

GLIN WYMIENNY I ODCZYN GLEB GÓR IZERSKICH NA OBSZARZE KLĘSKI EKOLOGICZNEJ

Cezary Kabala

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

WSTĘP

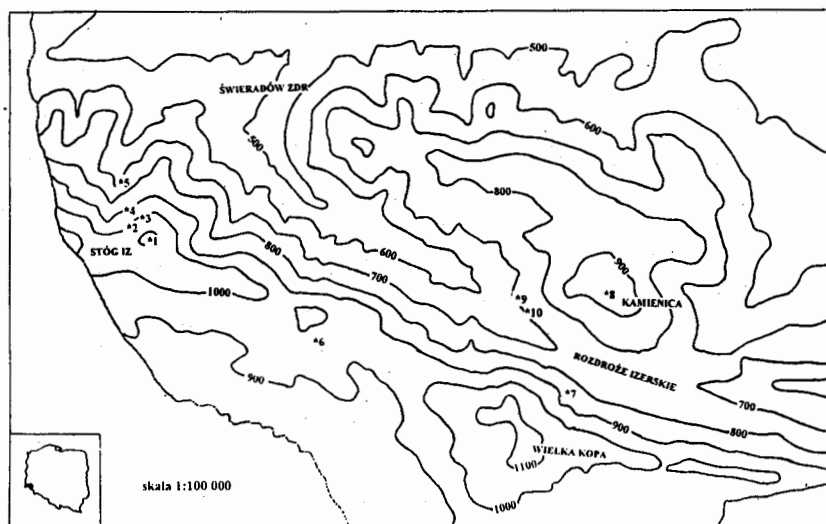
Jako jedną z głównych przyczyn wymierania drzewostanów, które w Górach Izerskich przyjęło rozmiary klęski ekologicznej, wymienia się oddziaływanie zanieczyszczeń emitowanych przez energetykę w rejonie tzw. "worka turoszowskiego". Podkreśla się wpływ emisji związków siarki i azotu na obniżanie się pH gleb, co pociąga za sobą m. in. wzrost zawartości glinu wymiennego, mogącego w warunkach silnie kwaśnego odczynu toksycznie oddziaływać na rośliny, ale również wpływać na dostępność niektórych składników pokarmowych [2, 3, 6].

W pracy zaprezentowano wyniki badań nad zawartością glinu wymiennego i kwasowością oraz niektórymi innymi właściwościami gleb Gór Izerskich, zarówno z terenów pokrytych lasem, jak i obecnie zalesianych (w miejscu wymarłych drzewostanów).

OBIEKT I METODYKA BADAŃ

W okresie VII-VIII 1994 wykonano 10 odkrywek w rankerach, glebach brunatnych kwaśnych i bielcowych na terenie całego pasma Gór Izerskich wyłącznie na granitognejsowym i gnejsowym podłożu, uwzględniając wysokość wzniesienia, wystawę oraz pokrywającą roślinność (Rys.1.).

Próbki gleby do analiz laboratoryjnych pobierano ze wszystkich wyróżnionych poziomów genetycznych. W próbkach oznaczono: skład granulometryczny - metodą areometryczną, węgiel organiczny - met. Tiurina lub przez wyżarzanie w temp. 550°C, odczyn w H₂O i 1M KCl - potencjometrycznie. Glin wymienny (Al_w) ekstrahowano w 1M KCl i oznaczano metodą Sokołowa oraz spektrometrii absorpcji atomowej (AAS). Dla uzyskania danych o zawartości glinu zbliżonej do występującej w naturalnym roztworze glebowym [4] wykonano ekstrakcję w 0,01M CaCl₂ i oznaczono techniką AAS. Kwasowość wymienną (K_w) oznaczono w 1M KCl metodą Sokołowa, łącznie z Al_w. Kationy wymienne: Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ i Na⁺ ekstrahowano w NH₄OAc o pH 7,0.



Rys. 1. Schematyczna mapa Gór Izerskich z zaznaczonymi profilami glebowymi (*1 - *10).
Ryc. 1. Schematic map of Izera Mountains with pointed soils profiles (numbers *1 - *10).

Pojemność kompleksu sorpcyjnego T (CEC) obliczono jako sumę kwasowości wymiennej (K_w) i wymiennych kationów zasadowych (S). Wysycenie kompleksu sorpcyjnego glinem (V_{Al}) obliczono jako procentowy udział Al_w (wg Sokołowa) w T.

Obliczenia statystyczne wykonano z użyciem procedur CORR i GLM programu SAS [5]. Wartości wszystkich przytaczanych współczynników korelacji (r^2) są istotne przy $p=0,01$.

WYNIKI I DISKUSJA

W płytkich rankerach występujących na zboczach Stogu Izerskiego wyraźnie zaznaczają się zmiany w morfologii profilu po wymarcu drzewostanu. Wskutek intensywnego rozwoju traw i gromadzenia się dużych ilości słabo rozłożonych resztek roślin tworzy się na powierzchni warstwa organiczna miąższości 3-7 cm, a pod nią poziom darniowy różnej miąższości (7-25 cm), charakteryzujący się znaczną zawartością substancji organicznej. Opisane zjawisko, występujące w całych Górach Izerskich, jest dobrze widoczne w profilach 2 i 3 wykonanych na wys. 1000 m n.p.m. w odległości ok. 200 m od siebie (Tab. 1).

Odczyn badanych gleb pozwala zaliczyć je do kwaśnych lub silnie kwaśnych. pH mierzone w wodzie waha się w granicach 3,6-5,3, przy czym średnie wyliczone dla powierzchniowych poziomów organicznych i głębszych poziomów mineralnych niemal się nie różnią. Znaczne wahania wykazuje też pH mierzone w KCl (2,6-4,2), przy czym przeciętne pH warstw organicznych (3,0) jest istotnie niższe niż poziomów mineralnych (3,4).

W układzie profilowym pH generalnie rośnie w głąb profili (w profilach dobrze wykształconych) aż do osiągnięcia pH w H₂O 4,3-5,0 (w KCl 3,8-4,2). W profilach gleb bielcowych występuje dodatkowo wyraźne zazwyczaj obniżenie odczynu w poziomie E. W glebach słabo wykształconych pH jest przeważnie mało zróżnicowane między poziomami i nie wzrasta w głąb profilu. Prawdopodobnie należy to wiązać ze stosunkowo dużą zawartością substancji organicznej w całych profilach tych gleb, bowiem istotna statystycznie okazała się zależność między zawartością substancji organicznej i odczynem. Współczynniki korelacji dla zawartości C organicznego i pH w H₂O oraz w KCl wynoszą odpowiednio -0,31 i -0,49.

Nie zaobserwowano wyraźnego zróżnicowania odczynu gleb w układzie przestrzennym (kierunkowym), choć z porównania profilów nr 1, 6 i 7 taka zależność pozornie wynika. Wydaje się jednak, że czynnikiem najmocniej wpływającym na odczyn gleby jest w warunkach Gór Izerskich aktualna pokrywa roślinna. Z porównania sąsiednich profilów (np. 3 i 4, 9 i 10) wynika, że zarówno powierzchniowe poziomy organiczne, jak i niższe poziomy mineralne gleb pod istniejącymi jeszcze borami świerkowymi są bardziej kwaśne niż analogiczne w glebach bezleśnych pokrytych roślinnością trawiastą. Zależności tej jednak nie udowodniono statystycznie, ze względu na zbyt małą liczbę obiektów.

Kwasowość wymienna w poziomach organicznych waha się w zakresie 11,5-58,0 a w poziomach mineralnych 3,3-32,6 cmol(+)/kg. Zmniejszanie się kwasowości wymiennej wraz ze wzrostem głębokości w profilu gleby najprościej wytłumaczyć jej związkiem z zawartością substancji organicznej. Współczynnik korelacji dla tej zależności wynosi 0,69, co może potwierdzać postawioną tezę.

Przy oznaczaniu Al wymiennego dwoma sposobami: tradycyjną Sokołowa oraz metodą AAS (ekstrakcja w 1 M KCl) uzyskano wyniki skorelowane ($r^2=0,73$), ale nie jednakowe. Średnia z oznaczeń metodą AAS (17,76 cmol(+)/kg) jest dla tych samych próbek istotnie wyższa niż średnia z oznaczeń metodą Sokołowa (13,74 cmol(+)/kg).

Zawartości Al_w w badanych glebach Gór Izerskich są bardzo wysokie i wykazują wahania: od 4,2 do 62,3 cmol(+)/kg, co odpowiada 0,4-5,4 g Al na kg próbki gleby. Istotne, że zarówno górny zakres, jak i przeciętna zawartość Al-wymiennego w warstwach organicznych o zawartości Corg. > 20% są niemal dwukrotnie wyższe niż w poziomach mineralnych. Poziomy mineralne charakteryzują się zawartością Al_w w granicach 4,2-34,8 cmol(+)/kg (0,4-3,1 g Al/kg gleby).

W układzie profilowym wyraźnie obniża się zawartość glinu wymiennego wraz z głębokością, szczególnie w dobrze wykształconych profilach gleb brunatnych. Jeśli w glebie wykształcił się poziom bielcowy, to w jego obrębie zawartość glinu jest wyraźnie niższa niż w poziomie A, by dość istotnie wzrosnąć w poziomie B.

Tabela 1. Chemiczne właściwości gleb Gór Izerskich.
Table 1. Chemical properties of soils in Izery Mountains.

Profil Profile	Lokalizacja Localization	Poziom Horizon	Głębokość Depth	pH w (in)		Kw Exch. acid.	Al-KCl		Al-CaCl ₂		S	T	VAI	Al-CaCl ₂		C org.	
				H ₂ O	KCl		Exch. acid.	Sokółow	AAS	AAS				BC	CEC		Al sat.
				cmol(+) / kg													
																%	
1	Stóg Izerski 1100 m npm forest	Of Oh Ees Bh Bfe	8-4 4-0 0-4 4-8 8-13	4.7	3.1	19.60	14.92	24.64	4.26	2.95	22.55	66.2	17.3	34.8			
				4.5	3.1	12.95	11.40	18.84	1.97	1.83	14.78	77.1	10.4	20.0			
				4.0	3.0	6.86	6.38	5.47	0.44	0.42	7.28	87.7	8.1	1.5			
				4.0	3.2	8.13	7.23	23.91	1.42	0.68	8.80	82.1	5.9	3.9			
				4.2	3.4	13.90	13.20	17.98	1.18	0.60	14.50	91.0	6.5	2.5			
18-25	4.6	4.0	5.50	5.40	7.69	0.51	0.37	5.87	92.1	6.6	0.7						
2	Stóg Iz. 1000 m npm glade stok (slope)NW	Ofh Ah AC	7-0 0-8 8-16	4.7	3.3	28.75	23.01	14.04	4.56	1.69	30.44	75.6	32.4	27.9			
				4.3	3.0	24.38	22.63	41.67	3.72	2.21	26.58	85.1	8.9	28.0			
				4.2	3.0	13.20	12.35	15.76	1.20	1.04	14.24	86.7	7.6	12.2			
				4.1	2.8	14.80	12.28	23.82	2.02	2.92	17.72	69.3	8.5	41.6			
				4.0	2.7	20.24	16.62	32.22	5.52	1.11	21.35	77.9	17.1	41.3			
0-14	4.0	2.6	13.30	11.24	21.71	3.17	1.09	14.39	78.1	14.6	21.2						
14-20	4.2	2.6	4.30	3.34	4.22	0.40	1.39	5.69	58.7	9.4	1.8						
4	Stóg Iz. 900 m npm glade stok (slope)NW	Ofh Ad A	3-0 0-14 18-25	4.4	3.1	19.38	19.38	23.31	3.92	2.53	21.91	88.4	16.8	20.0			
				4.0	2.8	11.67	10.50	14.40	2.36	1.22	12.89	81.5	16.4	10.4			
				4.3	2.7	12.30	11.00	15.18	0.98	0.75	13.05	84.3	6.5	10.3			
				4.4	3.1	6.55	5.74	13.82	0.72	0.52	7.07	81.2	5.2	1.7			
				4.1	2.9	43.33	26.93	41.42	7.87	3.44	46.78	57.6	19.0	48.6			
8-0	4.1	2.9	43.33	26.93	41.42	7.87	3.44	46.78	57.6	19.0	48.6						
5	Stóg Iz. 700 m npm forest stok (slope)NW	Oh Ees Bh BfeC C	8-0 0-10 14-18 25-35 55-65	4.1	2.9	43.33	26.93	41.42	7.87	3.44	46.78	57.6	19.0	48.6			
				4.4	2.8	9.50	4.90	9.51	0.60	0.70	10.20	48.1	6.3	1.8			
				4.5	3.1	10.68	3.88	17.09	1.08	0.68	11.36	34.1	6.3	3.1			
				4.9	3.7	10.80	10.04	16.71	1.14	0.46	11.26	89.2	6.8	4.1			
				5.0	4.0	5.85	5.65	8.56	0.67	0.39	6.24	90.6	7.9	2.2			

Profil Profile	Lokalizacja Localization	Poziom Horizon	Głębokość Depth	pH w (in)		K _w		Al-KCl		Al-CaCl ₂		T		VAI		C org. TOC
				H ₂ O	KCl	Exch. acid.	AAS	AAS	AAS	CEC	BC	Al sat.	Al-KCl	%	%	
6	Podmokła 950 m npm glade stok (slope) SE	Ad AEes Bhfē C	0-12 12-25 28-38 40-50	4.9	3.5	18.13	12.63	18.07	1.85	1.75	19.88	63.5	10.2	12.9		
				4.8	3.3	12.05	10.20	16.13	1.18	1.22	13.27	76.9	7.3	10.3		
				4.9	3.4	14.26	13.82	17.00	0.91	1.09	15.35	90.0	5.4	2.3		
				5.2	3.8	11.30	11.06	12.98	0.89	0.67	11.97	92.4	6.8	0.6		
7	Przednia Kopa 850 m npm glade stok (slope) NE	Ofh Ad Bbr BbrC C	7-0 0-20 35-45 53-60 60-70	4.6	3.4	13.52	12.28	18.44	4.37	1.47	14.99	81.9	23.7	17.2		
				4.9	3.8	12.17	11.09	16.53	2.73	0.82	12.99	85.4	16.5	12.2		
				5.0	3.9	9.25	8.87	12.29	0.91	0.51	9.76	90.8	7.4	3.2		
				5.2	3.9	7.50	7.20	9.98	0.72	0.51	8.01	89.9	7.2	2.0		
8	Kamienica 950 m npm forest stok (slope) S	Oh Ad Ees BC C	4-0 0-5 5-16 20-25 35-45	4.0	2.9	17.96	15.40	18.04	4.69	2.38	20.34	75.7	26.0	41.7		
				4.3	2.8	15.37	13.12	15.47	1.03	1.07	16.45	79.8	6.7	31.1		
				4.6	2.9	7.64	6.72	6.62	0.60	0.37	8.01	83.9	9.1	1.6		
				4.6	3.3	19.13	17.83	23.73	1.53	1.69	20.82	85.6	6.4	5.0		
9	Kamienica 700 m npm glade stok (slope) SW	Ofh Ad Bbr BbrC C	6-0 0-14 20-30 40-45 50-60	4.2	3.1	36.58	33.32	43.07	3.93	2.37	38.95	85.6	9.1	44.7		
				4.1	3.1	52.75	48.25	62.27	8.53	1.48	54.23	89.0	13.7	39.1		
				4.0	3.5	12.57	11.62	16.71	0.94	1.24	13.81	84.2	5.6	7.3		
				4.2	3.7	6.30	6.02	9.22	0.76	0.54	6.84	88.0	8.2	2.3		
10	Kamienica 700 m npm forest stok (slope) SW	Oh Ees Bhfē BfēC C	7-0 0-5 5-12 15-25 40-50	4.4	4.1	3.26	3.12	6.24	0.36	0.28	3.54	88.1	5.7	0.7		
				4.1	3.3	32.60	30.74	34.78	6.31	2.03	34.63	88.8	18.2	29.0		
				3.6	3.1	11.98	11.23	12.11	0.89	0.54	12.52	89.7	7.3	6.5		
				3.9	3.3	15.13	13.13	16.71	1.18	0.51	15.64	84.0	7.0	3.9		
				4.3	3.8	7.85	7.63	9.51	0.73	8.17	93.3	7.7	2.0			
				4.3	3.8	7.83	7.45	9.60	0.85	0.31	8.13	91.6	8.9	1.8		

W obrębie zwietrzliny skalnej zawartość Al_w jest rzędu 4,2-13,0 cmol(+)/kg, co i tak jest wartością wysoką w porównaniu z danymi literaturowymi [1, 6].

Próba uchwycenia przestrzennej zmienności zawartości Al_w dała efekt negatywny, być może ze względu na zbyt mały obszar badań. Najistotniejszym czynnikiem moderującym okazały się ilość i rodzaj (pochodzenie) substancji organicznej, a więc ostatecznie - aktualna pokrywa roślinna. Najwyższe koncentracje glinu stwierdzono w poziomach próchnicy nadkładowej gleb borów świerkowych - jednakowo na wysokości 1000 m, jak i 700 m n.p.m.

Koncentracje glinu ekstrahowanego w 0,01M $CaCl_2$ korelują z Al_w (Al-KCl) dość dobrze, jednak wartość współczynnika korelacji ($r^2=0,82$) wskazuje na oddziaływanie czynników modyfikujących uwalnianie glinu do roztworu glebowego. Najważniejszym z nich ($r^2=0,72$) okazała się zawartość substancji organicznej. Nie w pełni udowodniono wpływ udziału części spławalnych ($r^2=-0,32$ przy $p=0,07$), być może ze względu na zbyt małą liczbę obiektów.

Wyliczony procentowy udział Al- $CaCl_2$ w Al-KCl w poziomach mineralnych z reguły nie przekracza 10%, istotnie wzrasta natomiast (nawet do ok. 30%) w poziomach organicznych, co sugeruje obecność w tych poziomach większych ilości frakcji glinu słabo związanego z substancją organiczną.

Stopień wysycenia glinem wymiennym kompleksu sorpcyjnego (V_{Al}) gleb Gór Izerskich sięga nawet 94%, co jest zrozumiałe wobec istnienia wcześniej opisanych zależności między zawartością Al_w i substancji organicznej oraz istotnej korelacji między zawartością Corg. i T ($r^2=0,7$).

PODSUMOWANIE

1. Odczyn gleb jest kwaśny lub silnie kwaśny na całym obszarze badań, nie wykazując istotnego zróżnicowania przestrzennego. Stwierdzono natomiast wyraźny związek pH z ilością i pochodzeniem substancji organicznej w glebie.
2. Stwierdzono wysoką lub bardzo wysoką koncentrację glinu wymiennego oraz „glinu czynnego” (Al- $CaCl_2$), które również istotnie korelowały z zawartością substancji organicznej. Znacznie większą koncentrację Al wymiennego stwierdzono w poziomach organicznych (szczególnie próchnicy nadkładowej borów świerkowych) niż w głębiej zalegających poziomach mineralnych.
3. Wydaje się, że dla uchwycenia tendencji w przestrzennym rozkładzie odczynu i zawartości glinu wymiennego w glebach niezbędne jest rozszerzenie badań na obszar całych Sudetów oraz na inne rodzaje skał macierzystych.

LITERATURA

1. Borkowski J. i in. (1993). Skład i właściwości gleb Karkonoskiego Parku Narodowego, w: Geoekologiczne problemy Karkonoszy, Wyd. UWr., Wrocław.
2. Pokojska U. (1994). Nowe poglądy na toksyczność różnych form glinu. *Rocz. Glebozn.*, 45, 1/2, 109-117
3. Prusinkiewicz Z., Pokojska U. (1989). Wpływ imisji przemysłowych na gleby, w: *Życie drzew w skażonym środowisku.*, PWN, Warszawa-Poznań
4. Shuman L. M. (1990). Comparison of exchangeable Al, extractable Al and Al in soil fractions. *Can. J. Soil Sci.*, 70, 263-275
5. Statistical Analysis System Institute, Inc. (1991). SAS user's guide: Statistics, version 6 edition. SAS Institute, Inc., Cary, N.C.
6. Walendzik R. I. (1994). Charakterystyka degradacji gleb leśnych w Sudetach Zachodnich i próby ich rewitalizacji., *Prace IBL, seria B*, 21/1, 37-57

STRESZCZENIE

Podjęte badania miały na celu określenie wpływu opadu kwaśnych zanieczyszczeń emitowanych przez przemysł i energetykę na właściwości gleb wytworzonych z gnejsów i granitognejsów w Górach Izerskich, w rejonie klęski ekologicznej.

Stwierdzono, że gleby wykazują odczyn kwaśny lub bardzo kwaśny. Koncentracja glinu wymiennego (Al-KCl) sięga nawet 62,3 cmol(+)/kg (5,4 g/kg) i jest wyraźnie wyższa w poziomach organicznych niż mineralnych. Wysycenie glinem kompleksu sorpcyjnego sięga 94%. Zawartość „glinu czynnego”(Al-CaCl₂) zależna jest od ilości Al-KCl oraz zawartości substancji organicznej.

Na terenie Gór Izerskich odczyn gleb i zawartość Al wymiennego nie wykazują wyraźnego zróżnicowania przestrzennego.