

Beata Rutkowska, Wiesław Szulc, Jan Łabętowicz

SKŁAD GRANULOMETRYCZNY GLEBY JAKO CZYNNIK DETERMINUJĄCY STĘŻENIE JONÓW W ROZTWORZE GLEBOWYM

**Katedra Nauk o Środowisku Glebowym
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

WSTĘP

Roztwór glebowy stanowi środowisko, w którym zachodzi większość reakcji chemicznych w glebie. Jest on znaczącym ogniwem w procesie odżywiania roślin. Jego skład chemiczny oraz stężenie poszczególnych jonów decydują o szybkości pobierania składników pokarmowych przez rośliny. „Rzeczywisty” roztwór glebowy stanowi tę płynną fazę gleby, która jest w równowadze z jej fazą stałą, przy wilgotności równej połowej pojemności wodnej. Skład chemiczny tak otrzymanego roztworu jest odzwierciedleniem składu roztworu glebowego, jaki występuje w naturalnym środowisku glebowym i jest uzależniony m.in. od zawartości części spławialnych w glebie i pojemności kompleksu sorpcyjnego. Jony zawarte w roztworze glebowym pozostają w równowadze ze składnikami wymiennymi w fazie stałej gleby. Równowaga ta jest kształtowana przez wiele procesów chemicznych, fizycznych i biologicznych. Skład chemiczny roztworu glebowego jest więc w znacznym stopniu cechą charakterystyczną dla danej gleby (CAMPBELL i in. 1989)) Stężenie składników w roztworach gleb lekkich, piaszczystych jest zazwyczaj wyższe niż w roztworach gleb o większej zawartości części spławialnych (WOLT 1994).

Właściwości fizyko-chemiczne gleby, a w głównej mierze pojemność kompleksu sorpcyjnego, wywierają bowiem większy wpływ na mobilność składników pokarmowych w glebie, a co za tym idzie na ich stężenie w roztworze glebowym, niż właściwości samych pierwiastków (CAMPBELL i in. 1989, TYLER, McBRIDE 1982).

Celem podjętych badań było prześledzenie zależności między stężeniem makro- i mikroelementów w roztworze glebowym a składem granulometrycznym i pojemnością kompleksu sorpcyjnego gleby w warunkach gleb lekkich i średnich, charakterystycznych dla obszaru Polski.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 136 prób glebowych pobranych z obszaru kraju za pośrednictwem Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych. Próby glebowe pobierano jesienią z pól po uprawie zbóż bez uprawy poplonów. Były to w ponad 50% gleby lekkie i bardzo lekkie oraz w ok. 70% gleby kwaśne lub lekko kwaśne. Gleby te charakteryzowały się niewielkim zróżnicowaniem pod względem zawartości próchnicy (w ponad 70% tych gleb zawartość próchnicy wynosiła poniżej $2,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Próby glebowe suszono w suszarce w temp. 55°C , a następnie przesiewano przez sito o średnicy oczek 1 mm. Przed rozpoczęciem pomiarów oznaczono w próbach glebowych odczyn gleby po ekstrakcji w KCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ – metodą potencjometryczną, skład granulometryczny – metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego oraz zawartość wymiennych kationów zasadowych (K, Ca, Mg) i pojemność wymienną kompleksu sorpcyjnego po ekstrakcji w $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA). Do otrzymywania roztworu zastosowano metodę podciśnieniową (WOLT, GRAVEEL 1986). W pozyskanym roztworze glebowym oznaczono stężenie makroelementów (Ca, Mg, K, Na, HCO_3 , SO_4 , Cl, PO_4) i mikroelementów (Fe, Mn, Zn, Cu, BO_3 , MoO_4) metodą emisyjnej spektrofotometrii plazmowej (ICP). Wyniki badań poddano analizie korelacji prostej oraz analizie regresji prostej i wielokrotnej między stężeniem poszczególnych jonów w roztworze glebowym a zawartością części spławialnych i pH gleby.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Skład granulometryczny gleby wywierał niewielki wpływ na stężenie jonów w roztworze glebowym. Spośród makroelementów jedynie stężenie wapnia i magnezu wykazywało istotną dodatnią korelację z zawartością części spławialnych w glebie (tab. 1).

Bezpośrednia korelacja między zawartością części spławialnych w glebie a stężeniem magnezu w roztworze glebowym, choć istotna, była stosunkowo słaba,

Tabela 1
Table 1

Współczynniki korelacji prostej między stężeniem jonów w roztworze glebowym a właściwościami glebowymi
Simple correlation coefficients between ionic concentration in soil solution and soil properties

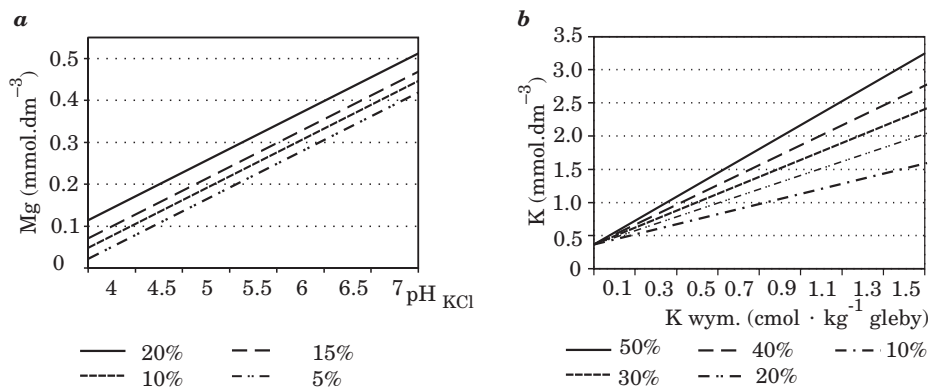
Pierwiastek Ion	pH w KCl pH in KCl	Zawartość części < 0,02 mm Content of soil particles < 0.02 mm
Ca	+ 0.65**	+ 0.52**
Mg	+ 0.55**	+ 0.23*
K	+ 0.10	+ 0.04
Na	+ 0.02	+ 0.05
SO ₄	+ 0.03	+ 0.14
Cl	+ 0.04	+ 0.08
PO ₄	+ 0.46**	+ 0.01
Mn	- 0.76*	+ 0.39*
Fe	- 0.73*	- 0.47*
Zn	- 0.65*	- 0.30*
Cu	- 0.60*	- 0.22*
BO ₃	+ 0.01	+ 0.03
MoO ₄	+ 0.77*	+ 0.11

istotne dla $p = 0,05$ – significant for $p = 0.05$ **

istotne dla $p = 0,01$ – significant for $p = 0.01$

$r = + 0,23^*$ (tab. 1). Po wydzieleniu jednak przedziałów zawartości części iłu koloidalnego okazało się, że na glebach lekkich stężenie magnezu w roztworze glebowym kształtowało się na niższym poziomie niż na glebach ciężkich dla określonych wartości pH (rys. 1a). Zawartość części spławialnych nie miała wpływu na zależność między stężeniem magnezu w roztworze glebowym a odczynem gleby, i dlatego wszystkie linie regresji były równoległe (rys. 1a).

Nie wykazano bezpośredniej korelacji między stężeniem potasu w roztworze glebowym a zawartością części spławialnych w glebie. Gdy jednak wydzielono przedziały zawartości części spławialnych, okazało się, że skład granulometryczny w znacznym stopniu determinuje zależność między stężeniem potasu w roztworze glebowym a potasem wymiennym (rys. 1b). Dla każdego przedziału zawartości części spławialnych w glebie stężenie potasu w roztworze glebowym wzrastało wraz ze wzrostem zawartości potasu wymiennego, ale nachylenie krzywych regresji było różne. Taki charakter zależności wskazuje, że nawet duża zmiana zawartości potasu wymiennego w glebie ciężkiej jest związana ze stosunkowo małymi zmianami stężenia potasu w roztworze glebowym.



Rys. 1, a – Zależność między stężeniem magnezu w roztworze glebowym a pH gleby (pH_{KCl}) przy określonych zawartościach części koloidalnych $< 0,002$ mm w glebie ($r = 0,68^{**}$),
 b – Zależność między stężeniem potasu w roztworze glebowym a zawartością potasu wymiennego przy określonej zawartości części $< 0,02$ mm w glebie ($r = 0,65^{**}$)

Fig. 1, a – Relationship between magnesium concentration in the soil solution and soil reaction (pH_{KCl}) at the defined content of particles < 0.002 mm in the soil ($r = 0.68^{**}$),
 b – Relation between potassium concentration in soil solution and exchangeable potassium in defined content of particles < 0.02 mm in soil ($r = 0.65^{**}$)

Przechodząc w kierunku gleb coraz lżejszych, o mniejszej zawartości części spławialnych, zmiana zawartości potasu wymiennego w glebie o jednostkę była związana z coraz większą zmianą stężenia potasu w roztworze glebowym.

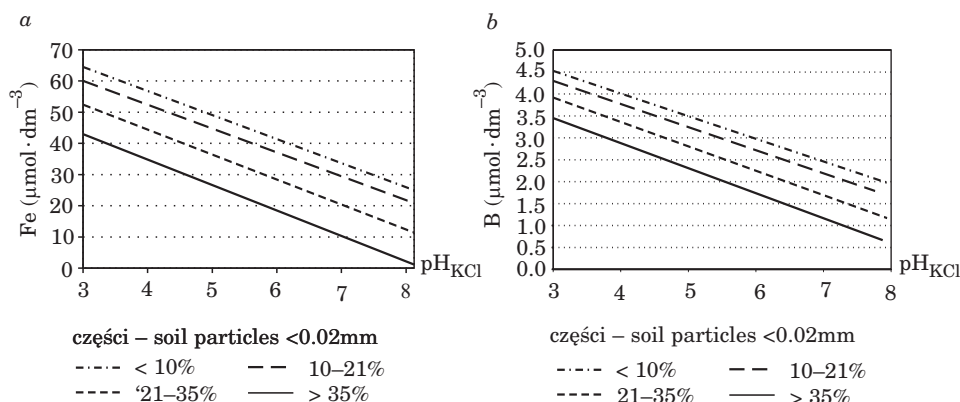
Korelacja między zawartością części spławialnych w glebie a stężeniem żelaza i cynku w roztworze glebowym była istotna, chociaż stosunkowo słaba, współczynniki korelacji odpowiednio dla żelaza i cynku wynosiły $r = -0,47^{**}$, $r = -0,30^{**}$ (tab. 1).

Po wydzieleniu przedziałów zawartości części spławialnych okazało się, że w glebach ciężkich stężenie żelaza i cynku kształtuje się na niższym poziomie niż w glebach lekkich dla określonych wartości pH (rys. 2ab).

Ponieważ wszystkie linie regresji były równoległe, zawartość części spławialnych nie miała wpływu na zależność między stężeniem żelaza i cynku w roztworze glebowym a odczynem gleby (rys. 2ab).

Nie wykazano bezpośredniej korelacji między stężeniem miedzi i boru w roztworze glebowym a zawartością części spławialnych w glebie (tab. 1). Po wydzieleniu przedziałów zawartości części spławialnych w glebie okazało się, że stężenie miedzi w roztworze glebowym dla określonych wartości pH kształtowało się na wyższym poziomie w glebach lekkich niż ciężkich (rys. 3a).

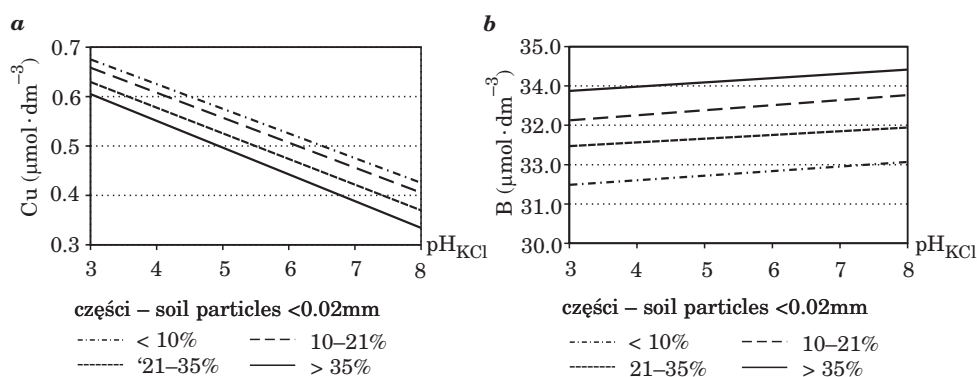
Natomiast stężenie boru w roztworze glebowym dla określonych wartości pH, było wyższe w glebach ciężkich niż lekkich (rys. 3b). Zarówno w przypadku miedzi, jak i boru zawartość części spławialnych w glebie nie miała wpływu na zależność między stężeniem tych pierwiastków w roztworze glebowym a odczynem gleby, ponieważ wszystkie linie regresji były niemal równoległe (rys. 3ab).



Rys. 2. Zależność między stężeniem żelaza – a, cynku – b w roztworze glebowym a zawartością części spławalnych w glebie przy określonych wartościach pH

Fig. 2. Relationship between iron – a and zinc – b concentrations in the soil solution and soil pH at the defined content of soil particles < 0.02 mm

Bezpośrednia korelacja między zawartością części spławalnych w glebie a stężeniem manganu w roztworze glebowym, choć istotna, była stosunkowo słaba ($r = + 0,39^*$). Stężenie manganu w roztworze warstwy ornej gleby było ujemnie skorelowane z pH gleby (tab. 1). Zależność ta była uzależniona od składu granulometrycznego gleby (rys. 4a). Kąt nachylenia linii regresji był najmniejszy w glebach lekkich i wzrastał w miarę wzrostu zawartości frakcji części spławalnych

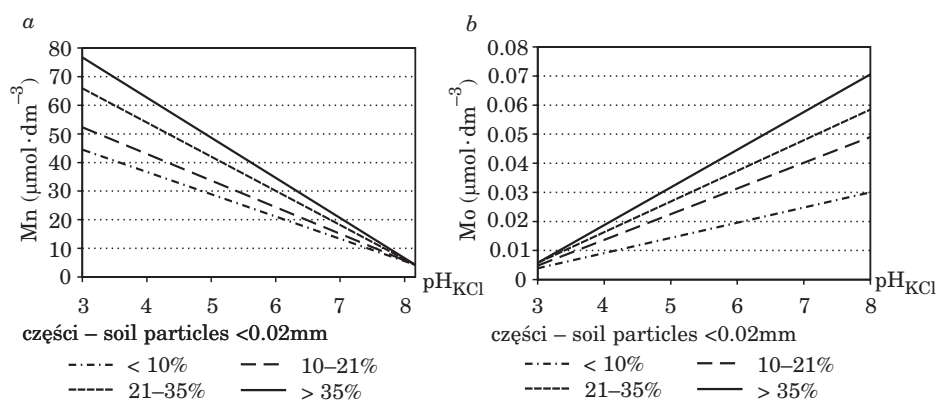


Rys. 3. Zależność między stężeniem miedzi – a, boru – b w roztworze glebowym a zawartością części spławalnych w glebie przy określonych wartościach pH

Fig. 3. Relationship between copper – a and boron – b concentrations in the soil solution and soil pH at the defined content of soil particles < 0.02 mm

w glebie. Tak więc poziom stężenia manganu był najmniejszy w glebach lekkich i w małym stopniu wzrastał wraz ze spadkiem pH. Natomiast w glebach ciężkich poziom stężenia manganu był wyraźnie wyższy. Spadek pH w tych warunkach o jednostkę był związany ze znacznie większym wzrostem stężenia manganu w roztworze glebowym (rys. 4a).

Nie zaobserwowano związku między zawartością części spławialnych w glebie a stężeniem molibdenu w roztworze glebowym (tab. 1). Jednak gdy wydzielono przedziały zawartości części spławialnych w glebie, okazało się, że skład granulometryczny w znacznym stopniu determinuje zależność między stężeniem molibdenu w roztworze glebowym a odczynem gleby (rys. 4b). Dla każdego przedziału zawartości części spławialnych w glebie stężenie molibdenu wzrastało wraz ze wzrostem odczynu gleby, ale nachylenie linii regresji było różne. W miarę wzrostu



Rys. 4. Zależność między stężeniem manganu – a, molibdenu – b w roztworze glebowym, a zawartością części spławialnych w glebie, przy określonych wartościach pH

Fig. 4. Relationship between manganese – a and molybdenum – b in the soil solution and soil pH at the defined content of soil particles < 0.02 mm

zawartości części spławialnych w glebie zwiększał się kąt nachylenia linii regresji. Taki charakter zależności wskazuje, że nawet mała zmiana wartości pH gleby powoduje znaczne zmiany stężenia molibdenu w roztworze warstwy ornej gleb ciężkich.

W miarę przechodzenia do gleb coraz lżejszych, o coraz mniejszej zawartości części spławialnych, zmiana wartości pH o jednostkę wiąże się z coraz mniejszą zmianą stężenia molibdenu w roztworze glebowym (rys. 4b).

DYSKUSJA

Wraz ze wzrostem zawartości części spławialnych w glebie obserwowano istotny wzrost stężenia wapnia i magnezu w roztworze glebowym (tab. 1). Wyższe stężenie wapnia i magnezu w roztworze gleb ciężkich wiąże się bezpośrednio z wyższą zawartością w tych warunkach form wymiennych obu jonów, które regulują stężenie tych pierwiastków w roztworze glebowym (NEMETH i in. 1970, LIPIŃSKI, BEDNAREK 1998, PONDEL 1971). Wyższe stężenie magnezu w roztworze gleb ciężkich wiąże się także z wyższą zawartością wtórnych minerałów zawierających magnez, takich jak wermikulit i montmorylonit. Ponadto w glebach ciężkich jest więcej minerałów łatwo uwalniających magnez, takich jak biotyt, hornblenda i oliwin (MERICIK 1987). Bezpośrednia korelacja między zawartością części spławialnych w glebie a stężeniem magnezu w roztworze glebowym, choć istotna, była stosunkowo słaba $r = +0,23^*$ (tab. 1). Jednak po wydzieleniu przedziałów zawartości ilu koloidalnego w glebie okazało się, że na glebach lekkich stężenie Mg w roztworze glebowym kształtowało się na niższym poziomie niż na glebach ciężkich, przy określonych wartościach pH (rys. 1a). Również badania innych autorów wskazują na wyższe uwalnianie magnezu do roztworu glebowego w warunkach gleb lekkich niż ciężkich (PONDEL i in. 1991, SPYCHAJ-FABISIAK i in. 1999). Nie wykazano bezpośredniej korelacji między stężeniem potasu w roztworze glebowym a zawartością części spławialnych w glebie (tab. 1). Gdy jednak wydzielono przedziały zawartości części spławialnych, okazało się, że skład granulometryczny w znacznym stopniu determinuje zależność między stężeniem potasu w roztworze glebowym a potasem wymiennym (rys. 1b). Uzasadnieniem uzyskanego wyniku są dane wskazujące, że w glebach lekkich, przy tej samej zawartości potasu wymiennego, o małej zawartości minerałów ilastych, wysycenie potasem jest wyższe stopniem niż w glebach ciężkich (PONDEL 1971, BENIANS 1985). W glebach lekkich dominuje sorpcja potasu na powierzchni minerałów ilastych, o małej sile wiązania potasu. W glebach ciężkich dominuje sorpcja w przestrzeniach wewnętrznych minerałów ilastych i na ich krawędziach, o znacznie większej sile wiązania potasu (BENIANS 1985).

Korelacja między zawartością części spławialnych w glebie a stężeniem żelaza i cynku w roztworze glebowym była istotna, chociaż stosunkowo słaba, współczynniki korelacji dla Fe i Zn wynosiły $r = -0,47^*$, $r = -0,30^*$ (tab. 1). Po wydzieleniu przedziałów zawartości części spławialnych okazało się, że w glebach ciężkich stężenie żelaza i cynku kształtuje się na niższym poziomie niż w glebach lekkich, dla określonych wartości pH (rys. 2ab). Nie wykazano bezpośredniej korelacji między stężeniem miedzi i boru w roztworze glebowym a zawartością części spławialnych w glebie (tab. 1). Po wydzieleniu przedziałów zawartości części spławialnych w glebie okazało się, że stężenie Cu w roztworze glebowym, dla określonych wartości pH, kształtowało się na wyższym poziomie w glebach lekkich niż ciężkich (rys. 3a). Natomiast stężenie boru w roztworze glebowym dla określonych wartości pH było wyższe w glebach ciężkich niż lekkich (rys. 3b).

Roztwory gleb lekkich, piaszczystych wykazują na ogół wyższe stężenia Fe, Mn, Cu i Zn niż w glebach cięższych, np. gliniastych. Wiąże się to z dużo słabszym kompleksem sorpcyjnym gleb lekkich, a również niższą, na ogół, wartością ich pH, co sprzyja zwiększonej rozpuszczalności wielu związków, w których skład wchodzi te pierwiastki (WOLT 1994). Prawdopodobnie, w warunkach gleb lekkich była ograniczana fizykochemiczna sorpcja boru na cząstkach fazy stałej gleby, co wzmagało straty tego pierwiastka przez wymywanie w głąb profilu glebowego. Niekwestionowana jest bowiem możliwość wymywania, zwłaszcza z gleb lekkich, boru w formie jonów boranowych (ŚWIECICKI 1964). Bezpośrednia korelacja między zawartością części spławialnych w glebie a stężeniem manganu w roztworze glebowym, choć istotna, była stosunkowo słaba (tab. 1). Stężenie manganu w roztworze warstwy ornej gleby było ujemnie skorelowane z odczynem gleby (tab. 1). Zależność ta była uzależniona od składu granulometrycznego gleby (rys. 4a). O stężeniu jonów Mn^{2+} w roztworze glebowym decydują dwa główne czynniki: pH i potencjał redoks, który w znacznej mierze jest związany ze składem granulometrycznym gleby (PETRIE, JACKSON 1984). W glebach ciężkich wartości potencjału redoks są wysokie, co tworzy warunki sprzyjające redukcji manganu do formy Mn^{2+} . Natomiast w glebach lekkich warunki sprzyjają utlenianiu związków manganu (niska wartość potencjału redoks). Zmniejsza to wpływ pH na redukcję manganu, powodując obniżenie stężenia tego pierwiastka w roztworze glebowym. Dlatego też należy oczekiwać, że stężenie jonu Mn^{2+} , jako czynnika toksyczności, ma znacznie mniejsze znaczenie w glebach lekkich niż ciężkich.

Nie zaobserwowano związku między zawartością części spławialnych w glebie a stężeniem molibdenu w roztworze glebowym (tab. 1). Jednak gdy wydzielono przedziały zawartości części spławialnych w glebie, okazało się, że skład granulometryczny w znacznym stopniu determinuje zależność między stężeniem molibdenu w roztworze glebowym a odczynem gleby (rys. 4b). Ruchliwość molibdenu w glebach, podobnie jak manganu, jest uzależniona od potencjału oksydoredukcyjnego i pH gleby. Rozpuszczalność molibdenu jest największa w glebach średnich i ciężkich, alkalicznych, w których dominuje anion MoO_4^{2-} , oraz w warunkach redukcyjnych (wysokie wartości potencjału oksydoredukcyjnego), gdy w roztworze dominują formy związane z mobilnymi siarczkami (JARELL, DAWSON 1978).

WNIOSKI

1. Skład granulometryczny gleby jest czynnikiem wpływającym na stężenie jonów w roztworze glebowym. Spośród makroskładników jedynie stężenie wapnia i magnezu w roztworze glebowym jest uzależnione od zawartości części spławialnych w glebie.

2. Skład granulometryczny gleby modyfikuje zależność między stężeniem potasu w roztworze glebowym a ilością wymiennej formy tego składnika w glebie oraz wpływa na stosunki między stężeniem jonów Mg^{2+} w roztworze glebowym a pH gleby.

3. Wraz ze wzrostem zawartości części spławialnych w glebie wzrasta stężenie manganu w roztworze glebowym. Stężenie żelaza, cynku i miedzi obniża się wraz ze wzrostem zawartości części spławialnych w glebie, a stężenie boru i molibdenu w roztworze glebowym nie jest uzależnione od zawartości części spławialnych w glebie.

4. Skład granulometryczny gleby wpływa na zależność między stężeniem mikroelementów w roztworze glebowym a odczynem gleby. Przechodząc od gleb lekkich, kwaśnych do gleb cięższych o odczynie obojętnym i zasadowym obserwuje się spadek stężenia żelaza, cynku i miedzi oraz wzrost stężenia manganu, boru i molibdenu w roztworze glebowym.

PIŚMIENNICTWO

- BENIANS G. 1985. *The solubility of cations in soil*. Soil Sci., 36: 231-238.
- CAMPBELL D.J., KINNIBURGH D.G., BECKETT P.H.T. 1989. *The soil solution chemistry of some Oxfordshire soils*. J. Soil Sci. U.K., 40: 321-339.
- JARRELL W. M., DAWSON D. M. 1978. *Sorption and availability of molybdenum in soils of Western Oregon*. Soil Sci. Soc. Am. J., 42: 412-415.
- LPIŃSKI W., BEDNAREK W. 1998. *Występowanie łatwo rozpuszczalnych form metali w glebach Lubelszczyzny w zależności od odczynu i składu granulometrycznego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 456: 399-404.
- MERCIK S. 1987. Rozdziały 6 – 8. W: *Chemiczne podstawy żyzności gleb i nawożenia*. Red. FOTYMA M., MERCIK S., FABER A. Wyd. PWRiL, Warszawa, 127-184.
- NEMETH K., MENGEL K., GRIMME H. 1970. *The concentration of K, Ca and Mg in saturation extract in relation to exchangeable K, Ca and Mg*. Soil Sci., 100: 179-184.
- PETRIE S. E., JACKSON T. L. 1984. *Effects of fertilization on soil solution pH and manganese concentration*. Soil Sci. Soc. Am. J., 48: 315-318.
- PONDEL H. 1971. *Zasobność gleb wytworzonych z piasków w różne formy wapnia, magnezu, potasu i sodu*. Cz. I i II. Pam. Puł., 56: 93-125.
- PONDEL H., RUSZKOWSKA M., SYKUT S., TERELAK H. 1991. *Wymywanie składników nawozowych z gleb w świetle badań IUNG*. Roczn. Gleb., 42 (3/4): 97-107.
- SPYCHAJ-FABISIAK E., MURAWSKA B., JANOWIAK J. 1999. *Badania nad wymywaniem wapnia i magnezu z gleb przemywanych symulowanym kwaśnym deszczem w warunkach doświadczeń laboratoryjnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 467: 547-553.
- ŚWIECICKI C. W. 1964. *Bor w typowych glebach naturalnych Polski*. Roczn. Nauk Rol. Ser. D., 111: 1-15.
- TYLER L. D., MCBRIDE M. B. 1982. *Mobility and extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc in organic and mineral soil columns*. Soil Sc., 134: 198-205.
- WOLT J. D. 1994. *Soil Solution Chemistry – Applications to Environmental Science and Agriculture*. New York. John Wiley & Sons, Inc. 325 ss.
- WOLT J. D., GRAVEEL J. 1986. *A rapid routine method for obtaining soil solution using vacuum displacement*. Soil Sci. Soc. Am. J., 50: 602-605.

Beata Rutkowska, Wiesław Szulc, Jan Łabętowicz

**SKŁAD GRANULOMETRYCZNY GLEBY JAKO CZYNNIK DETERMINUJĄCY STĘŻENIE
JONÓW W ROZTWORZE GLEBOWYM**

Słowa kluczowe: gleba, roztwór glebowy, skład granulometryczny, makroelementy, mikroelementy.

Abstrakt

Na podstawie 136 prób glebowych pobranych z obszaru całej Polski analizowano wpływ składu granulometrycznego na stężenie pierwiastków w roztworze glebowym. Roztwór glebowy pozyskano metodą podciśnieniową, a stężenie poszczególnych pierwiastków w roztworze oznaczono metodą ICP.

Zawartość części sypialnych w glebie była dodatnio skorelowana ze stężeniem wapnia, magnezu i manganu, a ujemnie – ze stężeniem glinu, żelaza, cynku i miedzi w roztworze glebowym. Przechodząc od gleb lekkich, piaszczystych i kwaśnych o małej pojemności kompleksu sorpcyjnego do gleb ciężkich o odczynie obojętnym i zasadowym, i większej pojemności kompleksu sorpcyjnego obserwowano spadek stężenia Fe, Zn i Cu w roztworze glebowym, wzrost zaś stężenia Ca, Mg, K, Mn i Mo.

**GRANULOMETRIC COMPOSITION OF SOIL AS A FACTOR DETERMINING IONIC
CONCENTRATION IN THE SOIL SOLUTION**

Key words: soil, soil solution, granulometric composition, macronutrients, micronutrients.

Abstract

On the basis of 136 soil samples collected from the whole area of Poland, the effect of granulometric composition of soil on the chemical composition of soil solution was analyzed. Soil solution was obtained by the subatmospheric pressure method and concentrations of particular ions in the soil solution were assayed with the ICP method.

The content of soil particles smaller than 0.02 mm was positively correlated with the concentration of calcium, magnesium and manganese in the soil solution, but negatively correlated with the concentration of aluminium, iron, zinc and copper in the soil solution. While passing from light sandy acidic soils with a small cation exchange capacity to heavier soils with neutral and alkaline soil reaction and a considerably greater cation exchange capacity, we observed certain decrease in the Fe, Zn and Cu concentration and increase in the Ca, Mg, K, Mn and Mo concentration in the soil solution.