

ARTYKUŁ PROBLEMOWY

PIOTR HULISZ

PROPOZYCJE SYSTEMATYKI GLEB ZASOLONYCH WYSTĘPUJĄCYCH W POLSCE

PROPOSALS OF SYSTEMATICS OF POLISH SALT-AFFECTED SOILS

Zakład Gleboznawstwa, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Abstract: The criteria for salt-affected soils in the Systematics of Polish Soils [1989] include many inaccuracies. There are not compatible with the environmental conditions occur in Poland. In this paper author presents two his own systematic proposals for classification of Polish salt-affected soils. These proposals concern the changes in the nomenclature and the general modification of the diagnostic horizon definitions. First of them (ecological - quantitative) corresponds to the approach included in actual version of Systematics of Polish Soils and second (quantitative) refers to the concept existing in WRB system

Słowa kluczowe: klasyfikacja gleb, poziomy diagnostyczne, gleby zasolone, gleby słone i sodowe.

Key words: soil classification, diagnostic horizon, salt-affected soils, saline and sodic soils.

WSTĘP

Systematyka gleb Polski [1989] oceniana jest bardzo różnie w środowisku gleboznawczym. Do jej niewątpliwych zalet należą: ekologiczny punkt widzenia, nawiązanie do nowych tendencji w systematykach światowych oraz zachowanie wieloletniego dorobku polskich gleboznawców. Jej zasadniczą wadą jest natomiast występowanie wielu nieścisłości i niekonsekwencji w terminologii, wydzielaniu taksonów glebowych różnej rangi, a także w samych kryteriach diagnostycznych [Bednarek 1992].

Kryteria opracowane na potrzeby klasyfikacji gleb zasolonych¹ w naszym kraju zostały zaczerpnięte z różnych źródeł. Definicje poziomów *salic* i *natric* wykazują bardzo duże podobieństwo do opisanych w *Soil Taxonomy* [Soil Survey Staff 1975].

¹Autor artykułu przyjął nazwę „gleby zasolone” (jako odpowiednik ang. *salt-affected soils*) dla ogółu gleb powstających pod wpływem oddziaływania różnych soli, łatwiej rozpuszczalnych w zimnej wodzie niż gips. Zalicza się do nich gleby słone (sóloneczaki), sodowe (sólone i sólodzie) i słono-sodowe.

Wyróżnianie poziomów: słonego, słono-sodowego oraz sodowego wydaje się być nawiązaniem do dawniejszych osiągnięć *US Salinity Laboratory Staff* [Richards 1954]. Samo nazewnictwo jednostek glebowych (sołonzaki i sołońce) pochodzi zaś z języka rosyjskiego. Stosowane jest ono także w klasyfikacjach FAO/UNESCO [1988] oraz WRB [FAO-ISSS-ISRIC 1998] – *Solonchaks, Solonetz*. Nazwy typów chemicznych sołonzaków wewnętrznych (chlorkowy, chlorkowo-siarczanowy itp.) są natomiast zbliżone do podanych przez Bazylevič i Pankovą [1969]. Połączenie ze sobą tak różnych koncepcji oraz brak realnego odniesienia do warunków występujących w Polsce spowodowało pojawienie się wielu nieścisłości, a nawet błędów w systematyzowaniu omawianych gleb [Pokojska i in. 1998].

Dotychczasowe próby klasyfikacji gleb zasolonych według polskiej systematyki, które podejmowali różni autorzy, ujawniły zasadnicze trudności w zastosowaniu podanych kryteriów. Odpowiedzią na nieprawidłowo skonstruowaną systematykę gleb zasolonych było najczęściej zamieszczanie własnych propozycji [Pracz 1989; Wihaiyib 1991; Czerwiński 1996]. Dotyczyły one jednak zwykle pojedynczych obiektów badań lub były związane tylko z określonym typem zasolenia. W związku z tym konieczna jest zasadnicza modyfikacja samego podziału tej grupy gleb oraz weryfikacja kryteriów ich wydzielenia tak, aby odpowiadały one wszystkim wariantom gleb zasolonych występujących w naszym kraju.

Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie własnych propozycji systematyki gleb zasolonych Polski. Wstępne propozycje zmian dla kryteriów poziomu *salic* zamieszczono w jednej z wcześniejszych publikacji [Charzyński i in. 2005]. Aktualnie trwają prace na nową edycję polskiej systematyki. Wydaje się więc słuszne włączenie szerokiego grona gleboznawców do dyskusji zarówno nad jej ogólnymi założeniami, jak i nad szczegółowymi propozycjami usytuowania i zdefiniowania poszczególnych taksonów glebowych. Pod tym względem szczególne znaczenie ma praca Charzyńskiego [2006], który przeanalizował systematykę tych gleb pod kątem możliwości wprowadzenia zmian zgodnych z najnowszymi osiągnięciami klasyfikacji międzynarodowej WRB.

SPECYFIKA GLEB ZASOLONYCH WYSTĘPUJĄCYCH W POLSCE

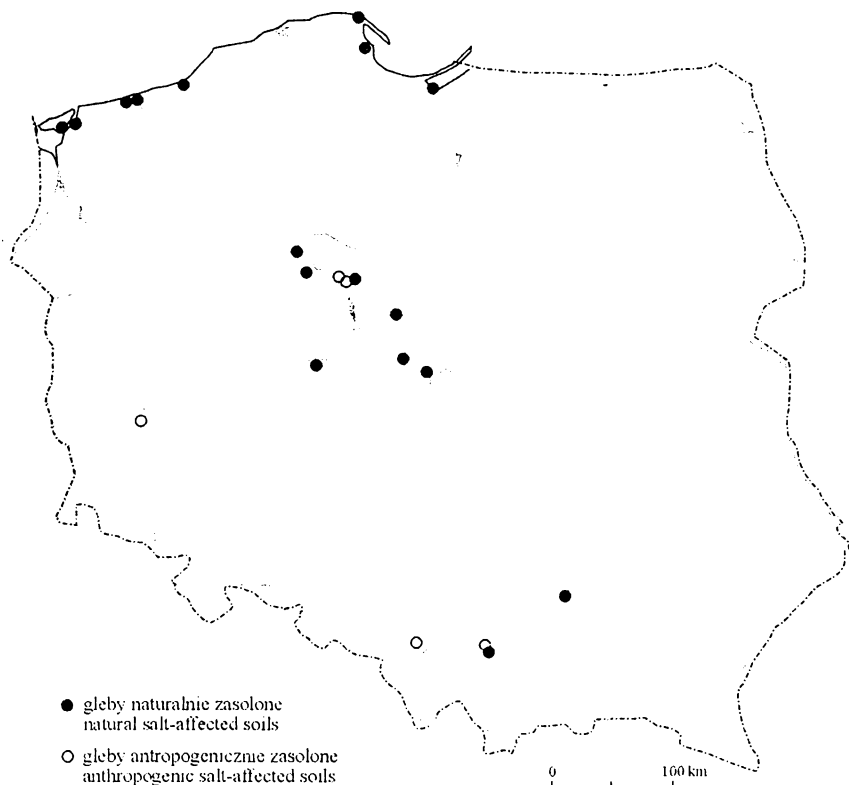
Z uwagi na to, że stosunkowo niewielu polskich gleboznawców zajmowało się dotąd glebami zasolonymi, wydaje się uzasadnione poprzedzenie propozycji systematycznych podaniem charakterystyki tych gleb, ze wskazaniem specyfiki odróżniającej je od gleb zasolonych stref suchych i półsuchych (sołonzaków i sołońców).

Występowanie w Polsce gleb zasolonych jest zdeterminowane stałym dopływem wód zawierających sole łatwo rozpuszczalne, pochodzenia naturalnego (mineralnych, morskich) lub antropogenicznego (solanek, ścieków przemysłowych i in.), a nie warunkami klimatycznymi. Ich rozmieszczenie przedstawiono na mapie (rys.1) sporządzonej na podstawie dobrze udokumentowanych stanowisk (dane z literatury gleboznawczej oraz badania własne). Można na niej wyróżnić trzy obszary: nadmorski (pas Pobrzeży Południowobałtyckich), środkowopolski (Pojezierze Wielkopolskie, Nizina Środkowomazowiecka i Południowowielkopolska) i podkarpacki (m.in. Niecka Nidziańska). Wśród gleb o naturalnym zasoleniu dominują łąkowe gleby organiczne i

mineralno-organiczne, którym zwykle towarzyszą rzadkie stanowiska halofitów nadmorskich i śródlądowych [Piernik i in. 2005; Piotrowska 1974; Wilkoń-Michalska 1963]. Natomiast problem antropogenicznego zasolenia gleb dotyczy przede wszystkim dużych ośrodków przemysłowych, które rozwinęły się na bazie naturalnych kopalin, takich jak węgiel kamienny, sól kamienna czy rudy miedzi. W niektórych miejscach zasoleniu mogą ulegać mineralne gleby uprawne, nierzadko o dużej wartości użytkowej [Czerwiński i in. 1984; Hulisz i in. 2001; Hulisz 2003]. Na występowanie gleb zasolonych w innych częściach naszego kraju (w miejscach niezaznaczonych na rysunku 1) dodatkowo wskazują rezultaty badań zawarte w publikacjach z zakresu hydrogeologii oraz botaniki. Miejsca te wymagają weryfikacji gleboznawczej.

Szacunkowy areał gleb zasolonych wynosi ok. 5420 ha (tab. 1). Ulega on jednak ciągłym zmianom, spowodowanym m.in. zanikaniem źródeł mineralnych, opadami atmosferycznymi, melioracjami, zmianami użytkowania, likwidacją zakładów przemysłowych itp.

Bardzo specyficzną cechą analizowanych gleb jest morfologia odpowiadająca pierwotnie ukształtowanym typom glebowym. Wskazuje to, że proces zasolenia ma charakter drugorzędny w stosunku do innych wcześniej lub równocześnie zachodzących



RYSUNEK 1. Stanowiska gleb zasolonych udokumentowane w polskiej literaturze gleboznawczej
 FIGURE 1. Sites of the salt-affected soils documented in Polish papers

procesów glebotwórczych. Pod wpływem obecności soli następują zmiany właściwości chemicznych gleb, jednak ze względu na sposób oddziaływania źródeł zasolenia oraz dominujący przemysłowy typ gospodarki wodnej nie ma praktycznie możliwości powstawania gleb o właściwościach fizycznych zbliżonych do typowych sołoneczaków (niezmiernie rzadko występują wykwitki solne) czy sołońców (nie zaobserwowano obecności struktury słupowej lub pryzmatycznej). Na obszarze naszego kraju stwierdzono dotychczas występowanie jedynie gleb o cechach zasolenia: słonych i sodowych (bez poziomu *natric*). Dokumentuje to zestawienie zamieszczone w tabeli 2. Nie uwzględniono w nim gleb o zasoleniu krótkotrwałym, np. po awariach rurociągów solankowych.

PROPOZYCJE DOTYCZĄCE SYSTEMATYKI GLEB ZASOLONYCH

Uwagi ogólne

Nie ulega wątpliwości, że pomimo niedużego arealu gleby zasolone powinny być wyróżniane w polskiej systematyce ze względu na ich dostateczną reprezentatywność, specyficzne właściwości oraz znaczenie ekologiczne. Jednakże obecna pozycja tych gleb w hierarchii polskiej systematyki wydaje się zbyt wysoka.

Odnosnie zmian dotyczących wydzielenia taksonów gleb zasolonych oraz doboru kryteriów, zdaniem autora konieczne jest:

- obniżenie rangi taksonomicznej tych gleb (likwidacja działu „gleby słone” i rzędu „gleby słono-sodowe”),
- zlikwidowanie typu sołońców (nie stwierdzono ich występowania na obszarze Polski),
- efektywniejsze wykorzystanie ekstraktu nasyconego dla podstawowego rozpoznania tych gleb, usunięcie zapisu dotyczącego procentowej zawartości soli i konsekwentne wprowadzenie kryteriów opartych na przewodności elektrycznej (EC_e), tak jak uczyniono to w WRB oraz w *Soil Taxonomy*,
- uznanie $EC_e > 2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ za wartość graniczną oddzielającą gleby objęte wpływem soli od niezasolonych. Przy takim poziomie zasolenia widoczna jest już wyraźna reakcja roślin, a także pojawiają się niektóre gatunki halofitów będące indykatorami zasolenia [Piernik 2003],
- wprowadzenie zapisu dotyczącego względnej stałości poziomu zasolenia w ciągu roku,
- uwzględnienie występowania zasolonych gleb siarczkowych oraz kwaśnych gleb siarczanowych [Pracz 1989]. Określenie ich miejsca w systematyce wymaga odrębnej dyskusji.

W ramach ujednoczenia terminologii proponuje się natomiast następujące rozwiązania:

- odejście od stosowania nazw typów gleb: „sołoneczaki” i „sołońce” jako nazw jednostek glebowych typowych dla klimatu suchego i półsuchego,
- wprowadzenie nazw bardziej adekwatnych: np. „gleby zasolone” (dla ogółu gleb objętych wpływem soli), „gleby słone” oraz „gleby słono-sodowe”, nawiązujących bezpośrednio do pierwotnego amerykańskiego podziału gleb zasolonych [Richards 1954].

TABELA. 1. Szacunkowa powierzchnia gleb zasolonych występujących w Polsce

TABLE 1. Estimated area of the Polish salt-affected soils

Stanowiska – Sites	ha	Źródło – Source
Inowrocław-Mątwy, Zgłowiączka, Pyzdry, Busko Zdrój, Bojszowy	344	Hulisz [2005]
Ciechocinek	1,88	Wilkoń-Michalska [1970]
Jankowo	151	Czerwiński i in. [1984]
Pińsko, Słonawy	400	Rolczyk [1993]
Siedliska z halofitami – sieć Natura 2000 Habitats with halophytes – Nature 2000 Network	4519,8	Baza danych sieci Natura 2000
Razem – All	5416, 7	

Propozycje szczegółowe

Trudno do końca przewidzieć, jaka będzie ostatecznie nowa wersja systematyki gleb Polski i jakie miejsce będzie w niej zarezerwowane dla gleb zasolonych. Dlatego też w niniejszej pracy zaprezentowano dwa warianty propozycji własnych. Pierwszy z nich oparty jest na kryteriach ekologiczno-ilościowych, bliższy tradycji polskiego gleboznawstwa. Drugi wariant wyraźnie nawiązuje do osiągnięć międzynarodowej klasyfikacji WRB.

1. Wariant oparty na kryteriach ekologiczno-ilościowych

Typ: gleby zasolone

Charakterystyka ogólna. Są to gleby objęte oddziaływaniem soli łatwiej rozpuszczalnych w zimnej wodzie niż gips. Źródłem zasolenia tych gleb są wody mineralne różnego pochodzenia oraz wody morskie, w których składzie chemicznym dominuje NaCl. Gleby zasolone występują w Polsce na licznych stanowiskach o charakterze punktowym.

Proces zasolenia ma charakter względnie naturalny. Jest procesem wtórnym lub też zachodzi jednocześnie z innymi procesami glebotwórczymi (torfienia, murszenia, itp.). Powoduje on wyraźną zmianę właściwości gleb, bez przekształcenia ich morfologii. Przy dużym nagromadzeniu soli w okresie suchym mogą się pojawić wytrącenia soli na powierzchni gleby. O stałym charakterze tego procesu może świadczyć występowanie halofitów. W glebach zasolonych może także występować duże nagromadzenie siarczków oraz siarczanów.

W zależności od rodzaju zasolenia można wyróżnić następujące podtypy: gleby słone i gleby słono-sodowe.

Podtyp: gleby słone

Są to gleby, które mają poziom *salic* w obrębie 100 cm od powierzchni.

Podtyp: gleby słono-sodowe

Są to gleby, które mają poziom *sali-sodic* w obrębie 100 cm od powierzchni.

TABELA 2. Występowanie warstw lub poziomów zasolonych o miąższości większej niż 15 cm, do głębokości 100 cm w glebach Polski

TABLE 2. Occurring of salt-affected layers and horizons of the thickness more than 15 cm to the 100 cm depth in Polish soils

Autor, rok publikacji Autor, year	Liczba analizowanych profili Number of analyzed profiles	Liczba profili spełniających kryteria Number of profiles fulfilled the criteria			
		EC _c [dS · m ⁻¹]		SAR _c > 13 lub ESP > 15%	pH-H ₂ O < 8,5
		2–4	4		
Pracz [1989]	25	8	16	10	25
Czerwiński [1996]	11	2	8	4	11**
Pracz [2001]	3	0	3	3	3
Pracz, Kwasowski [2001]	12	0	12	0	12
Hulisz [2005]	17	1	16	16	17*
Pracz, Kwasowski [2005]	4	0	4	4	4
Razem – all	72	11	59	37	44

*pH_c – pH oznaczone w ekstrakcie nasyconym; ** pH-KCl; EC_c – przewodność elektryczna ekstraktu nasyconego (ang. *electrical conductivity*); SAR_c – wskaźnik adsorpcji sodu (ang. *sodium adsorption ratio*); ESP – procentowy udział sodu wymiennego w kompleksie sorpcyjnym (ang. *exchangeable sodium percentage*)

Dodatkowo na najniższym poziomie klasyfikacji można określić typ zasolenia według równoważnikowego stosunku jonów chlorkowych i siarczanowych w roztworach glebowych [Bazylevič, Pankova 1969]:

- chlorkowy (Cl⁻:SO₄²⁻ > 2,5),
- siarczanowo-chlorkowy (Cl⁻:SO₄²⁻ 2,5–1,0),
- chlorkowo-siarczanowy (Cl⁻:SO₄²⁻ 1,0–0,2),
- siarczanowy (Cl⁻:SO₄²⁻ < 0,2).

Przykłady: gleba słona chlorkowo-siarczanowa, gleba słono-sodowa siarczanowa.

Definicje poziomów diagnostycznych

Poziom *salic*

Ogólna charakterystyka. Poziom *salic* (z łac. *sal* – sól) jest poziomem powierzchniowym lub podpowierzchniowym. Jego cechą charakterystyczną jest wtórne wzbogacenie w sole łatwiej rozpuszczalne w zimnej wodzie niż gips.

Kryteria diagnostyczne. Poziom *salic* musi mieć w całej objętości:

- 1) miąższość ≥ 15 cm;
- 2) przewodność elektryczną ekstraktu nasyconego (EC_c) większą niż 2 dS · m⁻¹ przy 25°C w pewnym okresie roku;
- 3) pH < 8,5 lub dla gleb kwaśnych siarczanowych < 3,5;
- 4) SAR_c < 13 lub ESP < 15%.

Identyfikacja terenowa. Podstawowym wskaźnikiem obecności poziomu *salic* w warunkach terenowych mogą być halofity, takie jak *Glaux maritima* (mlecznik nadmorski), *Triglochin maritimum* (świbka morska) oraz *Salicornia europaea* (soliród zielny). Ze względu na cechy zasolenia występujące głównie w glebach mineralno-organicznych i organicznych, charakteryzujących się wysokim uwilgotnieniem w ciągu całego roku, bardzo rzadko dochodzi do wytrącania soli na powierzchni gleby.

Poziom *sali-sodic*

Poziom *sali-sodic* (z ang. *sodium* – sól) stanowi wariant poziomu *salic*, charakteryzujący się podwyższonym udziałem sodu wymiennego, w którym $SAR_e > 13$ lub $ESP > 15\%$.

Typ: gleby antropogenicznie zasolone

Charakterystyka ogólna. Właściwości tych gleb zbliżone są do gleb naturalnie zasolonych. Mogą jednak charakteryzować się znacznie wyższym poziomem zasolenia oraz dużym stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego sodem. Do źródeł ich zasolenia można zaliczyć przede wszystkim odpady przemysłu sodowego, wody kopalniane i ścieki przemysłowe, sole stosowane do zimowego utrzymania dróg i in.

Wskaźnikiem występowania gleb antropogenicznie zasolonych w terenie mogą być halofity. Przy najwyższym stopniu zasolenia (np. oddziaływanie przemysłu sodowego na Kujawach) charakterystycznym gatunkiem jest *Salicornia europaea* (soliród zielny). Często gleby takie mogą jednak być całkowicie pozbawione pokrywy roślinnej.

W przypadku niektórych gleb, w okresie suszy mogą pojawiać się wykwit solne na powierzchni. Mogą być także widoczne zniszczenia ich pierwotnej struktury agregatowej związane z peptyzacją koloidów glebowych pod wpływem nadmiaru sodu oraz oznaki struktury wtórnej (charakterystyczne poligonalne splekania i szczeliny po wyschnięciu powierzchniowej warstwy gleby).

Zasolenie tych gleb ma charakter bardziej lub mniej trwały i całkowicie zależy od dopływu zanieczyszczeń.

W zależności od rodzaju zasolenia można wyróżnić dwa podtypy: gleby antropogenicznie słone i gleby antropogenicznie słono-sodowe. Zasady wyróżniania podtypów oraz definicje poziomów diagnostycznych są takie same jak w przypadku gleb naturalnie zasolonych. Dodawany jest jedynie przedrostek antro- określający pochodzenie zasolenia: *antrosalic* i *antrosali-sodic*.

2. Wariant oparty wyłącznie na kryteriach ilościowych

W przypadku tego wariantu cechy zasolenia gleb opisywane są na niższym poziomie klasyfikacji (podtypów) za pomocą kwalifikatorów (podobnie jak w WRB). Mogą być one stosowane dla dowolnych jednostek glebowych (również gleb antropogenicznie zasolonych), jeśli tylko zaistnieje taka potrzeba.

Definicje kwalifikatorów

salic – w glebie do głębokości 100 cm występuje poziom (lub warstwa) o miąższości przynajmniej 15 cm, spełniający następujące kryteria:

1. $EC_e > 2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ przy 25°C w pewnym okresie roku;
2. $\text{pH}_e < 8,5$ lub dla gleb kwaśnych siarczanowych $< 3,5$;
3. $SAR_e < 13$ lub $ESP < 15\%$;

sali-sodic – w glebie do głębokości 100 cm występuje poziom (lub warstwa) o miąższości przynajmniej 15 cm, spełniający następujące kryteria:

1. $EC_e > 2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ przy 25°C w pewnym okresie roku;
2. $pH_e < 8,5$ lub dla gleb kwaśnych siarczanowych $< 3,5$;
3. $SAR_e > 13$ lub $ESP > 15\%$;

Jeżeli właściwości gleby spełniają kryteria dla kwalifikatora *salic*, to do głównej jednostki glebowej (typu) dodawany jest przymiotnik słony, a jeśli *sali-sodic* – stosowany jest przymiotnik słono-sodowy, np. gleba torfowa słona lub gleba torfowa słono-sodowa.

Ponadto na tym samym poziomie mogłyby być wyróżniane cechy związane z dużym nagromadzeniem siarczków i siarczanów w glebie.

PODSUMOWANIE

Doświadczenie własne autora artykułu oraz innych gleboznawców polskich zajmujących się identyfikacją i taksonomią różnych wariantów gleb zasolonych wykazały nieadekwatność Systematyki gleb Polski [1989] do realnego udziału tych gleb w pokrywie glebowej naszego kraju. W obowiązującej obecnie systematyce wydzielono jednostki dla gleb, które w naszych warunkach klimatycznych nie mogą się wytworzyć. Te i inne niedociągnięcia stały się przyczynkiem zajęcia własnego stanowiska w sprawie systematyki omawianych gleb.

W pierwszym etapie badań autor dokonał inwentaryzacji gleb zasolonych, jakie można spotkać w Polsce. Następnie prześledził rozwiązania zawarte w systematykach międzynarodowych oraz regionalnych. Przedstawione propozycje w dwóch wariantach (ekologiczno-ilościowym oraz ilościowym) nawiązują do systematyk międzynarodowych, zawierają tylko te jednostki, które w rzeczywistości występują na obszarze Polski, wykorzystują te same kryteria, które stosowane są do wydzielenia gleb zasolonych na świecie.

Podziękowanie

Autor pragnie serdecznie podziękować Pani dr hab. Urszuli Pokojskiej oraz Pani prof. dr hab. Renacie Bednarek za cenne uwagi i merytoryczną dyskusję problemów przedstawionych w niniejszej pracy.

LITERATURA

- BAZA DANYCH SIECI NATURA 2000 (<http://natura2000.mos.gov.pl/natura2000/index.php>).
- BAZYLEVIĆ N.I., PANKOVA E.I. 1969: Classification of soils according to their chemistry and degree of salinization. *Agrokém. Talajt* **18**, suppl., Budapest: 219–226.
- BEDNAREK R. 1992: Zalety i wady nowej Systematyki gleb Polski w świetle doświadczeń dydaktycznych Zakładu Gleboznawstwa UMK. W: Systematyka gleb Polski (region lubelski). Szkoła letnia – referaty, Lublin-Zamość: 37–42.
- CHARZYŃSKI P. 2006: Studia nad adaptacją międzynarodowej klasyfikacji gleb według World Reference Base for Soil Resources do pokrywy glebowej Polski (mscr.). Rozprawa doktorska. UMK, Toruń.

- CHARZYŃSKI P., HULISZ P., BEDNAREK R. 2005: Diagnostic subsurface horizons in Systematics of Polish Soils and their analogues in WRB classification. *Eur. Soil. Sc.* **38**, Suppl. 1: 55–59.
- CZERWIŃSKI Z. 1996: Zasolenie wód i gleb na Kujawach. *Rocz. Glebozn.* **47**, 3/4: 131–143.
- CZERWIŃSKI Z., PRACZ J., PIĄTEK A. 1984: Wpływ odpadów z Janikowskich Zakładów Sodowych na tereny rolnicze. *Rocz. Glebozn.* **35**, 3/4: 87–105.
- FAO - ISSS-ISRIC; 1998: World Reference Base for Soil Resources. Rome.
- FAO-UNESCO; 1988. FAO-UNESCO Soil Map of the World, Revised Legend. World Soil Resources Report 60, FAO. Rome.
- HULISZ P. 2003: Soil salinity in the vicinity of Inowrocław (Poland) due to the effect of soda industry. Abstracts. SUITMA 2003 (Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining), Nancy: 159–160.
- HULISZ P. 2005: Wieloaspektowe badania gleb zasolonych w Polsce pod kątem weryfikacji ich pozycji systematycznej (mscr.). Rozprawa doktorska. UMK, Toruń.
- HULISZ P., POKOJSKA U., POSADZY W. 2001: Skutki awarii rurociągu solankowego Góra-Mątwy i metody przeciwdziałania degradacji gleb. *Inżynieria Ekologiczna* **5**: 63–69.
- PIERNIK A. 2003: Inland halophilous vegetation as indicator of soil salinity. *Basic Appl. Ecol.* **4**: 525–536.
- PIERNIK A., HULISZ P., NIENARTOWICZ A. 2005: Wpływ użytkowania na wartość ekologiczną śródlądowych łąk halofilnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **507**: 415–423.
- PIOTROWSKA H. 1974: Nadmorskie zespoły solniskowe w Polsce i problemy ich ochrony. *Ochr. Przyr.* **39**: 7–63.
- POKOJSKA U., BEDNAREK R., HULISZ P. 1998: Problemy systematyki gleb zasolonych w odniesieniu do obszaru objętego wpływem IZCH „SODA – MĄTWY S.A.”. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **460**: 513–521.
- PRACZ J. 1989: Właściwości gleb tworzących się przy udziale słonej wody gruntowej w polskiej strefie przybałtyckiej. *Rozprawy naukowe i monografie SGGW*, Warszawa: 92 ss.
- PRACZ J. 2001: Właściwości naturalnych gleb słonych występujących w pobliżu Jeziora Resko Przymorskie. *Rocz. Glebozn.* **52**, 3/4: 5–16.
- PRACZ J., KWASOWSKI W. 2001: Charakterystyka zasolenia gleb siarczkowych i kwaśnych siarczanowych w rejonie Mrzeżyna. *Rocz. Glebozn.* **52**, 3/4: 17–31.
- PRACZ J., KWASOWSKI W. 2005: Organiczne gleby słone występujące w rejonie Zatoki Puckiej. *Rocz. Glebozn.* **56**, 3/4: 89–99.
- RICHARDS L.A. (red.) 1954: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Agric. Handbook* No. 60, USDA, Washington.
- ROLCZYK K. 1993: Wpływ słonych źródeł na procesy glebowe i fitocenozy Pojezierza Gnieźnieńskiego i Równiny Inowrocławskiej. Maszynopis rozprawy doktorskiej. SGGW, Warszawa.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975: Soil Taxonomy: a Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. *Agric. Handbook* No. 436. U.S. Government Printing Office. Washington, DC.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI. 1989: *Rocz. Glebozn.* **40**, 3/4: 150 ss.
- WIHAIYIB A. 1991: Wpływ wód odpadowych Zakładów Sodowych na właściwości i typologię gleb oraz roślinność (mscr.). Rozprawa doktorska, SGGW, Warszawa.
- WILKOŃ-MICHALSKA J. 1963: Halofity Kujaw. *Studia Soc. Scient. Torunensis. D, Bot.* **7**: 122 ss.
- WILKOŃ-MICHALSKA J. 1970: Zmiany sukcesyjne w rezerwacie halofitów w Ciechocinku w latach 1954–65. *Ochr. Przyr.* **35**: 25–51.

