

Jolanta Kozłowska-Strawska*, Stanisław Chwil*

**WPLYW ZRÓŻNICOWANYCH WARUNKÓW GLEBOWYCH NA
ZAWARTOŚĆ MIEDZI W ROŚLINACH UPRAWIANYCH NA TERENIE
LUBELSZCZYZNY**

**THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL CONDITIONS ON THE COPPER
THE CROPS GROWN ON AREA OF LUBELSKI REGION**

Słowa kluczowe: zawartość miedzi w roślinach, odczyn gleb, gleby Lubelszczyzny.

Keywords: copper content in plants, soil pH, soil Lubelski region.

Streszczenie

W przedstawionej pracy przeanalizowano wpływ zróżnicowanych warunków glebowych występujących na terenie Lubelszczyzny na zawartość miedzi w suchej masie roślin uprawnych. Badania oparto na materiałach glebowym i roślinnym, pobranych z terenu województwa lubelskiego, w miejscowościach: Nosów, Luchów Dolny, Halasy, Jabłonna Majątek, Ostrów oraz Lack. Wybór gleb do badań uwzględniał ich skład granulometryczny oraz odczyn gleby.

Materiał roślinny, pobrany z wymienionych typów gleb stanowiły: jęczmień jary, owies, pszenica ozima oraz rzepak. Z analizy uzyskanych wyników badań wynika, że gleby Lubelszczyzny cechował zróżnicowany skład granulometryczny, począwszy od piasków poprzez gliny aż po pył ilasty. Nie pozostało to bez wpływu na odczyn rozpatrywanych gleb. Większość gleb bowiem charakteryzował odczyn kwaśny i lekko kwaśny.

Warunki glebowe, determinowane składem granulometrycznym i odczynem, oraz gatunek uprawianej rośliny w znacznym stopniu wpływały również na zawartość miedzi w roślinach uprawnych. Największa zawartość miedzi cechowała słomę i ziarno jęczmienia zbieranego w miejscowości Ostrów i Halasy. Najmniejszą zawartość miedzi natomiast stwierdzono w słomie i nasionach rzepaku.

* *Dr Jolanta Kozłowska-Strawska, dr Stanisław Chwil – Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; tel.: 81 445 60 18; e-mail: jolanta.kozlowska@up.lublin.pl*

Summary

In this paper we analyzed the effect of various soil conditions prevailing in the Lubelski region of the copper content in dry matter crops. The study was performed based on soil and plant material downloaded from the province of Lublin in the village: Nosów, Luchów Dolny, Halasy, Jabłonna Majątek, Ostrów and Lack. Selection of soil for testing to take into account the category of agronomic and soil pH.

Plant material taken from the above categories of agronomic soils were: barley, oats, winter wheat and oilseed rape. Analysis of results indicates that the soils of Lubelski region were characterized by different composition of the grain size from sand through clay, to clay dust. Do not remain without influence on the pH of soil under consideration. Most of the soils was characterized by acid reaction and slightly sour.

Soil conditions determined by granulometric composition and pH of the soil and cultivated plant species significantly influenced also on the copper content of crops. The greatest amount of Cu was characterized by straw and barley grain harvested in Ostrów and Halasy. The lowest copper content was found while in the straw and rapeseed.

1. WPROWADZENIE

Wzrastająca obecnie świadomość konsumentów sprawia, że coraz więcej uwagi poświęca się jakości pozyskiwanych surowców pochodzenia roślinnego. Wśród substancji szkodliwych, mających negatywny wpływ na jakość zdrowotną płodów rolnych, należy niewątpliwie wymienić metale ciężkie, w tym również miedź [Gruca-Królikowska, Waclawek 2006]. Nadmiar miedzi w diecie ludzi i zwierząt może skutkować zaburzeniami przewodzenia pokarmowego, powodować hemolizę i uszkodzenia wątroby oraz nerek. Brak tego składnika natomiast utrudnia absorpcję żelaza i wykorzystanie go do syntezy hemoglobiny, czego przejawem są zaburzenia ze strony układu krążenia, anemia i upośledzenie wzroku [Węglarzy 2007].

Przyjmując, że naturalnym źródłem metali ciężkich dla ludzi i zwierząt są spożywane surowce pochodzenia roślinnego, należy więc zwrócić szczególną uwagę na stopień ich kumulacji w roślinach uprawnych, zwłaszcza przeznaczonych na cele konsumpcyjne i paszowe [Czuba 2000]. Dlatego właśnie celem podjętych badań była próba oceny zawartości miedzi w roślinach uprawianych w warunkach zróżnicowanych pod względem składu granulometrycznego i odczynu gleb Lubelszczyzny.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły próby glebowe i roślinne pobrane z terenu województwa lubelskiego z miejscowości: Nosów, Luchów Dolny, Halasy, Jabłonna Majątek, Ostrów

oraz Lack. Wybór gleb do badań uwzględniał ich skład granulometryczny, wydzielony na podstawie zawartości poszczególnych frakcji (tab. 1), oraz odczyn gleby (tab. 2).

Tabela 1. Skład granulometryczny materiału glebowego

Table 1. Granulometric composition of the soil material

Nr próby	Miejscowość	Zawartość poszczególnych frakcji [%]			Grupy granulometryczne
		1,0–0,1 mm	0,1–0,02 mm	<0,02 mm	
1	Nosów	64	24	12	piasek gliniasty lekki
2	Halasy	42	25	33	glina lekka
3	Ostrów	76	18	6	piasek słabo gliniasty
4	Nosów	43	32	25	glina piaszczysta pylasta
5	Lack	51	33	16	piasek gliniasty mocny pylasty
6	Luchów Dolny	81	9	10	piasek słabo gliniasty
7	Nosów	53	26	21	glina piaszczysta pylasta
8	Nosów	60	25	15	piasek gliniasty lekki
9	Halasy	45	29	26	glina lekka pylasta
10	Jabłonna Majątek	15	49	36	pył ilasty

Materiał glebowy pobrano z warstwy 0–20 cm. Z każdego miejsca pobrano po 5 prób glebowych. Analizom poddano uśrednione próby powstałe z wymieszania próbek pierwotnych. Oznaczono:

- 1) skład granulometryczny metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- 2) pH w 1 mol KCl potencjometrycznie przy użyciu elektrody szklanej.

Tabela 2. Odczyn materiału glebowego pobranego z warstwy 0–20 cm

Table 2. The pH of soil material taken from the layer 0–20 cm

Nr próby	Miejscowość	pH _{KCl}
1	Nosów	6,52
2	Halasy	7,24
3	Ostrów	5,91
4	Nosów	6,20
5	Lack	5,43
6	Luchów Dolny	4,02
7	Nosów	6,60
8	Nosów	7,10
9	Halasy	7,27
10	Jabłonna Majątek	5,40

Materiałem roślinnym, pobranym z wymienionych gleb, były: jęczmień jary, owies, pszenica ozima oraz rzepak. Próby roślinne pobrane były zgodnie z przyjętymi kryteriami

poboru i przygotowania prób roślinnych do analiz chemiczno-rolniczych. W tak przygotowanych próbach roślinnych oznaczono zawartość miedzi – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA), przy użyciu aparatu Hitachi Z 8200, po uprzedniej mineralizacji materiału roślinnego w stężonym kwasie siarkowym z dodatkiem H_2O_2 .

3. WYNIKI I Dyskusja

Skład granulometryczny jest jednym z kluczowych wyznaczników wartości użytkowej gleb [Dąbkowska-Naskręt, Różański 2009]. Materiał glebowy pobrany z terenu Lubelszczyzny charakteryzował zróżnicowany skład granulometryczny (tab. 1). Analizowane gleby Lubelszczyzny należały w większości do grupy granulometrycznej piasku. Dominowały tu piaski słabo gliniaste (Ostrów, Luchów Dolny), piaski gliniaste lekkie (Nosów – próba 1 i 8) oraz piasek gliniasty mocny pylasty (Lack). Drugą w kolejności grupę granulometryczną stanowiły gliny, począwszy od gliny lekkiej (Halasy), poprzez glinę piaszczystą pylastą (Nosów – próba 4 i 7), aż do gliny lekkiej pylastej (Halasy). Trzecią grupę stanowił pył ilasty, który stwierdzono w miejscowości Jabłonna Majątek.

Zróżnicowany skład granulometryczny analizowanych gleb nie pozostawał bez wpływu na ich odczyn (tab. 2). W większości prób glebowych stwierdzono odczyn kwaśny i lekko kwaśny. Kwaśny odczyn charakteryzował gleby pochodzące z miejscowości Lack (pH 5,43), Jabłonna Majątek (pH 5,40) oraz Luchów Dolny (pH 4,02). Materiał glebowy pobrany w miejscowości Nosów (próba 1 i 4) oraz w miejscowości Ostrów odznaczał z kolei odczyn lekko kwaśny, w zakresie pH 5,91 – 6,52. Odczyn obojętny stwierdzono natomiast w próbie glebowej pochodzącej z miejscowości Nosów (pH 6,60).

W odróżnieniu od wymienionych wyżej prób w materiale glebowym pobranym w miejscowości Halasy (próba 2 i 9) zanotowano odczyn zasadowy (pH 7,24 – 7,27). Podobne tendencje stwierdzane są również w innych częściach naszego kraju. W literaturze podaje się bowiem, że ponad połowa gleb Polski użytkowanych rolniczo wykazuje odczyn kwaśny i bardzo kwaśny. Nie pozostaje to bez wpływu na wielkość i jakość pozyskiwanych plonów roślin uprawnych [Czuba 2000].

Jednym z kryteriów branych pod uwagę przy ocenie jakości i kierunku użytkowania surowców pochodzenia roślinnego jest zawartość mikroelementów, w tym zwłaszcza metali ciężkich. Wśród mikroelementów, które odgrywają znaczącą rolę we wzroście i rozwoju roślin uprawnych, niewątpliwie jest miedź. Będąc ważnym składnikiem wielu enzymów roślinnych bierze ona udział w podstawowych procesach życiowych roślin [Jarociński 2011]. W zielonych częściach roślin większość miedzi zawarta jest w chloroplastach, jako składnik białka, które odgrywa istotną rolę w transporcie elektronów w procesie fotosyntezy. Miedź jest również składnikiem wielu enzymów katalizujących reakcje utleniania, pośredniczy w przekazywaniu elektronów z tlenu na akceptor, bierze udział w neutralizacji wolnych rodników tlenowych i H_2O_2 , uczestniczy w metabolizmie związków azotowych, syntezie

białek i witamin oraz bierze udział w tworzeniu cukrowców i lignifikacji ścian komórkowych [Jarociński 2011].

Jeżeli weźmiemy pod uwagę wymienione wyżej funkcje miedzi i jej wpływ na organizmy ludzi i zwierząt, istotnym zagadnieniem staje się ocena zaopatrzenia roślin uprawnych w ten mikroelement. Rośliny uprawiane na terenie Lubelszczyzny charakteryzowała zróżnicowana zawartość miedzi zarówno w częściach wegetatywnych, jak i generatywnych (tab. 3). Zależała ona przede wszystkim od gatunku uprawianej rośliny oraz warunków glebowych panujących w środowisku wzrostu roślin.

W słomie jęczmienia ilość miedzi (Cu) oscylowała na poziomie 1,68–7,58 mg·kg⁻¹, w ziarnie zaś wynosiła 1,56–8,04 mg Cu kg⁻¹ s.m. Najmniejsza zawartość Cu odznaczała rośliny zbierane w miejscowości Nosów (próba 1). Można to częściowo wiązać z odczynem, jaki charakteryzował materiał glebowy pobrany w tej miejscowości (pH 6,52). W piśmiennictwie często podkreśla się, że rozpuszczalność, migracja i przyswajalność miedzi zwiększa się wraz ze wzrostem zakwaszenia gleb [Szatanik-Kloc i in. 2010]. W odróżnieniu od powyższych prób jęczmień zbierany w miejscowości Halasy odznaczała 2,8-krotnie większa zawartość rozpatrywanego mikroelementu w słomie oraz 3,6-krotnie większa w ziarnie. Należy to najprawdopodobniej wiązać ze stosowaną agrotechniką, ponieważ warunki glebowe panujące w tej miejscowości, a zwłaszcza odczyn gleb na poziomie pH 7,24, nie mogły wywierać bezpośredniego wpływu na pobranie Cu przez rośliny.

Największa zawartość Cu odznaczała niewątpliwie próby roślinne pobrane w miejscowości Ostrów. Słoma jęczmienia zbierana w tej okolicy charakteryzowała zawartość rozpatrywanego mikroelementu na poziomie 7,58 mg Cu·kg⁻¹ s.m., ziarno natomiast – 8,04 mg Cu·kg⁻¹ s.m. Jeżeli przyjmiemy, że średnia zawartość Cu w jęczmieniu kształtuje się na poziomie 4,1 mg Cu·kg⁻¹ w słomie i 5,6 mg Cu·kg⁻¹ w ziarnie [Filipek 2006], to okazuje się, że w analizowanych próbach roślinnych zawartości te zostały wyraźnie przekroczone. Może to mieć negatywny wpływ na wielkość i jakość pozyskiwanych plonów roślin.

W przedmiotowej literaturze często podkreśla się, że nadmiar miedzi – podobnie jak jej niedobór – może powodować zaburzenia różnych procesów biochemicznych zachodzących w tkankach roślin uprawnych [Kabata-Pendias, Pendias 1999]. Nadmiar miedzi ogranicza przede wszystkim pobieranie żelaza, cynku i molibdenu wpływając w ten sposób na równowagę jonową panującą w roślinie [Krogulec 1993]. Czynnikiem, który mógł wpływać na tak znaczną ilość miedzi w suchej masie jęczmienia zbieranego w miejscowości Ostrów, mógł być niewątpliwie odczyn gleby (pH 5,91). Znajduje to potwierdzenie w danych literaturowych, gdzie często podkreśla się, że obniżenie wartości pH gleby powoduje przechodzenie form Cu łatwo wymiennych z kompleksu sorpcyjnego gleby do roztworu glebowego (środowiska rzeczywistego korzeni roślin), a więc form Cu łatwo przyswajalnych dla roślin [Szatanik-Kloc i in. 2010].

Tabela 3. Zawartość miedzi w roślinach uprawianych w warunkach zróżnicowanych gleb Lubelszczyzny**Table 3.** The copper content in plants grown in different soil conditions Lublin

Nr próby	Miejscowość	Roślina	Zawartość Cu [mg·kg ⁻¹]	
			słoma	nasiona/ziarno
1	Nosów	jęczmień	1,68	1,56
2	Halasy	jęczmień	4,70	5,56
3	Ostrów	jęczmień	7,58	8,04
4	Nosów	pszenica	1,59	2,54
5	Lack	pszenica	2,82	4,43
6	Luchów Dolny	owies	1,78	1,88
7	Nosów	rzepak	2,21	1,00
8	Nosów	rzepak	2,07	2,70
9	Halasy	rzepak	2,08	2,68
10	Jabłonna Majątek	rzepak	2,53	3,04

W przeciwieństwie do jęczmienia, pszenica zbierana w miejscowości Nosów (próba 4) oraz Lack charakteryzowała się dużo niższą zawartością analizowanego mikroelementu. Próby roślinne pochodzące z miejscowości Nosów odznaczały się ilością Cu na poziomie 1,59 mg·kg⁻¹ dla słomy i 2,54 mg·kg⁻¹ dla ziarna. Jest to ilość wyraźnie niższa od średnich zawartości określonych dla tego gatunku roślin [Filipek 2006]. Znajduje to odzwierciedlenie w warunkach glebowych panujących w tej miejscowości (pH 6,20). Części wegetatywne i generatywne pszenicy zbieranej w miejscowości Lack również odznaczały się nieco niższą od optymalnej zawartością Cu. Dotyczyło to zwłaszcza słomy, gdzie stwierdzona zawartość tego mikroelementu była 1,3-krotnie niższa od średniej wartości charakterystycznej dla tego gatunku roślin [Filipek 2006]. Lepsze zaopatrzenie w miedź pszenicy pochodzącej z miejscowości Lack można niewątpliwie wiązać z wartością pH stwierdzoną w materiale glebowym pobranym w tej miejscowości. Odczyn gleby był tu bowiem na poziomie pH 5,43. Kwaśny odczyn gleby, jak już podkreślano, sprzyja występowaniu pierwiastków śladowych w formach bardziej ruchliwych oraz stwarza warunki do większego gromadzenia tych składników w roślinach uprawnych [Trąba, Wolański 2004].

Stosunkowo niską zawartością miedzi na poziomie 1,78 mg·kg⁻¹ dla słomy i 1,88 mg·kg⁻¹ dla ziarna odznaczał się również owies zbierany w miejscowości Luchów Dolny. Za optymalne dla tego gatunku roślin przyjmuje się wartości w granicach 3,6 mg Cu·kg⁻¹ dla słomy i 4,6 mg Cu·kg⁻¹ dla ziarna [Filipek 2006]. Tak niska zawartość Cu w częściach wegetatywnych i generatywnych owsa jest o tyle zastanawiająca, że w materiale glebowym pobranym w tej miejscowości stwierdzono odczyn kwaśny na poziomie pH 4,02. W przedmiotowej literaturze niekiedy podkreśla się, że obok odczynu gleby na fitoprzyzwajalność miedzi może mieć wpływ szereg innych czynników takich, jak zawartość P, Mn i Fe w gle-

bie, regularne stosowanie nawozów naturalnych, organicznych i mineralnych oraz biologiczne właściwości uprawianej rośliny [Bednarek i in. 2006; Trąba, Wolański 2004].

Ilość miedzi w suchej masie rzepaku wynosiła odpowiednio 2,07–2,53 mg·kg⁻¹ dla słomy i 1,0–3,04 mg·kg⁻¹ dla nasion i wyraźnie zależała od panujących w rejonie ich uprawy warunków glebowych. Najwyższą zawartością analizowanego mikroelementu odznaczały się rośliny zbierane w miejscowości Jabłonna Majątek, gdzie kwaśny odczyn gleby (pH 5,40) sprzyjał większej fitoprzyswajalności tego składnika dla roślin [Sady, Smoleń 2004]. Najniższą zawartością miedzi w nasionach odznaczały się natomiast próby roślinne pobrane w miejscowości Nosów (próba 7), gdzie ilość Cu była na poziomie 1,0 mg·kg⁻¹ s.m. W przypadku słomy najniższe zawartości tego mikroelementu zanotowano w materiale roślinnym zbieranym w miejscowości Nosów (próba 8) oraz Halasy. Ilość miedzi w częściach wegetatywnych rzepaku wahała się tu w granicach 2,07–2,08 mg Cu·kg⁻¹ s.m.

4. WNIOSKI

Analiza uzyskanych wyników badań oraz ich interpretacja, pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Analizowane gleby Lubelszczyzny odznaczały się zróżnicowanym składem granulometrycznym od piasków (Nosów – próba 1 i 8, Ostrów, Lack, Luchów Dolny) poprzez gliny (Halasy – próba 2 i 9, Nosów – próba 4 i 7), aż po pył ilasty stwierdzony w miejscowości Jabłonna Majątek.
2. Zróżnicowany skład granulometryczny nie pozostawał bez wpływu na inne właściwości gleby, między innymi na jej odczyn. Większość gleb pobranych do analizy charakteryzowała się odczynem kwaśnym i lekko kwaśnym. Wyjątek stanowiły jedynie próby glebowe pobrane w miejscowości Nosów (próba 7 i 8), gdzie stwierdzono odczyn obojętny oraz w miejscowości Halasy (próba 2 i 9), gdzie zanotowano odczyn zasadowy.
3. Warunki glebowe wynikające ze zróżnicowanego składu granulometrycznego i odczynu oraz gatunek uprawianej rośliny w znacznym stopniu wpływały na zawartość miedzi w częściach wegetatywnych i generatywnych roślin uprawianych na terenie województwa lubelskiego.
4. Największa zawartość Cu odznaczała próby słomy i ziarna jęczmienia zbieranego w miejscowości Ostrów, gdzie odczyn gleby był rzędu pH 5,91. Ilość miedzi 1,4–1,8-krotnie przekraczała tu średnie zawartości stwierdzone dla tego gatunku roślin.
5. Najmniejszą ilość Cu stwierdzono natomiast w słomie i nasionach rzepaku. Najmniejsza zawartość miedzi w nasionach charakteryzowała rośliny zbierane w miejscowości Nosów (próba 7), zaś w słomie – rośliny pochodzące z miejscowości Nosów (próba 8) i Halasy. W materiale glebowym pochodzącym z tych miejscowości odczyn gleby był na poziomie pH 6,60–7,27.

6. Istnieje wyraźna zależność pomiędzy warunkami glebowymi determinowanymi składem granulometrycznym i odczynem gleb a jakością pozyskiwanych surowców roślinnych, której wyznacznikiem jest między innymi zawartość metali ciężkich, w tym miedzi, w częściach wegetatywnych i generatywnych roślin uprawnych.

PIŚMIENNICTWO

- BEDNAREK W., TKACZYK P., DRESZER S. 2006. Zawartość metali ciężkich jako kryterium oceny jakości bulw ziemniaka. *Annales UMCS, Sec. E*, 61: 121–131.
- CZUBA R. 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 471: 161–169.
- DĄBKOWSKA-NASKRĘT H., RÓŻAŃSKI S. 2009. Całkowita zawartość oraz fitodostępność Zn, Cu, Mn, Fe w wybranych glebach uprawnych pojezierza gnieźnieńskiego. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 541: 97–104.
- FILIPEK T. (red.) 2006. *Chemia rolna. Podstawy teoretyczne i analityczne*. Wyd. AR w Lublinie: 282.
- GRUCA-KRÓLIKOWSKA S., WACŁAWEK W. 2006. Metale ciężkie. Cz. II. Wpływ metali ciężkich na rośliny. *Chemia, Dydaktyka, Ekologia, Metrologia*, 11 (1–2): 41–56.
- JAROCIŃSKI B. 2011. Rola i funkcje miedzi w roślinie. *Związek sadowników Rzeczpospolitej Polskiej*: 15.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN Warszawa: 397.
- KROGULEC N. 1993. Wpływ metali ciężkich na rośliny. *Ekopartner* 1(15): 21.
- SADY W., SMOLEŃ S. 2004. Wpływ czynników glebowo-nawozowych na akumulację metali ciężkich w roślinach. *Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych*. Wyd. AR w Poznaniu: 269–277.
- SZATANIK-KLOC A., SOKOŁOWSKA Z., HAJNOS M., ALEKSEEVA T., ALEKSEEV A. 2010. Wpływ pH oraz jonów Cu^{2+} i Zn^{2+} na zawartość wapnia w życie (*Secale cereale* L.). *Acta Agrophys.* 15(1): 177–185.
- TRĄBA CZ., WOLAŃSKI P. 2004. Zawartość niektórych mikroelementów w runi łąkowej na tle niektórych właściwości gleby. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 3: 1319–1326.
- WĘGLARZY K. 2007. Metale ciężkie – źródła zanieczyszczeń i wpływ na środowisko. *Wiad. Zootech.* 45, 3: 31–38.