

PRZYDATNOŚĆ ODPADÓW Z WEŁNY KAMIENNEJ DO REKULTYWACJI GRUNTÓW POEKSPLOATACYJNYCH

Mirosława Gilewska

Zakład Rekultywacji, Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji,
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Wstęp

Wełna kamienna (mineralna) należy obecnie do podstawowych materiałów izolacyjnych stosowanych w budownictwie. Jest także zaliczana do głównych podłoży wykorzystywanych w uprawach szklarniowych. Zaletą wełny mineralnej jest duża pojemność powietrzna, wynosząca około 80% obj. [MARTYN, STROJNY 1996] a także bierność chemiczna. Technologia produkcji wełny wiąże się z powstawaniem dużej ilości odpadów (około 50%).

Wykorzystane w produkcji szklarniowej maty z wełny kamiennej poprzeraściane zostają korzeniami roślin i wskutek tego pogarszają się ich właściwości fizyczne. W dwuletnim cyklu wykorzystania tego podłoża z 1 hektara uprawy otrzymuje się od 75 do 100 m³ odpadu – zużytej wełny. Odpady z wełny kamiennej nie ulegają biodegradacji. Ich spalanie jest niemożliwe, nie mogą być również ponownie stopiane i wykorzystywane do produkcji wełny.

Jednym ze sposobów ich zagospodarowania jest wykorzystanie odpadów produkcyjnych wełny kamiennej stosowanej w budownictwie a także zużytych mat szklarniowych w rekultywacji terenów poeksploatacyjnych oraz agromelioracji gleb [GILEWSKA, OTREMBKA 2004]. Wełna mineralna wprowadzana do gleby lub gruntu nie jest dla nich ciałem obcym. Jest bowiem produktem uzyskiwanym ze skał pospolicie występujących w przyrodzie – bazaltu, gabro, wapieni, dolomitów, stopianych z koksem w temp. 1500–2000°C. Uzyskiwana lava wylewana jest strumieniem na szybkoobrotowe walce i przekształcana we włókna o różnej długości i grubości. Do sklejenia włókien wykorzystywane są żywice polifenolowe, które nadają wełnie określone właściwości hydrofilne lub hydrofobowe. Żywice te zawierają do 0,7% formaldehydu i do 0,8% związków fenolowych. Obecność w wełnie kamiennej tych obu związków wywołuje obawy a nawet daleko idące zastrzeżenia.

Celem badań było poznanie ilości fenoli i formaldehydu w odpadzie produkcyjnym wełny kamiennej i w gruncie, do rekultywacji którego odpad ten został wykorzystany. Zaprezentowane w pracy badania należy uznać za wstępne, dotyczące rozeznania problemu.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na terenie zdewastowanym eksploatacją żwiru. Do rekultywacji tego terenu użyte zostały odpady produkcyjne z wełny kamiennej stosowanej w budownictwie. Stanowiły je głównie odpady powstające przy obróbce wyrobów gotowych – rur i płyt izolacyjnych. Mniejszy udział miały odpady pochodzące z komory hartowania, w której następuje dodatek lepiszcza – żywicy syntetycznych.

Rekultywacja gruntów polegała na wymieszaniu w proporcji 1 : 10 odpadu produkcyjnego z wełny kamiennej z masą ziemną i wyrównaniu powierzchni. Podczas wyrównywania powierzchni pojawiły się na niej piętna o wyraźnym czerwonym zabarwieniu. Ich przyczyną nie były wytrącenia żelaziste. Barwa gruntu a także woń wskazywały na obecność związków fenolowych. Do badań pobrane zostały próbki z tych powierzchni. Dla porównania wyników pobrano również próbki z powierzchni nie wykazujących objawów. Oceniono także zawartość związków fenolowych oraz formaldehydu w odpadzie produkcyjnym z wełny kamiennej a także w zużytych matach szklarniowych z wełny kamiennej.

W badanych próbkach oznaczona została zawartość fenoli lotnych z parą wodną metodą spektrofotometryczną z 4-aminoantypiryną. Oznaczenie z 4-aminoantypiryną nazywa się indeksem fenolowym. Tą metodą oznacza się fenol, orto- i metapodstawione fenole oraz para-podstawione fenole, w których podstawnikiem jest grupa karboksylowa, metoksylova, sulfonowa i halogenki. Do tej grupy związków fenolowych należy fenol, krezol, tymol [DOJLIDO 1995].

Ilość formaldehydu oznaczono metodą z kwasem chromotropowym.

Analizy zostały wykonane w Zakładzie Analizy Wody i Ścieków Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu.

Przeprowadzono również badania nad zdolnością kiełkowania nasion rzepaku na poszczególnych substratach. W pracy przedstawiono tylko część uzyskanych wyników.

Wyniki badań

Fenole to wodorotlenkowe pochodne benzenu i inne aromatyczne hydrozwiązki. Różnorodność związków fenolowych sprawia duże trudności metodyczne i interpretacyjne. Dane zamieszczone w tabeli 1 dotyczą ilości fenoli lotnych. Wartość indeksu fenolowego dla odpadu produkcyjnego z wełny kamiennej jest bardzo wysoka – $1500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ odpadu. Niższy jest indeks fenolowy dla zużytej maty szklarniowej z wełny kamiennej ($1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ odpadu). Są to wielkości zaskakujące i mogą budzić uzasadnione obawy.

Wprowadzenie odpadu produkcyjnego z wełny kamiennej do gruntu powoduje bardzo wyraźny wzrost koncentracji związków fenolowych w gruncie (tab. 1). Piętna o barwie czerwonej występujące na powierzchni rekultywowanego gruntu są, jak słusznie przypuszczano, wywołane związkami fenolowymi i można je uznać za objaw zanieczyszczenia gruntu tymi związkami. Barwa gruntu jest rezultatem zachodzącego utleniania fenoli. W glebie pobranej z powierzchni nieskażonej ilość fenoli wynosi $35 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Omawiane związki fenolowe należą do trudnorozpuszczalnych w wodzie. Możliwość ich wymywania jest zatem ograniczona. Podlegają jednak łatwo biodegradacji. Zaliczane są bowiem do związków biologicznie

aktywnych. Dodać należy, że ilość fenoli lotnych wprowadzanych w ściekach do wód i ziemi, zgodnie z polskimi przepisami (Dz. U. 1991, Nr 116, poz. 503), nie powinna przekraczać $0,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Tabela 1; Table 1

Zawartość fenoli lotnych i formaldehydu w badanych próbach
The content of volatile phenols and formaldehyde content in investigated samples

Nr próbki No sample	Rodzaj podłoża Kind of substrate	Indeks fenolowy Phenolic index ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Formaldehyd Formaldehyde ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
1	Grunt z wełną kamienną z przebarwieniem Discoloured ground with rock wool	1380	1,24
2	Grunt z wełną kamienną Ground with rock wool	940	1,14
3	Grunt bez dodatku wełny kamiennej – kontrola Ground without rock wool – control	35	0,90
4	Odpad produkcyjny z wełny kamiennej Rock wool waste products	1500	2,60
5	Poprodukcyjna szklarniowa wełna kamienna Post-production greenhouse rock wool	1000	1,70

Uzyskane wyniki badań trudno jest porównać z ilością związków fenolowych w glebach uprawnych. W tym środowisku tworzą się także różne związki o charakterze fenoli. Są to głównie fenylkwasy – kwas p-kumarynowy, wanilowy. Ich zawartość kształtuje się w bardzo szerokich granicach – od $0,43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [HRUSZKA, WANIC 1997] do $8,80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [WIATER, SKOWROŃSKA 2003]. Fenylkwasy powstają w glebie w wyniku mikrobiologicznego rozkładu substancji organicznej, a głównie lignin. Wieloletnie nawożenie słomą a także różnego rodzaju odpadami organicznymi – trocinami, wywarem, powoduje, jak podają WIATER i SKOWROŃSKA [2003], kumulację fenylkwasów w zakresie od kilkunastu do kilkudziesięciu $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Według wyżej cytowanych autorów nawożenie mineralne zmniejsza zawartość tych fitotoksyn w glebie poprzez przyspieszenie ich wiązania we frakcji próchnicznej.

Na obecność fenoli w podłożach z wełny kamiennej zwracają uwagę MARTYN i in. [1996]. Podana przez nich ilość fenoli jest bardzo niska – $26,4 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}$ podłoża. Ilość fenoli, jak twierdzą wyżej cytowani badacze, uzależniona jest głównie od ilości materii organicznej znajdującej się w matach szklarniowych w formie korzeni roślin, a w mniejszym stopniu od rodzaju materiału.

Odpady produkcyjne z wełny kamiennej, a także zużyte maty szklarniowe, zawierają obok związków fenolowych także formaldehyd (tab. 1). Jego ilość jest niska i wynosi od $1,7$ do $2,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. Wprowadzenie odpadu produkcyjnego z wełny kamiennej do gruntu powoduje nieznaczne podwyższenie zawartości formaldehydu w tym gruncie.

Znaczna koncentracja związków fenolowych a także obecność formaldehydu w odpadach wełny kamiennej nie spowodowały, jak wykazały przeprowadzone testy roślinne, zahamowania kiełkowania roślin rzepaku. Zdolność kiełkowania na obu tych podłożach wynosiła 100% (tab. 2). Sądzić należy, że znaczący wpływ na ten proces miały również korzystne parametry fizyczne wełny – duża porowatość i związana z nią duża pojemność powietrza. Na pozostałych podło-

żach, w tym na gruncie nieskażonym, ilość skielkowanych nasion była mniejsza. Substancjom o charakterze związków fenolowych w glebie – głównie fenylokwasom przypisywane jest zmęczenie gleby i negatywny wpływ na kiełkowanie i wzrost roślin [STUPNICKA-RODZYNKIEWICZ 1997; HRUSZKA, WANIC 1997].

Tabela 2; Table 2

Wpływ rodzaju podłoża na kiełkowanie nasion rzepaku ozimego
The influence of substrate on germination of winter rape seeds

Nr próbki No sample	Rodzaj podłoża Kind of substrate	Kiełkowanie Germination (%)
1	Grunt z wełną kamienną z przebarwieniem Discoloured ground with rock wool	53
2	Grunt z wełną kamienną Ground with rock wool	67
3	Grunt bez dodatku wełny kamiennej – kontrola Ground without rock wool – control	70
4	Odpad produkcyjny z wełny kamiennej Rock wool waste products	100
5	Poprodukcyjna szklarniowa wełna kamienna Post-production greenhouse rock wool	100

Trudno jest na obecnym etapie badań określić wpływ związków fenolowych i formaldehydu na dalszy rozwój roślin. Sądzić można, że te substancje nie będą stanowić przeszkody w biologicznej rekultywacji gruntu poeksploatacyjnego. Brak jest również doniesień literaturowych o ich ujemnym wpływie na uprawy szklarniowe. Ponadto ich negatywny wpływ na rośliny może być ograniczony poprzez zabiegi rekultywacyjne a przede wszystkim nawożenie mineralne. Nawożenie mineralne, jak wynika z cytowanych wyżej badań, przyspiesza rozkład fenoli. Dla pełniejszego rozeznania problemu konieczna jest nie tylko dalsza kontynuacja podjętych badań lecz także ich rozszerzenie i uszczegółowienie.

Wykorzystanie odpadu produkcyjnego wełny kamiennej w rekultywacji terenów poeksploatacyjnych wiąże się, jak wynika z przeprowadzonych badań, z wprowadzeniem do gruntu znacznych ilości związków fenolowych. Dla zmniejszenia koncentracji związków fenolowych i formaldehydu pożądane jest zwiększenie ilości mas ziemnych w stosunku do ilości wprowadzanej wełny. Ponadto nie powinno dopuszczać się do magazynowania odpadów produkcyjnych wełny kamiennej na powierzchni przeznaczonej do rekultywacji.

Wnioski

1. Znaczna koncentracja fenoli lotnych a także formaldehydu w odpadach z wełny kamiennej, nakazuje kontrolę przy wykorzystaniu ich w rekultywacji gruntów poeksploatacyjnych.
2. Do zmniejszenia koncentracji związków fenolowych w rekultywowanym gruncie konieczne jest zwiększenie ilości mas ziemnych w stosunku do wprowadzanej ilości wełny kamiennej.
3. Obecność związków fenolowych o charakterze fenoli lotnych a także formaldehydu w odpadzie produkcyjnym wełny kamiennej nie wpłynęła negatywnie

wnie na zdolność kiełkowania nasion rzepaku. Na obecnym etapie prowadzonych badań trudno jest określić wpływ tych związków na dalszy rozwój roślin. Pożądana jest zarówno kontynuacja, jak i rozszerzenie tych badań.

Literatura

- DOJLIDO J.R. 1995. *Chemia wód powierzchniowych*. Wydawn. Ekonomia i Środowisko, Białystok: 342 ss.
- GILEWSKA M., OTREMBKA K. 2004. *Wykorzystanie poprodukcyjnej wełny mineralnej w agromelioracji gleby wytworzonej z gruntów pogórnich*. Roczn. AR Poznań CCCLVII, Melior. Inż. Środ. 25: 71–78.
- HRUSZKA M., WANIC M. 1997. *Poziom związków fenolowych w glebie po różnych przedplonach oraz ich wpływ na plonowanie kukurydzy*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 452: 135–143.
- MARTYN W., RESZEL R., WOJCIECHOWSKA-KAPUSTA A., MAZURKIEWICZ J. 1996. *Zróżnicowanie zawartości fenoli w podłożach szklarniowych w zależności od genetyki i ilości materiałów organicznych w nich wykorzystywanych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 229–232.
- MARTYN M., STROJNY Z. 1996. *Właściwości wodno-powietrzne podłoża z wykorzystaniem w nich mat wełny mineralnej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 229–232.
- STUPNICKA-RODZYŃKIEWICZ E. 1997. *Od teorii de Condollea do współczesnych poglądów na zjawisko zmęczenia gleby*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 452: 13–21.
- WIATER J., SKOWROŃSKA M. 2003. *Wpływ nawożenia różnymi odpadami na zawartość związków fenolowych w glebie lekkiej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 493: 853–860.

Słowa kluczowe: odpady produkcyjne, wełna kamienna, związki fenolowe, formaldehyd, rekultywacja

Streszczenie

W pracy przedstawione zostały wyniki badań dotyczące związków fenolowych (indeks fenolowy) i formaldehydu w odpadach produkcyjnych z wełny kamiennej i w gruncie, który został poddany rekultywacji. Najwięcej związków fenolowych (1000–1500 mg·kg⁻¹ odpadu) i formaldehydu (1,7–2,6 mg·kg⁻¹ odpadu) zawiera poprodukcyjna wełna kamienna. Stwierdzono, że stosowane odpady z wełny kamiennej przyczyniły się do zwiększenia koncentracji związków fenolowych i formaldehydu w rekultywowanym gruncie. Najlepsze kiełkowanie nasion rzepaku ozimego było na odpadach z wełny kamiennej.

USEFULNESS OF THE ROCK WOOL WASTES TO RECLAMATION OF EXHAUSTED GROUNDS

Mirostawa Gilewska

Department of Ameliorative Pedology, Agricultural University, Poznań

Key words: wastes, rock wool, phenolic compounds, formaldehyde, land reclamation

Summary

Paper presents the results of studies dealing with contents of phenol compounds (phenolic index) and formaldehyde in waste products off the rock wool and on the reclaimet ground. The highest contents of phenol compounds (1000–1500 mg·kg⁻¹ wastes) and formaldehyde (1.7–2.6 mg·kg⁻¹ wastes) were found in mineral wool. Applied wastes increased the concentration of phenol compounds and formaldehyde in reclaimed ground. Best germination of winter rape seeds was archived on the rock wool wastes.

Dr hab. Mirosława **Gilewska**, prof. nadzw.
Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji
Zakład Rekultywacji z siedzibą w Koninie
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego
ul. Przemysłowa 120
62-510 KONIN
e-mail: katrekult@wp.pl