

Dariusz Struzik, Łukasz Musielok, Mateusz Stolarczyk, Marek Drewnik  
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński  
ul. Gronostajowa 7, 30–387 Kraków  
struzikdariusz@interia.pl; l.musielok@uj.edu.pl;  
mateusz.stolarczyk@uj.edu.pl; marek.drewnik@uj.edu.pl

Received: 9.04.2022  
Reviewed: 17.06.2022

## SPECYFIKA GLEB POD ZBIOROWISKAMI SZCZAWIU ALPEJSKIEGO *RUMEX ALPINUS* L. W BIESZCZADZKIM PARKU NARODOWYM NA WYBRANYCH PRZYKŁADACH

Specificity of soils under *Rumex alpinus* L. plant communities  
on selected examples from the Bieszczady National Park

**Abstract:** The aim of the research was to determine the specificity of the soils under the communities of *Rumex alpinus* L. in the Bieszczady National Park in comparison with the dominant soils in their surroundings on selected examples representing both “polonina” subalpine meadows and valleys. Laboratory analysis of the basic physical and chemical soil properties as well as the determination of the concentration of nutrients in the soil and, additionally, nitrogen concentration in plants was determined. The results indicate that *Rumex alpinus* L. communities may occur on typologically diverse soils. The distinct influence of this plant on the soil is limited to the topsoil zone and mainly consists in the formation of a specific litter characterized by a low value of the C/N ratio as well as the presence of a large content of thick rhizomes of this plant in the 0–30 cm layer. Many years after the end of intensive pastoral farming, several changes in the properties of the soil can be identified as a result of the long-term presence of pasture. There is a noticeable increase in bulk density and a decrease in the content of organic matter in the soil. A clear enrichment of the soil with nutrients related to the former pastoralism was found on the research plot in subalpine meadow. This issue requires further research based on a statistically large number of samples, monitoring of soil and plant properties during the growing season and taking into account the diversity of local hydrological conditions.

**Key words:** soils, pastoral activity, *Rumex alpinus* L., Bieszczady Mts.

### Wstęp

Bieszczady Zachodnie bywają postrzegane jako region w niewielkim stopniu przekształcony przez działalność człowieka. Tymczasem w przeszłości był to obszar gęsto zaludniony i intensywnie użytkowany. Jednym z widocznych współcześnie w krajobrazie przejawów dawnej działalności gospodarczej są zbiorowiska

szczawiu alpejskiego *Rumex alpinus* L. powszechnie utożsamiane z miejscami gdzie wypasano, a zwłaszcza koszarowano (koszarzowano) zwierzęta (Bohner 2005; Wolski 2007, 2009). Pasterstwo w Bieszczadach Zachodnich rozwinęło się wraz z osadnictwem wołoskim w XV wieku (Zarzycki i Korzeniak 2013), a następnie ewoluowało w kierunku rolno-pasterskim (Wolski 2007). W połowie XIX wieku nastąpił rozkwit pasterstwa sezonowego (Kostuch 1996), potem jednak – wraz ze zniesieniem pańszczyzny i regulacją serwitutu oraz wzrostem zapotrzebowania na żywność – wiele pastwisk zostało zamienionych na pola orne (Zarzycki i Korzeniak 2013). Pastwiska pozostały na mniej dostępnych i zazwyczaj wyżej położonych terenach. Po wyludnieniu Bieszczadów Zachodnich po II wojnie światowej, gospodarka pasterska prowadzona na dużą skalę powróciła w ramach tzw. bieszczadzkiej polityki ekonomicznej, która obejmowała m.in. sezonowy wypas owiec prowadzony przez górali podhalańskich (Wolski 2007). W latach 80. XX w. pasterstwo straciło na znaczeniu i obecnie wypas koni oraz owiec prowadzony jest na relatywnie niewielką skalę. Warto zaznaczyć, że w ostatnim czasie powraca ono na Połoninę Wetlińską, w ramach realizacji zadań ochronnych Bieszczadzkiego Parku Narodowego (BdPN).

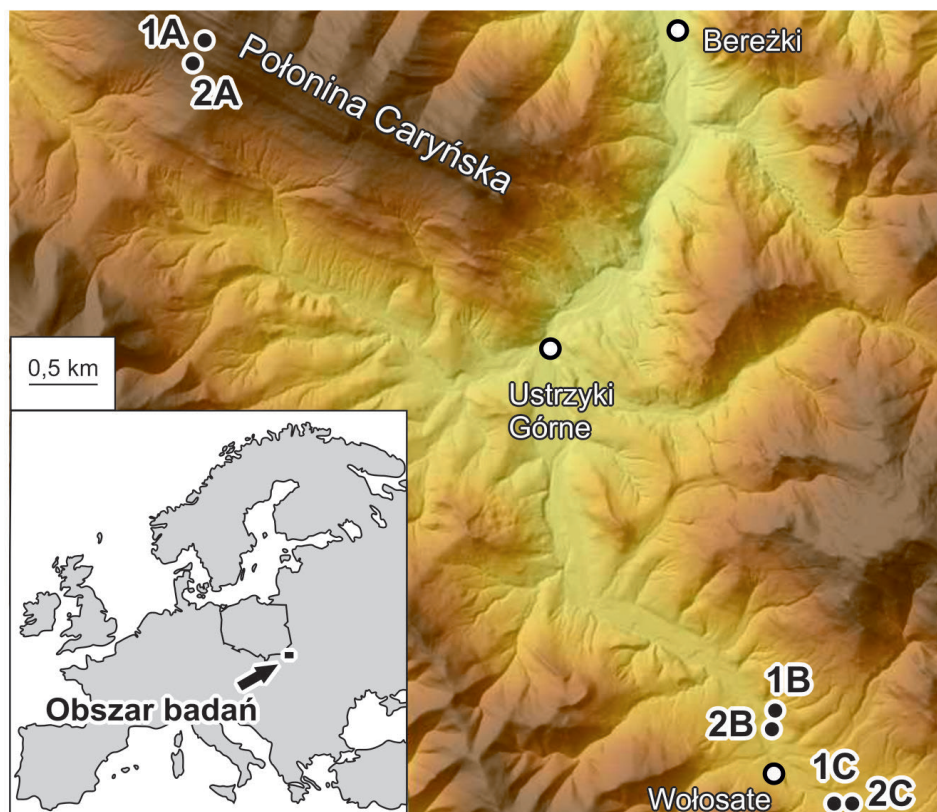
Nadal aktualnym problemem, zarówno poznawczym jak i aplikacyjnym, jest określenie wpływu gospodarki pasterskiej na gleby, także w powiązaniu z kształtowaniem i trwałością charakterystycznych siedlisk roślinnych, takich jak zbiorowiska szczawiu alpejskiego. Ta tematyka była przedmiotem badań w Alpach (Rehder 1982; Bohner 2005; Hejzman i in. 2012), w Polsce – w Tatrach (Mirek i Skiba 1984; Klimek i in. 1990; Skiba i Zawilińska 1990; Stachurska-Swakoń 2008, 2009) oraz w Bieszczadach (Chodorowski i in. 2012), a także w Ukrainie – w Beskidach Skolskich, na terenach aktualnie objętych intensywnym pasterstwem (Maryskowych i Shpakivska 2011). Należy dodać, że w Polsce badania nad bezpośrednim lub pośrednim wpływem pasterstwa na gleby były prowadzone już w latach 20. i 30. XX wieku: w Tatrach przez Włodka i współpracowników, Kiełpińskiego oraz Wąsowicza (Skiba i Zawilińska 1990), a także w Karpatach Wschodnich (Czarnohora, Gorgany, Góry Czywczyńskie) przez Swederskiego i jego współpracowników (Skiba i in. 2014). Problem ten jest nadal interesujący w kontekście rozwoju pasterstwa w ramach realizacji zadań ochronnych w BdPN. Ponadto trwałość zasięgu występowania tych zbiorowisk roślinnych stawia pytania na temat wpływu *Rumex alpinus* L. na właściwości gleb.

Celem badań było określenie specyfiki gleb występujących pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego w Bieszczadzkim Parku Narodowym, w porównaniu z glebami dominującymi w ich otoczeniu, na wybranych przykładach.

## Obszar, zakres i metodyka badań

Badania terenowe, przeprowadzone w 2019 r., obejmowały swoim zakresem wybór i opis powierzchni badawczych, opis reprezentatywnych gleb oraz pobranie próbek do analiz laboratoryjnych.

Analiza charakterystycznych cech gleb występujących pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego w miejscach dawnego wypasu zwierząt została przeprowadzona na trzech powierzchniach reprezentujących zróżnicowane warunki środowiskowe, w których występują duże powierzchnie *Rumex alpinus* L.: na południowym skłonie Połoniny Caryńskiej na wysokości 1200–1205 m n.p.m., na stoku o nachyleniu ok. 10–15° (powierzchnia A), na łąkach na wysokości 735 m n.p.m. w Wołosatem, na stoku planarnym o nachyleniu ok. 3° (powierzchnia B) oraz na płaskiej terasie rzecznej w dnie doliny Wołosatki na wysokości 752 m n.p.m. (powierzchnia C) (Ryc. 1). Powierzchnia A na Połoninie Caryńskiej zlokalizowana była w rejonie wypływu wód podpowierzchniowych, który prawdopodobnie

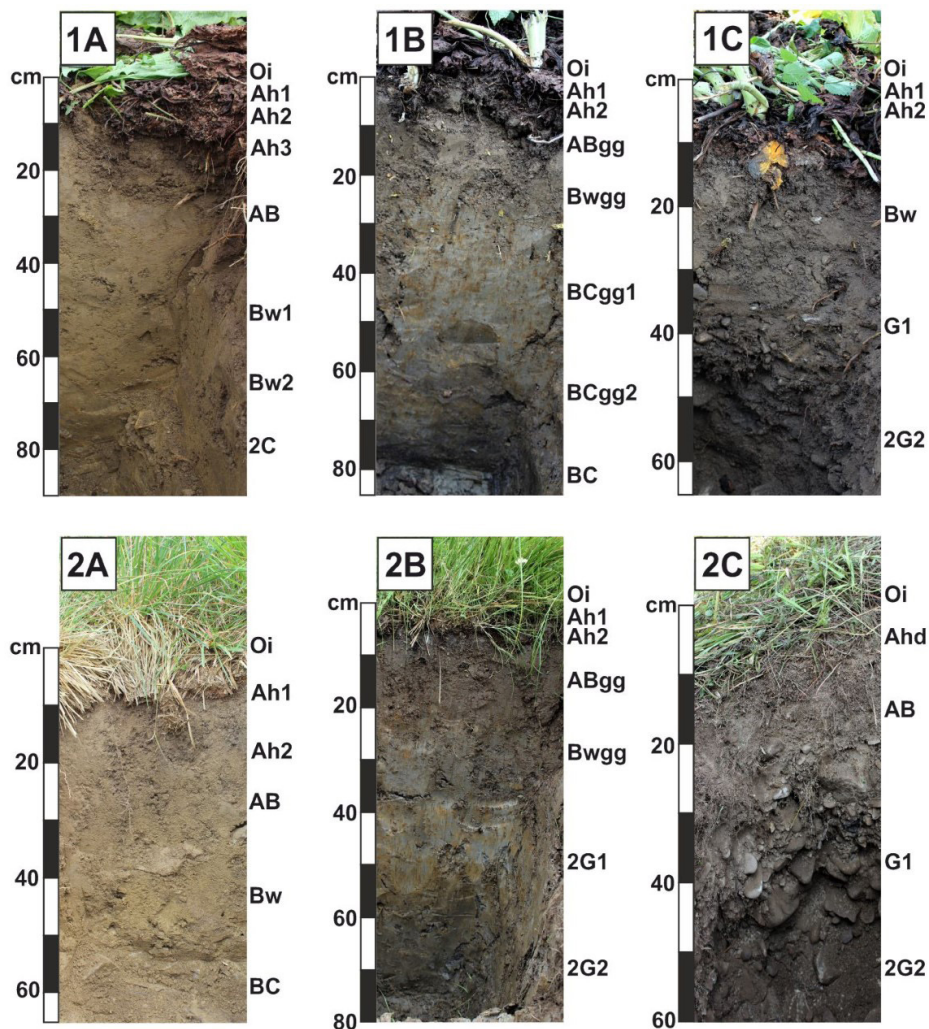


Ryc. 1. Lokalizacja badanych gleb i powierzchni badawczych.

Fig. 1. Location of studied soils and research plots.

był wykorzystywany jako miejsce wodopoju. Powierzchnie B i C zostały zlokalizowane w typowym miejscu koszarowania w strefie dna doliny.

Na każdej z tych powierzchni opisane zostały reprezentatywne profile glebowe dla zbiorowiska szczawiu alpejskiego (*Rumicetum alpini*, Beger 1922) (nr profili: 1A, 1B i 1C) (Ryc. 2) oraz profile referencyjne reprezentujące sąsiadujące zbiorowiska łąkowe typowe dla danego terenu (nr profili: 2A, 2B i 2C) (Ryc. 2). Ponadto na powierzchniach tych pobrano po trzy reprezentatywne mieszane próbki gleby w układzie geometrycznym trójkąta o boku 2 m z głębokości 0–10 cm, z warstwy



Ryc. 2. Morfologia badanych gleb.

Fig. 2. Morphology of studied soils.



ściółki oraz osobno reprezentatywne mieszane próbki nadziemnych i podziemnych części roślin.

Badania laboratoryjne obejmowały: oznaczenie uziarnienia metodą areometryczną i metodą sitową (Gee i Bauder 1986), oznaczenie gęstości objętościowej gleby metodą wagowo-suszarkową, pomiar pH gleby metodą potencjometryczną (Thomas 1996), oznaczenie koncentracji węgla ( $C_{org}$ ) i azotu ( $N_{tot}$ ) metodą chromatografii gazowej (Nelson i Sommers 1996), a także oznaczenie zawartość łatwo przyswajalnych dla roślin składników odżywczych (MgO i  $K_2O$ ) metodą FAAS i  $P_2O_5$  metodą spektrofotometryczną Egnera-Riehma (USDA NRCS, 2004) oraz wymiennych kationów zasadowych w wyciągu z octanem amonu ( $NH_4OAc$ , pH 7) metodą atomowej spektroskopii absorbcyjnej (USDA NRCS, 2004). Wszystkie gleby zostały zaklasyfikowane według Systematyki Gleb Polski (Kabała i in. 2019) oraz World Reference Base (IUSS Working Group WRB, 2014/15).

## Wyniki badań

Pozycja systematyczna badanych gleb odzwierciedlała różnice wynikające z lokalizacji w różnych obszarach oraz odmiennych właściwości chemicznych (Tab. 1). Gleby charakteryzujące zbiorowiska znajdujące się na połoninach należą

**Tabela 1.** Morfologia gleb.

**Table 1.** Soil morphology.

Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Części >2 mm >2 mm separates (%v/v)	Struktura gleby Soil structure	Barwa w stanie wilgotnym Soil colour (moist)	Korzenie Roots
Profil 1A / Profile 1A, Połonina Caryńska, <i>Rumex alpinus</i> L.; gleba brunatna właściwa, Cambic Umbrisols (Abruptic, Hyperdistic, Raptic, Siltic)					
Oi	3-0	-	tw	-	-
Ah1	0-3	-	zn	2,5Y 3/2	3-gs
Ah2	3-10	-	zn	2,5Y 3/3	3-gs
Ah3	10-20	-	os	2,5Y 3/3	2-gs
AB	20-40	-	os	2,5Y 4/4	3-s
Bw1	40-60	-	oa, os	2,5Y 5/4	2-d
Bw2	60-65	2	oa, os	2,5Y 5/4	1-d
2C	65-95+	20	oa, os	2,5Y 5/3	0
Profil 2A / Profile 2A, Połonina Caryńska, łąka; gleba brunatna wylugowana, Dystric Cambisol (Arenic, Loamic, Ochric)					
Oi	3-0	-	tw	-	-
Ah1	0-10	-	zn, oa	2,5Y 3/3	3-dbd
Ah2	10-25	-	zn, oa	2,5Y 4/3	2-dbd
AB	25-40	10	oa	2,5Y 5/4	1-dbd
Bw	40-55	-	oa	2,5Y 4/4	1-d
BC	55-65+	-	oa	2,5Y 5/4	0

Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Części >2 mm >2 mm separates (%v/v)	Struktura gleby Soil structure	Barwa w stanie wilgotnym Soil colour (moist)	Korzenie Roots
Profil 1B / Profile 1B, Wołosate, <i>Rumex alpinus</i> L.; gleba gruntowo-glejowa typowa, Eutric Oxygleyic Gleysol (Humic, Siltic)					
Oi	0,5-0	-	tw	-	-
Ah1	0-2	-	zn	2,5Y 3/2	3-gs
Ah2	2-5	-	zn, oa	10YR 4/3	3-gs
ABgg	5-15	-	oa->zn	10YR 5/3	2-gs
Bwgg	15-30	-	m->oa	2,5Y 5/3	2-s
BCgg1	30-55	-	m	2,5Y 5/2	2-d
BCgg2	55-75	-	m	2,5Y 5/1	1-d
BC	75-90+	3	m	2,5Y 5/1	0
Profil 2B / Profile 2B, Wołosate, łąka; gleba gruntowo-glejowa typowa, Eutric Oxygleyic Gleysol (Abruptic, Humic, Raptic, Episiltic)					
Oi	0,5-0	-	tw	-	-
Ah1	0-1	-	zn	10YR 2/2	3-dbd
Ah2	1-3	-	zn, os	10YR 3/2	3-dbd
ABgg	3-20	-	os->zn	2,5Y 4/2	3-dbd
Bwgg	20-36	-	m->os	10YR 5/1	2-dbd
2G1	36-60	5	m	2,5Y 5/1	1-dbd
2G2	60-80+	30	m	2,5Y 4/1	0
Profil 1C / Profile 1C, Wołosatka, <i>Rumex alpinus</i> L.; gleba gruntowo-glejowa próchniczna, Skeletic Dystric Fluvic Umbric Gleysol (Humic, Loamic)					
Oi	0,5-0	-	tw	-	-
Ah1	0-2	-	zn	10YR 3/2	2-s
Ah2	2-10	5	zn, os	10YR 3/2	2-gr
Bw	10-25	7	zn->os	10YR 3/2	3-s
G1	25-50	40	r, os	10YR 3/2	1-d
2G2	50-75+	10	r	10YR 4/3	0
Profil 2C / Profile 2C, Wołosatka, łąka; mada brunatna typowa, Endoskeletal Fluvic Cambisol (Humic, Loamic)					
Oi	0,5-0	-	tw	-	-
Ahd	0-10	10	zn, os	10YR 4/2	2-dbd
AB	10-20	15	zn, os	10YR 4/3	1-dbd
G1	20-50	40	zn	10YR 4/2	1-d
2G2	50-60+	40	r	10YR 4/3	0

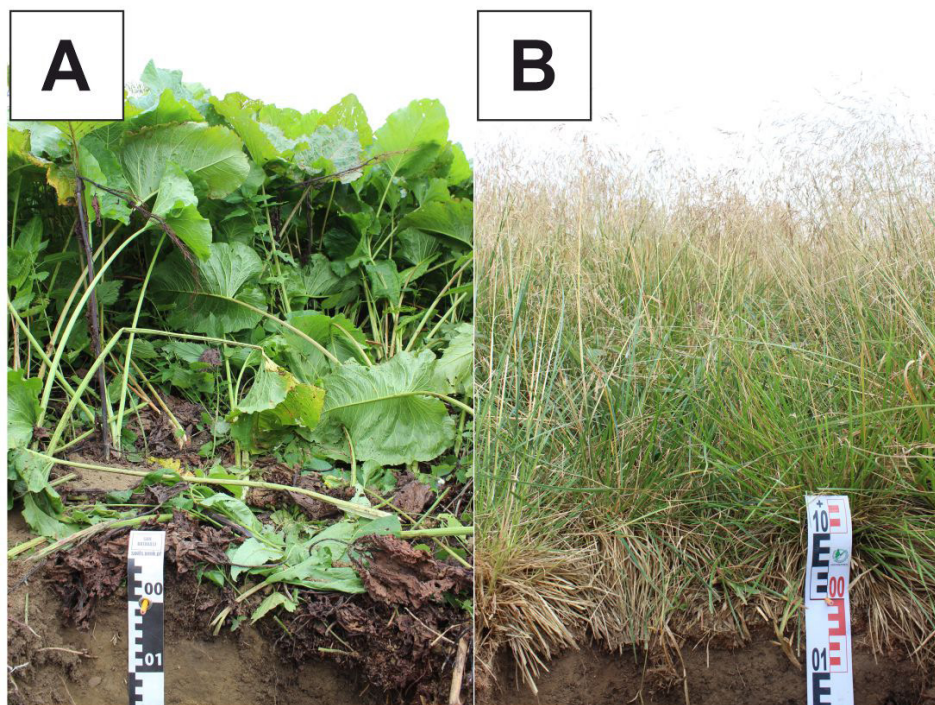
Struktura: os – subangularna, oa – angularna, zn – ziarnista, r – rozdzielenoziarnista, m – masywna; Korzenie: bd – bardzo drobne, d – drobne, s – średnie, g – grube, bg – bardzo grube, 0 – brak, 1 – nieliczne, 2 – średnio liczne, 3 – liczne.

Soil structure: os – subangular blocky, oa – angular blocky, zn – granular, r – single grain, m – massive; roots: bd – very fine, d – fine, s – medium, g – coarse, bg – very coarse, 0 – none, 1 – few, 2 – common, 3 – many.

do typów gleb brunatnych właściwych (profil 1A) i gleb brunatnych wylugowanych (profil 2A), natomiast gleby w położeniach dolinnych na łagodnym stoku w Wołosatem oraz na terasie Wołosatki – do typu gleb gruntowo-glejowych (profile 1B, 2B oraz 1C) lub mań brunatnych (profil 2C) (Ryc. 2). Badane gleby odznaczały się względnie niewielką zawartością części szkieletowych, za wyjątkiem gleb wytworzonych z utworów aluwialnych (profile 1C i 2C; Tab. 1), w których w poziomach G1 i 2G2 wynosiła ona 40% (Tab. 1). Struktura gleby zmieniała się wraz z głębokością w profilu od ziarnistej przez subangularną do angularnej, a w przypadku niektórych gleb w najgłębszych poziomach genetycznych odnotowano obecność struktury masywnej lub rozdzielnoziarnistej (Tab. 1). Przypowierzchniowe poziomy gleb pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego charakteryzowały się obecnością przede wszystkim grubych i średnich korzeni, podczas gdy w sąsiednich glebach referencyjnych występowały licznie korzenie bardzo drobne i drobne (Tab. 1). Ta zależność znalazła swoje odzwierciedlenie również w zróżnicowaniu gęstości objętościowej gleb. Przypowierzchniowe poziomy gleb pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego miały większą gęstość objętościową niż gleby porośnięte roślinnością trawiastą (Tab. 2). Badane gleby charakteryzowały się przewagą gliniastego uziarnienia (Tab. 2). Gleby na powierzchni A miały uziarnienie na pograniczu gliny piaszczystej i pyłu gliniastego o zawartości frakcji ilowej w przedziale od 2% do 8% (Tab. 2). Gleby na powierzchni B charakteryzowały się uziarnieniem pylasto-gliniastym o wyraźnie wyższej zawartości frakcji ilowej mieszczącej się w szerokim zakresie od 9% do 41% (Tab. 2). W glebach na powierzchni C dominowało uziarnienie gliny piaszczystej, o zawartości frakcji piaskowej większej niż 60% i zawartości frakcji ilowej w przedziale od 1% do 9%. Nie stwierdzono różnic w uziarnieniu pomiędzy glebami pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego, a glebami referencyjnymi w obrębie tych samych powierzchni badawczych.

Wszystkie gleby pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego cechowały się niższą zawartością węgla organicznego ( $C_{org}$ ) niż gleby na powierzchniach referencyjnych (Tab. 2). Najbardziej wyraźne różnice (do 8%  $C_{org}$  w przypadku gleb na powierzchni B) zaznaczały się w poziomach próchnicznych (Ah). W profilu 1A stwierdzono występowanie wyraźnego ciągłego poziomu ściółki (Oi) wytworzonej z obumarłych części szczawiu alpejskiego (Ryc. 3). Charakteryzował się on niższą zawartością  $C_{org}$  niż poziom Oi wytworzony z obumarłych fragmentów traw w sąsiedniej glebie (22%  $C_{org}$  w profilu 1A vs. 47%  $C_{org}$  w profilu 2A; Tab. 2; Ryc. 3). Oba te poziomy miały podobną miąższość około 3 cm (Ryc. 3). W pozostałych przypadkach, zarówno w glebach pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego jak i w glebach referencyjnych, stwierdzono występowanie nieciągłych poziomów ściółki o miąższości ok. 0,5 cm. Poziomy próchniczne Ah – obecne od powierzchni – w przypadku niektórych gleb były bardzo zasobne w  $C_{org}$  (profil 1C; Tab. 2).

Analizowane gleby charakteryzowały się zróżnicowanym odczynem: pH gleby mierzone w roztworze wodnym zawierało się w szerokim zakresie od pH 4,3



**Ryc. 3.** Stropowa część gleby występującej pod zbiorowiskiem szczawiu alpejskiego (A) oraz pod traworoślami (B) – przykłady z powierzchni badawczej A na Połoninie Caryńskiej.

**Fig. 3.** The uppermost part of soil under *Rumex alpinus* L. plant community (A) and of the reference soil under tall-grass communities (B) – examples of research plot A on Połonina Caryńska.

do pH 7,7 (Tab. 2). Gleby na powierzchni A w swojej przeważającej części miały odczyn od silnie kwaśnego do słabo kwaśnego (pH 4,3–6,1), a na powierzchniach B i C cechowały się odczynem od kwaśnego do zasadowego (pH 5,0–7,7). W przypadku stanowisk A i B stwierdzono nieco wyższe wartości pH w poziomach Ah gleb pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego niż w glebach referencyjnych.

Na powierzchni zlokalizowanej na Połoninie Caryńskiej w poziomach próchnicznych (Ah) w glebie 1A stwierdzono wyższą zawartość zasad wymiennych ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{K}^{+}$ ), a także dużo wyższe wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami w porównaniu z glebą referencyjną 2A (Tab. 3). Podobnie zawartość przyswajalnych składników pokarmowych ( $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) była dużo wyższa w poziomach próchnicznych (Ah) w glebie 1A pod zbiorowiskiem szczawiu alpejskiego w porównaniu z glebą referencyjną. Z kolei w Wołosatem na powierzchni B nie stwierdzono wyraźnych różnic w zawartości składników pokarmowych (Tab. 3), z wyjątkiem wyraźnie wyższej ilości przyswajalnego potasu oraz wymiennego  $\text{K}^{+}$  w poziomie próchnicznym (Ah) w glebie pod zbiorowiskiem szczawiu alpejskiego w porównaniu z glebą referencyjną (Tab. 3).



Tabela 2. Podstawowe właściwości gleb.  
Table 2. Basic soil properties.

Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Gęstość obję- tościowa Bulk density (g·cm <sup>-3</sup> )	Zawartość frakcji w częściach ziemistych Content of particles in fine earths				Podgrupa granu- lometryczna Texture (PTG 2008)	pH gleby w wodzie soil pH in water	Zawartość węgla organicznego Organic carbon content (%)	Stosunek C/N C/N ratio
			Piasek Sand (2000-50 µm)	Pył Silt (50-2 µm)	Il Clay (<2 µm)					
Profil 1A / Profile 1A, Polonina Caryńska, <i>Rumex alpinus</i> L.; gleba brunatna właściwa, Cambic Umbrisols (Abruptic, Hyperdistic, Raptic, Siltic)										
Oi	3-0	-	-	-	-	-	6,1	21,7	15	
Ah1	0-3	0,74	59	37	4	gp	5,2	9,8	12	
Ah2	3-10	0,74	37	59	4	pyg	4,8	4,4	9	
Ah3	10-20	0,83	49	48	3	gp	4,8	3,8	9	
AB	20-40	0,90	39	57	4	pyg	4,8	2,7	9	
Bw1	40-60	0,96	36	61	3	pyg	5,1	1,9	8	
Bw2	60-65	0,97	40	54	6	pyg	5,4	1,0	6	
2C	65-95+	1,08	22	52	26	pyi	5,8	0,6	6	
Profil 2A / Profile 2A, Polonina Caryńska, łąka; gleba brunatna wylugowana, Dystric Cambisol (Arenic, Loamic, Ochric)										
Oi	3-0	-	-	-	-	-	4,2	47,2	23	
Ah1	0-10	0,71	62	36	2	gp	4,3	7,0	12	
Ah2	10-25	0,80	46	52	2	pyg	4,5	3,7	9	
AB	25-40	0,87	47	49	4	gp	4,6	2,7	9	
Bw	40-55	0,96	43	50	7	pyg	5,2	1,3	8	
BC	55-65+	1,01	51	41	8	gz	5,4	0,9	7	
Profil 1B / Profile 1B, Wołosate, <i>Rumex alpinus</i> L.; gleba gruntowo-glejowa typowa, Eutric Oxyglyclic Gleysol (Humic, Siltic)										
Oi	0,5-0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ah1	0-2	-	-	-	-	-	7,0	9,4	12	
Ah2	2-5	0,89	23	59	18	pyi	5,6	4,1	9	
ABgg	5-15	0,98	26	58	16	pyi	5,3	2,8	9	
Bwgg	15-30	1,07	14	64	22	pyi	5,6	1,6	9	
BCgg1	30-55	1,08	13	61	26	pyi	6,0	1,9	10	
BCgg2	55-75	1,07	12	63	25	pyi	6,5	2,7	15	
BC	75-90+	1,22	10	60	30	gpvi	6,8	1,2	10	

Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Gęstość obję- tościowa Bulk density (gcm <sup>-3</sup> )	Zawartość frakcji w częściach ziemistych Content of particles in fine earths			Podgrupa granu- lometryczna Texture (PTG 2008)	pH gleby w wodzie soil pH in water	Zawartość węgla organicznego Organic carbon content (%)	Stosunek C/N C/N ratio
			Piasek Sand (2000-50 µm)	Pył Silt (50-2 µm)	Il Clay (<2 µm)				
Profil 2B / Profile 2B, Wołosate, łąka; gleba gruntowo-glejowa typowa, Eutric Oxygleyic Gleysol (Abruptic, Humic, Raptic, Episiltic)									
Oi	0,5-0	-	-	-	-	-	-	-	-
Ah1	0-1	-	-	-	-	-	6,5	18,5	15
Ah2	1-3	0,70	-	-	-	-	5,7	10,7	13
ABgg	3-20	0,84	23	68	9	pyg	5,7	5,7	10
Bwgg	20-36	0,89	21	60	19	pyi	6,1	3,2	10
2G1	36-60	1,27	11	58	31	gpyi	6,7	1,1	9
2G2	60-80+	1,31	7	52	41	ipy	7,5	0,9	7
Profil 1C / Profile 1C, Wołosatka, Rumex alpinus L.; gleba gruntowo-glejowa próchniczna, Skeletic Dystric Fluvisc Umbric Gleysol (Humic, Loamic)									
Oi	0,5-0	-	-	-	-	-	-	-	-
Ah1	0-2	-	-	-	-	-	6,1	19,4	14
Ah2	2-10	0,71	69	26	5	gp	5,4	5,1	11
Bw	10-25	0,92	58	37	5	gp	4,6	2,8	9
G1	25-50	0,99	61	30	9	gp	5,0	1,6	9
2G2	50-75+	1,15	80	19	1	pg	6,1	0,6	9
Profil 2C / Profile 2C, Wołosatka, łąka; mada brunatna typowa, Endoskeletal Fluvis Cambisol (Humic, Loamic)									
Oi	0,5-0	-	-	-	-	-	6,1	31,2	22
Ahd	0-10	0,43	68	28	4	gp	5,3	7,5	14
AB	10-20	0,88	64	32	4	gp	5,1	2,8	10
G1	20-50	0,99	69	25	6	gp	7,4	0,7	9
2G2	50-60+	1,15	74	21	5	gp	7,7	0,8	10

Podgrupy granulometryczne: pg – piasek gliniasty, gp – glina piaszczysta, gz – glina zwykła, gpyi – glina pylasto-ilasta, pyg – pyl gliniasty, pyi – pyl ilasty, ipy – il pylasty.

Texture class: pg – loamy sand, gz – sandy loam, gp – loam, gpyi – silty clay loam, pyg – silt loam, pyi – silt loam, ipy – silty clay.

**Tabela 3.** Zawartość składników pokarmowych oraz kationy wymienne.**Table 3.** Content of nutrients and exchangeable bases.

Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Składniki przyswajalne <i>Available nutrients</i> (mg 100g <sup>-1</sup> )			Kationy wymienne <i>Exchangeable cations</i> (cmol(+) kg <sup>-1</sup> )			Wysycenie zasadami <i>Base saturation</i> (%)
		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	
Profil 1A / <i>Profile 1A</i> , Połonina Caryńska, <i>Rumex alpinus</i> L.; gleba brunatna właściwa, Cambic Umbrisols (Abruptic, Hyperdistic, Raptic, Siltic)								
Ah1	0-3	102,48	109,61	10,30	7,46	5,66	2,68	93
Ah2	3-10	30,22	64,41	5,62	3,07	1,30	1,75	48
Ah3	10-20	9,76	29,70	7,36	1,45	0,44	0,91	20
AB	20-40	5,37	20,23	3,37	1,26	0,27	0,55	14
Bw1	40-60	8,73	16,20	1,48	1,94	0,42	0,47	23
Bw2	60-65	15,54	13,68	0,65	2,92	0,79	0,38	29
2C	65-95+	26,16	15,30	0,80	4,31	1,25	0,36	39
Profil 2A / <i>Profile 2A</i> , Połonina Caryńska, łąka; gleba brunatna wylugowana, Dystric Cambisol (Arenic, Loamic, Ochric)								
Ah1	0-10	5,72	10,95	2,42	0,54	0,30	0,31	7
Ah2	10-25	3,70	8,68	1,70	0,48	0,19	0,26	7
AB	25-40	2,76	7,53	1,25	0,55	0,16	0,24	8
Bw	40-55	4,35	7,62	1,30	0,94	0,23	0,23	12
BC	55-65+	7,86	8,32	1,35	1,53	0,39	0,24	21
Profil 1B / <i>Profile 1B</i> , Wołosate, <i>Rumex alpinus</i> L.; gleba gruntowo-glejowa typowa, Eutric Oxygleyic Gleysol (Humic, Siltic)								
Ah2	2-5	42,16	43,72	3,02	10,23	2,52	1,00	97
ABgg	5-15	27,72	13,30	2,06	9,02	1,46	0,33	95
Bwgg	15-30	20,32	3,44	1,25	8,39	0,96	0,10	96
BCgg1	30-55	25,85	2,91	1,11	9,73	1,37	0,01	98
BCgg2	55-75	35,58	3,91	0,79	15,87	2,19	0,12	98
BC	75-90+	32,55	5,10	1,09	12,07	1,97	0,15	98
Profil 2B / <i>Profile 2B</i> , Wołosate, łąka; gleba gruntowo-glejowa typowa, Eutric Oxygleyic Gleysol (Abruptic, Humic, Raptic, Episiltic)								
A2	1-3	43,82	24,71	4,98	24,67	2,96	0,62	98
ABgg	3-20	33,68	6,68	1,60	18,36	2,11	0,19	98
Bwgg	20-36	32,78	5,15	1,39	17,69	2,19	0,15	99
2G1	36-60	25,92	4,55	0,67	11,10	1,53	0,15	98
2G2	60-80+	24,99	7,09	4,17	15,58	1,60	1,20	98

Analiza zawartości całkowitej azotu ( $N_{tot}$ ) oraz stosunku C/N wskazuje na akumulację tego składnika pokarmowego w częściach naziemnych, w szczególności w liściach wszystkich gatunków roślin objętych badaniami i spadek zawartości  $N_{tot}$  według schematu liście>ściółka>korzenie>poziomy A (Tab. 4). W większości przypadków zaobserwowano większą koncentrację  $N_{tot}$  w częściach nadziemnych

szczawiu alpejskiego i pokrzywy zwyczajnej w porównaniu z nadziemnymi częściami śmiałka darniowego (Tab. 4). Natomiast w poziomach próchnicznych gleb pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego i gleb referencyjnych koncentracja  $N_{tot}$  przyjmowała podobną wartość (Tab. 4). Podobna relacja została stwierdzona dla wartości współczynnika C/N (Tab. 4).

**Tabela 4.** Koncentracja azotu całkowitego oraz C/N w podziemnych i nadziemnych częściach roślin oraz w ściółce i w stropowej części poziomu próchnicznego gleby.

**Table 4.** Concentration of total nitrogen and C/N ratio in above- and below ground parts of plants, in litter and in uppermost part of humus horizon.

	Koncentracja $N_{tot}$ $N_{tot}$ concentration (%)				Stosunek C/N C/N ratio			
	Liście <i>Leaves</i>	Ściółka <i>Litter</i>	Korzenie <i>Roots</i>	Poziom próchniczny <i>Humus horizon</i>	Liście <i>Leaves</i>	Ściółka <i>Litter</i>	Korzenie <i>Roots</i>	Poziom próchniczny <i>Humus horizon</i>
<b>Powierzchnia A / Research plot A, Połonina Caryńska</b>								
Szczaw alpejski	3,3	1,4	0,6	0,6	13	15	60	11
Śmiałek darniowy	1,1	2,0	1,7	0,6	44	23	20	12
Pokrzywa zwyczajna	3,7	-	1,8	-	10	-	16	-
<b>Powierzchnia B / Research plot B, Wołosate</b>								
Szczaw alpejski	5,7	3,0	1,9	0,6	7	12	22	10
Śmiałek darniowy	3,5	1,6	1,7	1,0	11	22	20	12
Pokrzywa zwyczajna	3,7	-	2,4	-	11	-	17	-
<b>Powierzchnia C / Research plot C, Wołosatka</b>								
Szczaw alpejski	6,5	3,0	1,8	0,7	7	12	24	10
Śmiałek darniowy	2,5	2,3	1,0	0,6	16	17	15	10
Pokrzywa zwyczajna	3,8	-	1,9	-	11	-	22	-

## Dyskusja wyników

Badane gleby występujące pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego nie wykazywały dużych różnic w stosunku do gleb referencyjnych w obrębie tych samych powierzchni badawczych. Najważniejszą różnicą morfologiczną była duża liczebność grubych kłączy szczawiu alpejskiego, które – zgodnie z eksperymentalnymi badaniami Śtastnej i in. (2010) – zapewniają trwałość występowania szczawiu alpejskiego w danym miejscu. Warto zwrócić uwagę, że zdolności regeneracyjne



tej rośliny są wysokie pod warunkiem, że kłącza te występują na głębokości nie większej niż 30 cm (Šťastná i in. 2010; 2012). W sąsiadujących glebach referencyjnych stwierdzono w analogicznej strefie głębokościowej 0–30 cm dużą liczebność bardzo drobnych i drobnych korzeni tworzących tzw. poziom darniowy. Ta różnica może być przyczyną mniejszej gęstości objętościowej gleb referencyjnych, której przyczyną jest spulchniające oddziaływanie sieci drobnych korzeni roślin jednorocznych oraz powiązanej z nią fauny glebowej.

W badaniach przeprowadzonych w latach 80. XX w., w glebach wytworzonych ze słabo przepuszczalnych zwietrzelin gliniasto-ilastych w Tatrach będących pod bezpośrednim wpływem koszarowania, stwierdzona została obecność w stropowej części gleby plamistości świadczącej o występowaniu procesów glejowych, co było interpretowane jako skutek udeptywania gleb przez zwierzęta (Skiba i Zawilińska 1990). W relacjonowanych tutaj badaniach w poziomach próchnicznych gleb pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego nie stwierdzono takich śladów. Można zatem postawić hipotezę, że względnie większe zagęszczenie gleby pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego w badanych glebach bieszczadzkich jest efektem wtórnym wynikającym z oddziaływania roślinności, a nie utrwalonym bezpośrednim efektem dawnego ugniatania gleby przez koszarowane zwierzęta.

Największa miąższość poziomu ściółkowego w porównywanych ze sobą glebach na Połoninie Caryńskiej (ok. 3 cm) potwierdza klimatogeniczne uwarunkowania rozwoju gleb w piętrze połonin Bieszczadów Zachodnich (Skiba i in. 1996). Zgromadzona na powierzchni gleby pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego ściółka liściasta (butwina) ma swoiste cechy, na które zwracali uwagę m.in. Mirek i Skiba (1984) oraz Skiba i Zawilińska (1990). Wyraźnie niższa wartość wskaźnika C/N w tych ściółkach stwierdzona we wszystkich badanych przypadkach jest prawdopodobnie skutkiem dużo większej zawartości  $N_{tot}$  w nadziemnych częściach *Rumex alpinus* L. w porównaniu z roślinami na powierzchniach referencyjnych (Tab. 4). Jest więc to efekt metodyczny wynikający z charakteru substratu poddawanego mineralizacji, a nie skutek mało zaawansowanego przeobrażenia materii organicznej. Potwierdzają to obserwacje terenowe, gdyż możliwe jest makroskopowe rozpoznanie tkanek roślinnych w ściółce szczawiowej, jak również wartość wskaźnika C/N uzyskana dla pędów nadziemnych szczawiu alpejskiego (Tab. 4). Efekt ten był też zauważony przez Mirka i Skibę (1984) w Tatrach, którzy interpretowali go jako skutek akumulacji azotu wynikającej z koszarowania zwierząt.

Szczególnie wysoka akumulacja  $N_{tot}$  w liściach jest charakterystyczną cechą szczawiu alpejskiego (Bohner 2005), a więc zgromadzone na powierzchni gleby obumarłe szczątki tej rośliny stanowią źródło dużej ilości tego pierwiastka. Według badań Rehdera (1982) wielkość ta może osiągać rocznie  $250 \text{ kg ha}^{-1}$ , co przekracza wg tego badacza wartości uzyskane dla innych roślin o czynnik od 2 do 10. W tym kontekście brak różnic w zawartości  $N_{tot}$  w porównywanych glebach (Tab. 4)

można wytłumaczyć obiegiem i zatrzymywaniem N w tkankach roślinnych, który ma miejsce w przypadku zbiorowisk szczawiu alpejskiego w Bieszczadach Zachodnich. Za główną pierwotną przyczynę rozwoju dużych, wyraźnie dominujących w krajobrazie powierzchni występowania zbiorowisk szczawiu alpejskiego uznaje się wzbogacenie gleb w łatwo dostępny dla roślin azot pochodzący z rozkładu mocznika (Bohner 2005). Pierwiastek ten jest dostarczany do gleby przy dużej koncentracji odchodów zwierzęcych w miejscach długiego przebywania zwierząt – jako skutek koszarowania lub przy wodopoju. Jony amonowe uwalniane wskutek hydrolitycznego rozkładu mocznika pod wpływem działania ureazy stanowią łatwo przyswajalne źródło N. Mocznik jest jednak łatwo wypłukiwany z gleby (Bohner 2005), a więc po zaprzestaniu pasterstwa zawartość N w glebie szybko spada, co stwierdzono m.in. w badaniach biochemicznych współcześnie użytkowanych pastersko gleb w Beskidach Skolskich (Maryskewych i Shpakivska 2011). Możliwe jednak, że podwyższona zawartość N utrzymuje się w roślinach i w ich szczątkach, a pośrednicząca rola gleby nie jest konieczna, gdyż wiązanie azotu przez podziemne części szczawiu alpejskiego następowałoby niemal bezpośrednio po jego uwolnieniu w procesie rozkładu martwych szczątków roślin bogatych w azot. Prawdopodobnie badania polegające na pobraniu i przebadaniu próbek gleby oraz materiału roślinnego w różnych częściach okresu wegetacyjnego pozwoliłoby na uchwycenie dynamiki tego zjawiska.

Wskutek zwiększonej liczby zwierząt typowej dla gospodarki pasterskiej do gleby dostarczane są nie tylko związki azotu, ale także inne składniki odżywcze, co udokumentowały badania gleb użytkowanych pastersko w Tatrach w latach 80. XX w. (Skiba i Zawilińska 1990) oraz w latach 2000 w Beskidach Skolskich (Maryskewych i Shpakivska 2011). Na ogół przyjmuje się, że po zaprzestaniu gospodarki pasterskiej szybko spada zawartość łatwo przyswajalnych składników odżywczych w glebie (Skiba i Zawilińska 1990), chociaż efekt wzbogacenia w związki fosforu ( $P_2O_5$ ) może pozostawać przez dłuższy czas pod warunkiem wystąpienia korzystnych warunków chemicznych (Chodorowski i in. 2012).

Wyniki przeprowadzonych badań nie dały jednoznacznej odpowiedzi na pytanie czy współcześnie w Bieszczadzkim Parku Narodowym gleby występujące pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego w porównaniu z glebami sąsiadującymi są nadal wzbogacone w takie składniki odżywcze jak Ca, P, K, Mg pochodzące z koszarowania zwierząt przed wieloma laty. Pod tym względem przebadane zostały gleby na powierzchni A i B, w których uzyskano odmienne rezultaty w zależności od lokalizacji (Tab. 3). W przypadku gleb na powierzchni B położonych w Wołosatem stwierdzono podobną zawartość zarówno łatwo przyswajalnych form Mg, K i P, jak i zasorbowanych w kompleksie sorpcyjnym jonów  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  i  $K^+$  (z nieco tylko wyższą zawartością  $K^+$ ). Natomiast w przypadku gleb na Połoninie Caryńskiej (powierzchnia A) stwierdzono bardzo wyraźne

wzbogacenie w biogeny w górnej części gleby występującej pod szczawiem w stosunku do gleby referencyjnej (Tab. 3).

Zaobserwowaną różnicę pomiędzy badanymi powierzchniami na Połoninie Caryńskiej i w Wołosatem można wytłumaczyć wpływem dawnego koszarowania zwierząt przy założeniu, że w pierwszym przypadku trwało ono długo, a w drugim było akcesoryczne. Za tym wyjaśnieniem przemawia fakt, że pasterstwo na Połoninie Caryńskiej, chociaż zakończyło się ok. 1940 r. (Augustyn 2001), to mogło trwać wiele dziesiątków, a nawet setek lat. W takim przypadku sąsiedztwo wódopoję stanowiące naturalne miejsce długotrwałego przebywania zwierząt, byłoby w naturalny sposób miejscem silnego wzbogacenia gleby utrzymującego się do dzisiaj. Z kolei w przypadku Wołosatego, na terenie, który w czasach historycznych był obszarem osadnictwa i gospodarki ornej, koszarowanie zwierząt mogło trwać relatywnie krótko w okresie powojennym (a więc niedawno) w związku z tzw. bieszczadzką polityką ekonomiczną. Ta krótkotrwałość wyjaśniałaby brak wyraźnego (poza potasem) wzbogacenia gleby w biogeny. Obraz ten komplikuje fakt, że prace rekultywacyjne przeprowadzone w latach 80. XX w. (Michalik 1988), w ramach których stosowane było także nawożenie mineralne, mogły spowodować lokalne wzbogacenia gleb w biogeny (Skiba i in. 1998). Należy też wspomnieć o współcześnie prowadzonym wypasie koni huculskich, który może przyczynić się do rozwoju płatów *Rumicetum alpini* na niektórych powierzchniach.

Stwierdzona większa zawartość dostępnych biogenów w glebie 1A na Połoninie Caryńskiej może też wynikać ze wzbogacenia przez wody gruntowe głębokiego krążenia, co było opisywane w wielu miejscach w Bieszczadach Zachodnich (Michalik i Skiba 1995; Skiba i Winnicki 1995; Szmuc 2000). Ta możliwość jest interesująca w kontekście dyskusji nad pochodzeniem szczawiu alpejskiego na bieszczadzkich połoninach. Zwykle występowanie zbiorowisk *Rumicetum alpini* związane jest z działalnością człowieka (Rehder 1982; Klimek i in. 1990; Skiba i Zawilińska 1990; Bohner 2005; Stachurska-Swakoń 2008; Stachurska-Swakoń i Frey 2009; Maryskevych i Shpakivska 2011; Chodorowski i in. 2012), jednak w Bieszczadach Zachodnich nie wyklucza się także jego naturalnego występowania w strefie połonin (Winnicki 1999).

Biorąc pod uwagę opisane wyżej możliwości wzbogacenia gleby w biogeny należy stwierdzić, że problematyka oddziaływania dawniej prowadzonego pasterstwa w Bieszczadach Zachodnich na gleby wymaga przeprowadzenia szczegółowych badań uwzględniających zarówno lokalne zróżnicowanie czynnika hydrologicznego, jak i szczegółową historię zagospodarowania poszczególnych obszarów.

To co łączy wszystkie badane gleby występujące pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego to wyraźnie mniejsza zawartość  $C_{org}$  w poziomach próchnicznych w porównaniu z glebami referencyjnymi (Tab. 2). Jedną z przyczyn zmniejszenia zawartości próchnicy w tych glebach może być, występujące w okresie rozwoju pasterstwa, zjawisko wzrostu potencjału mineralizacji związków organicznych,

polegające na wyraźnym zwiększeniu udziału frakcji próchnicy najlepiej rozpuszczalnych w wodzie (Shpakivska 1999). To zjawisko mogłoby też tłumaczyć zwiększenie gęstości gleb występujących pod zbiorowiskami szczawiu alpejskiego, gdyż wzrost rozpuszczalności próchnicy w wodzie powoduje spadek trwałości agregatów glebowych (Maryskevych i Shpakivska 2011). Inną przyczyną tego zjawiska mogłoby być specyficzne oddziaływanie roślinności trawiastej, która w tzw. procesie darniowym wzbogacałaby glebę w materię organiczną.

## Wnioski

1. Zbiorowiska szczawiu alpejskiego w Bieszczadach Zachodnich mogą występować na zróżnicowanych typologicznie glebach. Stwierdzono ich występowanie zarówno na średnio-ciężkich gliniastych glebach brunatnych, na ciężkich gliniasto-ilasto-pylastych glebach glejowych, jak i na względnie lekkich madach.
2. Wyraźny wpływ szczawiu alpejskiego na gleby ogranicza się do strefy przypowierzchniowej i polega przede wszystkim na tworzeniu się specyficznej ściółki, charakteryzującej się niską wartością wskaźnika C/N oraz na obecności dużej zawartości grubych kłączy tej rośliny w strefie głębokościowej 0–30 cm.
3. Po wielu latach od zaprzestania intensywnej gospodarki pasterskiej można wskazać kilka zmian we właściwościach gleby, które są skutkiem długotrwałej obecności zwierząt gospodarczych. Zauważalne jest zwiększenie gęstości objętościowej gleby oraz spadek zawartości materii organicznej w glebie. Wiarygodne stwierdzenie zwiększenia zawartości biogenów wymaga badań opartych na statystycznie dużej liczbie próbek, monitoringu właściwości gleby i roślin w ciągu sezonu wegetacyjnego oraz uwzględnienia zróżnicowania lokalnych warunków hydrologicznych i historii zagospodarowania terenu.

## Literatura

- Augustyn M. 2001. Antropogeniczne zmiany środowiska przyrodniczego na terenie dawnej wsi Ustrzyki Górne. *Roczniki Bieszczadzkie* 9: 237–262.
- Bohner A. 2005. *Rumicetum alpini* Beger 1922 – species composition, soil-chemical properties, and mineral element content. *Wulfenia* 12: 113–126.
- Chodorowski J., Melke J., Ziółek M., Uziak S. 2012. The content of phosphorus in mountain meadow (Polonina) soils as an indicator of past shepherding activity. *Ekologia* 31(1): 64–64.
- Gee G.W., Bauder J.W. 1986. Particle-size Analysis. W: A. Klute (red.) *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods – Agronomy Monograph no. 9* (2nd Edition), ASA – SSSA, Madison, WI, USA, 383–411.



- Hejzman M., Hejzmanova P., Pavlu V., Beneš J. 2012. Origin, history and plant species composition of grasslands in Central Europe – a review. *Grassland Science in Europe* 17: 554–567.
- IUSS Working Group WRB, 2014/15. World reference base for soil resources 2014/15. International soil classification system for naming and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO: Rome.
- Kabała C., Charzyński P., Chodorowski J., Drewnik M., Glina B., Greinert A., Waroszewski J. 2019. Systematyka gleb Polski. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
- Klimek K., Łajczak A., Skiba S. 1990. Charakterystyka abiotycznego środowiska polan reglowych polskich Tatr. Wypas owiec a zachowanie biocenoz polan reglowych w Tatrach. *Studia Naturae* 34: 11–38.
- Kostuch R. 1996. Zmiany szaty roślinnej terenów górskich spowodowane działalnością człowieka, *IMUZ, Falenty* 38: 156–163.
- Maryskevych O., Shpakivska I. 2011. Wpływ użytkowania pasterskiego na właściwości gleb w Beskidach Skolskich (Ukraińska część Karpat Wschodnich), *Roczniki Bieszczadzkie* 19: 349–357.
- Michalik S. 1988. W obronie przyrody Bieszczadów Wysokich. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 44(4): 5–19.
- Michalik S., Skiba S. 1995. Ocena relacji między pokrywą glebową a roślinnością w Bieszczadzkim Parku Narodowym. *Roczniki Bieszczadzkie* 4: 85–95.
- Mirek Z., Skiba S. 1984. Wstępne badania porównawcze nad fitocenozami *Rumex alpinus* i *Rumex obtusifolius* z obszaru Tatr i terenów przyległych. *Studia Ośr. Dok. Fizjogr. PAN w Krakowie* 12: 301–312.
- Nelson D. W., Sommers L. E. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. W: D.L. Sparks i in.. (red.) *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods – SSSA Book Series no. 5*. SSSA and ASA, Madison, WI, USA, 961–1010.
- Rehder H. 1982. Nitrogen relations of ruderal communities (Rumicion Alpini) in the Northern Calcareous Alps, *Oecologia* 55: 120–129.
- Shpakivska I. 1999. Microbial biomass, C and N mineralization in mineral soil of adjacent montane ecosystems on timberline (East Carpathians Mts.). In *Proc. Congress of the Polish Society of Soil. Sci. and Intern. Sci. Conference*: 474–475.
- Skiba S., Drewnik M., Prędko R., Szmuc R. 1998. Gleby Bieszczadzkiego Parku Narodowego. *Monografie Bieszczadzkie* 2: 1–88.
- Skiba S., Winnicki T. 1995. Gleby zbiorowisk roślinnych bieszczadzskich połonin. *Roczniki Bieszczadzkie* 4: 97–109.
- Skiba S., Zawilińska L. 1990. Gleby polan pasterskich w Tatrach. W: R. Kaźmierczakowa (red.), *Wypas owiec a zachowanie biocenoz polan reglowych w Tatrach*, *Studia Nature Ser. A* 34: 39–49.

- Skiba S., Szymański W., Prędko R. 2014. Badania gleboznawcze w Karpatach Wschodnich i ich znaczenie w ochronie gleb Bieszczadzkiego Parku Narodowego. *Roczniki Bieszczadzkie* 22: 129–140.
- Šťastná P., Klimeš L., Klimešová J. 2010. Biological flora of Central Europe: *Rumex alpinus*. *Persp. Plant Ecol. Evol. Syst.* 12(1): 67–79.
- Šťastná P., Klimešová J., Doležal J. 2012. Altitudinal changes in the growth and allometry of *Rumex alpinus*. *Alp Botany* 122: 35–44.
- Stachurska-Swakoń A. 2008. Synanthropic communities with *Rumex alpinus* in the Tatra National Park (Western Carpathians). *Scr. Fac. Rerum Nat. Ostrav* 186: 321–330.
- Stachurska-Swakoń A., Frey L. 2009. Phytogeographical aspects of grasses occurring in tall-herb vegetation in the Carpathians. *Grass research*: 39–47.
- Szmuc R. 2000. Geomorphological and hydrological conditions of the genesis of mountain Mollic Gleysols (on the example of the Western Bieszczady Mts.). *Prace Geograficzne* 105: 403–412.
- Thomas G.W. 1996. Soil pH and Soil Acidity. W: D.L. Sparks i in.. (red.) *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods – SSSA Book Series no. 5.* SSSA and ASA, Madison, WI, USA, 475–490.
- USDA NRCS. 2004. *Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42,* 700. 403–410.
- Winnicki T. 1999. Zbiorowiska roślinne połonin Bieszczadzkiego Parku Narodowego (Bieszczady Zachodnie, Karpaty Wschodnie). *Monografie Bieszczadzkie* 4: 1–215.
- Wolski J. 2007. Przekształcenia krajobrazu wiejskiego Bieszczadów Wysokich w ciągu ostatnich 150 lat. *IGiPZ PAN.* ss. 228.
- Wolski J. 2009. Następstwa zaniku antropopresji na obszarach górskich – dyskusja zależności „proces a region” w ujęciu różnoskalowym. *Przegląd Geograficzny* 81(1): 47–73.
- Zarzycki J., Korzeniak J. 2013. Łąki w polskich Karpatach – stan aktualny, zmiany i możliwości ich zachowania. *Roczniki Bieszczadzkie* 21: 18–34.

## Summary

The paper reports research on the specificity and diversity of the properties of soils under the communities of *Rumex alpinus* L. occurring both in the subalpine meadows called “polonina” (profile 1A) and in the valley areas in Wołosate (profile 1B) and on the Wołosatka river terrace (profile 1C) in the Bieszczady National Park. In order to compare these soils and determine their potential distinctiveness profiles of reference soils dominating in the surroundings were also excavated and described (profiles 2A, 2B and 2C; Fig. 1) during the field studies. In addition, the research was supplemented with the collection of volumetric samples from the

depth of 0–10 cm, from the layer of litter and separately mixed samples of above-ground and underground parts of plants.

The laboratory analyzes covered the basic physical and chemical properties of the soil, such as pH, grain size, carbon ( $C_{org}$ ) and nitrogen ( $N_{tot}$ ) concentration, as well as the determination of the sorption complex composition and the content of available nutrients for plants ( $MgO$ ,  $K_2O$ ,  $P_2O_5$ ). In addition, the above-ground parts of the dominant plants in the studied areas were also analyzed for the concentration of  $C_{org}$  and  $N_{tot}$ .

The obtained results indicate that the analyzed soils characterizing the communities in the mountain pastures belong to the soil types of Cambic Umbrisols (profile 1A) and Dystric Cambisols (profile 2A), while the soils located lower in the valleys and on the Wołosatka river terrace are described as Gleysols (profiles 1B, 2B and 1C) or Fluvic Cambisols (profile 2C) (Fig. 2). Additionally, the soils under the *Rumex alpinus* L. communities did not show significant differences from the reference soils (Tab. 1; Tab. 2; Tab. 3). The well-noticable differences in morphology and chemical properties were limited to the surface horizons of the studied soils (Fig. 3, Tab. 4), where the content of organic carbon was noticeably lower in the soils under the *Rumex alpinus* L. community than in the soils of the reference plots and the abundance of thick rhizomes of *Rumex alpinus* L. (Tab. 1; Tab. 2).

Reliable estimation of the increase in nutrient content in soils requires research based on a statistically large number of samples, monitoring of soil and plant properties during the growing season and taking into account the diversity of local hydrological conditions. The research showed a clear enrichment of the soil with nutrients in the pastures, while in Wołosate it concerned only potassium.

The analysis of the total nitrogen content ( $N_{tot}$ ) and the C/N ratio showed the accumulation of this nutrient in the above-ground parts, in particular in the leaves of all studied plant species and large differences between the species themselves (Tab. 4).