

Ryszard KOSTUCH

Akademia Rolnicza, Kraków

Stanisław TWARDY

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Małopolski Ośrodek Badawczy,
Kraków

ZASIEDLANIE ZWAŁOWISK ODPADÓW POWĘGLOWYCH W PRZEZCHLEBIU PRZEZ ROŚLINNOŚĆ POCHODZĄCĄ Z OTOCZENIA

Streszczenie. Wraz z węglem wydobywa się skałę płonną. Odpady węglowe deponowane są na składowiskach lub wykorzystywane do budowy nasypów drogowych, obwałowań rzek itp. Na powierzchni takich budowli osiedla się roślinność z procesu sukcesji, która cechuje się na ogół małymi walorami przyrodniczymi i gospodarczymi.

SETTLEMENT THE DUMPING GROUNDS OF THE COAL MINING WASTE IN PRZEZCHLEBIE THROUGH THE VEGETATION ORIGINATED FROM NEIGHBOURHOOD

Summary. With the coal, it is mining a waste rock. The dump of coal mining is deposit on the mine waste dump or utilise to the building of road embankments, river bunds etc. On the area of such building it is habited the natural plant succession, which characterised a small natural and economical values.

1. Wprowadzenie

Górnictwo węglowe w Polsce przez kilkadziesiąt lat XX wieku rozwijało się bardzo intensywnie, a w latach 1980 – 1990 wydobywanie osiągnęło swoje apogeum i kształtowało się w granicach 180-193 mln ton węgla rocznie. Ten dynamiczny i korzystny dla gospodarki narodowej rozwój oddziaływał jednak bardzo negatywnie na środowisko przyrodnicze, doprowadzając do jego wyraźnej degradacji. Wynika to między innymi z faktu, że z każdą

pozyskaną toną węgla wydobywa się również przeciętnie 0,5 tony skalnej masy odpadowej. Nietrudno zatem zrozumieć, skąd się biorą tak duże ilości odpadów powęglowych, i jaki stanowią one dla środowiska przyrodniczego problem ekologiczny. Polega on również na zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego i deestetyzacji krajobrazu [Kostuch i Nagawiecka 1993, Patrzalek 1996, Rostański 1996, Wrona 2002].

Z tego też względu składowiska odpadów węgla kamiennego rekultywuje się technicznie i biologicznie [Patrzalek 1982, 1984, 2003, 2005, Strzyszc 1995]. Podobnie było również w Przechlebiu, gdzie roślinność wkraczająca w różnych okresach na zreaktywowane różnymi metodami zwałowisko stopniowo tworzyła jego okrywę.

2. Materiał i metoda

Badania prowadzono w latach 1996 – 2000 na składowisku odpadów górniczych w Przechlebiu. Składowisko to budowano przez szereg lat. W jego obrębie znajdowały się starsze i młodsze partie, wśród których wyróżniono zalegające powyżej oraz poniżej 10 lat, a także najmłodsze, nie przekraczające 5 lat od rozpoczęcia terminu składowania. Tworzyły one tzw. grunty bezglebowe charakteryzujące się bardzo niską zasobnością w N i P, silnie kwaśnym odczynem sprzyjającym dodatkowo wymywaniu składników mineralnych, a także bardzo niskim poziomem ogólnej aktywności biologicznej [Patrzalek 2001, 2003, Kostuch, Twardy 2005]. Jedynym czynnikiem plonotwórczym były tu opady atmosferyczne kształtujące się średnio na poziomie około 700 mm rocznie oraz wnoszony wraz z nimi depozyt rozpuszczonych substancji chemicznych. Należy przypuszczać, że depozyt ten mógł być znaczny, gdyż np. w przypadku N-NH₄ roczny ładunek kształtował się w granicach 11-15 kg·ha⁻¹, N-NO₃ 20-31 kg, PO₄ 1,2-6,0 kg, K 12,1-45,6 kg, a Ca 4,5-17,9 kg·ha⁻¹ [Pawlik-Dobrowolski 1983].

Badania prowadzono na 3 grupach „wiekowych” licząc, jaki czas upłynął od zdeponowania odpadów węglowych: 1-5 lat, 6-10 oraz więcej niż 10 lat. Powierzchnie wybranych obiektów były rekultywowane biologicznie.

Na badanych powierzchniach sporządzano listy florystyczne i oceniano rośliny metodą Brauna-Blanqueta. Badania te prowadzono przez 5 lat w każdym roku w miesiącu sierpniu, czyli w pełni rozwoju wegetacyjnego. W tym okresie występuje zazwyczaj najwięcej gatunków roślin naczyniowych. Należy zaznaczyć, że niektóre gatunki, które pojawiały się wyłącznie jednorazowo w danym roku (jak np. *Berberis vulgaris* L., czy też *Atriplex*

hastatum L.), były również uwzględniane przy ustalaniu łącznej (tj. maksymalnej) liczby osiedlających się roślin. Przy identyfikacji florystycznej wykorzystano stosowane w botanice, szczególnie w łąkarstwie, klucze do oznaczania roślin naczyniowych [Falkowski i in. 1974, Szafer i in. 1967], a także zaktualizowany zbiór pojęć z dziedzin pokrewnych [Wasilewski 2004].

Stwierdzone liczebności gatunków roślin naczyniowych występujących na tak zróżnicowanych czasowo odpadach zamieszczono w tabeli 1. Liczebność zarejestrowanych gatunków wyrażano następująco: + gatunki występujące pojedynczo i nielicznie, ++ rośliny pojawiające się dość licznie oraz +++ jako gatunki bardzo liczne.

3. Uzyskane wyniki

Z wykonanych zdjęć fitosocjologicznych wynika, że pomimo bardzo niekorzystnych warunków siedliskowych, na omawianych zwałowiskach osiedla się znaczna ilość gatunków roślin naczyniowych. Łącznie w całym pięcioletnim okresie badawczym oznaczono blisko 100 gatunków reprezentujących aż 36 rodzin.

Najliczniejszą rodzinę stanowiły rośliny zaliczane do złożonych (*Compositae*). Skupiała ona 20 gatunków. Drugą pod względem liczebności była rodzina traw (*Gramineae*), wśród której wyróżniono 14 gatunków. Wierzbowate (*Salicaceae*) reprezentowało 7 gatunków, różowate (*Rosaceae*) 5, krzyżowe (*Cruciferae*) 4 gatunki, a komosowate (*Chenopodiaceae*) 3 gatunki. Pozostałe rodziny nie były już tak liczne i składały się z 1 lub 2 gatunków. W tabeli 1 zestawiono rozpoznane rośliny w charakterystyczne grupy.

W pierwszych 5 latach rejestrowano 4 gatunki występujące w nieznacznym ilościach (+), a tylko 1 jako dość liczny (++) . W latach dalszych ich liczba uległa wyraźnemu zwiększeniu dochodząc do 6-7 gatunków nielicznie występujących, 4-7 gatunków określanych jako dość licznie utrzymujących się na powierzchni składowiska odpadów węglowych i 1 gatunek o bardzo wysokim udziale (+++). Jest to trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigeios* L.), który cechuje się szeroką amplitudą dostosowawczą do warunków siedliskowych, a także dużymi zdolnościami w ich opanowywaniu. Nieco więcej gatunków traw zarejestrowano na powierzchni składowisk, które utworzone zostały w przedziale czasowym od 6 do 10 lat. W obrębie tej grupy roślin również trzcinnik piaskowy wykazywał się największą dynamiką rozprzestrzeniania. Wprawdzie w pierwszych 5 latach jego zasiedlanie było inicjalne, ale później wyraźnie liczniejsze, a po 10 latach od utworzenia składowiska już bardzo liczne.

Inne gatunki traw cechowały się znacznie wolniejszą ekspansją w opanowywaniu siedliska. Przykładem może tu być kłosówka wełnista (*Holcus lanatus* L.), jęczmień płonny (*Hordeum murinum* L.) lub stokłosa dachowa (*Bromus tectorum* L.), które pojawiły się dopiero po ponad 5 latach od utworzenia składowiska, a poziom zasiedlenia oceniany jako dość liczne (++) osiągnęły po kolejnych 5 latach swojego egzystowania w opisanym środowisku.

W omawianych badaniach najliczniejszą grupę stanowiły rośliny zielne. W pierwszym okresie od utworzenia składowiska wyróżniono 34 gatunki, w drugim aż 46, a w trzecim 24 gatunki (tab.1). Rośliny z tej grupy wraz z upływem czasu wykazywały się zarówno dużą zmiennością ilościową, jak i ekspansywnością w opanowywaniu terenu. Z gatunków szybko wchodzących na powierzchnię terenu należy wymienić: starca zwyczajnego (*Senecio vulgaris* L.), sałatę kompasową (*Lactuca serriola* Torner L.), rdest ptasi (*Polygonum aviculare* L.), brodawnika jesiennego (*Leontodon autumnalis* L.), łoczygę pospolitą (*Lapsana communis* L.), pieprzycę gruzową (*Lepidium ruderalne* L.), tasznika pospolitego (*Capsella bursa-pastoris* L.) i jeszcze kilka innych. Wymienione gatunki największy udział wykazywały zazwyczaj w okresie do 7-10 lat od powstania składowiska. Później rejestrowano już osłabienie dynamiki w tym zakresie, która objawiła się również wyraźnie zmniejszoną liczbą roślin zielnych (24 gatunki), zwłaszcza w ostatniej fazie realizacji prac badawczych.

Należy jednak zaznaczyć, że pierwszymi roślinami naczyniowymi pojawiającymi się na odpadach powęglowych są anemochory, czyli gatunki, których nasiona rozsiewa wiatr. Są to przede wszystkim: podbiał pospolity (*Tussilago farfara* L.), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.), brodawnik pospolity (*Leontodon hispidus* L.), starzec pospolity (*Senecio vulgaris* L.), konyza kanadyjska (*Conyza canadensis* L.), mleczyk pospolity (*Sonchus arvensis* L.), ostrożeń polny (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), oset kędzierzawy (*Carduus crispus* L.) i inne. Wiele tych gatunków nie jest jednak w stanie przetrwać letniej suszy i nie przechodzi pełnego cyklu rozwojowego. Giną przede wszystkim te, które mają większe wymagania pokarmowe i wodne [Falkowski i in. 1974]. Jednak corocznie na zwałowiskach odpadów węglowych, pojawiają się nowe anemochory, które w niewielkim stopniu wzbogacają grunt utworzony ze skał węglowych. Przejściowo wzbogaca to grunt w korzystniejszą substancję organiczną, co poprawia warunki zasiedlania dla roślin zielnych. Z anemochorów drzewiastych najczęściej w większym udziale pojawiała się brzoza brodawkowata (*Betula verrucosa* Ehrh.). Z analiz florystycznych wynika, że w opisanych warunkach jest to gatunek cechujący się dość dużą żywotnością. Stąd też w miarę upływu czasu brzoza brodawkowata stopniowo umacniała swoją obecność, osiągając w ostatniej fazie

badan wysoką liczebność (+++). Wyraźnie niższą dynamiką wykazała się sosna pospolita (*Pinus sylvestris* L.), która w tym samym czasie osiągnęła poziom mieszczący się między pojawami pojedynczymi (+) a występowaniem dość licznym (++). Pozostałe drzewa pochodzące w większości z nasadzeń, a to przykładowo: topola osika (*Populus tremula* L.), wierzba krucha (*Salix fragilis* L.), dereń świdwa (*Cornus sanguinea* L.), jarzab pospolity (*Sorbus aucuparia* L.), zazwyczaj zaznaczały zaledwie swoją obecność pojedynczymi osobnikami roślinnymi i oceniane były jako nieliczne (+). Również krzewy, pochodzące najprawdopodobniej z nasadzeń, w tym malina (jeżyna) popielica (*Rubus caesius* L.) i róża dzika (*Rosa canina* L.) występowały sporadycznie (+).

Grupę roślin motylkowatych reprezentowały 3 gatunki. Dwa z nich, a to pochodzący z siewów rekultywacyjnych nostryk biały (*Melilotus album* Medik.) oraz koniczyna biała (*Trifolium repens* L.), pojawiły się w większym nasileniu (++) jedynie w połowie okresu badawczego. Natomiast na początku i końcu badań wymienione gatunki występowały w nieznacznych ilościach (+). Trzecim gatunkiem w obrębie omawianej grupy była koniczyna polna (*Trifolium arvense* L.), która wystąpiła wyłącznie do połowy okresu badawczego.

Tablicę 1 zamyka grupa określona jako rośliny pozostałe. Umieszczono w niej łącznie 3 gatunki z rodziny skrzypowatych (*Equisetaceae*) i turzycowatych (*Cyperaceae*). Jedyną turzycą, jaką udało się zarejestrować w całym okresie badawczym, była turzyca owłosiona (*Carex hirta* L.). Na młodym składowisku pojawiła się ona w nieznacznych ilościach (+) i stopniowo zwiększała swój udział, dochodząc do maksymalnego poziomu (++) w połowie badań, to jest w okresie 6-10 lat od utworzenia składowiska odpadów powęglowych.

Skrzypy pojawiały się przejściowo, ustępując po 2-3 latach od daty pierwszych pojawów. Stabilniejszy jedynie okazał się skrzyp polny (*Equisetum arvense* L.), który pojawił się w połowie badań i utrzymywał do ich końca w nieznacznych ilościach (+).

Z zestawienia opisów florystycznych wynika, że skład gatunkowy oraz liczebność poszczególnych gatunków na składowiskach odpadów węglowych ulega istotnym zmianom. W omawianych badaniach mniejszą liczbę gatunków (46) rejestrowano w pierwszych latach istnienia zrekultywowanego składowiska. Później liczba gatunków stopniowo się zwiększała i po upływie kilkunastu lat doszła już do 60 osobników roślinnych (tab.1). Uwzględniając jednak fakt krótkookresowych pojawów niektórych gatunków roślin, maksymalna ich liczba w całym okresie prowadzonych opisów florystycznych wyniosła 86 osobników, przy czym niektóre z nich przetrwały zaledwie kilka miesięcy.

Z zebranych danych wynika, że w pierwszych latach na zwałowisku najliczniej pojawiają się anemochory, które początkowo zwiększają swą liczebność, a następnie ustępują z jego

powierzchni. Wpływa na to prawdopodobnie wkraczanie traw na powierzchnię składowiska, które mniej więcej po 3 – 4 latach skutecznie już konkurują z gatunkami pionierskimi pierwszego okresu. Zaczynają też liczniej pojawiać się dwuliścienne rośliny zielne oraz drzewa. Wraz z upływem czasu (> 10 lat) na składowiskach zaczyna dominować roślinność trawiasta, a ustępuje pozostała. W tym ostatnim przypadku ustępowanie roślin związane jest najprawdopodobniej z brakiem w zasiedlanym gruncie związków pokarmowych, a także zachodzącymi w nim reakcjami chemicznymi.

W analizowanym okresie czasowym, wyróżnionym trzema etapami wieku składowiska, dochodziło do istotnych zmian w składzie botanicznym i eliminacji wielu gatunków traw oraz roślin zielnych dominujących w poprzednich okresach.

Należy jednak podkreślić, że najliczniejsze gatunkowo są zbiorowiska roślinne ukształtowane w drugim okresie czasowym, czyli na składowiskach odpadów węglowych zrekułtywowanych po 6-10 lat, gdyż utrzymują się na nich jeszcze gatunki roślin z pierwszego okresu, a osiedlają się już następne.

4. Wnioski

Z badań przeprowadzonych nad zasiedlaniem przez roślinność składowisk odpadów węglowych wynikają następujące wnioski:

1. Na zrekułtywowanych składowiskach odpadów węglowych pojawia się wiele gatunków roślin naczyniowych, wśród których najliczniejsze są anemochory.
2. Podczas długotrwałych susz wiele gatunków ginie, ale w następnych latach pojawiają się nowe. Stabilizacja w tym zakresie trwa na ogół przez kolejne 3-4 lata.
3. Anemochory są wypierane głównie przez *Calamagrostis epigeios* L. Niektóre z nich pojawiły się jednorazowo na powierzchni zwałowiska i po krótkim okresie bezpowrotnie ustąpiły.
4. Trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigeios* L.) jest gatunkiem, który wykazał się odpornością na trudne warunki siedliskowe oraz dużymi zdolnościami do opanowywania powierzchni zwałowisk. Skutecznie konkuruje z innymi roślinami zielnymi.

Tabela 1

Częstotliwość występowania gatunków w wyodrębnionych grupach roślin

Grupy roślin	Maksymalna zarejestrowana liczba gatunków	Intensywność występowania gatunków	Lata po utworzeniu składowiska odpadów karbońskich		
			1-5	6-10	> 10
TRAWY	14	+	4	7	6
		++	1	7	4
		+++	-	-	1
ZIELNE (zioła i chwasty)	53	+	19	20	17
		++	8	21	7
		+++	7	5	-
MOTYLKOWATE	3	+	-	1	1
		++	1	2	1
		+++	-	-	-
DRZEWA I KRZEWY	24	+	4	13	11
		++	-	7	10
		+++	-	1	2
POZOSTAŁE	3	+	2	1	-
		++	-	1	-
		+++	-	-	-
RAZEM	97	x	46	86	60

LITERATURA

1. Kostuch R., Nagawiecka H.: Plant succession trends as an indicator of recultivation of coal mining wastes. 4 Intern. Symp. on the Reclam. Treatment and Utilization of Coal Mining Wastes, University of Agriculture in Kraków, 1993. Vol. 2: 801 – 806.
2. Kostuch R., Twardy S.: Trawy siedlisk antropogenicznych w aglomeracjach miejsko – przemysłowych. Łąkarstwo w Polsce nr 8, 2005, s. 269–274.
3. Patrzalek A.: Obudowa biologiczna zwałowisk pokopalnianych węgla kamiennego roślinnością niską w różnych stadiach przemian chemicznych gruntu. Praca doktorska, Biblioteka IPIŚ PAB Zabrze, 1982, ss. 75.
4. Patrzalek A.: Wzrost i rozwój niektórych traw i roślin motylkowych na zwałowisku odpadów węgla kamiennego, „Smolnica”, 1984. Arch. Ochr. Środ. 1: 183.
5. Patrzalek A.: Promocja polskich odmian traw na zwałowiskach odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin nr 199. s. 185-192, 1996.
6. Patrzalek A.: Udział i rola roślinności spontanicznej w tworzeniu się zbiorowisk z wysiewanymi odmianami traw na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej. *Fragm. Flor. Geobot. Polonica* 7: 215-227, 2000.
7. Patrzalek A.: Znaczenie traw w powstawaniu zbiorowisk roślinnych na glebach inicjalnych wytworzonych z odpadów węglowych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 2001. *Rozprawy CLXXVI* ss. 88.

8. Patrzalek A.: Znaczenie gatunków i odmian traw w rozwoju procesu darniowego na terenach rekultywowanych. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin nr 225. s. 359-363, 2003.
9. Patrzalek A.: Ocena zbiorowisk roślinnych na zrekultywowanych zwałowiskach w Zabrze w celu określenia ich dalszych funkcji w planie zagospodarowania przestrzennego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Górnictwo z. 267. s. 207-219, 2005.
10. Pawlik-Dobrowolski J.: Zmiany składu chemicznego wód powierzchniowych pod wpływem zanieczyszczeń obszarowych (w Karpatach Zachodnich). Rozprawa habilitacyjna, ss. 143. IMUZ Falenty, 1983.
11. Praca zbiorowa pod red. M. Falkowskiego.: Trawy uprawne i dziko rosnące. PWRiL, Warszawa 1974.
12. Rostański A.: Hałdy przemysłowe – uciążliwy a zarazem interesujący element krajobrazu Górnego Śląska, Przegl. Przyr., 1996. Lubuski Klub Przyr. Świebodzin VII, 3 – 4: 257 – 260.
13. Strzyszczyński Z.: Bezglebowa metoda rekultywacji biologicznej zwałowisk odpadów górnictwa węgla kamiennego. Wiad. Górnicze nr 6, 1995, s. 253 – 258.
14. Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B.: Rośliny polskie. PWN, Warszawa 1967.
15. Wasilewski Z.: Zbiór pojęć i nazw używanych w łąkarstwie. Rozprawy Naukowe i Monografie nr 12, ss. 118. Wydawnictwo IMUZ Falenty, 2004.
16. Wrona A.: Ocena rekultywacji nieużytków przemysłowych miasta Zabrze. Środowisko i Rozwój, nr 1-2. s. 105-128, 2002.

Recenzent: Dr hab. inż. Anna Patrzalek, prof. Pol. Śl.