

Małgorzata WIDŁAK¹

PRZYRODNICZY WSKAŹNIK ZASOLENIA GLEBY

NATURAL INDICATOR OF SOIL SALINITY

Abstrakt: Celem pracy była ocena zawartości sodu i potasu w wybranych glebach woj. świętokrzyskiego. W związku z narastającym problemem zasolenia gleby, w kontekście uprawy roślin, został wyznaczony przyrodniczy wskaźnik zasolenia. Zasolenie gleby negatywnie wpływa na wszystkie procesy życiowe organizmów roślinnych, ograniczając pobieranie składników pokarmowych i wody. Badaniami objęto 10 gmin województwa świętokrzyskiego o zróżnicowanej kwasowości gleby w warstwie mineralnej. Z przeprowadzonych badań wynika, że w glebie badanych obszarów występuje podwyższone stężenie sodu, które prowadzi do zastępowania potasu w roślinie. Wykorzystując wskaźnik zasolenia, określony przez iloraz zawartości sodu do potasu (Na/K), można wskazać skutki braku właściwego napowietrzenia systemu korzeniowego i przyswajalności składników pokarmowych przez rośliny.

Słowa kluczowe: gleba mineralna, odczyn gleby, pierwiastki glebowe, skutki zasolenia gleby, wskaźnik zasolenia

Wprowadzenie

Gleba, jako główny element środowiska przyrodniczego, spełnia wiele funkcji w ogólnym procesie życia na Ziemi, wymaga systematycznego monitorowania i stymulacji w zakresie prawidłowego użytkowania. Powyższe działania konieczne są ze względu na zróżnicowaną jakość gleby, która zależy od wielu czynników, takich jak: skała macierzysta, klimat, rzeźba terenu, roślinność i działalność człowieka. O żyzności gleby decyduje zawartość koloidów glebowych, związków mineralnych i próchnicy. Żyzność gleby możemy regulować np. poprzez odpowiednie nawożenie mineralne i uprawę, ponieważ brak poszczególnych komponentów może prowadzić do zakwaszenia, zasolenia, ubytku składników pokarmowych, zanieczyszczenia chemicznego, czyli globalnie do degradacji gleby.

Proces zakwaszenia polega na zjawisku zmniejszania się wartości pH gleby. Naturalnemu procesowi zakwaszania sprzyja wymywanie kationów zasadowych, najczęściej Ca^{2+} i Mg^{2+} , K^+ , których miejsce zajmują Al^{3+} i H^+ , a także rozkład substancji organicznych. Do antropogenicznych czynników zakwaszających należą emitowane tlenki CO_2 , SO_2 i NO_x , które występują w postaci kwaśnych deszczy [1].

Niedobór lub zaburzenie równowagi pomiędzy azotem, fosforem, potasem, wapniem, magnezem i siarką ma decydujący wpływ na jakość plonów, ponieważ należą one do głównych składników pokarmowych gleby (tab. 1). Zagrożenie stanowią także pierwiastki śladowe ze względu na ich kumulację i pośrednie oddziaływanie na zdrowie człowieka. Przemieszczanie się metali ciężkich z gleby do organizmów zwierząt i ludzi zachodzi przede wszystkim poprzez rośliny, które są najważniejszym ogniwem w łańcuchu pokarmowym [2]. Zasolenie to skumulowane stężenie rozpuszczalnych soli, najczęściej wywołane gromadzeniem się chlorków, siarczanów i węglanów potasu, wapnia i sodu.

¹ Zakład Chemii Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, tel. 41 342 48 07, email: mwidlak@tu.kielce.pl

* Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'14, Jarnołtówek, 15-17.10.2014

Zasolenie może być spowodowane naturalnym nagromadzeniem się soli w glebie lub efektem niewłaściwej działalności człowieka, co prowadzi do powstawania gleb słonych. Jednym z głównych zagrożeń dla ekosystemów jest akumulacja soli, zwłaszcza sodu [3-5].

Gleba odznacza się zdolnościami sorpcyjnymi, dzięki tym właściwościom może regulować odczyn, także magazynować składniki pokarmowe oraz neutralizować szkodliwe dla organizmów żywych substancje dostające się do gleby. Jako wskaźnik właściwości sorpcyjnych gleby może być wykorzystana liczba jodowa - LJ [6].

Pierwiastki glebowe i ich wzajemna współzależność

Sód występuje głównie w postaci soli w górnych warstwach gleby. Pogarsza strukturę gleby, wpływa na gospodarkę wodną polegającą na ograniczeniu pobierania wody przez rośliny. Ma tendencję do zastępowania potasu w roślinie.

Potas w glebach reguluje gospodarkę wodną, wpływa na proces fotosyntezy i oddychanie roślin. Obniża zdolność do pęcznienia gleb gliniastych i ilastych, korzystnie wpływając na strukturę gleby. Pobierany jest przez system korzeniowy jako jon K^+ . Proces pobierania jonów potasu utrudniony jest przez zwiększone stężenie jonów Ca^{2+} , Mg^{2+} i Na^+ , wspiera obecność anionów NO_3^- i Cl^- .

Wapń sprzyja tworzeniu struktury gruzełkowej, utrzymując poprawne stosunki wodno-powietrzne gleb. Zmniejsza kwasowość gleb, pobudza tworzenie właściwego środowiska dla większości bakterii.

Magnez pobierany jest przez rośliny w postaci jonów Mg^{2+} , które znajdują się w roztworze glebowym. Wchodząc w skład chlorofilu, jest bardzo istotny w procesie fotosyntezy. Ma właściwości hydratacyjne, wpływa więc na gospodarkę wodną w roślinie. W okresie nadmiernych opadów następuje wymywanie magnezu poza zasięg korzeni [7-9].

Azot pobudza wzrost części naziemnych roślin, reguluje zużycie potasu, fosforu i innych składników pokarmowych. Rośliny odczuwające niedobór azotu mają słabo rozwinięty system korzeniowy i część nadziemną rośliny.

Fosfor w glebie występuje w związkach organicznych i mineralnych, oddziałuje na rozwój systemu korzeniowego, wpływa na części generatywne roślin. Wpływa również na obniżenie azotu mineralnego, szkodliwego dla ludzi i zwierząt [10].

Współzależność między pierwiastkami pokarmowymi roślin [10]

Tabela 1

Interdependence between the elements of plant nutrients [10]

Table 1

	N	P	K	Ca	Mg	Na
N		S	S			
P	S					
K	S			A	A	A
Ca		B	A		A	A
Mg		B	A	A		A
Na			A			

A - Antagonizm; B - Blokada; S - Synergizm

Zasolenie gleby i wpływ na rośliny

Obecność nadmiernych ilości sodu niszczy grudkową strukturę i zwiększa nieprzepuszczalność głęboko położonych warstw gleby (rys. 1). Sole, głównie chlorki sodu i wapnia, pogarszają jej fizykochemiczne właściwości. Zmniejszenie przesiąkalności i podsiąkliwości powoduje alkalizację gleby (tab. 2).



Rys. 1. Zniszczona struktura gleby nadmiarem sodu [4]

Fig. 1. Destroyed soil structure by sodium excess [4]

Kryteria kwasowości gleb

Tabela 2

Criteria of soil acidity

Table 2

bardzo kwaśna	kwaśna	lekko kwaśna	obojętna	zasadowa
pH < 4,5	pH 4,5-5,5	pH 5,5-6,5	pH 6,6-7,2	pH > 7,2

Zjawisko nadmiernego stężenia soli, zasolenia gleby, zakłóca rozwój roślin, ograniczając pobieranie składników pokarmowych i wody. Występuje tzw. susza fizjologiczna. Może również nastąpić brunatnienie, zasychanie i opadanie liści.

Oddziaływanie soli występującej w roztworze glebowym przyczynia się do pojawiania stresu jonowego u roślin. Prowadzi to do obniżenia zdolności kiełkowania, asymilacji CO₂, czyli w rezultacie hamuje wzrost roślin [11, 12].

Materiały i metodyka badań

Badaniami objęto 10 gmin województwa świętokrzyskiego o zróżnicowanej kwasowości gleby w warstwie mineralnej. Gminy te położone są w regionie środkowym, środkowo-wschodnim, północno-wschodnim, zachodnim i południowo-zachodnim województwa, charakteryzują się glebami kwaśnymi i bardzo kwaśnymi. Województwo świętokrzyskie cechują silnie zróżnicowane warunki glebowe (tab. 3).

Tabela 3

Odczyn gleby w warstwie mineralnej wybranych gmin województwa świętokrzyskiego - sierpień, październik 2012 r.

Table 3

The soil's pH in mineral layer for selected communities in Swietokrzyskie province - August, October 2012

Gmina	Miejsce próby	08/2012	10/2012	Gmina	Miejsce próby	08/2012	10/2012
		pH	pH			pH	pH
Górno	1A	4,04	4,11	Baćkowice	6A	6,06	4,41
	1B	5,52	5,16		6B	4,53	4,58
Fałków	2A	5,87	6,34	Opatów	7A	5,41	6,86
	2B	5,18	5,70		7B	5,43	6,58
Sędziszów	3A	5,54	5,57	Sadowie	8A	6,06	7,45
	3B	3,09	4,29		8B	4,73	5,41
Wodzisław	4A	5,62	5,52	Bodzechów	9A	4,58	5,64
	4B	8,51	6,51		9B	6,44	7,68
Secemin	5A	4,65	4,56	Ćmielów	10A	5,31	6,31
	5B	5,13	6,65		10B	5,49	6,46

Analizie poddawano próby powietrzne suche. Z właściwości chemicznych gleby oznaczano odczyn pH w 1n KCl - potencjometrycznie, formy przyswajalne pierwiastków oznaczano w wyciągu po ekstrakcji 0,01 molowym kwasem octowym na chromatografii jonowym z detektorem konduktometrycznym METROHM [13].

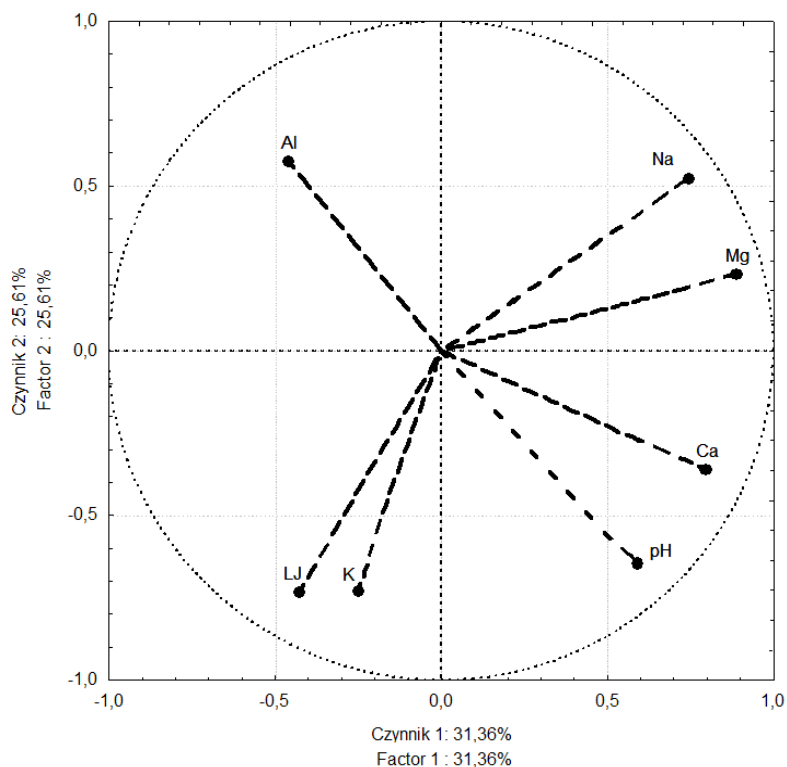
Wyniki i dyskusja

Odnosząc się do badań własnych wykonanych w laboratorium Politechniki Świętokrzyskiej, dotyczących stężenia sodu [mg/100 g] i potasu [mg/100 g] w glebach woj. świętokrzyskiego oraz analiz statystycznych (rys. 2; tab. 4), zaproponowano wskaźnik zasolenia gleby, definiowany jako iloraz zawartości sodu do potasu (Na/K). Przy stężeniach sodu wyższych od stężenia potasu iloraz przekracza wartość jeden, oznacza to bardzo niekorzystny wpływ na napowietrzenie systemu korzeniowego i przyswajalność składników pokarmowych przez rośliny.

Wskaźnik zasolenia (Na/K) w sierpniu 2012 r. kształtował się w zakresie 0,039-3,406 i został przekroczony, względem wartości jeden, w 4 punktach badawczych (rys. 3; tab. 4). W październiku 2012 r. kształtował się w zakresie 0,324-3,089; został przekroczony w 11 miejscowościach (rys. 3; tab. 4). Najniższy wskaźnik zasolenia w okresie sierpień-październik zwiększył się dwudziestokrotnie przy bardzo niewielkim spadku wartości maksymalnej. Generalnie czas jesieni, po zbiorach upraw rolnych, wykazał przekroczenie wskaźnika zasolenia gleby (w stosunku do sierpnia) ponad 2,5-krotne.

Odczyn gleb w okresie badawczym - lato i jesień 2012 - mieścił się w bardzo szerokim zakresie pH: latem 3,09-8,51; a jesienią obejmował wartości od 4,11-7,68. W badanych okresach pH gleby wzrosło w 75% obszarach badawczych, natomiast tylko w 45% pH, jednostkowo, przekroczyło zakres kwasowości z lekko kwaśnego do obojętnego. Na pozostałych glebach wzrost nastąpił w tym samym przedziale.

Analizując odczyn badanych prób w czasie i miejscach, przekroczenia wskaźnika zasolenia gleby (WZG), dotyczyły gleb o charakterze lekko kwaśnym i kwaśnym (4,73-6,06) po zbiorach letnich. Sezon jesieni obejmował zmiany w całym zakresie kwasowości pH 4,11-7,45.



Rys. 2. Konfiguracja wektorów ładunków czynnikowych analizowanych zmiennych (Al, Na, Mg, Ca, K, pH, LJ) względem dwóch pierwszych składowych głównych (I i II)

Fig. 2. Configuration of factor loadings vectors for analyzed variables (Al, Na, Mg, Ca, K, pH, LJ) relative to the first two principal components (I and II)

Tabela 4

Wartości wskaźnika zasolenia w miejscach pobierania próbek gleby (rys. 3)

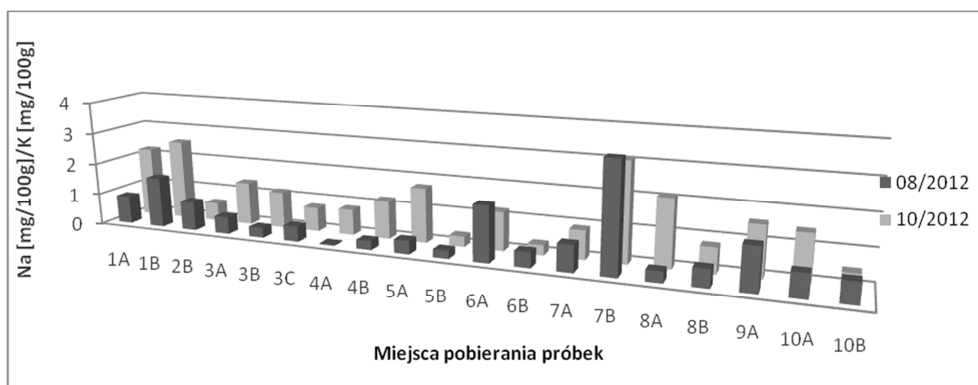
Table 4

The values of salinity indicator in locations of soil sampling (Fig. 3)

	Termin pobrania próby			Termin pobrania próby			Termin pobrania próby	
	08/2012	10/2012		08/2012	10/2012		08/2012	10/2012
	Na [mg/100 g] K [mg/100 g]			Na [mg/100 g] K [mg/100 g]			Na [mg/100 g] K [mg/100 g]	
Miejsce próby	Na/K	Na/K	Miejsce próby	Na/K	Na/K	Miejsce próby	Na/K	Na/K
1A	0,895	2,212	4A	0,039	0,823	7A	0,837	0,910
1B	1,607	2,543	4B	0,283	1,219	7B	3,406	3,089
2A	0,488	0,770	5A	0,425	1,735	8A	0,348	2,107
2B	0,919	0,582	5B	0,253	0,327	8B	0,564	0,796
3A	0,542	1,367	6A	1,742	1,220	9A	1,346	1,582
3B	0,319	1,161	6B	0,484	0,324	10A	0,742	1,474
						10B	0,661	0,468

Z rysunku 2 wynika, że wzrost stężenia wapnia oraz pH prowadzi do spadku stężenia glinu. Natomiast wzrost stężenia sodu lub magnezu ma wpływ na zmniejszenie się stężenia potasu i wartości liczby jodowej. Ponadto, wzrost pH prowadzi do wzrostu stężenia wapnia.

Wzrost pH i przekroczenie WZG odnotowano na glebach płowych i brunatnych. Do uzyskania niniejszych wyników przyczyniła się zróżnicowana budowa geologiczna podłoża, jak również zależności pomiędzy występującymi pierwiastkami glebowymi oraz akumulacja opadów atmosferycznych i topniejący wiosną śnieg (rys. 2).



Rys. 3. Wartości wskaźnika zasolenia gleby (Na/K) w dwóch okresach pozbiorowych: sierpień 2012 r. i październik 2012 r.

Fig. 3. The values of salinity indicator (Na/K) in the two post-harvest periods: August 2012 and October 2012

Podsumowanie i wnioski

- Gleby na obszarach badawczych w cyklu wegetacyjnym 2012 r. w 45% wykazują odczyn kwaśny (pH 4,6-5,5).
- Średnie wartości pH w kwietniu i sierpniu były równe 5,5; w październiku średnia wartość pH wzrosła do 6,4.
- Iloraz zawartości Na/K jako wskaźnika zasolenia po letnich zbiorach, w sierpniu, został przekroczony na 25% obszaru badanego, w październiku o 55%. Obrazuje on niekorzystny wpływ na napowietrzenie systemu korzeniowego i przyswajalności składników pokarmowych przez rośliny.
- Wzrost pH i przekroczenia wskaźnika zasolenia dominują na glebach płowych i brunatnych w regionie środkowym i północno-zachodnim województwa.

Literatura

- [1] Filipek T, Skowrońska M. Aktualnie dominujące przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb użytkowanych rolniczo w Polsce. *Acta Agrophys.* 2013;20(2):283-294. <http://produkcja.ipan.lublin.pl/uploads/publishing/files/Filipek-283-294.pdf>.
- [2] Perczak A, Waškiewicz A, Goliński P. Metal pollution of surface water from Wielkopolska region. *Ecol Chem Eng A.* 2015;22(3):285-296. DOI: 10.2428/ecea.2015.22(3)23.
- [3] Kłosowska K., Reakcje roślin na stres solny. *Kosmos - Problemy Nauk Biologicznych.* 2010;59(3-4):539-549. <http://kosmos.icm.edu.pl/PDF/2010/539.pdf>.

- [4] Broszura Informacyjna nr 4, Zasolenie i akumulacja sodu. Soil Atlas of Europe -ESDAC - European Commission (Salinisation) 2005:80-128.
- [5] Siyal AA, Siyal AG, Abro ZA. Salt affected soils their identification and reclamation. *Pakistan J Appl Sci.* 2002;2(5):537-540. DOI: 10.3923/jas.2002.537.540.
- [6] Widłak M. Ocena zawartości glinu wymiennego i wybranych parametrów gleb województwa świętokrzyskiego. *Proc ECoPol.* 2013;7(1):413-420. DOI: 10.2429/proc.2013.7(1) 056.
- [7] Filipek T, Chwil S, Domańska J, Kaczor S, Kozłowska-Stawska J. *Chemia rolna: Podstawy teoretyczne i analityczne.* Lublin: Wyd Akad Roln; 2006.
- [8] Sparks DL. Bioavailability of soil potassium. In: Huang PM, Li Y, Sumner ME, editors. *Handbook of Soil Sciences: Resource Management and Environmental Impacts, Second Edition.* Boca Raton: CRC Press; 2011(2):11-37-11-47.
- [9] Burzyńska I. Potas w glebie, roślinności i płytkich wodach gruntowych na tle zróżnicowanego użytkowania. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie.* 2012;1(37):49-58. http://www.itep.edu.pl/wydawnictwo/woda/zeszyt_37_2012/artykuly/Burzynska.pdf
- [10] Shen J, Yuan L, Zhang J, Li H, Bai Z, Chen X, et al. Phosphorus dynamics: From soil to plant. *American Society of Plant Biologists.* 2011;156(3):997-1005. DOI: 10.1104/pp.111.175232.
- [11] Munns R, James RA, Läuchli A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J Exp Bot.* 2006;57:1025-1043. DOI/ 10.1093/jxb/erj100.
- [12] Xiong L, Zhu JK. Salt tolerance. In: Somerville CR, Meyerowitz EM, editors. *The Arabidopsis book.* Rockville: American Society of Plant Biologists; 2002. MD. DOI: 10.1199/tab.0048.
- [13] Bożyk M, Stróżyk M. Ocena wpływu wapnowania osadów ściekowych na wymywalność metali ciężkich. *Archiw Gosp Odpad Ochr Środ.* 2014;16(4):135-140. <http://awmep.org/?journal=ago&page=article&op=view&path%5B%5D=402>.

NATURAL INDICATOR OF SOIL SALINITY

Department of Environmental Chemistry, Faculty of Environmental Engineering, Geomatics and Power Engineering, Kielce University of Technology, Kielce

Abstract: The aim of the study was to evaluate sodium and potassium content in selected soils of Świętokrzyskie province. Due to the growing problem of soil salinity in the context of growing plants, the natural indicator of salinity has been determined. The soil salinity adversely affects all life processes of plant organisms limiting nutrient and water uptake. The study involved 10 municipalities of Świętokrzyskie province with varying acidity of the soil in the mineral layer. The study shows that the tested soil areas have an increased concentration of sodium, which leads to substitution of potassium in the plant. Using the indicator of salinity defined by the quotient of sodium to potassium (Na/K) may indicate the effects of lack of proper aeration of root system and nutrients assimilation by plants.

Keywords: mineral soil, soil pH, soil elements, soil salinity effects, natural salinity indicator