

BERNARD GAŁKA, MAGDA PODLASKA, CEZARY KABAŁA

Siedliskotwórcze właściwości gleb brunatnych kwaśnych wytworzonych z granitoidów w Górach Stołowych*

Forest habitats on dystric Cambisols developed from granite in the Stołowe Mountains

ABSTRACT

Gałka B., Podlaska M., Kabała C. 2013. Siedliskotwórcze właściwości gleb brunatnych kwaśnych wytworzonych z granitoidów w Górach Stołowych. Sylwan 157 (5): 385-394.

Deep dystric Cambisols developed on the homogenous regoliths of granite in the Stołowe Mountains National Park (SW Poland). In general, the soils have a texture of gravelly sandy loam, apparently silty, the strong acid reaction and the base saturation below 30% throughout the profile (oligotrophic variant). Only the soils developed in lower parts of slopes have a base saturation up to 40-50% or more (oligo-mesotrophic and mesotrophic variants respectively). These soils rich in humus and biologically active create in the low mountain zone the habitats suitable for the mixed mountain forests and, in a less acid variant, for the broadleaf mountain forests. Combined trophic soil index reached the values from 29 to 33 that confirmed mesotrophic type of the forest habitats. Most Cambisols developed from granite in the Stołowe Mountains are currently covered with spruce stands of artificial origin. However, a phytosociological analyses of vegetation carried out in preserved beech stands documented the presence of *Luzulo luzuloidis-Fagetum* community of poor beech forest that should be considered a potentially natural forest community on these soils and the strategic goal of the forest reconstruction in the national park.

KEY WORDS

granite, dystric Cambisols, forest habitat, trophic soil index

ADDRESSES

Bernard Gałka⁽¹⁾ – e-mail: bernard.galka@up.wroc.pl
Magda Podlaska⁽²⁾ – e-mail: magda.podlaska@up.wroc.pl
Cezary Kabała⁽¹⁾ – e-mail: cezary.kabala@up.wroc.pl

⁽¹⁾ Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska; Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; ul. Grunwaldzka 53; 50-357 Wrocław

⁽²⁾ Katedra Botaniki i Ekologii Roślin; Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; Plac Grunwaldzki 24a; 50-363 Wrocław

Wstęp

Mimo że lasy pokrywają przeważającą część Sudetów, a gospodarka leśna ma istotne znaczenie w funkcjonowaniu tego obszaru, to właściwości tamtejszych gleb leśnych, pomijając obszar Karkonoszy, są jeszcze niewystarczająco poznane. W większości pasm górskich nie prowadzono dotąd systematycznych badań gleboznawczych poza podstawowym rozpoznaniem glebowo-siedliskowym na potrzeby urządzania lasu. Obszar Gór Stołowych, do czasu powstania parku narodowego w 1993 roku, również należał do terenów, z których pochodziły zaledwie pojedyncze

* Badania prowadzono w ramach projektu badawczego nr N N309 281737 sfinansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz częściowo w ramach projektu nr 09 0029 04 sfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

doniesienia naukowe dotyczące na ogół gruntów orných [Borkowski 1966] albo specyficznych właściwości gleb, jak skład mineralogiczny frakcji ilastej [Bogda 1981; Chodak i in. 1996]. W ciągu 20 lat istnienia Parku Narodowego Gór Stołowych (PNGS) zasób wiedzy o glebach tego terenu znacząco wzrósł [Kabała i in. 2011], jednak skoncentrowany jest przede wszystkim na glebach wytworzonych z piaskowców, to jest skał najbardziej charakterystycznych dla tego obszaru [Szopka 2000; Kabała, Haase 2004]. Prace dotyczące gleb brunatnych Gór Stołowych nadal są fragmentaryczne i skupiają się jedynie na ich taksonomii [Kabała, Szerszeń 1998]. Tymczasem całą południowo-zachodnią część PNGS budują unikatowe skały granitowe, których zwietrzelnina ma charakter autogeniczny bez pokrycia ani zawartości domieszek materiałów polodowcowych lub eolicznych, które rozpowszechnione są w północnej części Sudetów, zmieniając lub maskując właściwości oryginalnych zwietrzelin. Charakterystyka gleboznawcza i siedliskowa tego obszaru ma nieocenione znaczenie dla prawidłowego sterowania przebudową lub odnowieniami drzewostanów, obecnie nadal jeszcze w znacznej przewadze świerkowych. Dążenie do „naturalizacji” drzewostanów na obszarze szczególnie chronionym, jakim jest park narodowy, musi się bowiem opierać na solidnych podstawach naukowych, w tym na gleboznawczej i fitosocjologicznej ocenie wartości siedlisk.

W ostatnich latach pojawiły się nowe koncepcje diagnostyki troficzności siedlisk leśnych, bazujące na wskaźnikach liczbowych, syntetycznie ujmujących gamę wybranych właściwości gleb, jak Siedliskowy Indeks Glebowy (SIG) [Brożek, Zwydak 2003; Brożek i in. 2011]. Jednak wskaźniki te opracowane i testowane były głównie na obszarach nizinnych, a tylko wrywkowo w górach [Jamroz 2009].

Przedmiotem podjętych prac była charakterystyka występowania, morfologii, właściwości fizykochemicznych i zasobności gleb brunatnych wytworzonych z granitoidów w Górach Stołowych w celu ustalenia ich wartości siedliskowej. Diagnoza ta została zweryfikowana przez wyznaczenie syntetycznego wskaźnika SIG, a także poprzez fitosocjologiczną analizę składu zbiorowisk leśnych.

Materiał i metody

Granitoidowy masyw kudowski położony jest w południowo-zachodniej części Gór Stołowych, w granicach gmin Kudowa Zdrój i Lewin Kłodzki, na wysokości od około 440 m n.p.m. (Dańczów) do 721 m n.p.m. (Krucza Kopa). W regionalizacji przyrodniczo-leśnej leży w krainie VII Sudeckiej, w dzielnicy Sudety Środkowe [Trampler i in. 1990]. Masyw zbudowany jest z różnych odmian dolnokarbońskiego czerwobrunatnego granitu, któremu lokalnie towarzyszą granodioryty, tonality i porfiry [Wojewoda i in. 2011]. Składa się z zespołu kopulastych wzniesień (m.in. Czarnej i Kruczej Kopy, Lelkowej Góry) rozciętych głębokimi dolinami wciosowymi o bardzo wąskich dnach. Wzniesienia charakteryzują się zróżnicowanym nachyleniem stoków, osiagającym w wielu miejscach nawet 40°, jednak stoki urwiste należą do rzadkości. W masywie nie ma stałych stacji meteorologicznych; interpolowana średnia roczna temperatura wynosi około 6,5°C, a średnia roczna suma opadów atmosferycznych – około 800-850 mm. Klimatyczny bilans wodny jest wyraźnie dodatni i w skali roku osiąga +300 mm [Atlas... 1993]. Gatunkiem panującym w drzewostanach jest świerk, a udział drzewostanów bukowych lub innych nie przekracza kilku procent [Jędryszczak, Miścicki 2001]. W części drzewostanów świerkowych występuje jednak intensywne samoistne odnowienie buka, niekiedy mające już charakter podrostu.

Na obszarze wychodni skał granitowych wykonano 16 odkrywek glebowych o głębokości uzależnionej od występowania zwietrzelniny szkieletowej, niepiłtych jednak niż 100-120 cm.

Odkrywki zlokalizowano na stokach o różnej wystawie i nachyleniu, pod drzewostanami w wieku ponad 80 lat (1. piętro) i o zwartości koron ponad 75%. Dwie odkrywki wykonano pod monokulturami świerkowymi w wieku około 40 lat. W otoczeniu odkrywek wyznaczano obszar o powierzchni około 400 m², na którym wykonano uproszczoną diagnozę roślinności runa, a w dwóch przypadkach – pełne zdjęcie fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta. Profile glebowe zostały opisane zgodnie z Instrukcją Urządzenia Lasu [2003], z uwzględnieniem standardów FAO [Guideline... 2006]. Pozycję systematyczną gleb ustalono w oparciu o Klasyfikację Gleb Leśnych Polski [2000], Systematykę Gleb Polski [2011] i międzynarodową klasyfikacji FAO-WRB [World... 2006]. Ze wszystkich poziomów genetycznych, włącznie z ektopróchnicą, pobrano próbki do analiz laboratoryjnych.

Po wysuszeniu, rozdrobnieniu i przesianiu przez sito o oczkach 2 mm w próbkach oznaczono: uziarnienie metodą arcometryczno-sitową, pH gleb w wodzie destylowanej i 1M KCl – potencjometrycznie, zawartość węgla organicznego – metodą oksydometryczną (analizator CS-Matt Stroelein), zawartość azotu – metodą Kjeldahla (autoanalizator Buechi), kwasowość hydrolityczną, kwasowość wymienną i glin wymienny – metodą miareczkowania potencjometrycznego, wymienne kationy zasadowe (Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺ i Na⁺) po ekstrakcji w octanie amonu o pH 7,0 – metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (Mg) oraz emisyjnej (Ca, K i Na) oraz przyswajalne formy fosforu – metodą Egnera-Riehma spektrometrycznie w próbkach z powierzchniowych poziomów mineralnych. W celu oceny zaawansowania wietrzenia chemicznego oraz zbielicowania gleb oznaczono zawartość żelaza wolnego (Fe_d) w wyciągu ditionitowym oraz żelaza (Fe_{ox}) i glinu (Al_{ox}) aktywnego w wyciągu szczawianowym. W próbkach pobranych do cylinderków Kopecky'ego, metodą suszarkowo-wagową oznaczono gęstość objętościową. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono Siedliskowy Indeks Glebowy (SIG) [Brożek i in. 2011]. Obliczenia, w tym testowanie istotności różnic między średnimi (z wyznaczeniem grup jednorodnych testem Tukeya), wykonano w programie Statistica 10 (StatSoft, Inc.).

Wyniki i dyskusja

W odróżnieniu od obszarów granitowych Karkonoszy, powierzchnia terenu w masywie kudowskim pokryta jest głazami w stopniu na ogół nie większym niż 25%, tylko lokalnie przewyższającym 50%. Przeważają gleby głębokie i bardzo głębokie, nawet na stokach o dużym nachyleniu, z rumoszem skalnym od 120 do 130 cm. Gleby u podnóży stoków mają miąższość większą, z rumoszem poniżej 150 cm. Jedynie w wierzchołkowych partiach wzniesień występują gleby o miąższości 60-100 cm. Prawdopodobnie tylko w tych miejscach gleby powstały z jednorodnych utworów wietrzeniowych. Natomiast pokrywy na stokach mają cechy dwudzielności, co przejawia się w odmiennym uziarnieniu, ułożeniu i stopniu zwietrzenia odłamków skalnych, w zróżnicowanej strukturze gleby, barwie itp.

Gleby w masywie Czarnej i Kruczej Kopy mają najczęściej uziarnienie gliny piaszczystej przechodzącej stopniowo w szkieletowy piasek gliniasty, a następnie w utwór piaszczysto-szkieletowy. Zawartość ilu jest w całym profilu bardzo mała (do 3-5%), a zawartość pyłu na poziomie około 30% (tab. 1). Gleby położone w masywie Lelkowej Góry (na północny zachód od „Szosy 100 Zakrętów”) częściej mają uziarnienie gliny piaszczystej w całym profilu. Również zwietrzelina ma charakter utworu gliniasto-szkieletowego. W niektórych glebach udział frakcji pyłowych był wyższy od 50%, co kwalifikuje je do szkieletowych pyłów gliniastych. Badane gleby wykazywały też zróżnicowanie uziarnienia w katenie stokowej. W partiach wierzchołkowych zawartość ilu była w glebach najniższa (na ogół tylko 1-2%), a szkieletowość najwyższa, natomiast

Tabela 1.

Skład granulometryczny [%] analizowanych gleb brunatnych z Gór Stołowych
Particle-size distribution [%] of analysed Cambisols in the Stołowe Mountains

Poziom		Szkielet	Piasek	Pył	Ił	Przeważające grupy
A	m±sd	28,9±7,9	66,3±10,4	32,0±10,5	1,7±1,1	głina piaszczysta
	min-maks	10-41	49-83	15-48	1-4	
Bw	m±sd	29,6±6,5	69,3±10,9	28,7±11,9	3,5±2,1	głina piaszczysta/ piasek gliniasty
	min-maks	19-65	43-83	13-53	1-8	
BC	m±sd	35,4±10,4	69,0±13,5	28,4±14,3	2,8±1,8	głina piaszczysta/ piasek gliniasty
	min-maks	14-55	48-89	5-49	1-7	
C	m±sd	41,4±9,8	69,6±17,3	28,1±16,8	2,3±1,3	piasek gliniasty
	min-maks	28-68	47-89	9-52	1-5	
Grupy jednorodnie		A+Bw+BC, Bw+BC+C	A+Bw+BC+C	A-Bw-BC-C	A+Bw+BC+C	

m – średnia arytmetyczna; sd – odchylenie standardowe; min-maks – rozstęp; n=16, poza poziomem Bw, gdzie n=32; grupy jednorodne przy $p < 0,05$

m – mean; sd – standard deviation; min-maks – range; n=16 except from Bw horizon, where n=32; homogenous groups at $p < 0,05$

u podnóży stoków stwierdzano do 6-7% iłu (w poziomach Bw) przy relatywnie słabszej szkieletowości. Analizowane gleby odznaczają się średnią lub silną szkieletowością, a w szkielecie dominują kruche, zwietrzałe odłamki granitu o średnicy 3-10 mm, niestanowiące bariery dla systemów korzeniowych. W poziomach powierzchniowych gleby mają strukturę gruzełkową, a głębiej subangularną i układ pulchny lub pulchno-zwięzły. Dopiero przy szkieletowości przekraczającej 80% staje się on masywny i utrudnia przenikanie korzeni. Gleby wytworzone z granitoidów w masywie kudowskim są zatem lekkie lub średnio zwięzłe z podwyższonym udziałem drobnych frakcji szkieletowych i pyłowych, co zapewnia umiarkowany drenaż, a jednocześnie względnie dobrą retencję wód opadowych i roztopowych oraz dobre warunki dla głębokiego korzenienia się drzew.

Gleby masywu kudowskiego są słabo zróżnicowane pod względem typologicznym. Zdecydowanie przeważają gleby zaliczane do brunatnych kwaśnych [Klasyfikacja... 2000] przemianowanych ostatnio na gleby brunatne dystroficzne typowe [Systematyka... 2011]. W klasyfikacji międzynarodowej gleby te zaliczane są do haplic Cambisols (skeletal, dystric) [World... 2006]. Niektóre gleby u podnóży stoków kwalifikują się do gleb brunatnych wylugowanych. Morfologiczne przejawy zbielicowania lub oglejenia, jeśli występują, to w minimalnym zakresie. Średnie wartości stosunku Fe_{ox}/Fe_d są w całym profilu wyższe od 0,5, co oznacza ogólnie wysoki stopień zwietrzenia minerałów skałotwórczych oraz podatność na bielicowanie (tab. 5). Inicjalne zbielicowanie badanych gleb przejawia się przez przemieszczenie glinu aktywnego, którego średnia ilość rośnie z 0,38% w poziomach A do 0,59% w poziomach BC. Jednak brak przemieszczenia żelaza powoduje, że sumaryczny chemiczny wskaźnik bielicowania ($Al_{ox} + 1/2Fe_{ox}$) rośnie z głębokością tylko minimalnie i w żadnym z badanych profili nie ulega podwojeniu, co jest kryterium diagnostycznym gleb bielicowych [World... 2006; Klasyfikacja 2000].

W analizowanych glebach występuje na ogół próchnica leśna typu moder świeży z ektopróchnicą o grubości 3-6 cm (bez podpoziomu O1 mającego bardzo zróżnicowaną miąższość). U podnóży stoków, szczególnie pod drzewostanami mieszanymi z przewagą gatunków liściastych, występuje próchnica mul-moder (z ektopróchnicą grubości 3-4 cm) lub nawet mul świeży. Z kolei pod litymi drzewostanami świerkowymi i modrzewiowymi wytworzyła się próchnica moder-mor z ektopróchnicą grubości 6-8 cm. Mineralny poziom próchniczny *ochric*, barwy ciem-

Tabela 2.

Odczyn oraz zawartość [%] węgla organicznego, azotu i przyswajalnego fosforu [mg/kg] w analizowanych glebach brunatnych z Gór Stołowych

Soil reaction and content [%] of organic carbon, nitrogen and available phosphorus [mg/kg] in analysed Cambisols in the Stołowe Mountains

Poziom		C _{org.}	N _{og.}	C:N	pH _{H2O}	pH _{KCl}	P _a
A	m±sd	4,87±2,51	0,24±0,08	20,2±1,7	3,74±0,26	3,17±0,23	24,8±7
	min-maks	1,62-11,0	0,15-0,38	17,4-22,6	3,4-4,2	2,8-3,6	17,4-30,3
Bw	m±sd	1,83±0,88	0,08±0,04	21,5±5,0	4,27±0,39	3,63±0,30	7,45±3
	min-maks	0,73-4,44	0,15-0,38	11,8-27,8	3,6-5,4	3,2-4,5	2,98-15,2
BC	m±sd	1,00±0,31	0,03±0,01	32,4±6,6	4,55±0,41	3,99±0,20	4,56±1,5
	min-maks	0,47-1,45	0,02-0,05	26,0-41,0	4,1-5,5	3,5-4,2	2,90-6,25
C	m±sd	0,68±0,37	–	–	4,67±0,33	4,05±0,21	4,12±3
	min-maks	0,25-1,33	–	–	4,3-5,4	3,6-4,3	1,21-7,10
Grupy jednorodne		A, Bw+BC+C	A, Bw, BC	A+Bw, BC	A, Bw+BC+C	A, Bw, BC+C	A, Bw+BC+C

oznaczenia jak w tabeli 1; denotes as in table 1

noszrej lub szarobrunatnej (10YR w skali Munsella, 2/2-3) jest niewielkiej miąższości (5-8 cm) i stopniowo przechodzi w żółtobrunatny (10YR 3-4/3-4) poziom brunatnienia *cambic*. Cechy diagnostyczne tego poziomu (struktura, barwa, aktywność biologiczna itp.) utrzymują się do głębokości 40-50 cm i stopniowo zanikają do głębokości 60-90 cm. Skała macierzysta ma barwy nieco ciemniejsze lub bardziej nasycone (10YR 4-5/5-6). W południowej części masywu występują też gleby podścielone starymi saprolitami granitowymi (zwietrzeliny wieku późnokarbońskiego [Wojewoda i in. 2011]). Barwa tych gleb ma wyraźnie czerwony odcień (2,5YR), ale nie zmienia ich typologicznego przyporządkowania.

Zawartość węgla organicznego zmniejsza się w ujęciu profilowym z około 4,9% w poziomie A do około 0,7% w poziomie C (na głębokości 70-80 cm) (tab. 2). Uwzględniając dużą zmienność wyników, można stwierdzić, że gleby te są zasobne w materię organiczną, co jest typowe dla gleb górskich [Kabała i in. 2002] i z całą pewnością pozytywnie wpływa na ich strukturę i właściwości powietrzno-wodne. Zawartość azotu jest wysoka tylko w płytkim poziomie A (średnio 0,24%), następnie radykalnie zmniejsza się w poziomie Bw do 0,08% i do ilości śladowych w poziomie BC (tab. 2). Względnie wysoka zawartość azotu skutkuje korzystnym stosunkiem C:N (około 20-22) świadczącym o dużej aktywności biologicznej w poziomie A oraz wyjaśnia obecność próchnic leśnych typu moder i mul-moder.

Wszystkie analizowane gleby, niezależnie od położenia i składu granulometrycznego, odznaczają się odczynem silnie kwaśnym i w żadnej z analizowanych próbek nie stwierdzono pH (w wodzie) wyższego niż 5,5 (tab. 2). W poziomie skały macierzystej gleby mają pH_{H2O} 4,3-5,4 i pH_{KCl} 3,6-4,3. Ku powierzchni odczyn staje się coraz bardziej kwaśny, aż do pH_{H2O} 3,4-4,2 (pH_{KCl} 2,8-3,6) w poziomie A. Zakwaszenie powierzchniowych warstw gleby jest zjawiskiem naturalnym, uwarunkowanym klimatycznie oraz przez oddziaływanie roślinności i grzybów w ściółce i powierzchniowej warstwie gleby. Potwierdza to istnienie (odwrotnej) korelacji między zawartością substancji organicznej a pH, w tym skokowy wzrost pH między poziomem A i Bw, skorelowany z podobnie nagłym ubytkiem materii organicznej. Analizowane gleby brunatne kwaśne mają pH w tym samym zakresie co w innych glebach brunatnych kwaśnych Sudetów, zarówno w warstwach powierzchniowych, jak i w głębszych, a nieco wyższe niż w glebach brunatnych wytworzonych z piaskowców w Beskidach lub z utworów polodowcowych na niżu [Brożek, Zwydak 2003; Borkowski i in. 2005].

Tabela 3.

Kwasowość hydrolytyczna (H_h) i wymienna (H_w), glin wymienny (Al_w), suma kationów wymiennych (S) i efektywna pojemność wymiany kationów (EPWK) [cmol (+)/kg] oraz wysycenie kationami zasadowymi (V) [%] analizowanych gleb brunatnych z Gór Stołowych

Hydrolitic (H_h) and exchangeable (H_w) acidity, exchangeable aluminium (Al_w), sum of exchangeable basic cations (S), effective cation exchange capacity (EPWK) [cmol (+)/kg] and base saturation (V) [%] of analysed Cambisols in the Stołowe Mountains

Poziom		H_h	H_w	Al_w	S	EPWK	V
A	m±sd	19,6±5,3	12,4±3,3	10,7±2,9	1,73±0,73	14,1±3,3	13±7
	min-maks	12,0-29,0	6,04-20,0	5,90-17,8	0,88-3,80	8,12-21,7	7-30
Bw	m±sd	12,3±4,9	8,5±3,3	7,9±3,3	1,70±0,89	10,2±3,0	18±12
	min-maks	5,2-18,1	3,10-15,8	2,95-14,7	0,71-3,96	5,42-17,0	5-55
BC	m±sd	6,8±2,2	4,5±1,4	3,9±1,6	1,46±1,10	5,92±1,6	25±15
	min-maks	3,1-8,9	1,96-6,74	1,80-6,69	0,55-4,45	3,08-10,3	9-59
C	m±sd	5,1±1,5	3,9±1,2	3,3±1,4	1,44±1,00	5,48±1,2	32±18
	min-maks	3,8-7,2	2,20-5,12	2,07-5,44	0,67-3,84	3,47-7,54	12-64
Grupy jednorodne		A, Bw, BC+C	A, Bw, BC+C	A, Bw, BC+C	A+Bw+BC+C	A, Bw, BC+C	A+Bw+BC, BC+C

oznaczenia jak w tabeli 1; denotes as in table 1

Kwasowość hydrolytyczna (nie analizowano kwasowości warstw ektohumusowych) oscylowała w zakresie od 3 do 29 cmol(+)/kg gleby (tab. 3). Cecha ta jest wyższa w poziomach zasobniejszych w substancję organiczną i wyraźnie maleje w głąb profilu, choć nieproporcjonalnie do ubytku węgla organicznego. Kwasowość wymienna osiąga około dwukrotnie mniejsze wartości niż kwasowość hydrolytyczna i pozostaje w podobnej zależności od materii organicznej. Stwierdzono, że w ponad 80% kwasowość wymienna jest efektem aktywności glinu wymiennego, który występuje w ilości od 2 do 18 cmol(+)/kg gleby. Średnia liczba ładunków związanych z glinem maleje z 10,7 w poziomie A do około 3,3 cmol(+)/kg w poziomie C (tab. 3). W każdym z poziomów genetycznych udział glinu jest większy niż sumaryczny udział wymiennych kationów zasadowych (Ca+Mg+K+Na), a więc glin jest najważniejszym kationem sorbowanym wymiennie w badanych glebach. Przewaga glinu nad kationami zasadowymi jest ponad dwukrotna w poziomie C i nawet 6-krotna w poziomie A. Suma kationów zasadowych przyjmuje bardzo niskie wartości, przeważnie poniżej 2 cmol(+)/kg (tab. 3). Średnia wartość rośnie nieznacznie ku powierzchni gleby (choć różnice między poziomami genetycznymi nie są istotne statystycznie), głównie za sprawą wyższych zawartości Mg i K, przy równoczesnym spadku ilości Ca (tab. 4). Podwyższone ilości wymiennego Mg i K w poziomach powierzchniowych mogą być tłumaczone zarówno procesami wietrzenia łuszczaków i skaleni, w które zasobne są granitoidy kudowskie, jak i zjawiskiem bioakumulacji. Zjawiska te dotyczą i wymiennego wapnia, toteż jego najniższe ilości w poziomach powierzchniowych można wytłumaczyć jedynie jako efekt silnego selektywnego ługowania. Wapń wymienny jest jednocześnie najważniejszym kationem wśród analizowanych kationów zasadowych, a jego średnie ilości są 1,5-4 razy wyższe niż magnezu i 4-13 razy wyższe niż potasu (tab. 4). Sód wymienny odgrywa w badanych glebach najmniejszą rolę, a jego ilość jest mało zróżnicowana w całym profilu. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi waha się w szerokim zakresie od 5 do 64%, ale w efekcie niskiej zawartości kationów zasadowych i dominacji glinu wymiennego w większości gleb nie przekracza 20-30%, czyli oscyluje na granicy gleb oligo- i mezotroficznych (tab. 3) i jest typowe dla gleb brunatnych wytworzonych z granitoidów w warunkach górskich [Borkowski 1966; Borkowski i in. 2005]. Wysycenie kationami zasadowymi rośnie w głąb profilu (przeciętnie z 13 do 32%),

Tabela 4.

Zawartość [cmol (+)/kg] wapnia, magnezu, potasu i sodu wymiennego w analizowanych glebach brunatnych z Gór Stołowych

Content [cmol (+)/kg] of exchangeable calcium, magnesium, potassium and sodium in analysed Cambisols in the Stołowe Mountains

Poziom		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
A	m±sd	0,89±0,42	0,54±0,24	0,22±0,12	0,09±0,03
	min-maks	0,50-2,08	0,23-1,20	0,09-0,46	0,05-0,13
Bw	m±sd	1,05±0,67	0,45±0,25	0,12±0,03	0,08±0,03
	min-maks	0,35-2,80	0,14-0,91	0,07-0,20	0,05-0,17
BC	m±sd	1,03±0,86	0,32±0,26	0,09±0,02	0,08±0,04
	min-maks	0,30-3,40	0,13-0,77	0,06-0,14	0,05-0,22
C	m±sd	1,29±0,93	0,31±0,20	0,10±0,03	0,09±0,05
	min-maks	0,34-2,92	0,14-0,61	0,07-0,14	0,05-0,20
Grupy jednorodne		A+Bw+BC+C	A+Bw+BC+C	ABw+BC+C	A+Bw+BC+C

oznaczenia jak w tabeli 1; denotes as in table 1

Tabela 5.

Zawartość [%] aktywnego (Fe_{ox}) i wolnego (Fe_d) żelaza oraz aktywnego glinu (Al_{ox}) w analizowanych glebach brunatnych z Gór Stołowych

Content [%] of active (Fe_{ox}) and free (Fe_d) forms of iron and active aluminium (Al_{ox}) in analysed Cambisols in the Stołowe Mountains

Poziom		Fe _{ox}	Fe _d	Fe _{ox} /Fe _d	Al _{ox}	Al _{ox} +1/2Fe _{ox}
A	m±sd	0,89±0,21	1,32±0,34	0,69±0,19	0,38±0,10	0,82±0,19
	min-maks	0,50-1,17	1,02-1,13	0,44-1,1	0,22-0,54	0,47-1,13
Bw	m±sd	0,86±0,12	1,45±0,44	0,64±0,16	0,49±0,12	0,92±0,14
	min-maks	0,71-1,16	0,90-2,33	0,35-0,97	0,20-0,77	0,56-1,18
BC	m±sd	0,73±0,29	1,25±0,39	0,59±0,19	0,59±0,09	0,95±0,13
	min-maks	0,32-1,46	0,69-2,04	0,33-0,59	0,46-0,79	0,69-1,32
C	m±sd	0,63±0,21	1,22±0,48	0,54±0,16	0,51±0,06	0,82±0,08
	min-maks	0,37-0,91	0,78-1,87	0,37-0,75	0,44-0,57	0,70-0,92
Grupy jednorodne		A+Bw+BC+C	A+Bw+BC+C	A+Bw+BC+C	A+Bw+BC+C	A+Bw+BC+C

oznaczenia jak w tabeli 1; denotes as in table 1

co jednak nie jest efektem wzrostu ilości kationów zasadowych, ale skutkiem zmniejszania się zawartości substancji organicznej, a w ślad za nią – kwasowości gleby. Najniższe wysycenie zasadami (poniżej 10%) stwierdzono w glebach wierzchołkowych partii wzniesień, gdzie najwyraźniej tempo wietrzenia minerałów i uwalniania kationów alkalicznych ustępuje akumulacji materii organicznej i zakwaszeniu gleby. Natomiast najwyższe wartości wysycenia (ponad 50%) stwierdzone w jednym profilu położonym u podnóża stoku wskazują, że niektóre z badanych gleb tworzą siedliska na granicy mezotroficznych i eutroficznych.

Ważnym wskaźnikiem zasobności gleb jest zawartość fosforu w formach przyswajalnych dla roślin. W badanych glebach jest ona kilkakrotnie wyższa w poziomie próchnicznym (średnio 24,8 mg/kg) niż w poziomach głębszych, gdzie spada nawet poniżej 5 mg/kg (tab. 2). Wartości uśrednione do głębokości 40 cm są znacznie mniejsze niż 12 mg/kg, co wskazuje na znaczny niedobór tego składnika [Janiszewski, Kowalkowski 1974]. Zatem tylko płytko korzeniące się rośliny runa mogą odczuwać korzyści z wyższej zawartości fosforu w poziomie A, natomiast korzenie drzew rozwijają się w warunkach permanentnego deficytu tego pierwiastka. Podobnie

niskie (niedoborowe) ilości fosforu przyswajalnego często stwierdza się również w innych glebach brunatnych leśnych wytworzonych z granitów i gnejsów w Sudetach [Brożek, Zwydak 2003; Borkowski i in. 2005]. Szopka i in. [2010] wykazali przy tym, że zawartość fosforu przyswajalnego w glebach Karkonoszy rośnie z wysokością nad poziom morza, co trudno powiązać ze zmiennością gleb lub drzewostanów.

Wartości Siedliskowego Indeksu Glebowego w badanych glebach wahały się w bardzo wąskim zakresie od 29 do 31 pod monokulturami świerkowymi i od 30 do 33 pod drzewostanami mieszanymi z dominacją buka. Oznacza to, że wszystkie analizowane gleby tworzą siedliska mezotroficzne, właściwe dla lasów mieszanych (górkich). Najwyższe wartości SIG rzędu 33 stwierdzone w glebach położonych w dolnych partiach stoków wskazują na przejściową, mezotroficzno-eutroficzną zasobność siedliska i mogą być podstawą ustalenia typu siedliskowego lasu (górkiego).

Obserwacje roślinności runa dały zróżnicowane wyniki w zależności od składu gatunkowego drzewostanów, a szczególnie od udziału świerka. Na jednej z powierzchni obserwacyjnych pod monokulturowym nasadzeniem świerka w wieku około 40 lat nie stwierdzono żadnych roślin. Pod drzewostanami z dominacją świerka dominuje roślinność siedlisk borowych z *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Dicranum scoparium*, a także z *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella* i *Senecio fuchsii*. Niemal wszędzie można jednak zauważyć malinę *Rubus idaeus*, wietlicę *Athyrium filix-femina* i zachyłkę *Gymnocarpion dryopteris*, a nawet marzankę *Galium odoratum*, których udział wyraźnie rośnie przy większym udziale buka i zmianie rodzaju ektopróchnicy. Znaczny udział gatunków „oligotroficznych”, którym towarzyszą gatunki o większych wymaganiach, wskazuje zatem na zniekształcenie siedlisk wskutek nadmiernego udziału świerka, co skutkuje w pierwszej kolejności zmianą typu i miąższości próchnicy leśnej. Zupełnie inaczej, nawet w bliskim sąsiedztwie, kształtuje się roślinność runa pod drzewostanami mieszanymi z dominacją buka. W pierwszej kolejności obserwuje się zanik borówki i zmniejszenie udziału mszaków, a następnie zdecydowany wzrost udziału gatunków o większych wymaganiach siedliskowych. W dwóch takich drzewostanach, zlokalizowanych w Masywie Czarnej Kopy, wykonano szczegółowe zdjęcia fitosocjologiczne dla udokumentowania potencjalnego składu gatunkowego roślinności na siedliskach, które można uznać za mało zniekształcone lub zbliżone do naturalnych. Na stanowisku BG10, na wysokości 500 m n.p.m., opisano drzewostan bukowy w wieku 90-100 lat z jednostkową domieszką świerka, lipy i jawora oraz z nielicznym bukciem w podroście i podszycie. Runo w tym miejscu było bogate w gatunki, ale mozaikowate, ze skrajnie małą liczebnością poszczególnych taksonów. Dominowały gatunki wybitnie lasowe, w tym zarówno gatunki typowe dla buczyn kwaśnych (*Luzula luzuloides*, *Senecio ovatus*), jak i żyznych (*Galium odoratum*, *Mercurialis perennis*). Stwierdzono także siewki drzew liściastych (klon jawor, lipa). Zbiorowisko zostało zidentyfikowane jako acidofilna buczyna górską *Luzulo luzuloidis-Fagetum* [Matuszkiewicz 2002]. Z kolei na stanowisku BG12, na wysokości 480 m n.p.m., opisano drzewostan bukowy w wieku około 80 lat bez podrostu, ale z bogatym podszytem i runem. W podszycie licznie występowały *Cerasus avium*, *Fagus sylvatica*, *Rubus idaeus*, *Sambucus nigra*, *Betula pendula* i *Sorbus aucuparia*. W runie liczne były gatunki zielne, typowe zarówno dla siedlisk żyznych (*Galium odoratum*, *Galeobdolon luteum*, *Asarum europaeum*, *Poa nemoralis*, *Mercurialis perennis*), jak i uboższych, kwaśniejszych (*Luzula luzuloides*, *Senecio ovatus*, *Rubus idaeus*), a nawet borowych (*Dicranum scoparium*). Zbiorowisko w tym drzewostanie również zostało zidentyfikowane jako acidofilna buczyna górską *Luzulo luzuloidis-Fagetum* [Matuszkiewicz 2002], ale w znacznie bogatszej odmianie niż na stanowisku BG10.

Wnioski

- ✦ Z niezawierających domieszek materiałów polodowcowych lub eolicznych zwietrzelin granitów w Górach Stołowych wytworzyły się głębokie gleby brunatne kwaśne o uziarnieniu szkieletowych glin piaszczystych.
- ✦ Wartości Siedliskowego Indeksu Glebowego wskazują na mezotroficzny charakter gleb, właściwy dla siedlisk lasu mieszanego górskiego, a w niektórych przypadkach na przejściu do lasu górskiego (wariant świeży).
- ✦ Pod stale dominującymi drzewostanami świerkowymi licznie występują borowe gatunki runa, ale pod płatami drzewostanów bukowych zidentyfikowano dobrze rozwinięte zbiorowiska acidofilnej buczyny sudeckiej *Luzulo luzuloidis-Fagetum*, którą należy uznać za potencjalne naturalne zbiorowisko leśne i pożądany efekt przebudowy drzewostanów na badanych glebach.

Literatura

- Atlas Dolnego Śląska i Śląska Opolskiego. 1993. Uniwersytet Wrocławski, Pracownia Atlasu Dolnego Śląska, Wrocław.
- Bogda A. 1981. Skład mineralny i niektóre właściwości gleb brunatnych wytworzonych z granitoidów sudeckich. Zesz. Nauk. AR Wrocław 26: 58.
- Borkowski J. 1966. Gleby brunatne Sudetów. Komitet Zagosp. Ziem Górskich PAN 12: 29-93.
- Borkowski J., Szerszeń L., Kocowicz A. 2005. Gleby Karkonoszy. W: Mierzejewski M. P. [red.]. Karkonosze. Przyroda nieożywiona i człowiek. Wyd. UW, Wrocław. 353-379.
- Brożek S., Zwydak M. 2003. Atlas gleb leśnych Polski. CILP, Warszawa.
- Brożek S., Zwydak M., Lasota J., Różański W. 2011. Założenia metodyczne badań związków między glebą a zespołami roślinnymi w lasach. Rocz. Glebozn. 52 (4): 16-38.
- Chodak T., Kabała C., Gałka B. 1996. Produkty wietrzenia ważniejszych skał macierzystych Parku Narodowego Gór Stołowych. Szczeliniec 2: 65-69.
- Guidelines for soil description. 2006. FAO, Rzym.
- Instrukcja Urządzenia Lasu. 2003. Część 2. Instrukcja wyróżniania i kartowania siedlisk leśnych. CILP, Warszawa.
- Jamroz E. 2009. Wykorzystanie indeksu trofizmu gleb leśnych do oceny jakościowej wybranych gleb leśnych Gór Białskich i Złotych. Sylwan 153 (10): 684-688.
- Jędrzyczak E., Miścicki S. 2001. Lasy Parku Narodowego Gór Stołowych. Szczeliniec 5: 79-103.
- Kabała C. 2005. Geneza, właściwości i występowanie gleb bielcowych w zróżnicowanych warunkach geologicznych Dolnego Śląska. Zesz. Nauk. AR Wrocław 519: 1-169.
- Kabała C., Chodak T., Bogacz A., Łabaz B., Jezierski P., Gałka B., Kaszubkiewicz J., Glina B. 2011. Przestrzenne zróżnicowanie gleb i siedlisk PNGS. W: Chodak T. [red.]. Geologiczne warunki środowiska przyrodniczego PNGS. Wind, Wrocław. 141-168.
- Kabała C., Haase T. 2004. Przejawy poligenyzy gleb bielcowych wytworzonych z piaszczowców kredowych Gór Stołowych. Rocz. Glebozn. 55: 39-50.
- Kabała C., Szerszeń L. 1998. Właściwości gleb brunatnych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych. Zesz. Problem. Post. Nauk Roln. 464: 89-100.
- Kabała C., Szerszeń L., Wicik B. 2002. Geneza, właściwości i systematyka gleb PNGS. W: Szerszeń L., Kabała C. [red.]. Gleby Parku Narodowego Gór Stołowych. Szczeliniec 6: 21-94.
- Klasyfikacja Gleb Leśnych Polski. 2000. CILP, Warszawa.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Systematyka Gleb Polski. 2011. Rocz. Glebozn. 62 (3): 1-142.
- Szopka K. 2000. Geneza, skład i właściwości gleb wytworzonych z piaszczowców na terenie Gór Stołowych. Zesz. Nauk. AR Wrocław 396: 93-109.
- Szopka K., Kabała C., Karczewska A., Bogacz A., Jezierski P. 2010. Pools of available nutrients in soils from different altitudinal forest zones located in a monitoring system of the Karkonosze Mountains National Park, Poland. Polish Journal of Soil Science 43 (2): 173-188.
- Tramplera T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.
- Wojewoda J., Białek D., Bucha M. 2011. Geologia Parku Narodowego Gór Stołowych – wybrane zagadnienia. W: Chodak T. [red.]. Geologiczne warunki środowiska przyrodniczego PNGS. Wind, Wrocław. 53-96.
- World Reference Base for Soil Resources 2006. World Soil Resources Reports 103, FAO, Rzym.

SUMMARY**Forest habitats on dystric Cambisols developed from granite in the Stołowe Mountains**

In general non-podzolized and non-gleyed deep dystric Cambisols developed on the regoliths of Kudowa granite in south-west part of the Stołowe Mountains National Park (SW Poland). The granite regolith has a local origin and forms a bi-sequal cover-beds without any admixture of the postglacial materials or loess. The soils have in general a texture of gravelly sandy loam (rarely of loamy sand), apparently silty, that becomes extremely skeletal (sandy- or loamy-) with depth down to bedrock. A strong acid reaction and base saturation below 30% throughout the profile qualifies the soils to the oligotrophic variant. Only the soils developed in lower section of the slopes have a base saturation up to 40-50% or more that qualifies the soils to the oligo-mesotrophic and mesotrophic variants respectively. These rich in humus and biologically active soils create in the low mountain zone the habitats suitable for the mixed mountain forests and, in a less acid variant, for the broadleaved mountain forests. Combined trophic soil index (SIG) confirmed mesotrophic type of the forest habitats, in line with a diagnosis based on soil properties. Moreover, the same diagnosis allows distinguishing a negative influence of spruce monoculture on the soil trophic status revealed by lower SIG values in these soils as compared to soils under beech forest or mixed stands. The highest SIG value (up to 32-33), found in soils on the slope pediments, testified a transitional mesotrophic- eutrophic status of the habitats. Negative influence of spruce on habitat was also confirmed by the phytosociological analyses, that showed much more common occurrence of plants known to have high trophic requirements under a beech stands as compared to spruce stands. In particular, the phytosociological analyses carried out in preserved beech stands documented the presence of *Luzulo luzuloidis-Fagetum*, i.e. multi-species community of poor beech forest that should be considered as a potentially natural forest community on these soils and the strategic goal of the forest reconstruction in the national park.