

Ewelina Rozpendowska, Stefan Skiba
Uniwersytet Jagielloński
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej
30–387 Kraków, ul. Gronostajowa 7
s.skiba@geo.uj.edu.pl

Received: 14.07.2006
Reviewed: 28.07.2006

WPLYW NIEZGODNYCH Z SIEDLISKIEM NASADZEŃ ŚWIERKOWYCH NA GLEBY W KARPATACH

Influence of the habitat incompatible spruce vegetation on soils in Carpathians

Abstract: As a result of improper management ecosystems of deciduous and mixed forests have been turned into spruce monocultures. Changes occurring in the soil morphology and properties being a result of the spruce monoculture planting in place of the mixed / deciduous forest vegetation in the Carpathians have been described.

Wstęp

W ostatnich stuleciach człowiek intensywnie modyfikował naturalne ekosystemy leśne. W lasach polskich Karpat gospodarka leśna doprowadziła do przekształcenia znacznych obszarów leśnych w monokultury świerkowe, wprowadzone na niewłaściwe siedliska (Baran 1968; Myczkowski 1968; Rygiel 1987, 1998; Fabijanowski, Dziewolski 1996).

Warunki siedliskowe, płytki i płaski system korzeniowy, zbliżona struktura wiekowa i stan sanitarny są powodem niskiej odporności świerka w reglu dolnym na oddziaływanie klęsk elementarnych (Fabijanowski, Dziewolski 1996).

Problematyka zgodności gatunkowej drzewostanów z siedliskiem jest szczególnie istotna na obszarach znajdujących się w obrębie parków narodowych, gdzie w ramach ochrony czynnej dokonuje się przebudowy drzewostanów świerkowych w kierunku zbiorowisk zbliżonych do potencjalnych w danych warunkach ekologicznych (Holeksa i in. 2003).

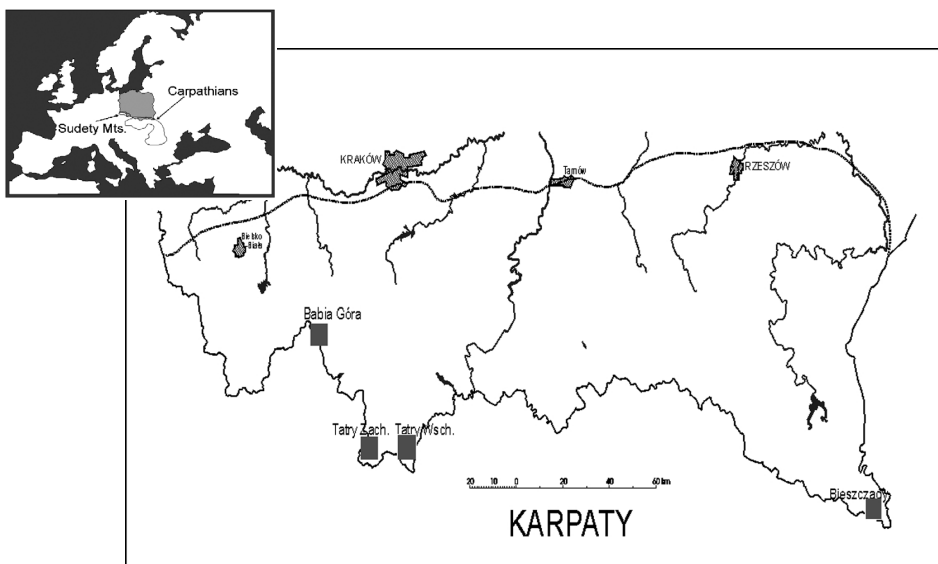
Świerk uznawany jest za gatunek degradujący glebę i zubażający bogate siedliska leśne (Adameczyk 1966; Sikorska 1992; Maciaszek 1996; Maciaszek i in. 2000). Wprowadzenie świerczyn na siedlisko lasów bukowych i bukowo-jodłowych pociąga za sobą zmianę jakości materii organicznej i składu mikroflory

w glebie (Augusto i in. 2000). Ranger i Nys (1994) przypisują zakwaszenie gleb obsadzonych monokulturami świerkowymi nie tylko zmianie rodzaju materii organicznej, jaka ma miejsce wraz z wprowadzeniem świerka na siedlisko buka, ale też charakterowi deponowanych zanieczyszczeń, których większe ilości kumulują drzewa iglaste. Maciaszek i in. (2000) uważają, że wprowadzenie świerka powodować może nasilenie się cech bielcowania w profilu glebowym. Stutzer (1998) mówi wprost o zmianie procesu glebotwórczego na bielcowanie po wprowadzeniu świerka, ale dotyczy to utworów piaszczystych.

Celem tego opracowania jest przedstawienie zmian, jakie zachodzą w glebach pod wpływem nasadzeń świerkowych na naturalnych siedliskach lasów liściastych i mieszanych.

Obszar badań i metodyka

Obserwacje terenowe oraz badania analityczne gleb pod nasadzeniami świerkowymi na niezgodnych siedliskach prowadzono w Karpatach oraz dla porównania w Górach Kaczawskich (Ryc. 1). Opisywano i analizowano gleby pod świerczynami i porównywano je z glebami pod buczynami (Tab. 1). W tym opracowaniu prezentowane są dane z Bieszczadów (Profile 1–2) i z masywu Babiej Góry (profile 8–9). Gleby te reprezentują pokrywy wietrzeniowe fliszowego podłoża geologicznego. Przedstawiono również dane dla gleb wytworzonych na zwietrzelinach skał węglanowych w Tatrach Reglowych (profile 3, 5).



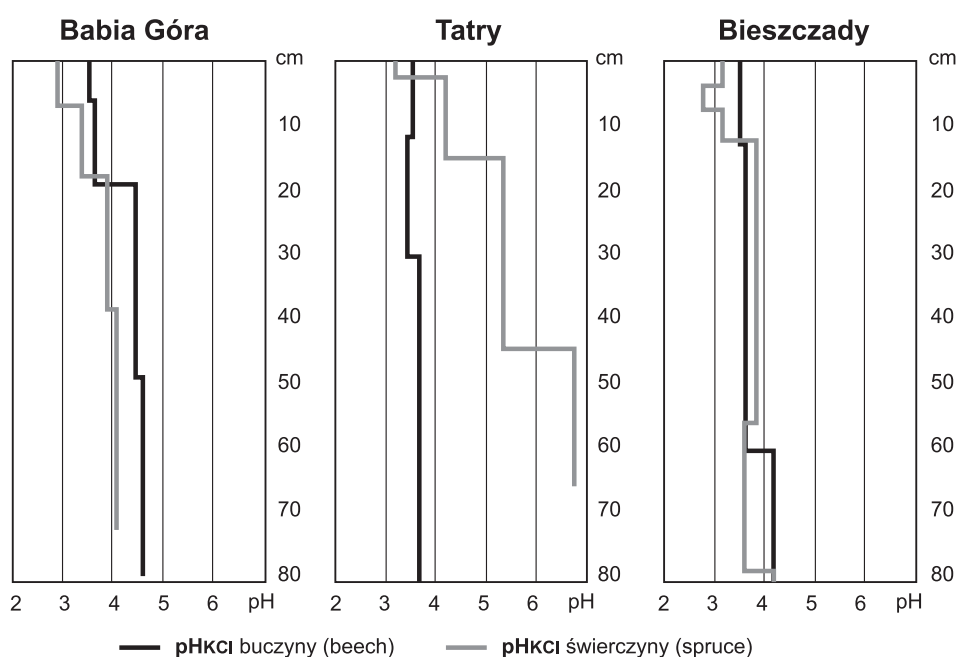
Ryc. 1. Lokalizacja obszarów badań.

Fig. 1. Investigated area.

Tabela 1. Lokalizacja profili glebowych i wybrane cechy środowiska geograficznego.
Table 1. Localisation of the investigated area and some environmental properties.

Profil nr No.	Poziom Horizon	Wys. n.p.m. [m] m a.s.l.	Polozenie Localisation	Nachylenie Slope	Skala macierzysta Parent material	Piętro klimatyczne Climatic belt	Cechy środowiska Environment		Gleba Soil
							Piętro roślinności Type of ecosystem	Roslinność Vegetations	
1	<i>Ofh</i> <i>A</i> <i>ABw</i> <i>Bw</i> <i>Bwgg</i> <i>Cgg</i>	818	Sianki (oddział nasienny) 49° 01' 27,1" N 22° 51' 56,5" E (Bieszczady / Bieszczady Mts.)	stok <i>slope</i> ok. 3° SE	pokrywa stokowa na zwietrzelinie jednostki śląskiej <i>slope cover on flysch weathering</i>	umiarkowanie chłodne <i>moderate cool</i> (1100 mm)	regiel dolny <i>Lower montane</i>	nasadzenia świerkowe na siedlisku lasów bukowych <i>artificial spruce forest</i>	Gleba brunatna właściwa wyługowana Eutric Cambisol
2	<i>Ol</i> <i>Ah</i> <i>ABw</i> <i>Bbr/C</i> <i>Cgg</i>	827	Kiczerka 49° 06' 23,7" N 22° 47' 11,6" E (Bieszczady / Bieszczady Mts.)	stok <i>slope</i> ok. 3° SE	pokrywa stokowa na zwietrzelinie fliszu jednostki śląskiej <i>slope cover on flysch weathering</i>	umiarkowanie chłodne <i>moderate cool</i> (1100 mm)	regiel dolny <i>Lower montane</i>	<i>Dentario-glandulosae-Fagetum typicum</i>	Gleba brunatna właściwa wyługowana Eutric Cambisol
3	<i>Ofh</i> <i>A</i> <i>ABw</i> <i>Bbrgg/Ci</i>	1050	Dolina Olczyńska <i>Olczyńska Valley</i> (pod Piórem), (Tatry Wschodnie / <i>Tatra Mts.</i>)	stok <i>slope</i> 15° NE	pokrywa stokowa na zwietrzelinie wapieni <i>slope cover on limestone weathering</i>	umiarkowanie chłodny <i>moderate cool</i> (1200 mm)	regiel dolny <i>Lower montane</i>	nasadzenia świerkowe na siedlisku lasów bukowych <i>artificial spruce forest</i>	Rędzina brunatna Rendzi-Cambic Leptosol
8	<i>Ofh</i> <i>A</i> <i>Bw</i> <i>Bw/Cgg</i>	975	Przełęcz Krowiarki 50° 05' 08,1" N 19° 52' 21,2" E (Babia Góra / <i>Mt. Babia Góra</i>)	stok <i>slope</i> 15°-30° E	pokrywa stokowa na zwietrzelinie warstw hieroglifowych jednostki magurskiej <i>slope cover on flysch weathering</i>	umiarkowanie chłodny <i>moderate cool</i> (1190mm)	regiel dolny <i>Lower montane</i>	nasadzenia świerkowe na siedlisku lasów bukowych <i>artificial spruce forest</i>	Gleba brunatna kwaśna Dystri-Gleyic Cambisol
9	<i>Ol</i> <i>Ah</i> <i>ABw</i> <i>Bwgg</i> <i>Bw/Cgg</i>	1005	Przełęcz Krowiarki 49° 35' 22,1" N 19° 35' 01,3" E (Babia Góra / <i>Mt. Babia Góra</i>)	stok <i>slope</i> 15°-30° E	pokrywa stokowa na zwietrzelinie warstw hieroglifowych jednostki magurskiej <i>slope cover on flysch weathering</i>	umiarkowanie chłodny <i>moderate cool</i> (1190mm)	regiel dolny <i>Lower montane</i>	<i>Dentario-glandulosae-Fagetum</i>	Gleba brunatna właściwa wyługowana Eutric Cambisol (Eutric)

W niniejszej pracy przedstawiano wybrane dane analityczne. Opisano morfologię profilu glebowego, a w pobranych próbkach oznaczono m.in. uziarnienie (Tab. 2), odczyn gleby (Ryc. 2), węgiel (metodą oksydometryczną), materię organiczną (strata żarowa), kwasowość wymienną, glin i wodór wymienny, sumę zasad wymiennych. Oznaczono również zawartość węgla, wodoru, azotu, siarki ogółem (CHNS) metodą chromatografii gazowej na analizatorze elementarnym firmy Carlo Erba typ 1108 oraz skład mineralny metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) (Tab. 3, Ryc. 3–4).



Ryc. 2. Odczyn wybranych profili glebowych w obszarach badań.
Fig. 2. Soil reaction of profiles in selected research areas.

Tabela 2. Profil glebowy i uziarnienie.**Table 2.** Soil profiles and mechanical composition.

Nr / No	Głębokość Depth [cm]	Symbol Poziomu Horizon	Barwa wg Munsella Colour	Szkiele- let Skele- ton [%]	Uziarnienie [%] / Texture									Gleba Soil
					2-1	1- 0,5	0,5- 0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,02	0,02- 0,006	0,006- 0,002	< 0,002	
1	0-4	Ofh	10YR2/1	0	0	5	15	20	11	24	10	6	9	Gleba brunatna właściwa wylugowana oglejona Eutric-Gleyic Cambisol
	4-8	A	10YR2/3	0	1	6	13	18	9	17	20	9	7	
	8-13	ABwg	10YR4/3	0	2	5	12	19	9	12	18	11	12	
	13-58	Bw	10YR4/6	10	2	4	12	22	11	10	12	10	17	
	58-81	Bw/Cgg	10YR6/2	20	4	5	8	15	11	14	22	9	12	
81-(93)	Cgg	10YR5/1	40	4	5	8	15	11	14	22	9	12		
2	0-1	Ol	10YR3/2	0	2	1	7	12	9	30	23	8	8	Gleba brunatna właściwa wylugowana Eutric- Cambisol
	1-5	Ah	10YR4/4	3	1	1	7	12	10	26	28	8	7	
	5-12	ABw	10YR4/6	30	1	2	4	10	11	20	26	14	12	
	12-60	Bw	10YR5/2	50	9	2	1	3	7	16	30	15	17	
60-(80)	Bw/Cg	10YR5/2	50	9	2	1	3	7	16	30	15	17		
3	0-3	Ofh	7,5YR2/2	3	14	2	2	2	19	8	27	14	12	Rędzina brunatna Rendzi- Cambic Leptosol
	3-15	A	10YR4/4	3	24	2	2	3	9	12	25	16	17	
	15-45	Bw	10YR5/6	10	12	1	2	6	17	2	27	16	17	
	45-(50)	BwgCca	10YR5/5	50	12	1	2	6	17	2	27	16	17	
8	0-8	Ofh	7,5YR2/3	0	3	8	10	15	21	19	16	7	11	Gleba brunatna kwaśna Dystric- Gleyic Cambisol
	8-18	A	10YR4/3	0	6	8	8	17	21	19	15	8	8	
	18-40	Bw	10YR5/4	20	8	7	8	19	25	10	8	7	8	
	40-(70)	Bw/Cg	10YR6/4	50	8	7	8	19	25	10	8	7	8	

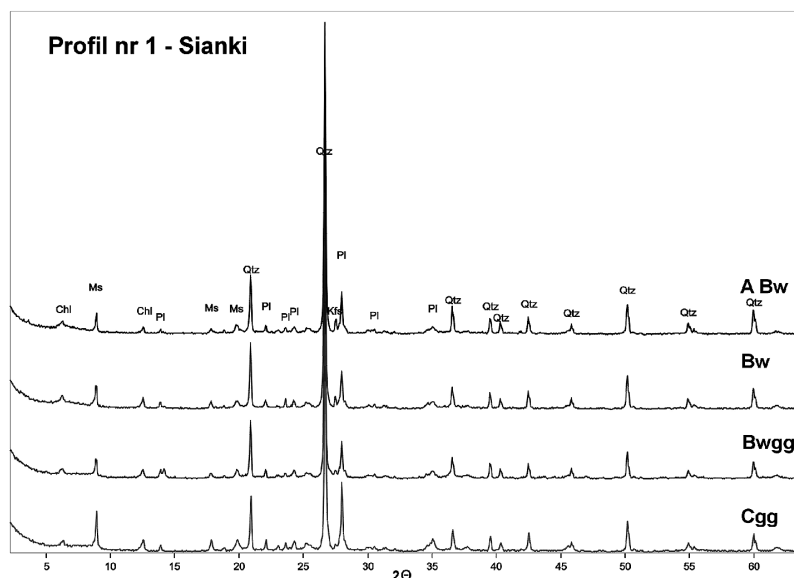
**Ryc. 3.** Dyfraktogram składu mineralnego w profilu nr 1.

Fig. 3. XRD diffractogram of mineral composition in profile No.1. Chl – chlorite, Ms – micas, Pl – plagioclase, Qtz – quartz.

Tabela 3. Wybrane właściwości chemiczne badanych gleb.
Table 3. Some chemical properties of investigated soil profiles.

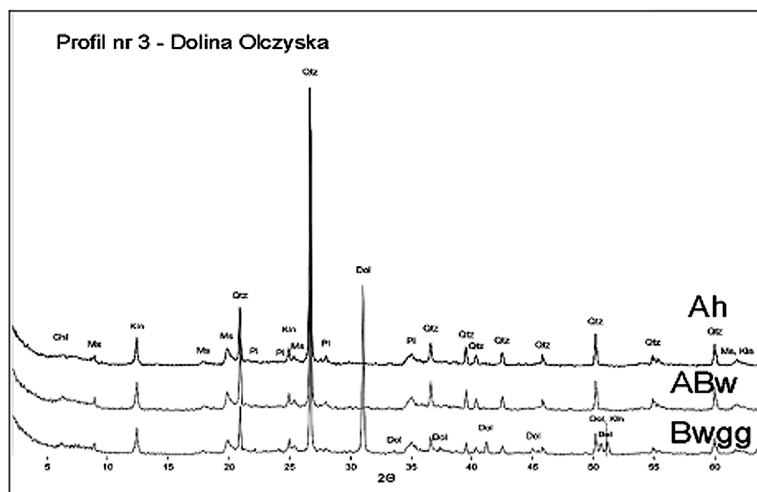
Nr No	Głębokość Depth [cm]	Symbol poziomu Horizon	pH/ Acidity		C(ts)	Mat. org. Organic matter	C	H	N	S	C/N	Gleba Soil
			H ₂ O	KCl								
1	0-4	Ofh	3,9	3,1	n.o.	64,50	31,70	4,11	1,56	n.w.	20,32	Gleba brunatna wylugowana oglejona Eutri-Gleyic Cambisol
	4-8	A	3,4	2,8	7,90	13,62	10,77	1,49	0,64	n.w.	16,83	
	8-13	ABwg	3,7	3,2	2,87	4,95	3,66	0,80	0,23	n.w.	15,91	
	13-58	Bw	4,3	3,9	0,84	1,45						
	58-81	Bwgg	4,6	3,7	0,11	0,19						
81-(93)	Cgg	5,4	4,1									
2	0-1	Ol	3,8	3,5	n.o.	64,47	5,07	0,92	1,36	n.w.	3,73	Gleba brunatna wylugowana Eutric Cambisol
	1-5	Ah	4,0	3,4	4,68	8,07	7,70	1,39	0,59	n.w.	13,05	
	5-12	ABw	4,1	3,4	2,43	4,19	3,06	0,79	0,28	n.w.	10,93	
	12-60	Bw	4,2	3,6	0,61	1,05						
	60-(80)	Bw/Cg	5,7	4,1	n.o.	n.o.						
3	0-3	Ofh	3,8	3,2	n.o.	44,80	26,73	3,64	1,58	n.w.	16,92	Rędzina brunatna Rendzi-Cambic Leptosol
	3-15	A	5,1	4,2	2,76	4,76	3,62	1,09	0,30	n.w.	12,07	
	45-(50)	Bwg/Cca	7,3	6,8	0,67	1,55						
8	0-8	Ofh	3,8	2,9	n.o.	23,00	6,07	0,78	0,37	n.w.	16,41	Gleba brunatna kwaśna oglejona Dystri-Gleyic Cambisol
	8-18	A	4,0	3,4	1,65	3,71	2,52	0,44	0,17	n.w.	14,82	
	18-40	Bw	4,4	3,9	0,80	1,41						
	40-(70)	Bw/Cg	4,9	4,1	n.o.	n.o.						
9	0-2	Ol			n.o.	n.o.						Gleba brunatna właściwa Eutric Cambisol
	2-7	Ah	4,6	3,6	4,22	7,23	n.o.	n.o.	3,60	n.o.	11,70	
	7-20	ABw	4,9	3,7	2,50	4,31	n.o.	n.o.	2,40	n.o.	10,40	
	20-55	Bwgg	6,1	4,4	n.o.	n.o.						
	55-(80)	Bw/Cgg	6,3	4,7	n.o.	n.o.						

C - oznaczenie metodą chromatografii gazowej (*chromatography methods*)

C(ts) – oznaczenie oksydometrycznie i przez spalanie w 400°C (*oxidation techniques and by burning in 400°C temperature*).

Wyniki

Wszystkie badane gleby (Tab. 1), zarówno te spod nasadzeń świerkowych, jak i spod naturalnie występujących zbiorowisk buczyny karpackiej (*Dentario glandulosae-Fagetum*) należą do tej samej jednostki systematycznej, jaką są gleby brunatne (*Cambisols*). W glebach tych, pod poziomami akumulacyjnymi (ekto- i endohumusowymi) występuje dobrze wykształcony poziom przemian wietrzeńczo-glebotwórczych spełniający warunki poziomu diagnostycznego *cambic* (Bw). Poziom brunatnienia (*cambic*) stopniowo przechodzi w podłoże macierzyste C lub podłoże skalne R. Na uwagę zasługują poziomy akumulacyjne, które wykazują wyraźny związek z rodzajem drzewostanów (Tab. 2–3). W glebach pod świerczynami występują wyraźne poziomy ektohumusowe (butwinowe), których



Ryc. 4. Dyfraktogram składu mineralnego w profilu nr 3.

Fig. 4. XRD diffractogram of mineral composition in profile No. 3. Chl – chlorite, Ms – micas, Kln – kaolinite, Qtz – quartz, Pl – plagioclase, Dol – dolomite

miąższość waha się w granicach 3–5 cm. Materia organiczna w tych poziomach jest słabo rozłożona i występuje w typie mor lub mor/moder. Odczyn tej materii organicznej (butwiny) jest więc kwaśny (pH 3,5–4,0), a w przejściu do mineralnej masy glebowej pojawiają się jasne (białawe) plamy, które są pochodzenia redukcyjnego. Zachodzące w tej strefie profilu glebowego procesy redukcyjne wynikają zarówno z utrzymywania wody przez materię organiczną, jak również z odbarwiających procesów redukcyjnych samej materii organicznej (Bloomfield 1970). Poniżej poziomu butwinowego (Ofh), występuje poziom endohumusowy (A) zawierający ok. 2–4% próchnicy dobrze zhumifikowanej tworzącej połączenia organiczno-mineralne. Pod poziomami ekto- i endohumusowymi występuje dobrze wykształcony poziom *cambic*. Należy podkreślić, że nie obserwuje się śladów poziomu *spodic*, także w glebach, gdzie pod poziomem butwinowym obserwowano białawe lub sino-szare przebarwienia, co podkreślano było również w innych opracowaniach (Skiba i in. 1998).

W glebach pod buczynami poziom ektohumusowy jest co najwyżej paromilimetry (ok. 0,2–0,5 cm). Pozostała część poziomu akumulacyjnego wykazuje cechy poziomu *mollic* lub *ochric*. Jest to poziom endohumusowy, dobrze zhumifikowany, o strukturze drobno- lub średnioziarnistej, zaokrąglonej. Poziom ten jest zazwyczaj przerośnięty korzonkami roślinności runa.

Pod poziomami akumulacyjnymi, we wszystkich omawianych glebach, występuje poziom wietrzeniowy *cambic*, który jest brunatno zabarwiony (10 YR 4/3–6), bez przebarwień i wyraźnych kongrecji żelazistych. Poziom ten mierzy zazwyczaj 30–70 cm i stopniowo przechodzi w skałę macierzystą (Bw/CR).

Mięszczość profilu badanych gleb jest zróżnicowana, a to zależy od położenia na stoku, czyli od procesów geomorfologicznych. Opisywane gleby są zazwyczaj średnio głębokie lub głębokie (50–150 cm), zawierające w masie glebowej duży udział okruchów skalnych (20–50%). Ta szkieletowość jest charakterystyczna dla gleb obszarów górskich, wytworzonych na zwietrzelinach lub pokrywach wietrzeniowych masywnych skał podłoża geologicznego.

Uziarnienie badanych gleb jest dziedziczone z podłoża macierzystego, jakim są zwietrzeliny skał fliszowych (Babia Góra, Bieszczady) lub skał węglanowych (Tatry). Przeważają utwory gliniaste średnie, rzadziej występują gliny lekkie lub gliny ciężkie. Są to więc utwory słabo przepuszczalne.

Odczyn badanych gleb jest również pochodną składu mineralnego i procesów wietrzeniowych (Ryc. 3–4). Wszystkie gleby (Ryc. 2) wykazują zakwaszenie w poziomach akumulacyjnych, co wynika z udziału kwaśnej materii organicznej. Większe zakwaszenie wykazują gleby z poziomami ektohumusowymi (pH 3,5–4,5), niż gleby z poziomami endohumusowymi (pH 4,5–5,5).

Rozkład odczynu w profilu glebowym podkreśla procesy zakwaszania bądź ługowania alkalicznych produktów przemian wietrzeniowych, co jest wyraźnie zaznaczone w składzie mineralnym gleb węglanowych z Tatr Reglowych (Ryc. 4). Prawidłowości te są również zaznaczone w ilości kationów alkalicznych występujących w kompleksie sorpcyjnym.

Wnioski

1. Obserwacje terenowe i laboratoryjne wykazują niewielkie zmiany w morfologii profilu glebowego, wynikające z wpływu świerczyn na glebę.
2. Formowanie się kwaśnych poziomów ektohumusowych (butwinowych) wywołuje zakwaszenie górnych poziomów profilu glebowego.
3. Gliniaste uziarnienie oraz zasobność podłoża w składniki alkaliczne uniemożliwiają bielcowanie, czego dowodem jest brak poziomu spodic, a jasne lub niekiedy sino-białe przebarwienia występujące pod poziomem butwinowym są wynikiem procesów redukcyjnych.
4. Zmiany, jakie zachodzą w opisywanych glebach występujących pod nasadzeniami świerczyn nie są trwałe i dlatego możliwa jest regeneracja gleb po przebudowie zbiorowisk zgodnych z siedliskiem.

Podziękowania:

Autorzy dziękują mgr Katarzynie Maj za pomoc w badaniach mineralogicznych.

Literatura

- Adamczyk B. 1966. Studia nad kształtowaniem się związków pomiędzy podłożem skalnym a glebą, Część II, Acta Agr. et Silv. ser. Leśna 6: 3–44.
- Augusto L., Turpault M. P., Ranger J. 2000. Impact of tree species on feldspar weathering rates, Geoderma 96: 215–237.
- Baran S. 1968. Gleby świerczyn Żywiecczyny, Sylwan 6: 45–58.
- Bloomfield C. 1970. Soil heterogeneity and podzolization. Rep. 11. 112.
- Fabijanowski J., Dziewolski J. 1996. Gospodarka leśna. W: Z. Mirek (red.) Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego, TPN–PAN, Kraków–Zakopane, ss. 675–696.
- Holeksa J., Greinert J., Krzan Z., Olszowska B., Skawiński P., Wika S. 2003. Przemiany dolnoreglowych drzewostanów świerkowych poddanych ochronie częściowej w Tatrzańskim Parku Narodowym. Sylwan 10: 37–46.
- Maciaszek W. 1996. Wpływ sposobu gospodarowania lasu na wybrane właściwości gleb Karpat fliszowych. Sylwan 7: 69–76.
- Maciaszek W., Gruba P., Januszek K., Lasota J., Wanic T., Zwydak M. 2000. Degradacja i redegradacja gleb pod wpływem gospodarki leśnej na terenie Żywiecczyny. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Krakowie.
- Myczkowski S. 1968. Geobotaniczna charakterystyka świerczyn Żywiecczyny. Sylwan 6: 17–26.
- Ranger J., Nys C. 1994. The effect of spruce (*Picea abies* Karst.) on soil development: an analytical and experimental approach. European Journal of Soil Science 45: 193–204.
- Rygiel Z. 1987. Zarys gospodarki leśnej i przemysłu drzewnego w okresie międzywojennym i w latach okupacji w Bieszczadach Zachodnich. Sylwan 6: 37–44.
- Rygiel Z. 1998. Świerk bieszczadzki “tarnawski” w przeszłości i jego stan obecny. Sylwan 10: 39–47.
- Sikorska E. 1992. Skład gatunkowy drzewostanów a właściwości płytkich poziomów gleb leśnych. Acta Agr. Silv. 30: 43–51.
- Skiba S., Drewnik M., Prędko R., Szmuc R. 1998. Gleby Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Monografie Bieszczadzkie 2, 88 ss. + mapa.
- Stutzer A. 1998. Early stages of podzolisation in young Aeolian sediments, western Jutland, Catena 32: 115–129.

Summary

Within last centuries Man has modified forest ecosystems. In the Carpathians this process led to planting spruce monocultures in improper habitats (eg. replacing beech woods). Modification of one element of the ecosystem resulted in changes of rate and quality of all the processes occurring there. Soil properties and soil profile provide an excellent insight into those processes. Studies on soils were carried out in the Carpathians: Babia Góra Mt., Tatra Mts. and in the Bieszczady Mts. (Table 1–3).

Modification of the beech and beech-fir forest into spruce monocultures resulted in the changes of the soil profile morphology. Increase in the ectohumus horizon depth may be observed. Ectohumus horizons cause the acidification of the mineral horizons and the lixiviation of the alkaline cations. The cambisols are the prevailing soils. Changes caused by the spruce planting occur mainly in the surface horizons. Studies show that there is a possibility of changing spruce plantations into potential (original) vegetation, which may reverse the acidification of the surface horizons of the soil profile caused by the formation of the raw humus.

