

Katarzyna Kochanowska, Grzegorz Kusza

WPŁYW ZASOLENIA NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNE GLEB OPOŁA W LATACH 1994 i 2009

Streszczenie. Celem badań było określenie zmian właściwości fizyko-chemicznych gleb zlokalizowanych przy wybranych ciągach komunikacyjnych miasta Opole w latach 1994 i 2009. Obiekt badań stanowiły rędziny szkieletowe położone przy ulicy Piastowskiej, Katowickiej i 1-go Maja. Zestawiając wyniki badań własnych z analizami wykonanymi na tym samym obszarze w latach 90-tych ubiegłego stulecia, stwierdzono wzrost odczynu gleb, zwiększoną koncentrację wodorowęglanów, siarczanów, sodu, wapnia i magnezu w wodnym wyciągu glebowym. Analizy próbek glebowych wykazały, iż koncentracja szkodliwych jonów z soli stosowanej do odśnieżania dróg, zależy w dużej mierze od ilości, rodzaju oraz częstotliwości stosowanych środków na drogach i chodnikach, lokalizacji oraz ruchliwości ciągów komunikacyjnych, a także od specyficznych właściwości występujących typów gleb.

Słowa kluczowe: gleby miejskie, zasolenie, właściwości fizyko-chemiczne

WSTĘP

Działalność człowieka jest czynnikiem najsilniej kształtującym powierzchnię ziemi, w szczególności glebę. Jej przekształcenia są głównie związane z zabudową środowiska miejskiego, tworzeniem infrastruktury podziemnej, a także z zanieczyszczeń: komunalnych, przemysłowych i komunikacyjnych. Do tych ostatnich zaliczono stosowanie soli w czasie zimowej eksploatacji dróg. Chemiczne odśnieżanie ulic prowadzi do zasolenia gleb oraz liniowego wyniszczenia zieleni miejskiej wzdłuż ciągów komunikacyjnych [Brogowski i in. 1975, Czerniawska-Kusza i in. 2004].

Utrzymanie dróg w okresie zimowym jest ważnym elementem wymogów komunikacyjnych. Mechaniczne ograniczanie śliskości jezdni i chodników poprzez stosowanie materiałów sypkich np. piasku, czy żwiru nie daje właściwych rezultatów. Na drogach o dużym natężeniu ruchu stosowany materiał podatny jest na wywiewanie cząstek z zamrożonej nawierzchni oraz przyczynia się do niedrożności kanalizacji deszczowej. Wykorzystywane są więc inne środki, szczególnie związki chemiczne, powodujące topnienie lodu. Według Kołodziejczyka [2007] najczęściej stosowane są: czysty chlorek sodu (NaCl), sól drogowa będąca mieszaniną chlorku sodu (NaCl) – 97% i chlorku wapnia (CaCl_2) – 2,5% oraz heksacyjanożelazianu (II) potasu ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN}_6)$) – 0,5%, solanka – roztwór chlorku sodu (NaCl) lub chlorku wapnia (CaCl_2) o stężeniu

Katarzyna KOCHANOWSKA, Grzegorz KUSZA – Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi, Uniwersytet Opolski.

20–25%, techniczny chlorek wapnia (77–80% CaCl_2), czysty chlorek magnezu (MgCl_2) oraz mieszanina chlorku sodu (NaCl) z chlorkiem wapnia (CaCl_2) lub chlorkiem magnezu (MgCl_2). W Polsce i na świecie prowadzi się badania nad użytecznością innych materiałów do zwalczania śliskości dróg i chodników. W Finlandii pod koniec lat 90-tych stosowano mrówczan potasu (HCOOK) i octanu potasu (CH_3COOK). W USA używane są: octan magnezu ($(\text{CH}_3\text{COO}_2)\text{Mg}$), octan wapnia ($(\text{CH}_3\text{COO}_2)\text{Ca}$), roztwory bogate w cukry powstałe podczas częściowej hydrolizy produktów odpadkowych przy przetwarzaniu buraków cukrowych i kukurydzy, mocznik (H_2NCONH_2) oraz alkohole. Określenie postępujących zmian fizyko-chemicznych właściwości gleby w czasie jest bardzo istotne. W ramach niniejszej pracy podjęto próbę oceny wpływu środków chemicznych stosowanych do odśnieżania ulic na chemiczne i fizykochemiczne właściwości gleb rędzinowych w Opolu, a także chemizmu roztworu glebowego w roku 2009 w porównaniu z rokiem 1994.

MATERIAŁ I METODY

W Opolu wyznaczono 13 powierzchni badawczych przy ulicach: Piastowskiej (próbki nr 1–4), Katowickiej (próbki nr od 5–7) oraz 1-go Maja (próbki nr od 8–14). Powierzchnie te charakteryzują się zróżnicowaniem pod względem wielkości wolnej, niezabudowanej przestrzeni (od 1 do 10 m^2), jednakże wszystkie znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie jezdni. Wysokość krawężnika mieściła się w granicy od 4 do 40 cm. Dominującym typem gleby są rędziny właściwe silnie szkieletowe z niewielką domieszką materiałów innego pochodzenia: gruz, cegła, beton.

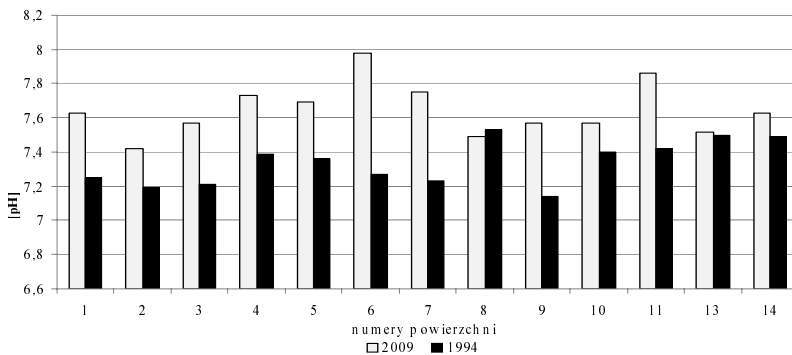
Próbki glebowe wysuszono w temperaturze pokojowej, przesiano przez sito o średnicy oczek 2 mm, wydzielając części szkieletowe. W wodnym wyciągu glebowym (1:5) oznaczono: pH metodą potencjometryczną i przewodnictwo właściwe metodą konduktometryczną oraz zawartości: Na, K, Mg, Ca metodą ASA przy użyciu spektrometru ICE 3000 firmy THERMO, chlorków metodą merkurymetrycznego miareczkowania, siarczanów metodą wagową i wodorowęglanów metodą acydometryczną [Ostrowska i in. 1991].

WYNIKI I DYSKUSJA

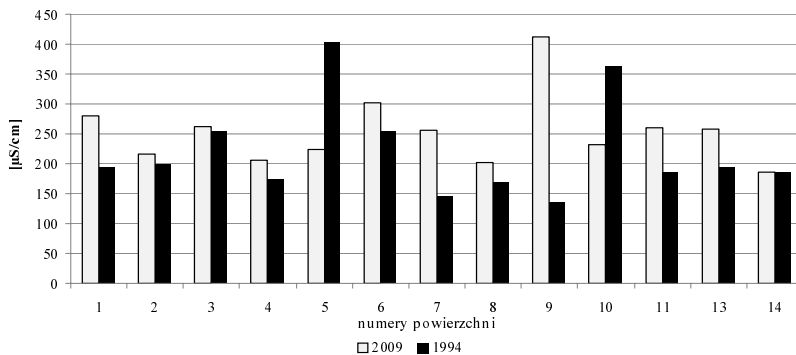
Odczyn. W wodnym wyciągu glebowym stwierdzono pH od 7,42 (powierzchnia nr 2) do 7,98 (pow. nr 6) (rys. 1). W roku 2009 tylko w próbce nr 8 (z ulicy 1-go Maja) wystąpiło mniejsze pH niż w roku 1994r. Jak podają Dobrzański i in. [1971], Czarnowska [1995], gleby terenów miejskich wykazują wartość pH w granicy obojętnego bądź alkalicznego, niezależnie od stopnia przekształcenia. Z danych literaturowych wynika, iż zasadowość gleby jest powodowana przez szereg różnych czynników pochodzenia zarówno naturalnego, jak i antropogenicznego. Jednym z głównych źródeł wzrostu pH jest zasadowa skała macierzysta gleby. To właśnie ona decyduje o właściwościach oraz

kształtowaniu gleby [Bowanko i Hajnos 2003, Cunningham i in. 2007]. Na terenie Opoli, zalegają margle kredowe, które decydują o zasadowym odczynie w centrum miasta rędzin właściwych [Dużyński i Kusza 1999]. Drugim istotnym czynnikiem wzrostu pH gleb jest depozycja zanieczyszczeń o charakterze zasadowym m.in. pyłów przemysłu cementowo-wapienniczego [Siuta 1995]. Z kolei Wilipiszewska [1984] i Breś [2007] stwierdzili, iż wzrost pH następuje w wyniku zmiany składu jonowego w glebach powodowanego głównie przez sole węglanowe i chlorkowe: wapnia, magnezu i sodu. Alkaliczacja gleb może być nasilana przez ciepły klimat oraz niewielką ilość opadów atmosferycznych w Opolu. Zwiększona ewaporacja powoduje zagęszczenie roztworu glebowego, a tym samym może wpłynąć na wzrost pH.

Przewodnictwo właściwe. Przewodnictwo to jest najlepszym wyznacznikiem zasolenia gleb. Gdy wartości tego parametru nie przekraczającej 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to nie stwierdza się istotnych zmian chemicznych w roztworze glebowym [Gonet i Hermann 1995]. Baran i Turski [1996] przedstawiali kategorie degradacji gleb według reakcji roślin na stężenie soli. Według autorów rośliny zaczynają reagować na zasolenie gleby dopiero po przekroczeniu 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Przewodnictwo właściwe wyciągów wodnych gleb opolskich mieści się w przedziale od 187 (pow. 14) do 413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (pow. 9) (rys. 2),



Rys. 1. pH wodnych wyciągów z przyulicznych gleb Opoli, lata 1994 i 2009



Rys. 2. Przewodnictwo właściwe wyciągu wodnego gleb z przyulicznych gleb Opoli, lata 1994 i 2009

świadczy to o niewielkiej zawartości rozpuszczalnych soli. Porównując wyniki oznaczeń z danymi z roku 1994, stwierdzono, że tylko próbki nr 5 i 10 wykazały mniejsze przewodnictwo właściwe, pozostałe charakteryzowały się znacznie większymi wartościami.

Chlorki. Zawartości chlorków w wodnym wyciągu z gleb były największe w próbce nr 9 (21,65 mgCl/100g gleby), a najmniejsze w próbkach nr 2 i 14 (3,75 mg Cl/100g gleby, rys. 3). W roku 2009 próbki glebowe nr 3, 5, 10, 14 wykazały mniejsze zawartości chlorków niż w 1994. Wynika to z ilości, rodzaju oraz częstotliwości stosowanych środków zwalczania śliskości na drogach i chodnikach. Z badań Dużyńskiego i Kusza [1999] wynika, że w 1994 r. na drogach ulicy 1-go Maja oraz Piastowskiej do usuwania śliskości zimowej stosowano sól drogową, zaś na ulicy Katowickiej stosowano tylko piasek. Do usuwania śniegu zalegającego na chodnikach często zobowiązani są właściciele przyległych budynków. Stosowane przez nich ilości środków nie były rejestrowane. Gleby przyległe do ciągów komunikacyjnych narażone są na działanie soli odśnieżających. Badania Cunningham i in. [2007] wykazały, iż gęsta sieć chodników może powodować zasolenie gleby w bezpośrednim sąsiedztwie ciągów pieszych. Siuta [1995] podaje, iż ogólna zawartość soli w roztworze tej samej gleby może się wahać w szerokich granicach. Na zależność tę ma wpływ: pora roku, przebieg pogody, zapotrzebowanie oraz pobór wody przez szatę roślinną i zawartość wody w glebie.

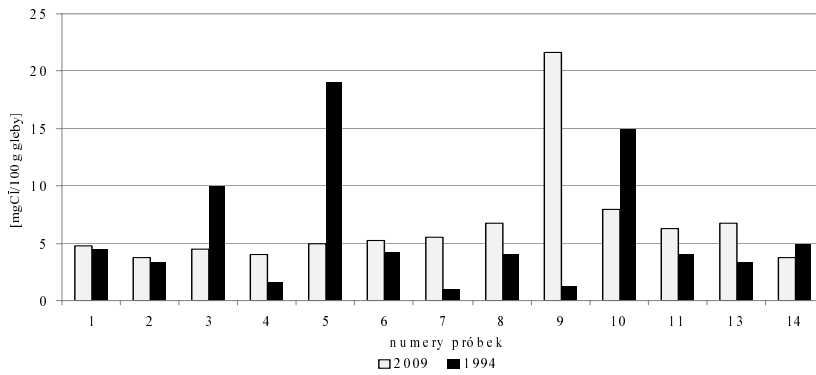
Wodorowęglany. Zawartość kwaśnych węglanów wyniosła od 36,60 (nr 8) do 106,75 mgHCO₃⁻/100g gleby (nr 6) (rys. 4). Porównując zawartość wodorowęglanów w roku 1994 [Kusza 1999] i 2009, stwierdzono, że tylko w dwóch próbkach z ulicy Piastowskiej (nr 8 i 14), zawartość HCO₃⁻ w roku 2009 była niższa. Pozostałe próbki wykazały się wyższymi (nawet czterokrotnie – w próbce nr 9) stężeniami anionów.

Siarczany. W 2009r. zawartości siarczanów (SO₄²⁻) w wodnym wyciągu mieściły się w od 2,13 do 16,45 mgSO₄²⁻/100g gleby (rys. 5). Najmniej siarczanów stwierdzono w próbce nr 4, a najwięcej w nr 13. W próbkach nr 2, 3, 5 i 6 z roku 2009 stwierdzono mniejszą zawartość SO₄²⁻ niż w 1994r.

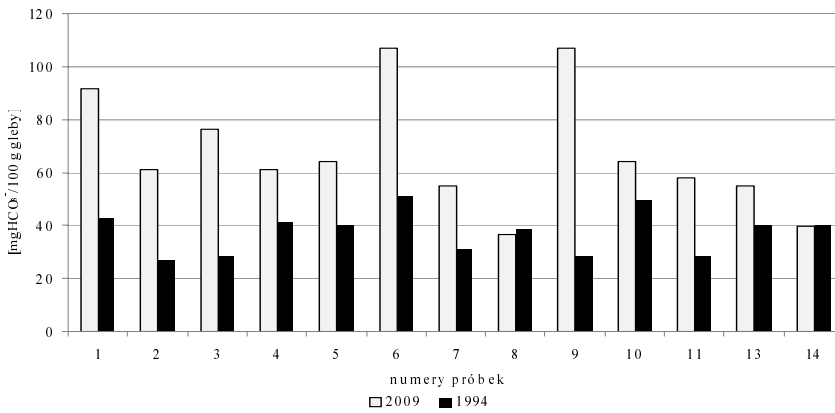
Sód. W roku 2009 najmniejsze ilości sodu stwierdzono w próbce nr 4 (5,88 mgNa⁺/100g gleby), największe w próbce nr 9, w której ilość badanego jonu wyniosła 50,31 mg/100g gleby (rys. 6). W 1994r. dwie próbki glebowe (nr 5 i 10) wykazywały mniejsze zawartości Na⁺ niż w roku 2009.

Potas. W 2009r. wyciąg wodny zawiera od 0,78 do 5,16 mgK⁺/100g gleby. Najmniej potasu wykazywała próbka nr 10, a najwięcej próbka nr 2 (rys. 7). W roku 2009 odnotowano wzrost zawartości potasu w próbkach 4 i 7.

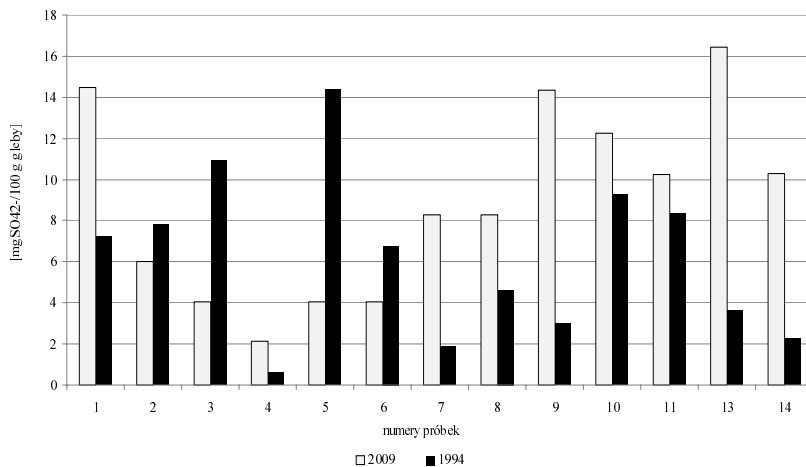
Wapń. Wyniki analizy w 2009r. wykazały, że zawartość wapnia w glebach wyniosła od 2,31 do 14,43 mg/100g gleby (rys. 8). Najmniejszą zawartość Ca stwierdzono w próbce nr 9, a największą w próbce nr 4. Wyniki z 1994 r. (próbki nr 1, 2, 3, 9 i 11) były mniejsze od zawartości Ca²⁺ w roku 2009.



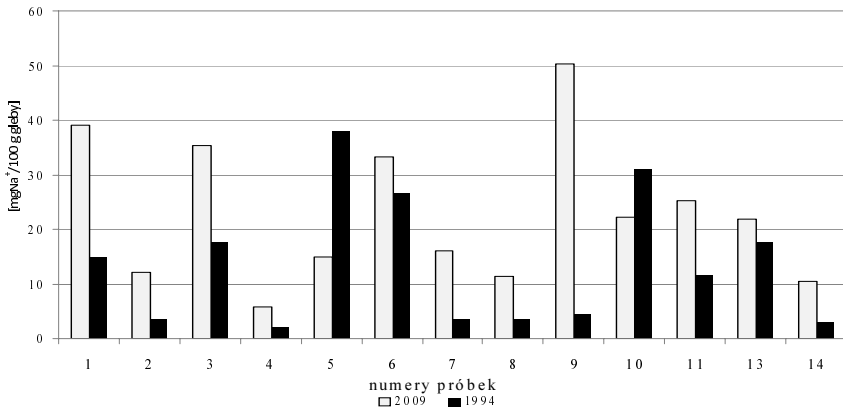
Rys. 3. Zawartość chlorków w glebach przyulicznych Opola, lata 1994 i 2009



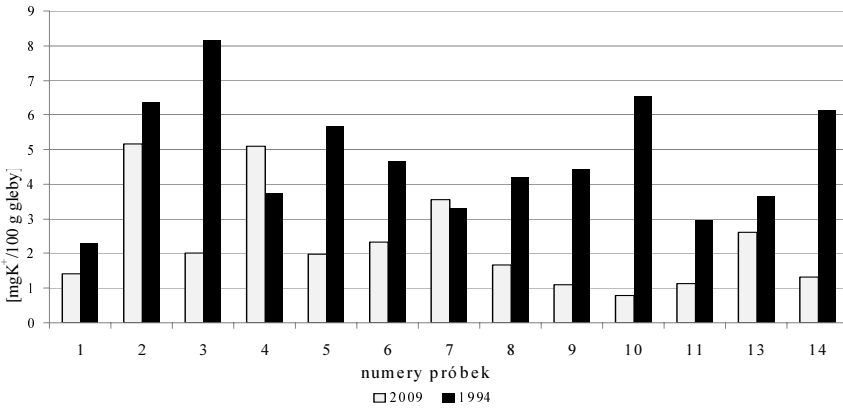
Rys. 4. Zawartość kwaśnych węglanów w glebach przyulicznych Opola, lata 1994 i 2009



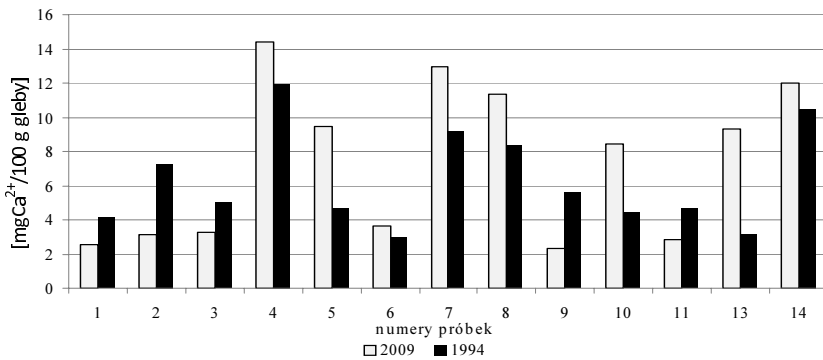
Rys. 5. Zawartość siarczanów w glebach przyulicznych Opola, lata 1994 i 2009



Rys. 6. Zawartości sodu w glebach przyulicznych Opola, lata 1994 i 2009

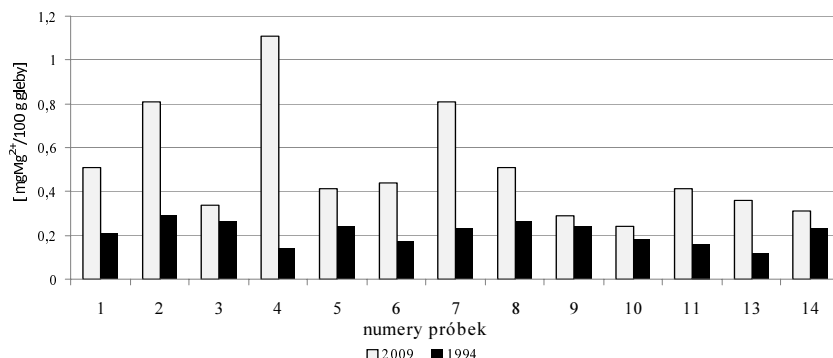


Rys. 7. Zawartości potasu w glebach przyulicznych Opola, lata 1994 i 2009



Rys. 8. Zawartość wapnia w glebach Opola, lata 1994 i 2009

Magnez. Próbką nr 10 charakteryzowała się najmniejszą zawartością magnezu (0,24 mgMg²⁺/100g gleby). Najwięcej Mg²⁺ było w roztworze próbki nr 4 (1,11 mgMg²⁺/100g gleby) (rys. 9). Zestawiając otrzymane wyniki z oznaczeniem wykonanym w 1994r. stwierdzono, iż wszystkie próbki charakteryzowały się wyższą zawartością magnezu w odniesieniu do wcześniejszego oznaczenia.



Rys. 9. Zawartość magnezu w glebach przyulicznych Opola, lata 1994 i 2009

WNIOSKI

1. Stosowanie soli (NaCl) do likwidowania śliskości narusza równowagę jonów gleby przyległych do jezdni i chodników, działa toksycznie na rośliny, zmienia odczyn gleb.
2. W latach 1994 do 2009 wzrosły przewodnictwo właściwe, pH, zawartość: chlorków, wodorowęglanów, siarczanów, sodu, magnezu i wapnia w wodnym wyciągu glebowym.
3. Postępująca degradacja gleb przyulicznych skłania do poszukiwania nowych metod i środków likwidowania śliskości jezdni i chodników w celu ochrony warunków życia drzew i krzewów.

PIŚMIENNICTWO

1. Baran S., Turski R. 1996. Degradacja ochrona i rekultywacja gleb. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, Lublin, 223ss.
2. Bowanko G., Hajnos M. 2003. Wybrane właściwości urbanoziemów. Badania modelowe: monografia. Acta Agrophysica 81, 83ss.
3. Bręś W. 2007. Przyczyny zamierania drzew w miastach. Przegląd Komunalny Gospodarka Komunalna i Ochrona Środowiska 8 (55): 38–42.

4. Brogowski Z., Czerwiński Z., Tuszyński M. 1975. Wpływ emisji NaCl na gleby i roślinność okolicy żupy solnej w Wieliczce. *Roczniki Gleboznawcze* 26 (3): 259–275.
5. Cunningham M.A., Snyder E., Yonkin D., Ross M., Elsen T. 2007. Accumulation of deicing salts in soils in an urban environment. *Urban Ecosyst.* 11: 17– 31.
6. Czarnowska K. 1995. Gleby i rośliny w środowisku miejskim. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 418: 111–115.
7. Czerniawska-Kusza I., Kusza G., Dużyński M. 2004. Effect of deicing salts on urban soils and health status of roadside trees in the Opole Region. *Environ Toxicol* 19: 296–301.
8. Dobrzański B., Czerwiński Z., Borek S., Kępka M., Majsterkiewicz T. 1971. Wpływ związków chemicznych stosowanych do odśnieżania na zasolenie zieleńców Warszawy. *Roczniki Gleboznawcze* 22 (1): 59–74.
9. Dużyński M., Kusza G. 1999. Wpływ środków chemicznych stosowanych do odśnieżania na roślinność wysoką miasta Opola. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Przyrodniczych* 467: 635–640.
10. Gonet S., Hermann J. 1995. Zagrożenia zasoleniem czarnych ziem na Kujawach. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 418: 207–217.
11. Kołodziejczyk U. 2007. Wpływ chlorku sodu stosowanego w zimowym utrzymaniu dróg na kapilarność gruntów. *Geologos* 11, UAM: 218–226.
12. Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. IOŚ, 334ss.
13. Siuta J. 1995. Gleba diagnozowanie stanu i zagrożenia. IOŚ, 217ss.
14. Wilpiszewska I. 1984. Antropogeniczne procesy zasilania gleb a uszkodzenia i zaburzenia fizjologiczne roślin. *Kosmos* 3, PWN: 325–337.

IMPACT OF SALINITY ON SELECTED PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF URBAN SOILS IN 1994 AND 2009 YEARS

Abstract

The study aimed at evaluation of changes of physic-chemical properties of soils near selected communication routes in Opole in 1994 and 2009 years. The research object was rendzina occurring along the following roads: Piastowska, Katowicka and 1st May. A comparison between the results obtained in 2009 year and 1994 one revealed increased values of the following parameters: pH, electrical conductivity, chlorides, hydrogen carbonates, sulphates, sodium, manganese, and calcium in the soil water extract. The results of the analysis of soil samples showed that concentrations of harmful ions, origin from de-icing salts, depend on various factors, mainly the salt's type, amount and frequency of salt application on road traffic, as well as specific properties of adjacent soils.

Key words: urban soils, salinity, physic-chemical properties.