

APARATURA BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Wybrane właściwości chemiczne gleb zgrupowania „Szwajcaria Lwówecka”

TOMASZ KLEIBER¹, BARTOSZ MARKIEWICZ¹, ANNA KLEIBER²

¹UNIwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych

²Biblioteka Raczyńskich w Poznaniu

STRESZCZENIE

Badania terenowe przeprowadzono na terenie zgrupowania „Szwajcaria Lwówecka”. Ich celem była ocena zasobności zalegających tam gleb w łatwo rozpuszczalne i dostępne dla roślin formy makroelementów, mikroelementów, ich odczyn i zasolenie. Badane gleby cechowały się silnie kwaśnym odczynem, przy jednocześnie niskim zasoleniu wynikającym z niskich zawartości składników pokarmowych. Stwierdzono duże zróżnicowanie zasobności mineralnych form azotu. Generalnie wykazano również niedostateczną zasobność gleb w fosfor, potas, wapń, magnez i siarkę siarczanową. Wykazano ponadto nadmierną zasobność badanych gleb w żelazo, prawidłową w cynk, przy jednocześnie niedostatecznej zasobności w miedź oraz mieszczącej się w zakresie dopuszczalnym zawartości sodu i chlorków.

The chosen chemical properties of soils of group „Szwajcaria Lwówecka”

ABSTRACT

Terrain studies conducted on terrain “Szwajcaria Lwówecka”. The aim was estimation covering there the soils in easily solvable and accessible for plants of forms of macroelements, microelements, their reaction and the salinity. The studied soils characterized strongly the acid reaction, near simultaneously low salinity level resulting with low contents of nutrients. It was found the differentiation of mineral forms of nitrogen. Generally of soils was showed was also insufficient content of: phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulphate sulphur. It it was showed was moreover the excessive affluence of studied soils in iron, correct in zinc, near simultaneously insufficient affluence in copper as well as be comprising in admissible range of content of sodium and chlorides.

1. WSTĘP

Szereg dotychczas prowadzonych badań na terenach pierwotnych czy też leśnych, pozbawionych bezpośredniej ingerencji człowieka, miało na celu ocenę kwasowości gleb, zasobności w ogólne formy składników pokarmowych czy też zawartości metali ciężkich [1, 2, 3, 4, 5]. W zależności od danego składnika formy dostępne stanowią zwykle tylko od kilku do kilkudziesięciu procent w zakresie form ogólnych, co istotnie oddziałuje na właściwości chemiczne gleby i żywienie roślin [6]. Najłatwiej dostępnymi dla roślin są łatwo rozpuszczalne formy składników. Standardową metodą wykorzystywaną przez stacje chemiczno-rolnicze w Polsce dla ich oznaczenia jest metoda uniwersalna [7]. Co ważne z punktu widzenia poznawczego, w literaturze naukowej dotyczącej tej problematyki, brak jest danych dotyczących zasobności gleb – w stanie pozbawionym bezpośredniej ingerencji człowieka – w łatwo dostępne formy składników pokarmowych.

Badania przeprowadzono na terenie gminy Lwówek Śląski (województwo dolnośląskie), w zgrupowaniu piaskowcowych form skalnych „Szwajcaria Lwówecka” – będącym fragmentem Parku Krajobrazowego Doliny Bobru. Jest ona największym, poza Górami Stołowymi (Sudety), zgrupowaniem tego typu w Polsce. Leży na wysokości 250-260 m n.p.m., a jego największe wypiętrzenia sięgają do wysokości około 30 m powyżej poziomu gruntu. „Szwajcaria Lwówecka” przylega do lewostronnego dopływu Bobru – potoku Srebrna. W znacznej części jest ona porośnięta wielogatunkowym lasem, na który składają się głównie drzewa: sosna (*Pinus sp.*), lecz również klon (*Acer sp.*), lipa (*Tilia sp.*), świerk (*Picea sp.*), brzoza (*Betula sp.*), dąb (*Quercus sp.*), jarząb (*Sorbus sp.*). Wspomniane gatunki, jak również zachodząca erozja wpływają bezpośrednio na właściwości zarówno fizyczne, jak i chemiczne zalegających tam gleb.

2. MATERIAŁ I METODY

Badania terenowe przeprowadzono w 2009 roku na terenie zgrupowania piaskowcowych form skalnych „Szwajcaria Lwówecka”, zlokalizowanym na terenie Parku Krajobrazowego Doliny Bobru. Ich celem była ocena zasobności zalegających tam gleb, będących we wczesnej fazie ich tworzenia, w łatwo rozpuszczalne i dostępne dla roślin formy makroelementów, mikroelementów, ich odczyn i sumę rozpuszczalnych w wodzie soli (tzw. zasolenia).

Pobrane próby reprezentowały profile glebowe, dochodzące w zależności od warunków lokalnych, do 60 cm głębokości. Próby gleb z poziomu 0-20 cm pobierano za pomocą laski Egnera, natomiast z poziomów leżących poniżej: 20-40 i 40-60 cm, za pomocą świdra gleboznawczego. Na jedną średnią próbę z poziomu 0-20 cm składało się 10-15 prób pojedynczych, a próbę z poziomów głębszych 3 wiercenia w obrębie danej lokalizacji. Szczegółowy opis profili, z których pobierano próby do analiz chemicznych przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Opis badanych profili glebowych wraz z ich lokalizacją

Profil	Głębokość (w cm)	Lokalizacja
1	0-20	na dole zgrupowania, 3 m powyżej poziomu gruntu, przy wejściu na ścieżkę edukacyjną
	20-40	
2	0-20	½ wysokości zgrupowania (od strony trasy Lwówek Śląski-Jelenia Góra), półka skalna
3	0-20	½ wysokości zgrupowania (od strony trasy Lwówek Śląski-Jelenia Góra), zbocze
	20-40	
4	0-20	⅔ wysokości zgrupowania (od strony trasy Lwówek Śląski-Jelenia Góra), zbocze
	20-40	
5	0-20	½ wysokości zgrupowania (od strony wsi Mojesz), zbocze
	20-40	
	40-60	
6	0-20	szczyt zgrupowania (około 20 m powyżej poziomu gruntu)

Zebrane próby gleb poddano analizie chemicznej metodą uniwersalną według Nowosielskiego [7], na podstawie której dokonano oceny zasobności gleb w łatwo rozpuszczalne i dostępne dla roślin formy składników. Ekstrakcję makroelementów (N-NH₄, N-NO₃, P, K, Ca, Mg, S-SO₄), Cl i Na przeprowadzono w 0,03 M CH₃COOH, przy stosunku ilościowym gleby do roztworu ekstrakcyjnego 1:10. Po ekstrakcji oznaczono: N-NH₄, N-NO₃ – mikrodestylacyjnie wg Bremnera w modyfikacji Starcka, P – kolorymetrycznie z wanadomolibdenianem amonu, K, Ca, Na – fotometrycznie, Mg – absorpcyjną spektrometrią atomową (ASA, na aparacie Carl Zeiss Jena), S-SO₄ – nefelometrycznie z BaCl₂, Cl – nefelometrycznie z AgNO₃. Mikroelementy metaliczne (Fe, Mn, Zn i Cu) ekstrahowano z gleby roztworem Lindsay'a, a ich zawartość oznaczono metodą ASA. Zasolenie oznaczono metodą konduktometryczną, jako przewodność elektrolityczną gleby (EC wyrażone w mS·cm⁻¹), a pH metodą potencjometryczną, przy stosunku gleby:wody = 1:2.

3. WYNIKI I Dyskusja

3.1. Skład mechaniczny gleb

Stwierdzono, że na obszarze „Szwajcarii Lwóweckiej” zalegają gleby o niskiej zawartości części spławianych ($\varnothing < 0,02$ mm) (do 15-20%), głównie piaski (Tab. 2). Miejsce wytworzenia gleb, panujące lokalnie warunki klimatyczne, jak również zachodzące procesy glebotwórcze wpłynęły na ich właściwości chemiczne takie jak: odczyn, sumę rozpuszczalnych w wodzie soli (tak zwane zasolenie), zawartość makro i mikroelementów (Tab. 2-4).

3.2. Odczyn i zasolenie gleb

Odczyn wszystkich badanych gleb na terenie „Szwajcarii Lwóweckiej” był bardzo kwaśny, w zakresie pH zmierzonego w wodzie poniżej 5,50 (najniższe pH gleby to 3,50 – a zwiertzałego piaskowca pH 3,15) (Tab. 2). Przy tak silnie kwaśnym odczynie wyraźnie wzrasta rozpuszczalność mikroelementów metalicznych takich jak: żelazo, mangan, cynk i miedź, jak również metali ciężkich (np. kadmu czy ołowiu). Jak wykazują wcześniejsze badania [5] wytworzone z granitów gleby w Sudetach – oznaczały się również kwaśnym odczynem, w zakresie pH 3,9-5,9 (średnio 4,52). Przyczyną kwaśnego odczynu wspomnianych gleb była między innymi niska ich zasobność w składniki o charakterze alkalicznym (wapń, magnez, potas, sól). Również odczyn gleb pobranych z lasu mieszanego na terenie Kotliny Sandomierskiej był bardzo kwaśny i zawierał się w zakresie pH w KCl 3,7-4,2 [8]. Podobnie kwaśny odczyn (przy pH 4,4-5,2) oznaczono

w glebach leśnych Roztoczańskiego Parku Narodowego [4] oraz Parku Narodowego Gór Stołowych – pH 3,6-5,2 [3]. Wraz z obniżeniem pH gleb istotnie zwiększa się mobilność glinu, w szczególności jego formy Al^{3+} [3]. Wcześniejsze badania wskazują, że rozpuszczalność metali w glebie jest największa przy odczynie kwaśnym, w zakresie pH 2,0-6,5 [9].

Istotnym problemem w naszym kraju jest postępujące zakwaszenie gleb – co w opinii wielu autorów, między innymi poprzez zaburzenie równowagi jonowej, stanowi poważne ryzyko ekologiczne w glebach leśnych obszarów górskich [2, 10, 11]. Uwalniane w nadmiernych ilościach metale ciężkie (w tym również i mikroelementy metaliczne) mogą oddziaływać toksycznie na rośliny. Wiadome jest, że czynnikiem istotnie ograniczającym ten negatywny wpływ, poprzez ograniczenie ich rozpuszczania, jest odczyn gleby [12]. Według wspomnianych autorów [12] spośród badanych pierwiastków najsłabiej w glebie wiązany jest cynk, a najsilniej miedź. Co interesujące jednak, sytuacja zakwaszania gleb nie występuje na terenach zurbanizowanych, gdzie między innymi na skutek silnie alkalizujących pyłów pochodzących ze spalania węgla, istotny problem z punktu widzenia prawidłowego żywienia roślin stanowi silna alkalizacja gleb [13, 14, 15].

Na terenie „Szwajcarii Lwóweckiej” stwierdzono występowanie bardzo słabych gleb, o zawartości części spławianych do 15-20 %, wynikiem czego był słaby kompleks sorpcyjny gleby, mający powinowactwo głównie w stosunku do kationów takich jak: sól, potas, wapń czy magnez. Konsekwencją generalnie niskiej zasobności gleb w składniki pokarmowe było

Tabela 2. Skład mechaniczny, pH, zasolenie (EC) oraz zawartość rozpuszczalnych form Na, Cl i S-SO₄, w glebach z obszaru „Szwajcarii Lwóweckiej”

Profil	Poziom (w cm)	Skład mechaniczny gleby oraz jej dodatkowe cechy	pH	EC (mS·cm ⁻¹)	Na	Cl	S-SO ₄
					mg·dm ⁻³		
1	0-20	Piasek luźny (akumulacja materii organicznej)	3,61	0,19	43,4	50,9	288,2
	20-40	Piasek luźny (akumulacja materii organicznej)	3,93	0,07	15,8	38,5	2,6
2	0-20	Materiał skalny (piaskowiec)	3,15	0,11	6,0	7,2	0,0
3	0-20	Piasek gliniasty lekki (akumulacja materii organicznej)	4,65	0,12	15,4	42,5	0,0
	20-40	Piasek lekki	3,67	0,10	10,9	24,4	0,0
4	0-20	Piasek gliniasty lekki	3,50	0,09	12,4	31,9	0,0
	20-40	Piasek luźny	4,82	0,01	98,6	81,3	395,1
5	0-20	Piasek słabo gliniasty	4,76	0,09	16,9	31,3	0,0
	20-40	Piasek słabo gliniasty	4,50	0,05	44,1	56,5	252,8
	40-60	Piasek słabo gliniasty	5,40	0,09	190,0	179,0	572,9
6	0-20	Piasek słabo gliniasty	3,88	0,02	44,4	41,8	213,4

ich niskie zasolenie (wyrażone w EC – electrolitical conductivity), wynoszące do 0,19 mS·cm⁻¹.

3.3. Zawartość makroelementów

W badanych glebach wykazano duże zróżnicowanie zawartości azotu amonowego, wynoszące od 7,0 mg N-NH₄·dm⁻³ do 56,0 mg N-NH₄·dm⁻³, przy średniej zawartości tego składnika równej 37,5 mg N-NH₄·dm⁻³ (Tab. 2). W przypadku formy azotanowej oznaczone zawartości oscylowały w zakresie od 14 mg N-NO₃ do 588,0 mg N-NO₃ – przyjmując większe zawartości w poziomach głębszych 20-40 i 40-60 cm.

Przyczyną tego zjawiska był brak sorpcji fizykochemicznej azotanów na kompleksie sorpcyjnym i jego łatwiejsze, w porównaniu z azotem amonowym, wypłukiwanie w głąb profilu glebowego. Generalnie badane gleby cechowała niedostateczna zawartość

zasobności w magnez i siarkę siarczanową. Większość poziomów (54,5%) oznaczało się niedostatecznymi zawartościami wspomnianych składników. Generalnie zawartość sodu i chlorków mieściła się w zakresie dopuszczalnym (<50 mg·dm⁻³).

3.4. Zawartość mikroelementów

Gleby pobrane na terenie „Szwajcarii Lwóweckiej” cechowały nadmierne zawartości żelaza (179,5-239,3 mg Fe·dm⁻³). Równocześnie wykazano duże zróżnicowanie zasobności w mangan, od zakresu niedostatecznego (do 20 mg Mn·dm⁻³) do optymalnego, wynoszącego od 20 do 40 mg Mn·dm⁻³. Większość gleb (63,6%) cechowała prawidłowa ich zasobność cynk oraz w 72,7% niedostateczna w miedź – przy zakresie optymalnym wynoszącym 2,0-5,0 mg Cu·dm⁻³ [16].

Tabela 3. Zawartość rozpuszczalnych form N-NH₄, N-NO₃, P-PO₄, K, Ca, Mg w glebach z obszaru „Szwajcarii Lwóweckiej”

Profil	Poziom (w cm)	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg
		mg·dm ⁻³					
1	0-20	56,0	259,0	76,2	458,1	148,3	111,9
	20-40	42,0	21,0	13,9	29,9	52,7	5,3
2	0-20	7,0	28,0	0,0	1,9	3,3	0,1
3	0-20	42,0	14,0	5,4	13,7	38,7	3,1
	20-40	28,0	17,5	5,4	8,5	40,3	2,2
4	0-20	35,0	24,5	2,0	12,3	22,8	4,8
	20-40	28,0	241,5	47,1	547,8	171,7	228,6
5	0-20	45,5	17,5	2,0	24,2	115,1	10,6
	20-40	35,0	238,0	64,9	344,2	127,7	96,5
	40-60	49,0	588,0	267,9	1568,9	481,3	507,6
6	0-20	45,5	150,5	23,4	230,6	124,6	79,3

fosforu, wynosząca przeciętnie 46,2 mg P-PO₄·dm⁻³, jednakże w 45,5% prób przyjmując zawartości poniżej 10 mg P-PO₄·dm⁻³. Prawdopodobną tego przyczyną mogła być silna sorpcja chemiczna anionów fosforanowych z metalami, głównie żelazem, manganem i glinem, których rozpuszczalność wzrastała w kwaśnym odczynie badanych gleb.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono średnie zawartości łatwo dostępnego potasu na poziomie 294,6 mg K·dm⁻³ – jednakże 54,5% badanych gleb charakteryzowało się zawartością potasu poniżej 50 mg K·dm⁻³, a 36,4% zawartościami nadmiernymi (powyżej 300 mg K·dm⁻³). Gleby na obszarze „Szwajcarii Lwóweckiej” cechowały się niedostateczną zasobnością w wapń, wynoszącą przeciętnie 120,6 mg Ca·dm⁻³ – a w 90,9% poziomów poniżej 200 mg Ca·dm⁻³. Gleby objęte badaniami cechowało duże zróżnicowanie za-

Tabela 4. Zawartość rozpuszczalnych form Fe, Mn, Zn i Cu w glebach z obszaru „Szwajcarii Lwóweckiej”

Profil	Poziom (w cm)	Fe	Mn	Zn	Cu
		mg·dm ⁻³			
1	0-20	224,7	4,8	5,5	3,10
	20-40	229,4	4,1	4,0	2,31
2	0-20	179,5	1,7	2,6	1,01
3	0-20	229,7	7,2	5,4	2,96
	20-40	215,3	3,2	2,4	1,78
4	0-20	239,3	26,1	7,6	1,71
	20-40	218,0	11,5	5,9	1,32
5	0-20	219,2	37,3	5,5	1,76
	20-40	219,6	23,0	5,2	1,62
	40-60	212,1	28,0	2,1	1,45
6	0-20	199,0	45,7	5,3	1,77

W badaniach własnych autorów zarysowała się, potwierdzona wcześniej tendencja do kumulacji cynku w powierzchniowych warstwach gleby, w stosunku do poziomów leżących poniżej [4]. Podobną tendencję zawartości – jak w przypadku cynku – stwierdzono w przypadku miedzi. Zawartość tego składnika w glebie w znacznym stopniu uzależniona jest od skały macierzystej z której ta gleba powstała, jak również składu granulometrycznego i zachodzących procesów glebotwórczych [1].

4. WNIOSKI

1. Gleby zalegające na obszarze „Szwajcarii Lwóweckiej” cechowały się silnie kwaśnym odczynem, przy jednocześnie niskim zasoleniu wynikającym z niskich zawartości składników pokarmowych.
2. Badane gleby cechowało duże zróżnicowanie zasobności mineralnych form azotu – zawartości azotu amonowego mieściły się w zakresie standardowym, natomiast z uwagi na silne wypłukiwanie – większe stężenie azotanowej formy azotu stwierdzono w głąb profilu glebowego. Generalnie stwierdzono również niedostateczne zasobności gleb w pozostałe

makroelementy: fosfor, potas, wapń, magnez i siarkę siarczanową.

3. Wykazano nadmierną zasobność badanych gleb w żelazo, prawidłową w cynk, przy jednocześnie niedostatecznej zasobności w miedź oraz mieszczącej się w razie dopuszczalnym zawartości sodu i chlorków.
4. Oznaczone zawartości składników mieściły się w zakresie (w $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$): N- NH_4 7,0-56,0; N- NO_3 14,0-588,0; P 0,0-267,9; K 1,9- 1568,9; Ca 3,3-481,3; Mg 0,1-507,6; S- SO_4 0,0-572,9; Fe 179,5-239,3; Mn 1,7-45,7; Zn 2,1-7,6; Cu 1,01-3,10; Na 6,0-190,0; Cl 7,2-179,0; pH 3,15-5,40; EC 0,01-0,19 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$.
5. Przeprowadzone badania mają ważne znaczenie z punktu widzenia poznawczego, dokumentując naturalną – pozbawioną wpływu antropogenicznego - zasobność gleb wytworzonych ze skał osadowych (piaskowców) w rozpuszczalne formy składników pokarmowych.

Podziękowania

Autorzy składają serdecznie podziękowanie za pomoc: Burmistrzowi Gminy i Miasta Lwówek Śląski oraz Naczelnikowi Wydziału Gospodarki Przestrzennej, Nieruchomościami oraz Rolnej i Ochrony Środowiska, Nadleśnictwu Lwówek Śląski.

LITERATURA

- [1] Czarnowska K. (1996): Ogólna zawartość metali ciężkich w glebach płowych Wysoczyzny Siedleckiej. Zesz. Nauk SGGW-AR Warszawa. sec. Rolnictwo, 16, 39-47.
- [2] Drabek O., Mladkova L., Boruvka L., Szakowa J., Nikodem A., Nemecek K. (2005): Comparison of water-soluble and exchangeable form of Al in acid forest soils. *Journal of Inorganic Biochemistry* 99: 1788-...1795.
- [3] Pieprzka R. (2010): Formy wodno rozpuszczalne i wymienne glinu w glebach leśnych Parku Narodowego Gór Stołowych. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*; 42, 122-129.
- [4] Skwaryło-Bednarz B. (2006): Ogólna zawartość wybranych metali ciężkich w glebach leśnych Roztoczańskiego Parku Narodowego (RPN). *Acta Agrophysica*, 2006, 8(3), 727-733.
- [5] Marzec M., Kabała C. (2008): Gleby rdzawe i brunatne kwaśne wytworzone ze zwietrzelin granitów w Sudetach – morfologia, właściwości i systematyka. *Roczniki Gleboznawcze tom LIX, 3/4*, 206-214.
- [6] Breś W., Golcz A., Komosa A., Kozik E., Tyksiński W.: Nawożenie roślin ogrodniczych. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań, 2008, 5-189.
- [7] IUNG. Praca zbiorowa. Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. III. Badanie gleb, ziem i podłoży spod warzyw i kwiatów oraz części wskaźnikowych roślin w celach diagnostycznych, Puławy, 1983, 28-81,
- [8] Witkowska-Walczak B., Turski M., Lipiec J. (2004): Analiza jakościowa agregacji gleb płowych wytworzonych z utworu piaszczysto-pyłowego i lessu. *Acta Agrophysica* 4(1), 221-233.
- [9] El-Falakay A.A., Abouloos S.A., Lindsay W.I. (1991): Measurement of cadmium activities in slightly acid to alkaline soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 55, 974-979.
- [10] Mulder J, Stein A. 1994. The solubility of aluminium in acidic forest soils: long-term changes due to acid deposition. *Geochim Cosmochim Acta* 58:85-94.

- [11] Walna B., Spychalski W., Siepak J. (2005): Assessment of potentially reactive pools of aluminium in poor forest soils using two methods of fractionation analysis. *Journal of Inorganic Biochemistry* 99: 1807-1816.
- [12] Gorlach E., Gambuś F. (1991): Desorpcja o fitotoksyczność metali ciężkich zależnie od właściwości gleby. *Rocz. Gleb. XLII* (3/4): 207-214.
- [13] Breś W.: Czynniki antropopresji powodujące zamieranie drzew w krajobrazie miejskim. *Nauka Przyr. Technol.* 2008, 2, 4, #31.
- [14] Kleiber T. (2009): Nutritional resources of soil in the localities of monumental large-leaved linded (*Tilia platyphyllos* f. *aurea*) alleys. *Ecological Chemistry and Engineering*, vol. 16(3), 277-286.
- [15] Kleiber T., Kleiber A., Breś W. (2010): Zastosowanie analiz chemicznych gleb w ochronie i rewitalizacji parków. Regionalne dziedzictwo kulturowe jako baza dla kształtowania tożsamości lokalnych. Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, monografia, 258-276.
- [16] Sady W. : Nawożenie warzyw polowych, Kraków, Plantpress Sp z o.o., 2000, 44-45.