

HALINA MOROŃ, HUBERT GEMBARZEWSKI, ELŻBIETA ANDRUSZCZAK

ZAWARTOŚĆ MIEDZI W ZIARNIE ZBÓŻ W POLSCE

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa
Oddział we Wrocławiu

WSTĘP

Zboża są głównym źródłem pożywienia człowieka i zwierząt. Ich wartość biologiczna ma zatem podstawowe znaczenie. Na wartość tę składają się między innymi składniki mineralne, w tym także mikroelementy. Jednym z ważniejszych dla człowieka i zwierząt mikroelementów jest miedź. Najlepszą drogą dozowania miedzi w pożywieniu i w paszy jest zapewnienie odpowiedniej zawartości tego składnika w produktach roślinnych. Schorrocks [8], opierając się na różnych źródłach, m.in. WHO, podaje, że człowiek powinien otrzymywać w pożywieniu 2–3 mg Cu dziennie. Z badań prowadzonych w Wielkiej Brytanii, Danii i Szwecji wynika, że mieszkańcy tych krajów spożywają średnio 1,6–1,8 mg Cu dziennie. Można oczekiwać, że podobny niedobór miedzi występuje w pożywieniu mieszkańców państw północnej Europy, a także Polski — kraju sąsiadującego z tym regionem.

Jeden z nielicznych eksperymentów z udziałem ludzi [8], przeprowadzony w USA przy diecie dziennej o zawartości 1 mg Cu, musiano przerwać z powodu wzrostu nasilenia chorób naczyń wieńcowych i dolegliwości reumatycznych u pacjentów.

Dotychczas nie istnieją ściśle normy odnośnie do zawartości miedzi w pożywieniu ludzi. W przypadku zwierząt za optimum uważa się 8–12 mg Cu na kg suchej masy, nie mniej zaś niż 5 mg/kg [7, 10].

Wyniki badań wykonanych przez Guptę i MacLeoda [4] mówią o różnym zapotrzebowaniu poszczególnych zbóż na miedź. I tak granica niedoboru (według zawartości miedzi w ziarnie) wynosi dla owsa 1,8 mg/kg, dla jęczmienia 2,0 mg, a dla pszenicy 2,3 mg.

Dane z różnych źródeł zebrane przez Gembarzewskiego [2] mówią o krytycznej zawartości Cu wynoszącej dla pszenicy 2,5 mg/kg, a dla owsa — 2,0–2,3 mg/kg. Są to granice dość ostrego niedoboru, gdyż z dużych serii doświadczeń polowych w WOPR, jak i z wcześniejszych badań holenderskich [9] wynika, iż zwyżki plonów przy nawożeniu miedzią występują także przy zawartości 3–4, a nawet 4–5 mg Cu w przeliczeniu na 1 kg ziarna.

Niniejsza praca ma na celu przybliżoną ocenę zawartości miedzi w ziarnie zbóż w Polsce w ujęciu przestrzennym, a także pewną próbę konfrontacji tych danych z zawartością w glebie Cu rozpuszczalnej w 0,4 M HNO₃ [1]. Z uzyskanych danych można wyciągnąć ogólne wnioski co do potrzeb nawożenia miedzią zbóż w różnych rejonach, a także co do niektórych kryteriów oceny jej zawartości w glebach.

MATERIAŁY I METODYKA

Za materiał badawczy posłużyły wyniki analiz 5105 próbek ziarna zbóż z lat 1976–1983 z tzw. gospodarstw kontrolnych IUNG. Gospodarstwa te, w liczbie 826, zorganizowano w sieci Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych (OSChR) według koncepcji R. Czuby na terenie całego kraju. Analizy miedzi wykonywano metodą kolorymetryczną lub ASA.

W pracy przyjęto, że: poniżej 4 mg Cu na kg s.m. jest to zawartość niska, 4,0–4,9 — średnia, zawartość od 5,0 mg/kg uznano za wystarczającą (udział takich próbek jest niewielki).

W sumie wykorzystano analizy Cu z 1456 próbek ziarna pszenicy, 1065 próbek jęczmienia jarego pastewnego, 1455 żyta i 535 próbek owsa.

Jako tło do porównania zamieszczono na rysunku 1 mapę udziału gleb o niskiej zawartości Cu [1] według kryteriów stosowanych do 1985 r. w sieci OSChR.

WYNIKI BADAŃ

Z zebranych materiałów wynika, że łącznie 8% próbek ziarna zbóż zawiera poniżej 2,5 mg Cu w 1 kg, 44% od 2,5 do 4,0 mg, 28% od 4 do 5 mg i 20% próbek więcej niż 5 mg/kg.

Średnio w 1 kg ziarna zbóż jest 4,2 mg Cu, przy czym w 1 kg ziarna jęczmienia — 4,4 mg, pszenicy — 4,1 mg, żyta — 4,1 mg i owsa — 3,7 mg. W przypadku pszenicy mniej niż 2,5 mg Cu w 1 kg ziarna odnotowano średnio w kraju w 9% próbek, ale w niektórych województwach udział takich próbek był znacznie większy. W pasie województw środkowopółnocnych wynosił on: 29% w poznańskim, 27% w toruńskim, 21% w bydgoskim i po 18% w warszawskim i ciechanowskim, zaś na południu: 31% w przemyskim, 23% w rzeszowskim i 18% w krośnieńskim.

Na rysunku 1 przedstawiono rozmieszczenie przestrzenne gleb ubogich w miedź, opracowane na podstawie liczb Westerhoffa, stosowanych w sieci OSChR do końca 1985 r., a na mapach (rys. 2–5) zestawiono średnie zawartości miedzi w ziarnie zbóż z poszczególnych województw.

Według wyników badań glebowych, najmniej gleb ubogich w miedź jest w południowych i północno-zachodnich rejonach kraju. Są to obszary górskie, województw krośnieńskiego i rzeszowskiego po jeleniogórskie wraz z uprzemysłowionymi Katowickiem, Krakowskiem, Legnickiem i Wrocławskiem, a także



Rys. 1. Zawartość miedzi w glebie według liczb Wersterhoffa; udział gleb o zawartości Cu (%):
1 — 75, 2 — 51–75, 3 — 26–50, 4 — 0–25

Fig. 1. Copper content in soil according to Wersterhoff's numbers (%): 1 — 75, 2 — 51–75,
3 — 26–50, 4 — 0–25

województwa szczecińskie, koszalińskie, pilskie i elbląskie. Generalnie są to gleby cięższe (gliniaste), bogate w ogólne formy miedzi. Najuboższe w miedź (powyżej 75% gleb o niskiej zawartości) są gleby woj. białostockiego i ostrołęckiego.

W omówionej zawartości rozpuszczalnej miedzi w glebie według liczb granicznych Westerhoffa nie uwzględnia się jednak stopnia jej dostępności dla roślin uprawnych. Właściwości sorpcyjne gleb (miedź jest silnie wiązana przez materię organiczną i minerały ilaste), odczyn oraz zawartość w nich azotu i fosforu wpływają również na zawartość miedzi w roślinie. Zawartość ta zależy także od gatunku i odmiany rośliny [4, 8].

Z badań siana w Polsce [6], wykonanych w sieci OSChR, wynika, że najuboższe w Cu jest siano w byłym województwie poznańskim (3,6 mg Cu/kg), a następnie w białostockim (4,0 mg/kg). Siano z obszarów południowych było bogatsze w Cu (8–9 mg/kg). Wyniki te są w przybliżeniu zgodne z rezultatami analiz gleb (rys. 1).



Rys. 2. Zawartość miedzi w ziarnie jęczmienia jarego (mg/kg): 1 --- do 3,9, 2 --- 4,0-4,9, 3 --- od 5,0, 4 --- brak danych

Fig. 2. Copper content in spring barley grain (mg/kg): 1 --- up to 3,9, 2 --- 4,0-4,9, 3 --- from 5,0, 4 --- lack of data

Zawartość Cu w ziarnie jest zakodowana genetycznie i trudniej ulega zmianom niż zawartość tego mikroelementu w innych organach.

Zawartość miedzi w ziarnie jęczmienia jarego (rys. 2) jest średnio biorąc wysoka w pasie południowym i w województwach elbląskim oraz zielonogórskim. Ziarno jęczmienia w Szczecińskim i Piłskim jest ubogie w miedź (rys. 1).

W przypadku pszenicy (rys. 3) w całym pasie NW-SE od Szczecina po Zamość i Przemysł wraz z Wrocławiem zboże to zawiera mało miedzi, natomiast województwa Ostrołęckie i Białostockie produkują ziarno o średniej zawartości miedzi. Ziarno z czarnych ziem wrocławskich i przyrzyckich jest ubogie w Cu. Wynika to zapewne z silnego wiązania miedzi przez minerały ilaste i materię organiczną tych gleb.

Niedobory miedzi w ziarnie żyta występują w trójkącie środkowopółnocnym (Poznań-Gdańsk-Łomża) oraz w województwach: wrocławskim, kieleckim, rzeszowskim, chełmskim i bielsko-podlaskim. Zasobne w Cu jest żyto z województw bielskiego, katowickiego, krakowskiego, tarnowskiego i częstochowskiego.



Rys. 3. Zawartość miedzi w ziarnie pszenicy ozimej (mg/kg): 1 — do 3,9, 2 — 4,0–4,9, 3 — od 5,0, 4 — brak danych

Fig. 3. Copper content in winter wheat grain (mg/kg): 1 — up to 3,9, 2 — 4,0–4,9, 3 — from 5,0, 4 — lack of data

Najniższą zawartość miedzi stwierdzono w ziarnie owsa. Wysoka zawartość Cu w ziarnie tego zboża występuje w Bielskim i Katowickim, a niska lub średnia w ziarnie z górskich rejonów Karpat (nowosądeckie, krośnieńskie) i Sudetów (jeleniogórskie). W odniesieniu do wielu województw jest zbyt mało danych (poniżej 10 analiz). Inaczej niż w przypadku żyta niska jest zawartość miedzi w ziarnie owsa z woj. częstochowskiego.

PODSUMOWANIE

Główny obszar niedoboru Cu w ziarnie zbóż to rejon Piła-Bydgoszcz-Toruń i na południe aż do Wrocławia; inne obszary — zależnie od gatunku zbóż; w zbożach jest dużo miedzi w województwie bielskim oraz w pasie Katowice-Kraków-Tarnów.

Mapa zawartości miedzi w glebach, ustalona metodą Westerhoffa [1], może stanowić informację o zaopatrzeniu gleb i roślin w miedź, ale tylko po



Rys. 4. Zawartość miedzi w ziarnie żyta (mg/kg): 1 — do 3,9, 2 — 4,0-4,9, 3 — od 5,0, 4 — brak danych

Fig. 4. Copper content in rye grain (mg/kg): 1 — up to 3,9, 2 — 4,0-4,9, 3 — from 5,0, 4 — lack of data

uwzględnieniu gorszej dostępności tego mikroelementu na glebach ciężkich, bogatych w materię organiczną, a także innych czynników glebowo-agrotechnicznych oraz gatunku, a w miarę posiadanych informacji nawet odmiany zbóż.

Ogólnie można stwierdzić, że ziarno zbóż w Polsce jest zbyt ubogie w miedź, gdy weźmie się pod uwagę potrzeby biologiczne człowieka i zwierząt. Dla poprawy tego stanu konieczne jest wzbogacenie gleb w miedź na wielu obszarach.

LITERATURA

- [1] Czuba R., Gembarzewski H. i in. Zawartość rozpuszczalnych form mikroelementów w glebach Polski. IUNG, Puławy 1985.
- [2] Gembarzewski H. Wykorzystanie rachunku regresji do opracowania liczb granicznych zasobności gleb w miedź. Rocz. Nauk. Rol. A-106-4, 1987: 127-143.
- [3] Gembarzewski H., Kamińska W., Korzeniowska J. Zastosowanie 1 M roztworu HCl jako wspólnego ekstrahenta do oceny zasobności gleby w przyswajalne formy mikroelementów. Pr. Kom. Nauk. PTG. 1987, nr 99: 1-9.



Rys. 5. Zawartość miedzi w ziarnie owsa (mg/kg): 1 — do 3,9, 2 — 4,0–4,9, 3 — od 5,0, 4 — brak danych

Fig. 5. Copper content in oat grain (mg/kg): 1 — up to 3.9, 2 — 4.0–4.9, 3 — from 5.0, 4 — lack of data

- [4] Gupta U.C., MacLeod L.B. Responses to copper and optimum levels in wheat, barley and oat under greenhouse and field conditions. *Can. J. Soil Sci.* 1970, 50: 227–378.
- [5] Jasiewicz C. Przemiany miedzi w glebie zastosowanej w formie CuSO_4 i jej pobranie przez rośliny. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozpr. Habil.* 1990, Nr 137.
- [6] Kamińska W., Kardasz T., Strahl A., Szymborska H. Skład chemiczny roślin uprawnych i niektórych pasz pochodzenia roślinnego. IUNG, Puławy 1976.
- [7] Krużyńska H. Liczby graniczne zawartości mikroelementów w roślinach dla oceny ich wartości paszowej. *Nowe Rol.* 1985, 9: 45–47.
- [8] Shorrocks V.M. Recent developments regarding boron, copper, iron, manganese, molybdenum, selenium and zinc. (In:): *The utilization of secondary and trace elements in agriculture.* Martinus Nijhof Pub., 1987, Dordrecht (Boston) Lancaster, for the United Nations: 270–290.
- [9] Smilde K.W., Henkens C.H. Sensitivity to copper deficiency of different cereals and strains of cereals. *Neth. J. Agricult. Sci.* 1967, 15, nr 4: 249–258.
- [10] Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle. Centre of Agricult. Pub. a Document., Wageningen 1973.

Г. МОРОНЬ, Г. ГЕМБАЖЕВСКИ, Э. АНДРУЩАК

СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ В ЗЕРНЕ ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ В ПОЛЬШЕ

Институт агротехники, удобрения и почвоведения, филиал во Вроцлаве

Резюме

Анализировали результаты образцов зерна хлебных злаков на содержание меди. Образцы были отобраны в т. наз. контрольных хозяйствах Института агротехники, удобрения и почвоведения и касались периода 1976–1983 гг. Их оценивали с точки зрения содержания Cu для питательных нужд животных и человека. Полученные результаты представлены на картах отдельных воеводств.

Содержание Cu в корму должно составлять не меньше, чем 5,0 мг/кг сухого вещества. В настоящей работе принято, что содержание Cu ниже 2,5 мг/кг зерна является пределом четкого дефицита для зерновых. В воеводствах Пшемысль, Жешов, Познань, Торунь, Плоцк и Быдгощ такие образцы насчитывают 20–31%.

Зерно кормового ярового ячменя содержит в среднем в 1 кг 4,2, озимой пшеницы 4,1, ржи 4,1, овса 3,7 мг Cu. В среднем 8% образцов содержит ниже 2,5 мг Cu/kg, а 44% — 2,5–4,0 мг. Только 20% образцов содержит свыше 5 мг Cu/kg, т.е. являются полноценными как корм для животных и продовольствие для людей. Площади с высоким содержанием Cu в зерне это индустриализованные площади: воеводства Ка́товце, Краков, Тарнов, Бельско-Бяла и Легница.

H. MOROŃ, H. GEMBARZEWSKI, E. ANDRUSZCZAK

COPPER CONTENT IN GRAIN OF CEREALS IN POLAND

Institute of Soil Science and Cultivation of Plants, Branch Division in Wrocław

Summary

Results of analysis of 5105 cereal grain samples for the copper content are presented. The samples were taken from the so-called control farms of the Institute of Soil Science and Cultivation of Plants and concerned the period 1976–1983. They were estimated with regard to the Cu content required for nutritional needs of man and animals. The results obtained are presented in maps of particular districts (voivodships).

The Cu content in fodder should amount to at least 5.0 mg per 1 kg of dry matter. It has been assumed in the present work that the Cu content below 2.5 mg Cu per/kg of grain is a limit of distinct deficiency of copper for cereals. In the Przemyśl, Rzeszów, Poznań, Toruń, Płock and Bydgoszcz districts such samples constitute 20–31%.

The fodder spring barley grain contains, on the average, in 1 kg 4.2, winter wheat 4.1, rye 4.1, oats 3.7 mg Cu. Averagely 8% of samples contain below 2.5 mg Cu per/kg and 44% — 2.5–4.0 mg. Only 20% of samples contain more than 5 mg Cu per/kg; i.e. can be acknowledged as full-value fodder for animals and food for men. Areas with high Cu content in grain are industrialized regions: Katowice, Cracow, Tarnów, Bielsko-Biała and Legnica districts.