

STANISŁAWA STRĄCZYŃSKA¹, STANISŁAW STRĄCZYŃSKI²,
BOGUMIŁA CIEŚCIŃSKA³, MARTA GWIŹDŹ¹

WŁAŚCIWOŚCI MATERII ORGANICZNEJ POZIOMU POWIERZCHNIOWEGO GLEB ANTHROPOGENICZNYCH W REJONIE BEŁCHATOWA

ORGANIC MATTER PROPERTIES IN THE SURFACE LAYER ANTHROPOGENIC SOILS IN BEŁCHATÓW REGION

¹Institut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,

²Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Institut Badawczy w Puławach,
Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu,

³Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy,

Abstract: The study was carried out on embankment of dump of ashes from power plant under planted trees: *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris* and *Betula pendula*. Ectohumus of investigated anthropogenic soils is main nutrient source for plants. Following indices: carbon pool size index (CPI), carbon lability index (LI) and carbon management index (CMI) are general low, but most favourable in *Robinia pseudoacacia* litter.

Słowa kluczowe: materia organiczna, popiół z elektrowni, gleby antropogeniczne, rekultywacja leśna.

Key words: organic matter, chemical properties, ash from power plant, anthropogenic soils, forest reclamation.

WSTĘP

Obszary występujące w rejonach oddziaływania przemysłu wydobywczo-energetycznego ulegają daleko idącym przekształceniom głównie geomechanicznym i hydrologicznym [Bender, Gilewska 2004]. Miejsce rolniczej lub leśnej przestrzeni produkcyjnej zajmują nowe – antropogeniczne i często nieproduktywne powierzchnie, które wymagają odpowiedniego zagospodarowania. Uciążliwe dla środowiska przyrodniczego i bardzo trudne do rekultywacji są składowiska odpadów paleniskowych z elektrowni. Ze względu na niedobory azotu i fosforu, alkaliczny odczyn oraz duże zasolenie popiołów elektrownianych, na takich obszarach utrudniony jest rozwój szaty roślinnej [Gilewska 2004; Maciak i in. 1974]. Najwłaściwszym sposobem zagospodarowania składowisk jest ich zalesienie. Tworzący się pod drzewostanem poziom akumulacji biologicznej częściowo stabilizuje grunt zabezpieczając go przed erozją, a procesy rozkładu ściółki decydują o włączaniu składników pokarmowych w obieg biologiczny.

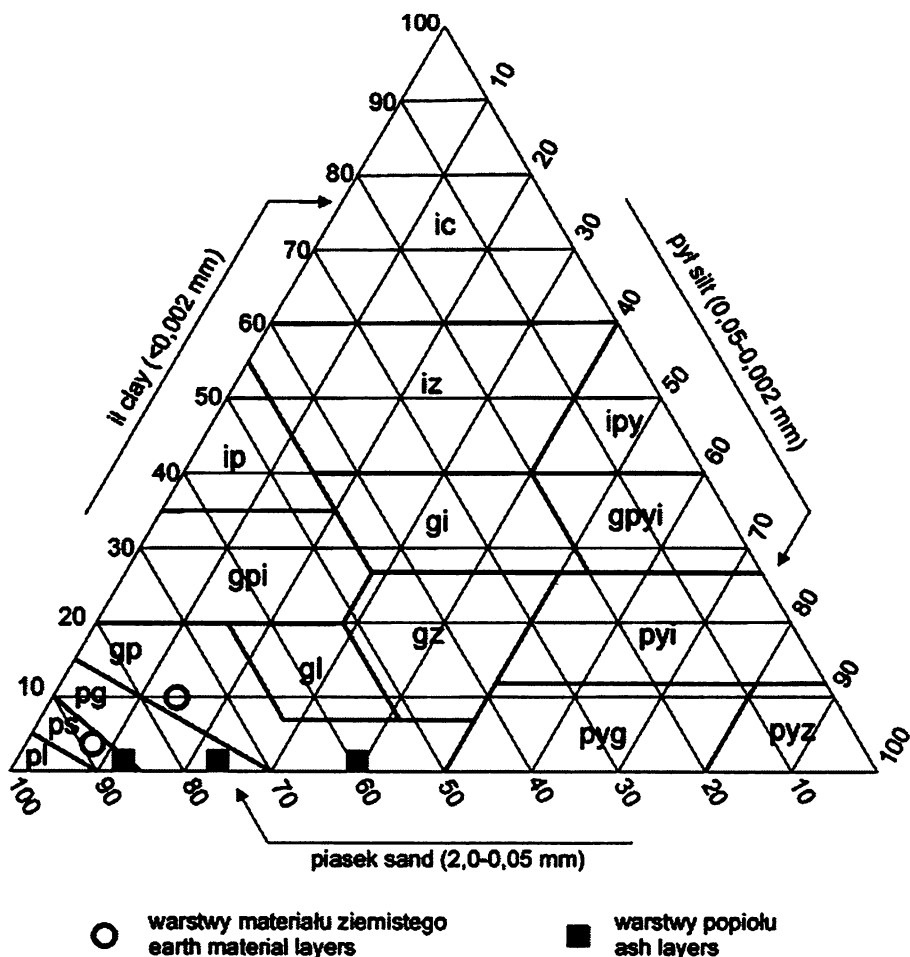
Celem podjętych badań jest określenie wskaźników charakteryzujących właściwości materii organicznej poziomu powierzchniowego gleb tworzących się pod nasadzeniami drzew w rejonie składowiska popiołów z elektrowni.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na wyłączonej z eksploatacji części składowiska popiołów z elektrowni w rejonie Bełchatowa. Doświadczenia poletkowe założono na płaskiej półce obwałowania tego składowiska. Wcześniej uformowano podłoże popiołowe, pokryte je warstwami materiału ziemistego o zróżnicowanej miąższości (20 i 40 cm) i wprowadzono nasadzenia robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia* L.), sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). Obiektem kontrolnym były poletka z samym popiołem (I, III, V). Z obserwacji 12-letnich nasadzeń wynikało, że najkorzystniejsze warunki wzrostu drzewek wymienionych gatunków wystąpiły na obiektach z popiołem pokrytym warstwą ziemistą miąższości 40 cm (obiekty II, IV i VI). Tam też zlokalizowano profile, a z poziomów powierzchniowych (Olf) oraz wydzielonych warstw popiołu (Can) i materiału ziemistego (WM) pobrano próbki do analiz. Pobrano także próbki z poziomu organicznego gleby referencyjnej – GR usytuowanej poza obwałowaniem składowiska popiołów, która stanowiła obiekt odniesienia charakteryzujący się naturalną wartością badanych parametrów i porośnięty też zbliżoną wiekowo robinią akacjową, drzewostanem sosnowym i brzozą brodawkowatą. We wszystkich próbkach oznaczono: uziarnienie metodą Boyoucosa w modyfikacji Cassagrande'a i Prószyńskiego, a rozpuszczalne formy i całkowite zawartości fosforu, potasu i magnezu według PN-R-04023 i PN-R-04022 oraz PB 16, 24, 25, 28 – analizy wykonano w akredytowanym laboratorium Stacji Chemiczno-Rolniczej we Wrocławiu według stosowanych w nim procedur badawczych; zasobność oceniono według Janiszewskiego i Kowalkowskiego [cyt. za Kocjan 2000]; pH mierzono potencjometrycznie w 1 mol KCl-dcm⁻³ (odczyn określono według zakresów opracowanych dla gleb leśnych przez Puchalskiego i Prusinkiewicza [cyt. za Kocjan 2000]). Węglały oznaczono według Scheiblera, a zawartość węgla organicznego i azotu ogółem – analizatorem CHN VarioMax, podatność materii organicznej na chemiczne utlenianie roztworem manganianu (VII) potasu [Łoginow i in. 1987]. Zastosowana metoda umożliwia wyznaczenie frakcji węgla o zróżnicowanej podatności na utlenianie (jego formy labilnej CL i nielabilnej CNL). Na podstawie otrzymanych wyników obliczono wartości wskaźników: poziomu węgla – CPI (Carbon Pool Size Index), labilności węgla – LI (Lability Index) oraz zagospodarowania węgla – CMI (Carbon Management Index), zaproponowanych przez Blaira i in. [1995], które wykorzystano do oceny stanu materii organicznej w poziomach Olf tylko na obiektach z drzewostanem sosnowym i akacjowym.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Pod 12-letnimi drzewostanami robinii akacjowej, sosny zwyczajnej i brzozy brodawkowatej wykształcił się poziom organiczny Olf – ściółka miąższości około 3 cm. Wyraźny brak epihumusu (nawet pod sosną) w próchnicy nadkładowej mógł być spowodowany warunkami siedliskowymi panującymi na składowisku oraz krótkim okresem funkcjonowania uformowanych zbiorowisk antropogenicznych.



RYSUNEK 1. Skład granulometryczny (według PTG [2009])

FIGURE 1. Soil texture (according to Texture classification of Polish Society of Soil Science)[2009]

Skład granulometryczny popiołów w badanych profilach jest zróżnicowany od piasków słabogliniastych przez piaski gliniaste do glin piaszczystych. Materiał ziemisty, który wprowadzano na obiekty z robinią i brzozą, ma uziarnienie gliny piaszczystej, a pod sosną piasku słabogliniastego (rys. 1).

Popioły mają odczyn słabo alkaliczny (pH 7,7–7,9), zasobność w fosfor wykazują niedostateczną ($3,5\text{--}7,4\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), w potas średnią albo niedostateczną ($30,7\text{--}84,7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz w magnez dobrą ($53,0\text{--}116,0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Podobną zasobnością charakteryzują się popioły badane przez Gilewską [2004], Maciaka i in.[1974] oraz Strączyńską i Strączyńskiego [2008]. Wprowadzony na obiekty materiał ziemisty ma odczyn obojętny, wykazuje zasobność w potas średnią, w magnez dobrą oraz podobnie jak popioły w fosfor niedostateczną. Można zatem przypuszczać, że głównym źródłem fosforu, a także pozostałych składników pokarmowych jest występująca pod drzewami próchnica nadkładowa – poziom Olf, co ilustrują wyniki zamieszczone w tabeli 1. Ściółki są

TABELA 1. Właściwości chemiczne – TABLE 1. Chemical properties

Objekt Object	Poziom Horizon	Miaższość Depth	pH	Przyswajalne formy, Available forms			CaCO ₃
				P	K	Mg	
				mg·kg ⁻¹			
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.							
I	Ol _f	3–0	7,0	139	730	240	56
	Can	0–40	7,7–7,9	6,5–7,0	48,9–83,9	53–74	120
II	Ol _f	3–0	7,1	144	639	240	
	WM	0–40	6,9–7,0	16,1–16,3	56,5–84,7	25–38	
	Can	40–60	7,7–7,8	6,5–7,4	30,7–35,7	113–115	
GR	Ol _{fh}	3–0	6,2	424	407	455	0
<i>Pinus sylvestris</i> L.							
III	Ol _f	3–0	7,1	51,9	722	205	51
	Can	0–40	7,8–7,9	3,5–6,5	44,0–59,8	64–66	37
IV	Ol _f	3-00-404-	7,0	107	755	445	43
	WM	0-60	7,1–7,2	18,3–27,1	55,6–78,0	27–73	0
	Can		7,7–7,8	4,4–6,5	31,5–32,4	108–116	45
GR	Ol _f	3-0	5,0	382	1212	255	0
<i>Betula pendula</i> Roth.							
V	Ol _f	3-0	6,8	153	970	420	39
VI	Ol _f	3-0	6,8	22,9	117	400	31
GR	Ol _{fh}	3-0	4,7	344	946	250	0

GR – gleba referencyjna; reference soil. Ol_f i Ol_{fh} – poziom organiczny; organic horizon. C – warstwa popiołu; ash layer, WM – warstwa materiału ziemistego; earth material layer; I, II, V – obiekty z samym popiołem – objects with ash only; II, IV, VI – obiekty z popiołem pokrytym 40 cm warstwą ziemistą – objects with ash covered with earth material 40-cm layer

wielokrotnie zasobniejsze w badane składniki niż popiół i materiał ziemisty. Największe ilości rozpuszczalnych form fosforu, potasu i magnezu stwierdzono w ściółce brzozy brodawkowatej. Ściółka sosny wyróżnia się mniejszą zawartością fosforu (51,9–107,3 mg·kg⁻¹) niż ściółka robinii (139,2–144,4 mg·kg⁻¹), natomiast zawartość potasu w porównywanych ściółkach kształtuje się na zbliżonym poziomie (639,2–755,0 mg·kg⁻¹). Uwagę zwraca fakt, że ściółka robinii, sosny i brzozy rosnących na składowisku zawiera mniej fosforu przyswajalnego niż na obiektach gleby referencyjnej. Jest to zapewne związane z ograniczonym pobieraniem przez te drzewa fosforu z ubogich w ten składnik popiołów.

Całkowita zawartość fosforu i potasu w badanych ściółkach kształtuje się w przedziale 0,9–1,4 g·kg⁻¹. Tylko ściółka robinii na glebie referencyjnej zawiera większe ilości fosforu i potasu (1,8 i 3,4 g·kg⁻¹). Całkowita zawartość magnezu w ściółce gleby referencyjnej jest mniejsza niż w ściółce na obiektach składowiska (tab. 2). Może to być spowodowane obecnością na powierzchni gleb popiołów, które są nawiewane z czaszy składowiska. Dlatego też ściółka na tych obiektach ma odczyn obojętny (pH 6,8–7,1) i znajdują się w niej węglany (31–58 g·kg⁻¹). Wytrącają się one z obecnych w popiołach tlenków wapnia, magnezu i sodu, co opisywali w swojej pracy Maciak i in. [1964]. Całkowita zawartość makropierwiastków, a także węgla organicznego i azotu ogółem w ściółce badanych gleb

na składowisku kształtuje się na podobnym poziomie jak w glebach siedlisk naturalnych [Dziadowiec 1990]. Należy podkreślić, że próchnica nadkładowa sosny wyróżnia się większym stosunkiem C:N niż ściółka akacji i jest to związane z małą ilością azotu ogółem w igliwiu, co również znajduje potwierdzenie w badaniach Dziadowiec [1990].

Ilość węgla organicznego w poziomach Olf na obiektach pokrytych materiałem ziemistym (II,IV) jest większa niż na poletkach z samym popiołem (I,III), ale kształtuje się na niższym poziomie niż w glebach siedlisk naturalnych (tab. 3). Świadczą o tym niskie wartości wskaźnika poziomu węgla (CPI: 0,6–0,9). Ektopróchnica spod robinii i sosny charakteryzuje się też małym udziałem frakcji węgla labilnego (CL), który dla sosny kształtuje się na poziomie 27%, a dla robinii jest jeszcze niższy bo wynosi tylko 21% (może to być spowodowane dużym udziałem w ściółce odpornych na rozkład strąków robinii). Informują o tym także niskie wartości wskaźnika labilności węgla (LI) na porównywanych obiektach. Wartości wskaźnika zagospodarowania węgla (CMI) są również niskie, ale wyższe w ściółce robinii niż sosny. Można zatem stwierdzić, że w ekto-próchnicy pod nasadzeniami robinii akacyjowej wskaźnik CMI oraz CPI kształtują się nieco korzystniej niż pod drzewostanem sosny zwyczajnej.

TABELA 2. Całkowita zawartość makroelementów w poziomie powierzchniowym badanych gleb

TABLE 2. Total content of makroelements in the surface layer of investigated soils

Obiekt* Object	Poziom genet. Genetic horizon	P	K	Mg
		g·kg ⁻¹		
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.				
GR	Olf	1,8	3,4	2,0
I		1,0	1,1	2,4
II		1,3	0,9	2,4
<i>Pinus sylvestris</i> L.				
GR	Olf	1,2	1,2	0,7
III		1,1	0,9	3,5
IV		1,0	1,0	2,2
<i>Betula pendula</i> Roth.				
GR	Olf	1,3	1,1	1,1
V		1,1	1,2	2,7
VI		1,2	1,4	3,0

*objaśnienia jak w tab. 1. – explanation as in Table 1

TABELA 3. Wskaźniki oceny stanu materii organicznej poziomu powierzchniowego badanych gleb

TABLE 3. Organic matter estimation indices in the surface layer of investigated soils

Obiekt Object	Corg, TOC	CL	CNL	CPI	LI	CMI	N og,Ntot	C:N
	g·kg ⁻¹						g·kg ⁻¹	
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.								
GR	280,1	53,1	227,0	–	–	–	20,6	13
I	258,3	61,1	196,8	0,9	135	121	13,8	19
II	262,2	55,8	206,3	0,9	117	105	18,5	14
<i>Pinus sylvestris</i> L.								
GR	387,5	95,6	291,9	–	–	–	11,5	34
III	250,5	72,2	178,3	0,6	121	73	9,2	27
IV	278,2	81,6	196,6	0,7	127	89	10,7	26

CL – węgiel labilny; labile carbon, CNL – węgiel nielabilny; non-labile carbon, CPI – wskaźnik poziomu węgla; carbon pool size index, LI – wskaźnik labilności węgla; carbon lability index, CMI – wskaźnik zagospodarowania węgla; carbon management index

WNIOSKI

1. Próchnica nadkładowa gleb antropogenicznych wytworzonych na składowisku popiołów z elektrowni jest głównym źródłem składników pokarmowych dla występujących tam nasadzeń drzewiastych.
2. W ocenie stanu materii organicznej ektopróchnicy pod badanym drzewostanem wyznaczone wartości wskaźników poziomu i zagospodarowania węgla są ogólnie niskie, ale najkorzystniejsze w ściółce robinii akacyjowej, co potwierdza przydatność tego gatunku do rekultywacji składowisk odpadów paleniskowych.

LITERATURA

- BLAIR G.J., LEFROY R.D.B., LISLE L. 1995: Soil carbon fractions, based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management Index. *Austr. J. Agric. Res.* **46**: 1459–1466.
- BENDER J., GILEWSKA M. 2004: Rekultywacja w świetle badań i wdrożeń. *Rocz. Glebozn.* **55**, 2: 26–46.
- DZIADOWIEC H. 1990: Rozkład ściótek w wybranych ekosystemach leśnych. *Rozpr. Uniwer. M. Kopernika*, Toruń: 137 ss.
- GILEWSKA M. 2004: Rekultywacja biologiczna składowisk popiołowych z węgla brunatnego. *Rocz. Glebozn.* **55**, 2: 103–110.
- POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE 2009: Klasyfikacja uziarnienia gleb PTG 2008. *Rocz. Glebozn.* **60**, 2: 5–16.
- KOCJAN H. 2000: Prace przygotowawcze do odnowień i zalesień, sposoby i technika sadzenia oraz pielęgnacja upraw. AR Poznań: 172 ss.
- ŁOGINOW W., WIŚNIEWSKI W., GONET S.S., CIEŚCIŃSKA B. 1987: Fractionation of organic carbon based on susceptibility to oxidation. *Pol. J. Soil. Sci.* **20**, 1: 47–52.
- MACIAK F., LIWSKI S., BIERNACKA E. 1974: Właściwości fizykochemiczne i biochemiczne utworów ze składowisk po węglu brunatnym i kamiennym. *Rocz. Glebozn.* **25**, 3: 191–203.
- STRĄCZYŃSKA S., STRĄCZYŃSKI S. 2008: Ocena warunków siedliskowych pod nasadzeniami drzew na rekultywowanym składowisku popiołów elektrowniowych. *Rocz. Glebozn.* **59**, 2: 223–229.

Prof. dr hab. Stanisława Strączyńska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska
ul. Grunwaldzka 53, 50-375 Wrocław
E-mail: stanislawa.straczyńska@up.wroc.pl