

Stefan Skiba, Wojciech Szymański, Michał Nędzka
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ
ul. Gronostajowa 7, 30–387 Kraków
s.skiba@geo.uj.edu.pl

Received: 3.07.2009
Reviewed: 10.07.2009

Ryszard Prędko
Bieszczadzki Park Narodowy
ul. Belska 7, 38–700 Ustrzyki Dolne

INICJALNE GLEBY (*LITHIC LEPTOSOLS*) PIĘTRA POŁONIN W BIESZCZADACH I W CZARNOHORZE (KARPATY WSCHODNIE)

Lithic Leptosols in the subalpine and alpine meadows
(poloninas) in the Bieszczady Mts and Chornokhora Mts
(Eastern Carpathians)

Abstract: Characteristics of the Bieszczady Mts. and Chornokhora Mts. soils at the primary stadium of development (*Lithic Leptosols*) has been described. These soils are very shallow formations with profile consisting of a few centimetre of 0fh mor/moder type organic matter horizon situated directly on the weathered rock (R) or on the thick-grained regolith. The organic matter is in the primary stadium of humification, its reaction is very acidic (pH 3,5–4,0) and the fulvic acids prevail within the humus substance fractions. In some cases ratio 1:1 between fulvic and humic acids can be observed.

Key words: Eastern Carpathians (Bieszczady Mts, Chornokhora Mts), *Lithic Leptosols*, organic matter, humification index.

Wstęp

Gleby obszarów górskich odznaczają się pewnymi wspólnymi cechami, odróżniającymi je od gleb obszarów nizinnych i wyżynnych. Najbardziej charakterystyczną cechą gleb górskich jest bardzo płytki profil glebowy i duży udział okruchów skalnych w masie glebowej. Właściwości te uwarunkowane są twardym, odpornym na wietrzenie podłożem skalnym oraz intensywnymi procesami morfogenetycznymi, które powodują ciągłe odprowadzanie zwietrzałego materiału w dół stoku. Procesy te przyczyniają się do występowania tzw. ażurowości (nieciągłości) pokrywy glebowej, która przejawia się w postaci licznych obszarów

bezglebowych, w miejscach wychodni skalnych lub w obszarach o dużym nachyleniu terenu. Ażurowy typ pokrywy glebowej jest charakterystyczny dla obszarów powyżej górnej granicy lasu w górach wysokich, które w Polsce reprezentują m.in. Tatry (Skiba 2006). W masywach gór średnich, jakimi są Bieszczady, gleby inicjalne występują w obrębie szczytowych grzbietów górskich, gdzie występują wychodnie skalne (Skiba i in. 1998). Obszary górskie odznaczają się chłodnym i wilgotnym klimatem oraz odpowiadającymi tym warunkom klimatycznym zbiorowiskami roślinnymi. Wszystko to warunkuje specyficzny skład edafonu glebowego (przewaga grzybów nad bakteriami) i ma związek ze spowolnieniem rozkładu materii organicznej. Prowadzi to do tworzenia się miąższych, organicznych poziomów ektohumusowych w stropowej części profilu glebowego (Drewnik 2006; Skiba i in. 1997). Specyficznymi glebami obszarów górskich są inicjalne gleby skaliste (*Lithic Leptosols*), które stanowią początkowe stadium rozwojowe gleby. Morfologia profilu tych gleb to O-AC-R lub O-R. Profile litosoli odznaczają się występowaniem kilkucentymetrowej warstewki organicznej, słabo rozłożonej i murszopodobnej, leżącej bezpośrednio na słabo zwietrzałym lub tylko popękany podłożu skalnym (Skiba i in. 1998). W Bieszczadach gleby takie występują w najwyższych partiach połonin, na wychodniach skalnych. Tworzą one siedlisko dla pionierskich zbiorowisk *Asplenieta rupestris*. Nieco głębsze gleby, słabo ukształtowane, porośnięte są przez murawy alpejskie (*Potentillo-Festucetum supinae*) (Skiba, Winnicki 1995). W Czarnohorze gleby takie występują w partiach szczytowych na wychodniach skalnych (Skiba i in. 2006, 2008a, 2008b).

Celem tego opracowania jest nie tylko charakterystyka właściwości inicjalnych gleb (*Lithic Leptosols*), ale również charakterystyka i skład połączeń humusowych poziomów organicznych tych specyficznych gleb, występujących w piętrze połonin w Bieszczadach oraz w Czarnohorze.

Obszar i metodyka badań

Bieszczady i Czarnohora są pasmami górskimi należącymi do Wschodnich Karpat Zewnętrznych. Zbudowane są z przemiennie ułożonych warstw zlepieńców, piaskowców i łupków, tworzących flisz karpacki. Bieszczady zbudowane są z fliszu karpackiego należącego do płaszczowiny dukielskiej oraz śląskiej, a Czarnohorę budują warstwy skalne należące do płaszczowiny czarnohorskiej (Żytko i in. 1973). Zwietrzliny tych skał stanowią podłoże macierzyste dla badanych utworów glebowych (Fot. 1 i 2).

Badania prowadzono w obszarze połonin w Bieszczadach oraz Czarnohorze. Bieszczady należą do gór średnich, w których na wysokości ok. 1250 m n.p.m. występuje górna granica lasu, a powyżej rozciągają się połoniny, czyli zbiorowiska subalpejskich łąk górskich. Czarnohora stanowi wysokogórskie pasmo Karpat



Fot. 1. Inicjalna gleba litogeniczna (*Lithic Leptosol*) na Haliczu.

Phot. 1. *Lithic Leptosols* on Mt Halicz.

Wschodnich, które charakteryzuje się występowaniem form polodowcowych i jest najwyższym mezoregionem pomiędzy Tatrami a Alpami Rodniańskimi. Górna granica lasu występuje na wysokości około 1500 m n.p.m.

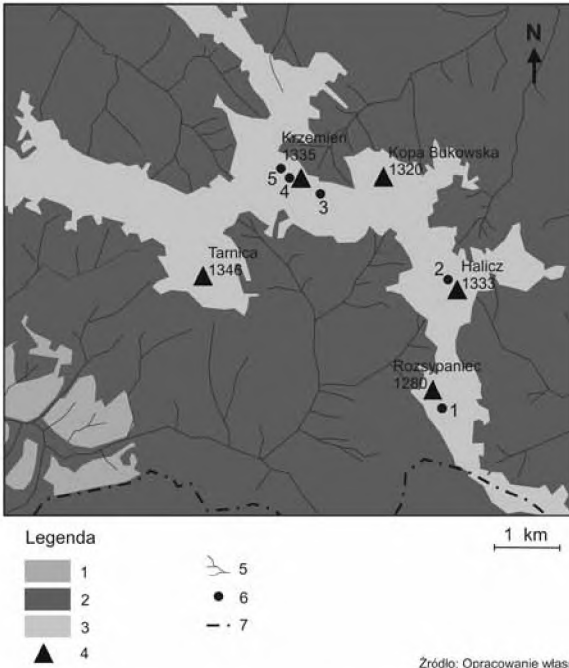
Profile glebowe w Bieszczadach zlokalizowano na Rozsypańcu, Haliczu i Krzemieniu, a w Czarnohorze na Pożyżewskiej i Popie Iwanie (Ryc. 1 i 2).

Badania terenowe prowadzono w 2007 r., opisano morfologię profilu glebowego oraz pobrano próbki do analiz. Oznaczono podstawowe właściwości tych gleb, m.in. odczyn oraz zawartość materii organicznej. Szczegółowo badano skład połączeń humusowych z racji specyfiki badanych gleb. Badania składu frakcyjnego próchnicy wykonano metodą Tiurina w modyfikacji Ponomariowej i Płotnikowej.



Fot. 2. Inicjalna gleba litogeniczna (*Lithic Leptosols*) na Krzemieniu.

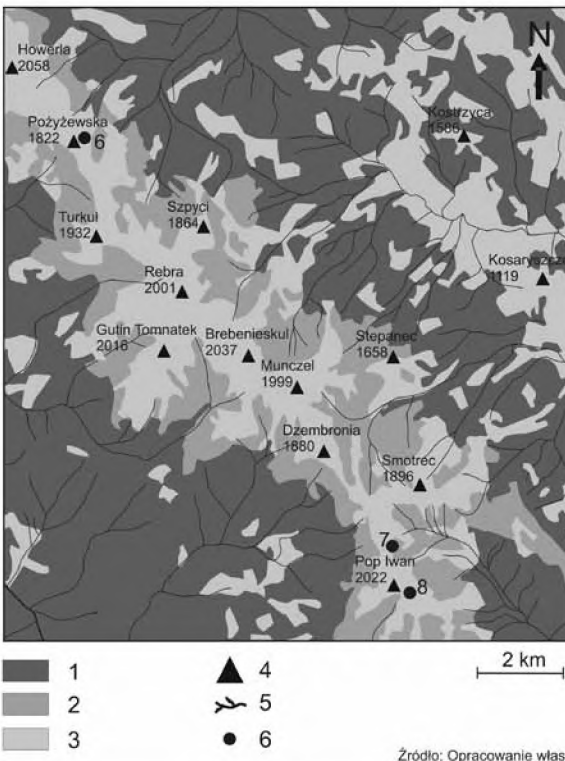
Phot. 2. *Lithic Leptosols* on Mt Krzemień.



Ryc. 1. Lokalizacja badanych gleb litogenicznych (*Lithic Leptosols*) w Bieszczadach Zachodnich.

Fig. 1. Localization of the investigated *Lithic Leptosols* in the Western Bieszczady Mts.

Objaśnienia / *Explanations*: 1. Łąki i pastwiska / *Meadows and pastures*, 2. Piętro regła dolnego / *Deciduous forest zones*, 3. Piętro połonin / *Subalpine zone*, 4. Szczyty / *Peaks*, 5. Cieki wodne / *Streams and rivers*, 6. Badane profile glebowe / *The investigated Lithic Leptosols*, 7. Granica państwa / *State border*.



Ryc. 2. Lokalizacja badanych gleb litogenicznych (*Lithic Leptosols*) w Chornohorze.

Fig. 2. Localization of the investigated *Lithic Leptosols* in the Chornohora Mts.

Objaśnienia / *Explanations*: 1. Piętro regła górnego / *Coniferous forests zone*, 2. Piętro subalpejskie / *Subalpine zone*, 3. Piętro połonin / *Alpine zone*, 4. Szczyty / *Peaks*, 5. Cieki wodne / *Streams and rivers*, 6. Badane profile glebowe / *The investigated Lithic Leptosols*.

Wyniki badań

Cechą charakterystyczną wszystkich badanych gleb jest niewielka miąższość poziomów organicznych (butwinowych), wahać się od około 5–10 cm na Popie Iwanie i Pożyżewskiej, do około 10–15 cm na Krzemieniu i Haliczu. Materiał organiczny jest słabo rozłożony, typu mor/moder, moder o odczynie kwaśnym: pH w H₂O od 3,5 do 4,5 oraz pH w KCl 2,9–3,5 (Tab. 1). Tak niski odczyn wynika z obecności dużej ilości agresywnych kwasów humusowych. Ilość materii organicznej w badanych glebach waha się w szerokich granicach: od ok. 15% w poziomach Ah np. na Krzemieniu, do ok. 50% w poziomach organicznych Ofh np. na Popie Iwanie (Tab. 1). Świadczy to o zróżnicowanych warunkach humifikacji martwej materii organicznej, ponieważ procesy jej przemian zależą zarówno od czynników wewnętrznych (np. skład chemiczny szczątków roślinnych) jak i czynników zewnętrznych (warunki glebowe i klimatyczne) (Drewnik 1996, 2006).

Tabela 1. Wybrane właściwości badanych gleb litogenicznych (*Lithic Leptosols*).

Table 1. Some properties of the investigated *Lithic Leptosols*.

Nr profilu <i>Profile No</i>	Poziom <i>Horizon</i>	Głębokość [cm] <i>Depth</i>	pH [H ₂ O] <i>Reaction</i>	pH [1M KCl] <i>Reaction</i>	Barwa na mokro <i>Colour</i>	Materia org. [%] <i>Org. matter</i>
1. Rozsypaniec	Ofh	0-7	4,3	3,4	10YR 2/1	34
2. Halicz	Of	0-9	3,9	2,9	10YR 1,7/1	38
	Ofh	9-15	4,0	3,1	10YR 3/1	32
3. Krzemień	Ofh	0-10	4,0	3,2	7.5YR 2/2	39
	Ah	10-20	4,0	3,3	10YR 3/2	16
4. Krzemień	Otwy	0-2	3,5	3,0	7.5 YR 3/3	36
5. Krzemień	Otwy	0-3	3,8	2,9	10YR 3/2	29
6. Pożyżewska	Ofh	0-7	4,3	3,2	10YR 2/2	35
7. Pop Iwan	Of	0-5	3,5	3,0	10YR 2/1	51
8. Pop Iwan	Ofh	0-5	3,8	3,1	10YR 3/1	31

W składzie związków próchnicowych (Tab. 2) kwasy huminowe i kwasy fulwowe występują niemal w równowadze, niekiedy z niewielką przewagą kwasów huminowych. Stosunek węgla kwasów huminowych do węgla kwasów fulwowych 1,3–1,4 wykazują poziomy organiczne powstałe z obumarłej roślinności zielnej. Sytuacja taka ma miejsce w poziomach organicznych gleb połoninowych Halicza i Rozsypanca w Bieszczadach. W większości poziomów butwinowych stosunek kwasów huminowych do kwasów fulwowych osiąga wartość około 1 (Tab. 2).

W glebach inicjalnych, których materia organiczna utworzyła się z obumarłych borówek (*Vaccinium myrtillus*), niekiedy z udziałem igliwia kosodrzewiny (*Pinus mugho*), jak to jest na Popie Iwanie, zaznacza się przewaga kwasów fulwowych nad huminowymi (stosunek węgla kwasów huminowych (CH) do węgla kwasów fulwowych (CF) wynosi 0,7–0,9).

We frakcji kwasów fulwowych i huminowych większości analizowanych poziomów butwinowych z Bieszczad Zachodnich, przeważają podfrakcje wolne i związane z niekrzemianowymi formami półtoratlenków (KF-1, KH-1), których zawartość waha się w granicach od 22,2% do 28,3% węgla ogółem (w przypadku kwasów fulwowych) i 20,5%–22,8% węgla ogółem (w przypadku kwasów huminowych) (Tab. 2).

W poziomach ektohumusowych gleb inicjalnych z Czarnohory przeważa podfrakcja wolna i związana z niekrzemianowymi formami półtoratlenków we frakcji kwasów fulwowych (KF-1) i stanowi około 23–24% ogólnej zawartości węgla. Natomiast wszystkie podfrakcje kwasów huminowych odznaczają się zbliżoną zawartością (5,5–11,6% węgla ogółem). Wyjątek stanowi poziom butwiny nadkładowej na Pożyżewskiej (poziom Ofh), gdzie we frakcji kwasów huminowych dominują kwasy huminowe wolne i związane z niekrzemianowymi formami półtoratlenków (17,1% ogólnej zawartości węgla w tym poziomie) (Tab. 2).

Zawartość najmniej aktywnej frakcji humusowej – humin, jest zróżnicowana i waha się od ok. 3% w poziomie Ofh na Rozsypańcu do ponad 20% w poziomach organicznych gleb Czarnohory. Zawartość bitumin, a więc garbników, żywic, tłuszczów i wosków, które są odporne na rozkład mikrobiologiczny, w analizowanych próbkach waha się od 7,2% na Popie Iwanie do 12,7% ogólnej zawartości węgla na Haliczu. Frakcja ta jest jednym ze wskaźników tempa dekompozycji martwej materii organicznej i im wyższa jej zawartość tym wolniejsze tempo mineralizacji i humifikacji martwej materii organicznej (Meentemeyer 1978). Obliczony stopień humifikacji wykazuje wyraźną zależność tempa humifikacji martwej materii organicznej i powstawania właściwej próchnicy od wysokości nad poziomem morza. Zaznacza się dość wyraźny trend spadku tempa humifikacji wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza (Ryc. 3).

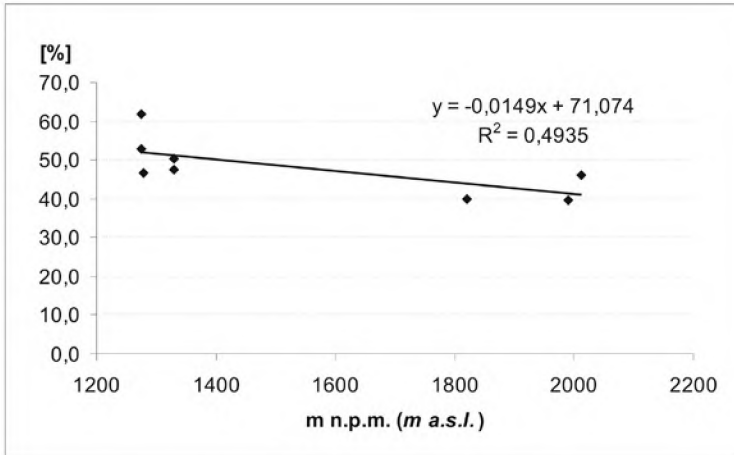
Indeks humifikacji w Bieszczadach waha się w granicach 50–60%, podczas gdy w Czarnohorze wynosi on około 40–45%. Należy jednak zauważyć, że tempo dekompozycji martwych szczątków organicznych zależy nie tylko od zmieniających się warunków klimatycznych w ramach wzrostu wysokości bezwzględnej, ale również od jakości substratu obumarłych resztek roślinnych.

Nie prowadzono badań nad składem frakcyjnym w poziomach organicznych *histic* specyficznych skalistych utworów torfowych torfowisk wysokich na Krzemieniu. Należy podkreślić, że te naskalne płytkie torfowiska tworzą kopulaste formy przyczepione do ścian i półek skalnych. Korzystają one z wody pochodzącej ze śniegu lub z wody opadowej. W okresach suszy jesiennej płyty torfowisk naskalnych są przesuszane i niekiedy odrywane przez wiatr od podłoża.

Tabela 2. Charakterystyka i skład połączeń humusowych w poziomach organicznych badanych gleb litogenicznych (*Lithic Leptosols*).**Table 2.** Characterization and composition of the humus acids in the organic horizons of the investigated *Lithic Leptosols*.

Nr profilu Profile No	Poziom Horizon	Głębokość [cm] Depth	C _{org} [%]	Cb [%]	Frakcja kwasów fulwowych <i>Fulvic acids</i> [%]			Suma KF <i>Total</i>			Frakcja kwasów humi- nowych <i>Humic acids</i> [%]			Suma KH <i>Total</i>	Humi- ny <i>Humins</i> [%]	CH/CF <i>CH/CF</i>	Hi [%]	
					KF-1a	KF-1	KF-2	KF-3	Total	KH-1	KH-2	KH-3						
													3,9					28,3
1. Rozsypaniec	Ofh	0-7	17,5	8,7														
2. Haliicz	Of	0-9	21,9	12,7	2,9	22,2	0,0	7,3	32,4	20,6	6,9	13,1	40,6	14,3	1,3	50,3		
	Ofh	9-15	16,8	9,6	3,8	23,0	0,0	8,1	34,9	22,8	2,0	11,0	35,8	19,7	1,0	47,5		
3. Krzemień	Ofh	0-10	22,6	8,9	2,8	26,1	0,0	7,5	36,4	21,5	0,0	12,0	33,5	21,2	0,9	52,8		
	Ah	10-20	10,7	7,8	6,9	26,2	0,0	6,8	39,9	22,0	4,8	9,0	35,8	16,7	0,9	61,9		
4. Krzemień	Otwy	0-2	20,8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
5. Krzemień	Otwy	0-3	16,6	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6. Pożyżewska	Ofh	0-7	15,2	8,0	4,0	23,0	0,0	8,4	35,4	17,1	8,3	9,4	34,8	21,8	1,0	40,0		
	Of	0-5	22,6	11,0	3,8	22,8	0,0	9,2	35,8	11,2	5,5	9,7	26,4	26,8	0,7	39,6		
8. Pop Iwan	Ofh	0-5	15,4	7,1	4,9	23,8	0,0	8,0	36,7	11,1	11,6	11,3	34,0	22,2	0,9	46,1		

Cb – węgiel bituminów – *bituminous carbon*.KF-1a – kwasy fulwowe wolne i słabo związane z ruchliwymi półtoralenkami – *fulvic acids in the free fraction*.KF-1 i KH-1 – kwasy fulwowe i huminowe wolne i związane z niekrzemianowymi formami półtoralenków – *fulvic and humic acids in the free fraction and bounded fraction with nonsiliceous sesquioxides*.KF-2 i KH-2 – kwasy fulwowe i huminowe związane z wapniem – *fulvic and humic acids bounded with calcium*.KF-3 i KH-3 – kwasy fulwowe i huminowe silnie związane z mineralną częścią gleby – *fulvic and humic acids in the bounded fraction*.CH/CF – stosunek węgla kwasów huminowych do fulwowych – *humic acids/fulvic acids ratio*.Hi – stopień humifikacji martwej materii organicznej – *humification index*.



Ryc. 3. Stopień humifikacji materii organicznej w badanych glebach litogenicznych (*Lithic Leptosols*).
 Fig. 3. Humification index of the organic matter of the investigated *Lithic Leptosols*.

Inicjalne gleby skaliste (*Lithic Leptosols*) są glebami niezmiernie wrażliwymi na wszelkie oddziaływania mechaniczne. Badane poziomy butwinowe tych gleb są silnie przerośnięte korzeniami żywych roślin, które zwiększają ich odporność na erozję i deflację, lecz nie chronią przed mechanicznymi uszkodzeniami (rozdeptywaniem) przez ruch turystyczny (Prędko 2004). Dlatego postuluje się objęcie tych utworów szczególną ochroną, szczególnie w partiach szczytowych Howerli w Czarnohorze. Na szlakach turystycznych Bieszczadzkiego Parku Narodowego działania takie są już prowadzone, a ewentualne szkody monitorowane.

Gleby inicjalne z dobrze rozwiniętym poziomem organicznym wykazują duże zdolności buforowe w stosunku do zanieczyszczeń chemicznych oraz stanowią unikatowe siedliska dla roślinności naskalnej.

Podsumowanie i wnioski

W Karpatkach Wschodnich, powyżej górnej granicy lasu, występuje dobrze rozwinięte piętro łąk górskich zwanych połoninami, pełniące od zarania funkcję obszarów pasterskich.

W Bieszczadach przebieg górnej granicy lasu wiązany jest z gospodarką pasterską. Dolna granica najniżej schodzi na Połoninie Caryńskiej, podczas gdy na niewielkim izolowanym masywie Rawek sięga ona 1260 m n.p.m. (Zarzycki 1963).

W Czarnohorze górna granica lasu występuje na wysokości około 1500 m n.p.m., zaś łąki alpejskie występują powyżej subalpejskiego piętra kosodrzewiny, na wysokości ok. 1600–1700 m n.p.m.

Opisywane gleby inicjalne wschodniej części Karpat Fliszowych (Bieszczady, Czarnohora) występują głównie w partiach grzbietowych, w obrębie wychodni skalnych. Występujące tam spękane (wietrzejące) ławice piaskowców stanowią podłoże macierzyste tych specyficznych utworów glebowych, będących siedliskiem dla niekiedy endemicznej roślinności naskalnej (Skiba 2008).

Przeprowadzone badania pozwalają na wysnucie następujących wniosków:

1. Inicjalne gleby skaliste (*Lithic Leptosols*) piętra połonin Wschodnich Karpat Fliszowych odznaczają się bardzo płytkim profilem (O-R). Poziom organiczny typu mor/moder lub moder mierzy zazwyczaj 5–15 cm i charakteryzuje się kwaśnym odczynem (pH 3,5–4,0).

2. W składzie połączeń humusowych w poziomach wytworzonych z resztek obumarłej połoninowej roślinności trawiastej występuje stan równowagi pomiędzy kwasami huminowymi i kwasami fulwowymi.

3. W materii organicznej wytworzonej z resztek roślinnych borówczysk lub z udziałem kosodrzewiny zaznacza się przewaga kwasów fulwowych.

4. Stopień humifikacji martwej materii organicznej obniża się wraz ze wzrostem wysokości, co związane jest ze zmianą warunków klimatycznych.

Podziękowania:

Badania substancji organicznej prowadzono w Zakładzie Gleboznawstwa UMK w Toruniu. Autorzy dziękują Pani Prof. dr hab. Renacie Bednarek i zespołowi Zakładu Gleboznawstwa UMK za pomoc w pracach analitycznych.

Literatura

- Drewnik M. 1996. Próchnica i tempo rozkładu materii organicznej w wybranych glebach Bieszczadzkiego Parku Narodowego. *Roczniki Bieszczadzkie* 5: 175–185.
- Drewnik M. 2006. The effect of environmental conditions on the decomposition rate of cellulose in mountain soils. *Geoderma* 132: 116–130.
- Meentemeyer V. 1978. Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology* 59(3): 465–472.
- Prędkie R. 2004. Le suivi de la dégradation des sols dans la zone des itinéraires touristiques: l'exemple du Parc National des Bieszczady. *Prace Geograficzne* 113 : 61–72.
- Skiba S. 2006. Pokrywa glebowa strefy wysokogórskiej Karpat i jej zagrożenia. *Roczniki Bieszczadzkie* 14 : 201–214.
- Skiba S. 2008. Some problems of the soil classification of the Carpathian mountain soils. *Hruntoznawstvo-Soil Science-Pochvovedenije* 9(3–4): 165–168.
- Skiba S., Drewnik M., Drozd J. 1997. Characteristics of the organic matter of ectohumus horizons in the soils of different mountain regions in Poland. In: J. Drozd, S. Gonet, N. Senesi, J. Weber (eds): *The Role of Humic Substances in the Ecosystems and in Environmental Protection*. IHSS–Polish Society of Humic Substances, pp. 497–505.
- Skiba S., Drewnik M., Kacprzak A., Kołodziejczyk M. 1998. Gleby litogeniczne Bieszczadów i Beskidu Niskiego. *Roczniki Bieszczadzkie* 7: 387–396.

- Skiba S., Skiba M., Pozniak S. 2006. Hrunti pilnicno-zahidnoj castiny Chornogirskogo Masivu Ukrainskych Karpat. *Ekologija ta Nosferologija* 17(1–2): 105–112.
- Skiba S., Szymański W., Pozniak S., Skiba M. 2008a. Soils of the Charnokhora Mts. (Ukraine). *Agrochimija i Hruntoznawstvo, Kharkiv*, 69: 147–151.
- Skiba S., Szymański W., Pozniak S., Skiba M. 2008b. Pokrywa glebowa południowo-wschodniej części Czarnohory (Ukraina). *Roczniki Bieszczadzkie* 16: 289–300.
- Skiba S., Winnicki T. 1995. Gleby zbiorowisk roślinnych bieszczadzskich połonin. *Roczniki Bieszczadzkie* 4: 97–109.
- Zarzycki K. 1963. Lasy Bieszczadów Zachodnich. *Acta Agr. et Silv., seria silv.* 3: 3–132.
- Żyto K., Guzik S., Ślęczka A. 1973. Przewodnik geologiczny po wschodnich Karpatach Fliszowych. *Wyd. Geol., Warszawa*.

Summary

Lithic Leptosols occur in the eastern Carpathians (Bieszczady Mts., Chornokhora Mts.) on the outcrops of flysch rocks in the alpine and subalpine meadow areas (poloninas) above upper timberline (Fig. 1). These soils are characterized by a very shallow soil profile (about 10–15 cm) consisting of organic layer situated directly on weakly weathered flysch sandstones. Organic matter that forms the mor/moder organic horizon is in its primary stadium of humification and it is connected to the cool and humid climatic conditions. (Tab. 2, Fig. 3). The reaction of the organic matter is strongly acidic (pH 3,5–4,0) and in the fraction mobile fulvic acids prevails above humic acids, although in some cases balance between these substances can be observed (CH:CF=1).