

ZAWARTOŚĆ MIEDZI I CYNKU W GLEBACH I ROŚLINACH *TARAXACUM OFFICINALE* L.

A. Szatanik-Kloc

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: akloc@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. W trzech województwach Lubelskim, Małopolskim i Podkarpackim pobrano gleby i rośliny mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale* L.) w fazie kwitnienia. Określono odczyn tych gleb (w KCl) i całkowite stężenie miedzi i cynku w glebach oraz zawartość tych mikroelementów w korzeniach, liściach i kwiatach badanych roślin (metodą ASA). Stwierdzono, że części nadziemne zawierały większe stężenia badanych metali niż korzenie. Nie odnotowano wyraźnego wpływu zarówno odczynu jak i całkowitego stężenia miedzi i cynku w glebach na zawartość metali w badanych roślinach.

Słowa kluczowe: pH, miedź, cynk, gleba, mniszek lekarski (*Taraxacum officinale* L.).

WSTĘP I CEL PRACY

Zawartość tego samego pierwiastka w roślinie może być różna, w zależności od gatunku rośliny, jej organu, lub tkanki. W dużej mierze zależy ona od roli jaką dany pierwiastek pełni w roślinie. Zawartość niektórych pierwiastków, może zmieniać się również w zależności od warunków wzrostu rośliny, a przede wszystkim od dostępności w glebie. Efektywność pobierania poszczególnych pierwiastków uwarunkowana jest przede wszystkim potrzebami samej rośliny, stąd też dzielimy je na tzw. makro i mikroelementy. Do grupy mikroelementów zaliczamy min. miedź i cynk.

Miedź wchodzi w skład wielu enzymów uczestniczących w procesach oddychania tlenowego. Należą do nich przede wszystkim wszystkie oksydazy fenolowe i oksydaza askorbinowa. Niedobór miedzi powoduje nekrozę liści (głównie młodych). Długotrwały brak tego pierwiastka prowadzi do zamierania

i opadania liści, co w poważnym stopniu narusza proces fotosyntezy. Zatrucia miedzią u roślin spotyka się nader rzadko. Jest ona bowiem silnie wiązana w glebach, ponadto rośliny w przypadku wysokiego stężenia miedzi w glebie gromadzą ją w korzeniach, chroniąc tym samym części nadziemne. Przyjmuje się, że dopiero stężenie miedzi powyżej $30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy rośliny może działać toksycznie [8]. Całkowita zawartość miedzi w wierzchniej warstwie normalnych gleb rolniczych wynosi od $1\text{-}180 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Czasami stężenie to może osiągać $1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (w przypadku stałego stosowania fungicydów). Pierwotnym źródłem miedzi w glebie są niektóre minerały np. chalkozyn (Cu_2S), chalkopiryt (CuFeS_2), kupryt (Cu_2O), malachit (CuCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$). Zawartość tego metalu jest w dużej mierze uwarunkowana rodzajem skały macierzystej. Ponadto miedź wprowadzana jest do gleby z nawozami organicznymi i mineralnymi, ze ściekami komunalnymi i niektórymi pestycydami. Tylko część miedzi znajdująca się w glebach, jest łatwo rozpuszczalna i przyswajalna przez rośliny. Udział form rozpuszczalnych stanowi zaledwie kilka, rzadziej kilkadziesiąt (50%) procent całkowitej zawartości miedzi w glebie. Stężenie form rozpuszczalnych zależy od ogólnej ilości miedzi w danym podłożu, składu granulometrycznego gleb, ilości i jakości materii organicznej (gleby wysoko-organiczne zawierają mniejsze ilości form rozpuszczalnych).

Wpływ odczynu gleby na stężenie form rozpuszczalnych ma złożony charakter, jest bowiem wynikiem licznych procesów zachodzących w glebie, takich jak: wymiana jonowa, precypitacja, chelatyzacja, sorpcja biologiczna, tworzenie kationów zasadowych drogą hydrolizy. Stąd też, w literaturze w różny sposób interpretuje się zależność pH i zawartość rozpuszczalnych form miedzi w glebie [4,5].

Cynk w roślinie aktywuje przede wszystkim wiele enzymów. Aktywność anhidrazy węglanowej, dehydrogenazy alkoholowej i dehydrogenazy zredukowanego NAD i NADP zależy w dużej mierze od obecności cynku. Brak tego pierwiastka upośledza syntezę tryptofanu, co bezpośrednio wpływa na produkcję auksyn, pośrednio zaś prowadzi do ograniczenia szybkości wzrostu rośliny [8]. Innym skutkiem niedoboru cynku jest chloroza i deformacja liści (szczególnie starszych). Stężenie cynku, przy którym obserwujemy jego niedobór jest różne dla różnych roślin. Przyjęto, że stężenie cynku poniżej $20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w suchej masie rośliny jest wartością minimalną dla prawidłowego zaopatrzenia rośliny w ten mikroelement (dla niektórych roślin np. kukurydza-liście, pomidory wartość tą określa się na poziomie $8\text{-}10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy). Górna granica stężenia cynku w roślinie, przy której obserwujemy uszkodzenia roślin najczęściej wynosi ok. $400 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy. Naturalnym źródłem cynku w glebie są minerały wchodzące w skład skały macierzystej (krzemiany ZnSiO_3 , $\text{Me}_x(\text{ZnSiO}_4)_y$), sfaleryt

ZnS). W minerałach (biotycie, augicie, hornblendzie), cynk może częściowo zastępować jony Mg^{2+} i Fe^{2+} . Gleby zawierają również cynk w formie rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych w wodzie soli (węglany, siarczany, azotany, fosforany i chlorki). Część cynku związana jest z minerałami ilastymi i materią organiczną gleby. Na terenach użytkowanych rolniczo wprowadzany jest do gleby z nawozami organicznymi i mineralnymi, zwłaszcza fosforanowymi (dostarczają ok. $1450 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Zn) i wapniowymi (głównie przemysłowymi). Około 5% cynku wnika do gleb ze ściekami komunalnymi, a ok. 25% ze środkami ochrony roślin. Cynk silnie wiąże się zarówno z minerałami, jak i materią organiczną gleb, stąd też charakteryzuje się małą rozpuszczalnością i niską ruchliwością. Tak więc, tylko niewielka ilość tego pierwiastka jest dostępna dla roślin (od ok. 1 do kilkunastu $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) [3,4].

Mniszek lekarski (*Taraxcum officinale* L.) jest rośliną bardzo pospolitą w całej Polsce. Rośnie na przydrożach, łąkach, w zaroślach i na zboczach. Można ją spotkać również na polach uprawnych (np. na miedzach). Mniszek lekarski jest często stosowany jako światowy bio-tester zanieczyszczenia środowiska [2,9].

Celem niniejszej pracy było określenie stężenia cynku i miedzi w roślinach mniszka lekarskiego pochodzącego z kilku różnych środowisk naturalnych na tle zawartości tych pierwiastków w glebie.

MATERIAŁY I METODY

Do badań wykorzystano gleby pochodzące z województwa Lubelskiego (brunatne wytworzone z lessu i utworów lessowych), woj. Małopolskiego (brunatne wytworzone z różnych skał litych) i z woj. Podkarpackiego (czarnoziem zdegradowany wytworzony z lessu [7,10]). Większość badanych gleb pochodziła z terenów użytkowanych rolniczo, o pH obojętnym. Jedną z gleb województwa Małopolskiego i glebę z woj. Podkarpackiego pobrano z trwałych użytków zielonych. Odczyn tych gleb (w KCl) był kwaśny i słabokwaśny. Ze wszystkich siedlisk do badań pobrano mniszek lekarski. Rośliny dokładnie oplukano z cząstek gleby i kurzu. Następnie przepłukano 0,001M roztworem HCl i trzykrotnie wodą destylowaną. Oddzielono korzenie od liści i kwiatostanów, po czym wysuszono. Glebę i poszczególne części badanych roślin spopieleno w piecu muflowym, w temperaturze 400°C . Spopieleny materiał roztworzono w mieszaninie HCl : HNO_3 O stosunku objętościowym 1:2. Otrzymany roztwór przefiltrowano i rozcieńczono do objętości 25 ml wodą destylowaną [1,11]. W otrzymanych roztworach oznaczono zawartość miedzi i cynku metodą ASA.

WYNIKI I DYSKUSJA

Odczyn i całkowite stężenie miedzi i cynku w badanych glebach przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Stężenie miedzi i cynku w glebach (średnia z 3 powtórzeń)

Table 1. Concentration of Cu and Zn in soils (average .from 3 measurements)

Nr siedliska	1	2	3	4	5	6	7
PH (KCl)	5,5	6,2	6,82	6,58	6,43	4,87	6,6
Cu, mg·kg ⁻¹	8,23	12,59	21,95	103,4	5,9	5,92	80,8
Zn, mg·kg ⁻¹	38,4	55,90	52,0	45,05	37,20	42,01	71,3

Siedliska: 1-Ostrowsko, 2-Dworzyska, 3-Rudnik (w. Rozbok), 4-Pszczela-Wola,

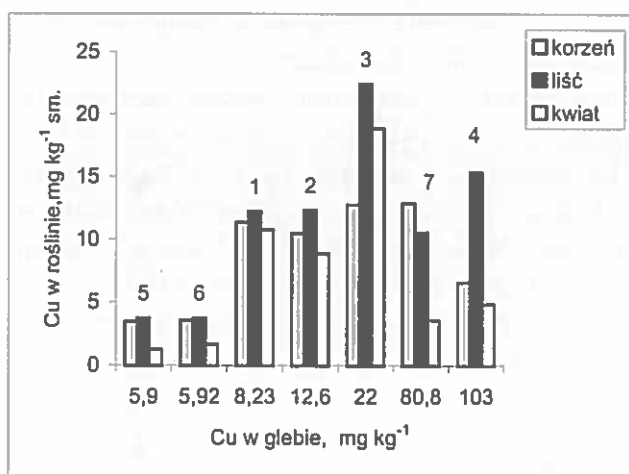
5,6-Przemysł-Młyny, 7-Przemysł-Medyka

Siedliska-2,3,4,5,7 gleby użytkowane rolniczo; siedliska-1.6 gleby stałych użytków zielonych

Gleby polskie w wierzchniej warstwie zawierają od 1 do 60 mg·kg⁻¹ miedzi i 25-200 mg·kg⁻¹ cynku. Jest to całkowite stężenie tych metali, czyli zarówno form silnie wiązanych w glebie, jak i rozpuszczalnych (łatwo przyswajalnych dla roślin). Z otrzymanych danych wynika, że całkowite stężenie miedzi w glebach nr 4 i 7 jest dosyć duże. Niemniej jednak zawartość miedzi w tych siedliskach nie była na tyle wysoka, aby istniała możliwość zatrucia tym mikroelementem. Wysokie całkowite stężenie miedzi w glebie nie musi być związane z podwyższeniem form rozpuszczalnych (łatwo dostępnych dla roślin), szczególnie iż w obu przypadkach pH gleb miało odczyn obojętny. Rośliny pobierają miedź w formie Cu²⁺ lub w postaci rozpuszczalnych chelatów miedziowych. Miedź pobierana jest przez system korzeniowy i przez liście roślin (podczas oprysków).

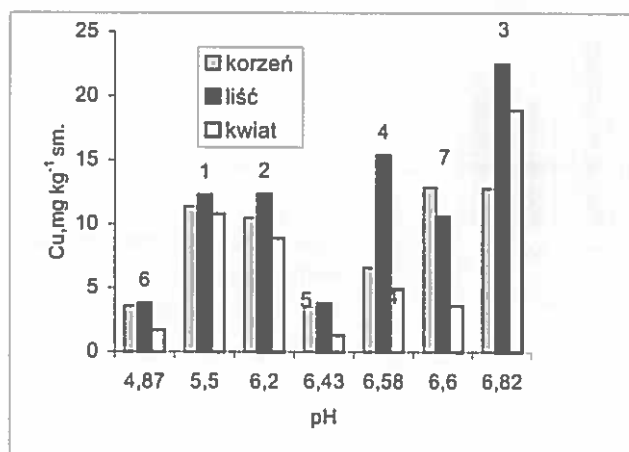
Stężenie miedzi w roślinie waha się w granicach 2-20 mg·kg⁻¹ suchej masy, przy czym zależy ono od gatunku rośliny i stadium jej rozwoju. Rozmieszczenie tego pierwiastka w poszczególnych częściach rośliny nie jest równomierne. U większości gatunków roślin wyższe stężenie miedzi odnotowuje się w częściach nadziemnych (przede wszystkim w liściach), chociaż u zbóż i traw w większych ilościach gromadzi się ona w korzeniach. Większość danych literaturowych nie wskazuje na istotną zależność pomiędzy stężeniem miedzi w glebie a jej zawartością w roślinie, poza przypadkami skrajnego nadmiaru lub niedoboru miedzi. W miarę wzrostu pH gleby obserwowano zarówno wzrost jak i spadek zawartości miedzi w poszczególnych częściach rośliny lub też stwierdzano brak korelacji [5].

W badanych roślinach mniszka lekarskiego większe stężenie miedzi odnotowano w liściach. Na zawartość miedzi w roślinach nie wpłynęło, zarówno jej stężenie w glebie (Rys. 1), jak i odczyn badanych gleb (Rys. 2). Gleby z siedlisk nr 1 i 6 charakteryzowały się kwaśnym odczynem, ale niewielkimi ilościami tego metalu, stąd też w roślinach z tych siedlisk nie odnotowano wzrostu stężenia miedzi. Natomiast największe stężenie tego mikroelementu zaobserwowano w roślinach pochodzących z siedliska nr 3. Przy czym ani zawartość miedzi w glebie ($22 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), ani jej odczyn (pH 6,82) nie wskazywały na to, że którykolwiek z tych czynników (w porównaniu z innymi badanymi siedliskami) mógł wpłynąć na większą zawartość miedzi niż u innych badanych roślin.



Rys. 1. Zawartość miedzi w roślinach i w glebach.

Fig. 1. Cu concentration in the plants and in the soils.



Rys. 2. Zależność zawartości miedzi w roślinie, od pH gleby.

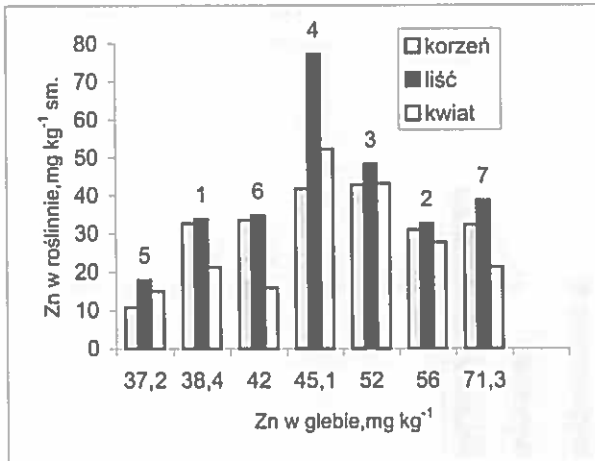
Fig. 2. Cu concentration of the plants vs. pH of the soil.

Ponieważ brak jest danych o nawożeniu i stosowaniu środków ochrony roślin, można więc tylko przypuszczać, że to te zabiegi przyczyniły się do większego stężenia miedzi w roślinach w tym siedlisku.

Według badań przeprowadzonych w instytucie IUNG Puławy, w woj. Lubelskim ponad 70% gleb charakteryzuje się niskim stężeniem miedzi. W województwie Małopolskim (obszar dawnego woj. Przemyskiego) procent gleb o niskim stężeniu miedzi wynosi 30-70, a w Podkarpackim 30% gleb wykazuje niedobór tego metalu.

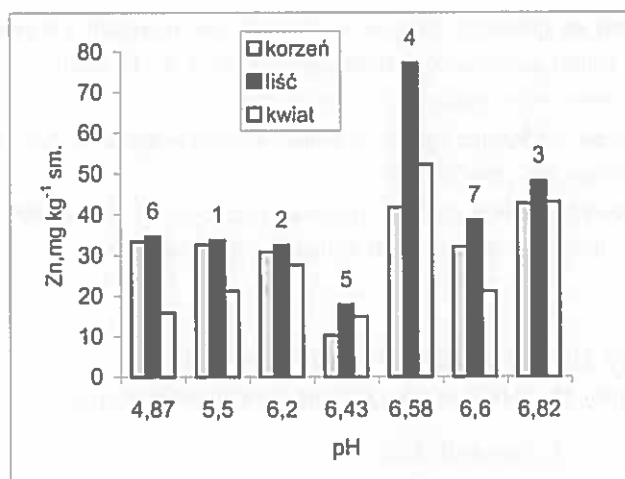
Większość gleb w wierzchniej warstwie zawiera od 25 do 200 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ cynku [4]. Kwaśny odczyn gleby zwiększa zawartość form cynku dostępnych dla roślin. U większości gatunków stężenie cynku jest wyższe w części nadziemnej niż w korzeniach [3,4] (poza roślinami pochodzącymi z terenów o niskim pH i dużej zawartości tego metalu, które gromadzą cynk w korzeniach).

W badanych roślinach mniszka lekarskiego, stwierdzono większe stężenie cynku w liściach (Rys. 3). Nie odnotowano natomiast wyraźnego wpływu zarówno pH jak i stężenia cynku w glebie na jego zawartość w roślinach (Rys. 4) Najwięcej tego metalu (korzeń - 41,8; liść - 77,3; kwiat - 52,3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) stwierdzono w roślinach pochodzących z siedliska nr 4 (Pszczela Wola - woj. Lubelskie). Całkowite stężenie cynku w glebie z tego obiektu ($45,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i jej odczyn ($\text{pH} = 6,58$) nie wpłynęły na większą (niż w innych obiektach) zawartość tego metalu w roślinach. Prawdopodobnie zdecydowały o tym stosowane środki ochrony roślin.



Rys. 3. Zawartość cynku w roślinach i glebach.

Fig. 3. Zn concentration in the plants and in the soils.



Rys. 4. Zależność zawartości cynku w roślinie od pH gleby.

Fig. 4. Zn concentration of the plant vs. pH of the soil.

WNIOSKI

1. Nie odnotowano wyraźnego wpływu pH ani całkowitego stężenia miedzi i cynku w glebach na zawartość tych metali w poszczególnych częściach badanych roślin.
2. Większe niż w korzeniach, stężenie zarówno miedzi jak i cynku odnotowano w liściach badanych roślin.

PIŚMIENICTWO

1. Kabata-Pendias A., Piotrowska I., Dudka S.: Oznaczenie zawartości pierwiastków śladowych i siarki w glebach i roślinach. Wyd. JUNG Puławy, 1978.
2. Kabata-Pendias A., Dudka S.: Trace metals contents of *Taraxacum officinale* (dandelion) as a convenient environmental indicator. *Environ. Geochem. Health.*, 13(2), 108-113, 1991.
3. Kochian L.V.: Aluminium and heavy metal toxicity and resistance- Lessons to be learnt from similarities and differences. In: Horst W. J et al. (Eds.). *Plant nutrition- Food security and sustainability of agro-ecosystems.* 442-443, 2001.
4. Lityński T., Jurkiewicz H.: Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN, Warszawa, 1982.
5. Lombini A., Poschenrieder Ch., Llugany M., Dinelli E., Barcelo J.: Copper resistance in *Silene armeria* ecotypes; Does co-tolerance play a role? *Plant nutrition*, Kluwer Acad. Publ. 456-457, 2001.
6. Obojski J., Strączyński S.: Odczyn a zasobność gleb Polski w makro- i mikroelementy. Wyd. JUNG, Puławy, 1995.

7. Szatanik-Kloc A.: Wpływ pH na zawartość manganu w roślinach pochodzących z siedlisk naturalnych i uprawianych w kulturach wodnych. *Acta Agrophysica*, 57, 139-146, 2001.
8. Szweykowska A.: *Fizjologia roślin*. Wyd. Nauk. UAM. Poznań. 2000.
9. Terelak C., Matowicka-Terelak T.: Sulphur content in dandelion as an indicator of threat to agroecosystems. *Acta Agrophysica*, 51, 165-170, 2001.
10. Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Hetman J.: *Zarys gleboznawstwa*. Wyd. AR Lublin, 1999.
11. *Boden-Kundliches Practicum*. Blackwell Wissenschafts Verlag. Berlin-Wien, 1995.

COPPER AND ZINC CONCENTRATION IN SOILS AND IN DANDELION PLANTS (*TARAXCUM OFFICINALE* L.)

A. Szatanik-Kloc

Institute of Agrophysics of Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: akloc@demeter.ipan.lublin.pl

Abstract. Soil samples from different ecosystems of Poland and plants of dandelion (*Taraxacum officinale* L.) growing on these soils were investigated. Copper and Zinc concentrations were determined in the soils and particular parts of the plants. These concentrations were higher in upper parts of the plants than in the roots. No evidence of dependence of Cu and Zn in plants and in the soil was found. The soil pH(KCl) had no effect on the above elements, either.

Keywords: pH, Cu, Zn, soil, dandelion (*Taraxacum officinale* L.).