

MAREK PAJAŁ, WOJCIECH KRZAKLEWSKI

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE INICJALNYCH GLEB NA ZWAŁOWISKU ZEWNĘTRZNYM KOPALNI „BEŁCHATÓW”

SELECTED CHEMICAL PROPERTIES OF INITIAL SOILS ON THE OUTSIDE SPOILBANK OF THE „BEŁCHATÓW” MINE

Katedra Ekologii Lasu AR im. H. Kołłątaja w Krakowie

Abstract: The purpose of the study was the assessment of effects of forest reclamation carried out 20 years ago on the northern slope of the outside spoilbank of the „Bełchatów” Mine, with respect to selected chemical properties of the initial soils. The surveys and researches were done on 55 permanent research plots. The studies confirmed the efficiency of reclamation carried out on a mine spoilbank, the results of the studies allowed to point out initial soil properties as the most useful characteristics for the forest reclamation assessment.

Słowa kluczowe: rekultywacja leśna, zwałowisko zewnętrzne, gleby inicjalne.

Key words: forest reclamation, spoilbank, initial soils.

WSTĘP

Powierzchnia zajęta po drugiej wojnie światowej przez kopalnie węgla brunatnego pod działalność przemysłową wynosiła w Polsce w 2001 roku około 31 tys. ha, z czego około 14 tys. ha przypadało na zwałowiska i wyrobiska [Dulewski, Uzarowicz 2004]. Tereny te rekultywuje się dla następujących głównych kierunków zagospodarowania: leśnego (kopalnie „Turów”, „Bełchatów”) [Krzaklewski 1990] i rolnego – kopalnie „Konin”, „Turek”. Na obszarach rekultywowanych tworzą się inicjalne gleby, których właściwości fizyko-chemiczne decydują o jakości powstających tam siedlisk leśnych.

Celem badań, których wyniki przedstawiono w niniejszej pracy, była ocena wybranych właściwości chemicznych inicjalnych gleb powstałych w ciągu 20 lat od momentu rozpoczęcia zabiegów z zakresu rekultywacji leśnej, na północnym zboczu zwałowiska zewnętrznego kopalni „Bełchatów”.

MATERIAŁ I METODY

Zwałowisko zewnętrzne Kopalni Węgla Brunatnego (KWB) „Bełchatów” budowano w latach 1977–1994 i zgromadzono na nim łącznie około 1,34 mld m³ skał nadkładu. Utwory te to przede wszystkim piaski czwarto- i trzeciorzędowe (65%), czwartorzędowe gliny i mułki (20%) oraz trzeciorzędowe iły (15%). Łączna powierzchnia zwałowiska to obszar 1500 ha, z czego zbocza zajmują około 1200 ha. Zwałowisko wznosi się od 126 do 180 m nad otaczający teren [Łyczba, Piątkowski 1999]. Po ukształtowaniu w latach 1977–1982 północnego fragmentu zboczy na około 200 ha przeprowadzono zabiegi z zakresu rekultywacji biologicznej obejmujące: wprowadzenie roślinności zielnej, drzewiastej oraz nawożenie mineralne podstawowe i uzupełniające. W składzie roślinności zielnej dominowały trawy (kostrzewa, mietlica, rajgras) i rośliny motylkowate (koniczyna biała i łubin trwałe), a z drzewiastej – pionierskie gatunki drzew i krzewów (topole: ‘NE 49’ i ‘Robusta’, olsze: czarna i szara, robinia akacja i brzoza brodawkowata).

Badania prowadzono w latach 1999–2002 na 55 stałych powierzchniach badawczych, które na północnym zboczu zwałowiska zakładano w węzłach siatki kwadratów o boku 200 m. Na każdej powierzchni badawczej, w jej centralnym fragmencie wykonano odkrywkę glebową (do głębokości 1 m), określono poziomy genetyczne oraz pobrano z nich próbki do analiz laboratoryjnych.

W pobranych próbkach gleb oznaczono powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie metodami [Lityński i in. 1976; Ostrowska i in. 1991] wybrane właściwości chemiczne: pH w H₂O i w KCl, przewodność elektrolityczną właściwą (PEW), K i P przyswajalne metodą Egnera-Riehma, Mg przyswajalny metodą Schachtschabela, zawartość C organicznego metodą Tiurina, ogólną zawartość N i S za pomocą makroanalizatora LECO CNS 2000, zawartość CaCO₃ metodą objętościową Scheiblera. W celu oceny chemicznych właściwości inicjalnych gleb, próbki reprezentujące wyróżnione poziomy genetyczne, zgrupowano w zależności od zawartości w nich frakcji ilastej ($\varnothing < 0,02$ mm) w trzech kategoriach: a – piaski luźne i piaski słabogliniaste zawierające do 10% części spławialnych, b – piaski gliniaste lekkie i mocne zawierające od 10 do 20% części spławialnych, c – gliny zawierające powyżej 20% części spławialnych. Na podstawie charakterystyk badanych właściwości wyliczono dla poszczególnych poziomów w trzech grupach wartości średnie. Porównanie średnich wartości wybranych cech w wyróżnionych grupach przeprowadzono na podstawie analizy wariancji, którą poprzedzono testem jednorodności wariancji (test Levene’a). Dla ustalenia, w których grupach wyniki istotnie różnią się między sobą, zastosowano test Tukeya. Obliczenia wykonano przy pomocy programu Statistica for Windows ver. 5.1.

WYNIKI I DYSKUSJA

Powstałe po 20 latach gleby, możemy zaliczyć do gleb industroziemnych i urbanoziemnych o niewykształconym profilu. Gleby te mają prostą budowę i charakteryzuje je zazwyczaj litologiczna nieciągłość AinCan – Can – IICan [Klasyfikacja gleb leśnych Polski 2000]. Średnia wartość pH inicjalnego poziomu próchnicznego (AinCan) wynosiła 7,13 w H₂O, a średnia wartość dla warstwy skały macierzystej (Can) – odpowiednio

7,57 (tab. 1). Wartości pH odnotowano w poziomach zbudowanych z piasków luźnych i słabogliniastych wyższe niż w poziomach z gliny (tab. 2). Odczyn inicjalnych gleb północnego zbocza w zdecydowanej przewadze był lekko alkaliczny, co jest charakterystyczne również dla utworów zwałowisk w okręgu konińskim [Krzaklewski 1979; Bender 1995]. Zanotowano stopniowy spadek wartości pH w inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) w porównaniu z wartościami pH w poziomach utworów (Can) średnio o ok. 0,5 jednostki pH w ciągu 20 lat. Wpływ na to miał niewątpliwie proces akumulacji lekko kwaśnych produktów przemiany materii organicznej oraz ubytek w inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) węgla wapnia. Podobną sytuację opisał Wójcik [2002] na zwałowisku zewnętrznym KWB „Adamów”. Gilewska [1991] natomiast nie stwierdziła wyraźnych zmian wartości pH gleb i zawartości węglanów w tworzących się glebach po upływie dziesięciu lat rekultywacji rolnej na zwałowisku wewnętrznym w okręgu Konińskim. Są one w ramach rekultywacji rolnej w ciągłej uprawie. Na odczyn badanych utworów istotny wpływ miała obecność węglanów, których średnia zawartość dla poziomu AinCan wynosiła 1,07%, a dla poziomu II Can 1,59%. Wyższą zawartość węgla wapnia zanotowano w utworach ciężkich.

Wartości PEW były niskie i wynosiły średnio dla poziomu AinCan 77,92 μS oraz Can 57,79 μS . Średnia zawartość siarki w AinCan wynosiła 0,030%, a w Can 0,018% i była zróżnicowana w zależności od rodzaju utworu budującego dany poziom.

Zmiany po 20 latach w inicjalnym poziomie akumulacyjno-próchnicznym dobrze obrazuje akumulacja C org. Badane gleby zgromadziły mniej węgla organicznego niż zbocze gleb inicjalnych zwałowiska kopalni „Adamów” [Wójcik 2002] oraz niż podawano dla siedlisk leśnych [Jaworski 1988]. W wyróżnionych poziomach średnia zawartość C org. była różna i wynosiła średnio dla wszystkich 55 powierzchni odpowiednio: w inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) 1,65%, a w poziomie skały macierzystej (Can) 0,42%. Zawartość C org. różniła się istotnie statystycznie między inicjalnym poziomem próchnicznym (AinCan) a pozostałymi poziomami Can i IICan

TABELA 1. Średnie wartości wybranych właściwości chemicznych badanych gleb

TABLE 1. Mean values of selected chemical properties of investigated soils

Poziom – Horizon	OI	AinCan	Can	IICan
pH (H ₂ O)	6,93	7,13	7,57	7,02
pH (KCl)	6,61	6,89	7,17	6,58
CaCO ₃ [%]	–	1,07	1,37	1,59
PEW [μS]	148,17	77,92	57,79	64,65
S [%]	0,207	0,030	0,018	0,011
C org. [%]	28,77	1,65	0,42	0,26
N og. [%]	1,161	0,090	0,024	0,016
P ₂ O ₅ [mg/100 g]	–	4,65	1,49	0,99
K ₂ O [mg/100 g]	–	8,63	4,45	5,89
Mg [mg/100 g]	–	5,89	2,60	0,99

TABELA 2. Średnie wartości wybranych właściwości chemicznych badanych gleb w rozbiu na wyróżnione poziomy i kategorie

TABLE 2. Mean values of selected chemical properties of investigated soils (divided into soil horizons and categories)

Poziom Horizon	Ol	AinCan			Can			IICan		
Kategoria – Category		a	b	c	a	b	c	a	b	c
pH (H ₂ O)	6,93	7,34	7,18	6,55	7,60	7,80	7,00	7,34	6,33	7,07
pH (KCl)	6,61	7,14	6,93	6,30	7,20	7,41	6,63	6,88	5,93	6,62
CaCO ₃ [%]	–	1,18	0,82	2,08	1,13	1,11	2,44	0,60	0,0	1,73
PEW [μS]	148,17	68,71	76,80	98,65	44,63	54,92	104,48	38,46	50,80	83,82
S [%]	0,2073	0,0192	0,0258	0,0673	0,0142	0,0188	0,0282	0,0027	0,0198	0,0122
C org. [%]	28,77	1,13	1,47	3,29	0,26	0,57	0,60	0,05	0,42	0,33
N og. [%]	1,161	0,073	0,089	0,128	0,020	0,027	0,029	0,012	0,020	0,017
P ₂ O ₅ [mg/100 g]	–	4,587	4,135	6,860	1,213	2,041	1,282	1,456	0,513	0,893
K ₂ O [mg/100 g]	–	7,571	7,877	13,573	2,575	6,049	7,106	1,831	5,159	8,398
Mg [mg/100g]	–	4,142	4,888	10,707	1,578	3,154	4,256	1,036	2,671	3,450
Liczba prób Sample No.	22	14	33	8	28	18	9	5	3	9

(tab. 3). Średnio zawartość C org. w poziomie AinCan wynosiła od 3,29% dla poziomów zbudowanych z utworów zaliczonych do kategorii „c” do 1,13% dla poziomów zbudowanych z utworów zaliczonych do kategorii „a”.

Równocześnie z akumulacją C org. zauważono wyraźne zmiany w procesie akumulacji azotu ogólnego. Średnia zawartość azotu w poziomach wyróżnionych na powierzchniach badawczych w Bełchatowie była zbliżona do podawanych przez Wójcika [2002] dla zwałowiska w Adamowie. Średnia zawartość azotu ogólnego wynosiła dla wszystkich powierzchni badawczych 1,161% w poziomie ściółki Ol, zaś w pozostałych wyróżnionych poziomach wahała się w przedziale od 0,090% w inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) do 0,016% w poziomie IICan. W wyróżnionych poziomach wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy zawartością azotu w poziomach AinCan a Can oraz AinCan i IICan, natomiast różnicy takiej nie stwierdzono pomiędzy poziomami Can i IICan.

W inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) gleb zwałowiska bełchatowskiego zanotowano średnią i niską zawartość przyswajalnych dla roślin form magnezu oraz potasu. Średnia zawartość magnezu wynosiła odpowiednio dla wyróżnionych poziomów AinCan – 5,54 mg/100 g, Can – 2,53 mg/100 g i IICan – 2,60 mg/100 g (tab. 1). Średnia zawartość potasu wahała się w wyróżnionych poziomach w przedziale od 8,63 mg/100 g

w inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) do 4,45 mg/100 g w poziomie (Can). Magnez i potas w formie przyswajalnej występowały w poziomie AinCan w większej ilości niż w Can i IICan. Różnica była statystycznie istotna (tab. 3). Z kolei przyswajalny fosfor charakteryzował się czterokrotnie wyższą zawartością w inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) niż w poziomie (Can). Średnia zawartość fosforu (P_2O_5) w inicjalnym poziomie próchnicznym wynosiła 4,65 mg/100 g, a w poziomie IICan 0,99. Zawartość fosforu była statystycznie istotnie różna pomiędzy poziomami AinCan a poziomami Can i IICan. Niższe zawartości tego pierwiastka opisał Wójcik [2002] na zwałowisku w Adamowie, gdzie fosfor był w deficycie. Również Węgorek [1995] wskazuje na brak tego pierwiastka w gruntach zwałowiska w Piasecznie. Jednak u drzew rosnących na badanych powierzchniach nie stwierdzono objawów niedoboru zarówno fosforu, jak i innych badanych pierwiastków przyswajalnych.

WNIOSKI

- Po 20 latach od rozpoczęcia rekultywacji leśnej północnych zboczy zwałowiska zewnętrznego kopalni „Bełchatów” powstały inicjalne gleby z kilkucentymetrowym poziomem próchnicznym, które możemy zaliczyć do gleb industroziemnych i urbanoziemnych o niewykształconym profilu (AinCan – Can – IICan).
- Odczyn inicjalnych gleb północnego zbocza zwałowiska zewnętrznego KWB „Bełchatów” był lekko alkaliczny. W inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) zanotowano stopniowy spadek wartości pH, który w czasie 20 lat wyniósł około pół jednostki pH.

TABELA 3. Wynik testów Tukeya – TABLE 3. Tukey tests results

Zmienna	Kategoria	AinCan {1}	Can {2}	IICan {3}
C org. [%]	Ain Can {1}		0,000022**	0,000022**
	Can {2}	0,000022**		0,469643
	IICan {3}	0,000022**	0,469643	
N og. [%]	Ain Can {1}		0,000022**	0,000022**
	Can {2}	0,000022**		0,403284
	IICan {3}	0,000022**	0,403284	
P_2O_5 [mg/100 g]	Ain Can {1}		0,000024**	0,00022**
	Can {2}	0,000024**		0,421647
	IICan {3}	0,000022**	0,421647	
K_2O [mg/100 g]	Ain Can {1}		0,000024**	0,232555
	Can {2}	0,000024**		0,510485
	IICan {3}	0,232555	0,510485	
Mg [mg/100 g]	Ain Can {1}		0,000022**	0,002530**
	Can {2}	0,000022**		0,977451
	IICan {3}	0,002530**	0,977451	

** $\alpha = 0,01$

3. Poziom próchniczny inicjalnych gleb (AinCan) zawierał czterokrotnie więcej C org. i N ogólnego niż poziom skały macierzystej (Can).
4. Spośród badanych makroelementów największy wzrost zawartości zanotowano w odniesieniu do fosforu przyswajalnego, którego było 4-krotnie więcej w inicjalnym poziomie próchnicznym (AinCan) w porównaniu ze skałą macierzystą (Can).
5. Prezentowane charakterystyki inicjalnych gleb północnego zbocza zwałowiska wskazują jednoznacznie na progresywny kierunek przemian zachodzących w inicjalnej glebie powstającego ekosystemu.

LITERATURA

- BENDER J. 1995: Rekultywacja terenów pogórnich w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **418**: 142–152.
- DULEWSKI J., UZAROWICZ R. 2004: Wpływ odkrywkowych zakładów górniczych wydobywających węgiel brunatny na środowisko. Materiały sympozjum „Warsztaty Górnicze” z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”. Wyd. IGSMiE PAN Kraków: 89–96.
- GILEWSKA M. 1991: Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnich na przykładzie KWB „Konin”. *Rocz. AR w Pozn. Rozpr. Nauk* 211.
- JAWORSKI A. 1988: Ekologiczne podstawy projektowania składu gatunkowego odnowień – zagadnienia wybrane. Materiały do wykładów i ćwiczeń z hodowli lasu. AR Kraków: 1–204.
- KLASYFIKACJA GLEB LEŚNYCH POLSKI 2000, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa: 1–123.
- KRZAKLEWSKI W. 1979: Fitosocjologiczna metoda oceny warunków rekultywacji i zagospodarowania leśnego nieużytków, na przykładzie skarp zwałowiska Kopalni Węgla Brunatnego „Adamów”. *Arch. Ochr. Środ.* **3–4**: 76–85.
- KRZAKLEWSKI W. 1990: Analiza działalności rekultywacyjnej na terenach pogórnich w głównych gałęziach przemysłu wydobywczego w Polsce. Wyd. SGGW-AR, Warszawa. Nr 44: 1–90.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H., GORLACH E. 1976: Analiza chemiczno-rolnicza. Przewodnik metodyczny do analizy gleby i nawozów. PWN, Warszawa: 1–330.
- ŁYCZBA S., PIĄTKOWSKI J. 1999: Rekultywacja zwałowiska zewnętrznego KWB „Bełchatów” o kierunku leśnym – stan obecny i perspektywy. Referaty – Górnictwo Odkrywkowe – Środowisko – Rekultywacja ze szczególnym uwzględnieniem KWB „Bełchatów”, Bełchatów: 13–36.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZEBIAŁKA Z. 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa: 1–334.
- WĘGOREK T. 1995: Zmiany właściwości utworów piaszczystych na zwałowisku zewnętrznym kopalni siarki w wyniku rekultywacji leśnej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **418**: 731–736.
- WÓJCIK J. 2002: Biodynamiczna metoda leśnej rekultywacji na przykładzie zboczy zwałowiska Kopalni Węgla Brunatnego „Adamów”. Praca doktorska. AGH Kraków: 1–212.

Dr inż. Marek Pajak
Katedra Ekologii Lasu Akademii Rolniczej w Krakowie
al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków
e-mail: rlpajak@cyf-kr.ed.pl