiegowej w aspekcie możliwości jej wykorzystania w rolnictwie, Medycyna Środowiskowa, nr 4, s. 30–34.
- Mizera A., 2007, Gleba. Mechanizmy jej degradacji oraz metody rekultywacji, Greenword – Ochrona Środowiska i Ekologia.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectw potwierdzającego te właściwości (Dz.U. nr 80 poz. 565).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 kwietnia 2012 r. w sprawie określenia wymagań, jakim powinny odpowiadać zakłady i urzędnicy lecznictwa uzdrowiskowego (Dz.U. 2012 poz. 452).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23.12.2002 r. w sprawie rodzajów odpadów medycznych i weterynaryjnych, których poddawanie odzyskowi jest zakazane (Dz.U. 2003 nr 8 poz. 103 z późn. zm.).

Netografia

<https://www.bing.com/images/search?q=odpady+medyczne&qpv=odpady+medyczne&form=IQFRML&first=1&tsc=ImageBasicHover>

STRESZCZENIE

Leczenie sanatoryjne proponuje pacjentom szeroki zakres zabiegów, w tym zabiegów z błota borowinowego. Borowina pozabiegowa jest odpadem medycznym, wymaga więc stosownej utylizacji. Jednocześnie ze względu na bogatą mineralizację chętnie użytkowana jest przez rolników jako materiał wzbogacający gleby pod uprawy. Ze względów bezpieczeństwa zdrowotnego należy ją poddać uzdatnieniu przed wprowadzeniem do środowiska. Prawidłowe zagospodarowanie odpadów medycznych regulowane jest szczegółowymi przepisami. Wynika to z potencjalnego zagrożenia, jakie niesie ze sobą ich zakazanie i możliwość przedostania się czynnika infekcyjnego do środowiska, a następnie przeniesienie tego czynnika na populację ludzką. Problem ten unaoczniał się w sposób szczególny w ostatnim czasie. Ogromna ilość maseczek ochronnych i rękawiczek jednorazowego użytku porzucana przez społeczeństwo w dowolnych miejscach świadczy o dużej niewiedzy społecznej, a więc wymaga wielu działań uświadamiających społeczeństwo o konsekwencjach wynikających z nieprawidłowego gospodarowania odpadami medycznymi. Takie odpady powinny podlegać segregacji. Tu wymagana jest duża świadomość społeczna o czym świadczą ostatnie wydarzenia na świecie związane z rozprzestrzenieniem wirusa Covid-19. Ponieważ borowina używana do zabiegów leczniczych ma bezpośredni kontakt z organizmem człowieka, może być potencjalnym czynnikiem chorobotwórczym, dlatego uznawana jest za odpad medyczny i wymaga szczególnych sposobów utylizacji.

W niniejszej pracy proponowanym sposobem bioutylizacji borowiny jest jej remediacja w sposób najbardziej przyjazny środowisku, tj. z wykorzystaniem zdolności bioremediacyjnych dżdżownicy – czerwonej hybrydy kalifornijskiej/ kompostowca różowego (*Eisenia fetida*). Celem jest wskazanie zagrożenia wynikającego z nieprawidłowego utylizowania odpadów medycznych, wskazanie sposobów ich zagospodarowania w sposób bezpieczny, a następnie powtórnego ich wykorzystania. Przeprowadzone badania dowiodły, że w wyniku bioutylizacji przeprowadzonej przez kompostowca różowego borowina nie zmienia składu fizykochemicznego, ale nie jest już materiałem zakaźnym, co powoduje, że może być powtórnie wykorzystana i bezpiecznie wprowadzona do ekosystemu.