

MARIA ZIĘTECKA

BADANIA NAD ZAWARTOŚCIĄ MIEDZI W GLEBACH I ROŚLINACH

CZEŚĆ III. WPŁYW NAWOŻENIA MIEDZIĄ NA JEJ ZAWARTOŚĆ W ROŚLINACH I W GLEBACH¹

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii Akademii Rolniczej
we Wrocławiu

Efekty nawożenia miedzią gleb mineralnych stosunkowo rzadko wyrażają się wzrostem plonu roślin uprawnych [1, 2, 3, 18]. Zwyczajki uzyskuje się głównie na glebach lekkich, ubogich w miedź. Częściej obserwuje się pod wpływem nawożenia miedzią poprawę jakości plonu, wyrażającą się wzrostem zawartości Cu w materiale roślinnym.

Wysokie przyrosty zawartości miedzi w ziarnie i słomie jęczmienia pod wpływem nawożenia tym składnikiem uzyskali w warunkach doświadczeń wazonowych Gupta i Mac Kay [7]. Również badania przeprowadzone w warunkach polowych przez Szukalskiego [17], Szukalskiego i Sikorę [19], Ruszkowską i Łyszcz [14], Gałczyńską [5], Szukalskiego i Zembaczyńską [20]; wskazują na pewien przyrost miedzi w roślinach wskutek nawożenia Cu. W doświadczeniach wazonowych z różnymi roślinami (owies, len, bobik, gryka) Szukalski [16] stwierdził znaczny przyrost zawartości miedzi w nasionach gryki. W nasionach pozostałych roślin poziom miedzi wzrósł nieznacznie, przy czym najslabiej pod tym względem reagował na nawożenie miedzią owies.

Wyraźny wzrost ilości miedzi w warunkach doświadczeń polowych znalazł Gutmański w korzeniach i liściach marchwi [10], a także w korzeniach i liściach kilku odmian buraka cukrowego [9]. Wzrost ten stwierdził także Zabłocki [22, 23] w odniesieniu do roślinności łąkowej. Natomiast zastosowane nawożenie miedzią przez Gupta i MacLeod [8] nie podwyższyło w warunkach polowych jej zawartości w roślinach zbożowych. Podobnie Henriksen [11] nie znalazł istotnego przyrostu zawartości miedzi w roślinach w wyniku jej zastosowania.

¹ Praca była częściowo finansowana przez Komitet Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN.

Tak więc wpływ nawożenia miedzią na poziom Cu w roślinach ujawnia się w różnym, niekiedy nawet, zwłaszcza w warunkach polowych, niewielkim stopniu. Efekty nawożenia Cu uwarunkowane są bowiem szeregiem czynników glebowych i klimatycznych.

S m i l d e i H e n k e n s [15] zwracają także uwagę, że przy badaniu zawartości miedzi w roślinach w zależności od zaopatrzenia środowiska w Cu należy uwzględnić fazę rozwojową rośliny. W badaniach tych autorów wpływ nawożenia miedzią na procentowy przyrost jej zawartości w liściach owsa i pszenicy malał wraz z wiekiem tych roślin. Autorzy ci, podobnie jak Jurkowska i Wojciechowicz [12], uważają, że przy badaniach wpływu nawożenia miedzią na jej zawartość w roślinach nie bez znaczenia jest zagadnienie nie tylko gatunku, ale i odmiany roślin.

Znacznie wyraźniejszy niż na zawartość w roślinach jest wpływ nawożenia miedzią na jej zawartość w glebie. Dodana miedź do gleby pozostaje w ciągu pierwszego roku prawie w całości w formie rozpuszczalnej. Przykładem tego mogą być wyniki Gupty i Mac Kay [7], którzy odnaleźli w formie wymiennej 85-94% ilości miedzi dodanej do gleby. H e n r i k s e n jednak stwierdził [11], że wysoka rozpuszczalność miedzi dodanej do gleby zmniejsza się z upływem czasu. W roku zastosowania nawożenia miedzią uzyskał w wyciągu EDTA 90%, a po trzech latach już tylko około 60% Cu dodanej.

Przedstawione badania miały na celu określenie wpływu nawożenia miedzią w warunkach kontrolowanych (doświadczenia wazonowe) na zawartość Cu w roślinach w zależności od różnej zasobności gleb w ten składnik. Badano także wpływ nawożenia miedzią na zawartość „przyswajalnej dla roślin” Cu w glebie.

MATERIAŁ I METODYKA

Przeprowadzono 7 doświadczeń wazonowych z różnymi roślinami. Jako podłoży użyto 6 gleb o zróżnicowanym poziomie miedzi przyswajalnej dla roślin (0,7 do 9,6 ppm według Westerhoffa), należących do różnych klas zawartości tego składnika: niskiej (gleba I), średniej (gleby II i III) oraz wysokiej (gleby IV—VI). Gleby te były równocześnie zróżnicowane pod względem innych właściwości (tab. 1).

Glebę w ilości 6 kg mieszano z nawozami i napełniano nią wazon. W doświadczeniach zastosowano jednakowy poziom nawożenia makroelementami: 1 g N, 0,8 g P₂O₅, 1,2 g K₂O, 0,5 g MgO na wazon, oraz mikroelementami (z wyłączeniem miedzi) w ilościach dodawanych przez nas stale w doświadczeniach wazonowych. Miedź w formie CuSO₄ zastosowano we wszystkich doświadczeniach w ilości 15 mg Cu na wazon (2,5 ppm) oraz w doświadczeniu 7 także obok dawki 15 mg Cu na wazon dawkę podwójną — 30 mg Cu na wazon. W doświadczeniach 1, 2,

Tabela 1

Niektóre właściwości gleb użytych do doświadczeń
Some properties of soils used in the experiments

Gleby Soils	Grupa mechaniczna Mechanical groups	Części spławial- ne Clayey particles %	pH /KCl/	C orga- niczny Organic C %	mg/100 g gleby mg/100 g of soil			Zawartość Cu ^{xxx} Cu content	
					P ₂ O ₅ ^x	K ₂ O ^x	Mg ^{xx}	ppm	ocena esti- mated
I	piasek luźny loose sand	5	4,4	0,33	4,4	2,5	0,4	0,7	-
II	piasek gliniasty lekki light loamy sand	15	6,1	0,73	17,5	17,0	3,2	2,8	±
III	piasek gliniasty mocny heavy loamy sand	17	6,2	0,85	17,0	20,0	5,9	3,2	±
IV	glina lekka light loam	24	6,6	1,20	18,0	27,5	9,5	5,9	+
V	glina lekka light loam	26	7,2	1,18	pow. 25	14,0	9,2	6,0	+
VI	piasek gliniasty mocny heavy loamy sand	20	7,2	0,77	17,7	10,5	8,5	9,6	+
<p>^x według Egnera-Riehma - after Egner-Riehm ^{xx} według Schachtschabela - after Schachtschabel ^{xxx} według Westerhoffa - after Westerhoff</p>									

4 stosowano nawożenie miedzią także w formie chelatu miedziowego. Ponieważ jednak nie stwierdzono wyraźnych różnic w działaniu obu form miedzi [24], wyników uzyskanych dla chelatu miedziowego nie przytoczono w niniejszej pracy.

W czasie vegetacji roślin utrzymywano wilgotność gleby na poziomie 60% maksymalnej nasiąkliwości wodnej.

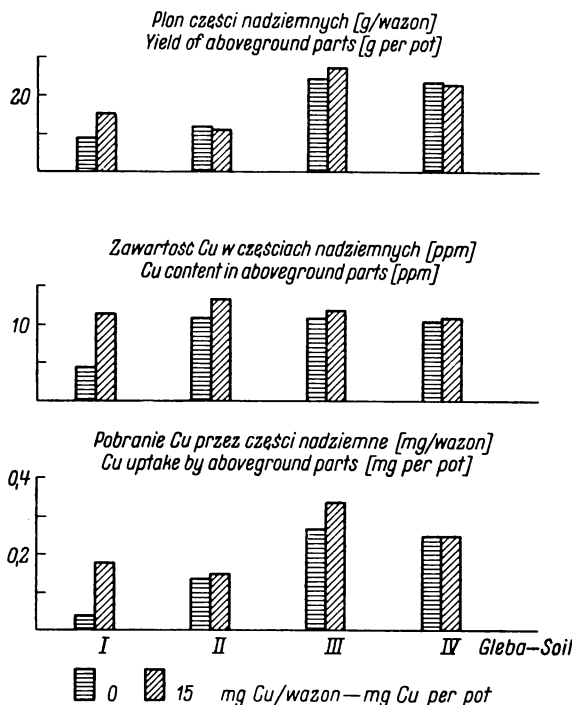
W plonach oznaczono zawartość miedzi metodą kolorymetryczną [4] po uprzedniej mineralizacji materiału roślinnego na mokro.

W doświadczeniach 1-6 oznaczono w glebach po sprzęcie roślin zawartość miedzi przyswajalnej według Westerhoffa [21].

OPIS DOŚWIADCZEŃ I ICH WYNIKI

Doświadczenie 1 — gorczyca biała. Doświadczenie przeprowadzono w 1969 r. na glebach I, II, IV i V. Siew — 10.V. Wschody — 13.V. Przerywka do 20 roślin — 16.V. Sprzęt części nadziemnych w fazie wykształcania pędów kwiatowych — 13.VI. Wyniki przedstawia rys. 1.

Doświadczenie 2 — proso zwyczajne, odmiana Strzeleckie Żółte. Doświadczenie przeprowadzono w 1969 r. na glebach I i IV. Siew — 20.VI. Wschody — 24.VI. Przerywka do 20 roślin — 27.VI. Sprzęt I części nadziemnych w fazie wysuwania wiech — 13.VIII, sprzęt II w fazie pełnej dojrzałości — 1 X na glebie I, 6.X na glebie IV. Wyniki przedstawia rys. 2.



Rys. 1. Gorczyca

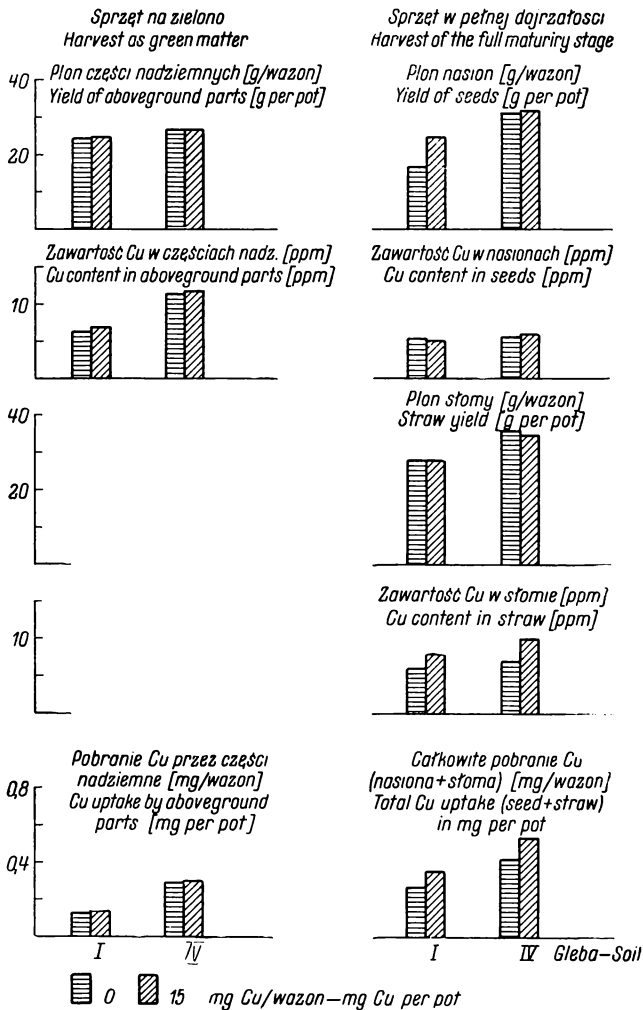
Mustard

Doświadczenie 3 — pszenica jara, odmiana Szywna Gorzowska i Nagradowicka. Doświadczenie przeprowadzono w 1970 r. na glebach I i IV. Siew — 13.V. Wschody — 19.V. Przerzywka do 15 roślin — 22.V. Sprzęt części nadziemnej (3 liście górne + pozostałe części nadziemne) w fazie kwitnienia — 7.VII, w fazie dojrzałości pełnej — 19.VIII. Wyniki przedstawia rys. 3.

Doświadczenie 4 — jęczmień, odmiana Visa Breuns. Doświadczenie przeprowadzono w 1969 r. na glebach I-V. Siew — 9. V. Wschody — 13.V. Przerzywka do 15 roślin — 16.V. Sprzęt w fazie pełnej dojrzałości — 15.VIII. Wyniki przedstawia rys. 4.

Doświadczenie 5 — jęczmień, odmiana Skrzyszowicka i Visa Breuns. Doświadczenie przeprowadzono w 1970 r. na glebach I i IV. Siew — 23.IV. Wschody — 2.V. Przerzywka do 15 roślin — 6.V. Sprzęt części nadziemnych (3 liście górne + pozostałe części nadziemne) w fazie kwitnienia — 24.VI, w fazie pełnej dojrzałości — 5.VIII. Wyniki przedstawia rys. 5.

Doświadczenie 6 — owies, odmiany Przebój II, Biały Mazur i Bartek Udycki. Doświadczenie przeprowadzono w 1970 r. na glebach I i IV. Siew — 23 IV. Wschody — 2.V. Przerzywka do 15 roślin — 6.V.



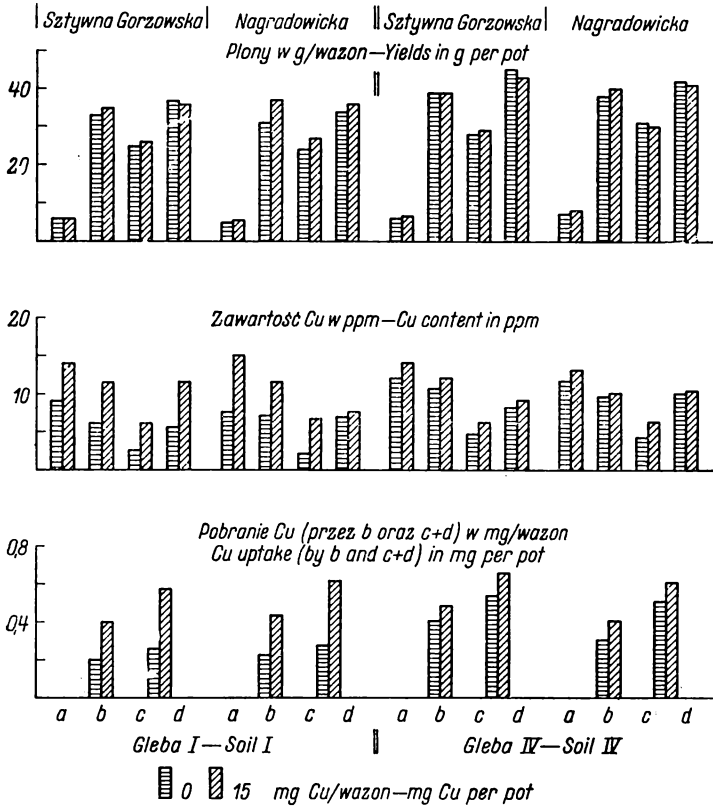
Rys. 2. Proso

Millet

Sprzęt części nadziemnych (3 liście górne+pozostałe części nadziemne) w fazie kwitnienia — 27.VI, w fazie pełnej dojrzałości — 8.VIII. Wyniki przedstawia rys. 6.

Doświadczenie 7 — owies, odmiana Flämingsweiss. Doświadczenie przeprowadzono w 1975 r. na glebach I i VI, przy czym glebę VI zmieszano z piaskiem w stosunku 1:1. Siew — 22.IV. Wschody — 29.IV. Przerywka do 12 roślin — 6.V. Sprzęt części nadziemnych w fazie krzewienia — 21.V, w fazie strzelania w źdźbło — 27.V, w fa-

zie wysuwania wiech — 23.VI, w fazie kwitnienia — 26.VI i w fazie pełnej dojrzałości — 2.VIII. Wyniki przedstawia rys. 7.



Rys. 3. Pszenica

a — 3 liście górne (kwitnienie), b — cała część nadziemna (kwitnienie), c — ziarno, d — słoma

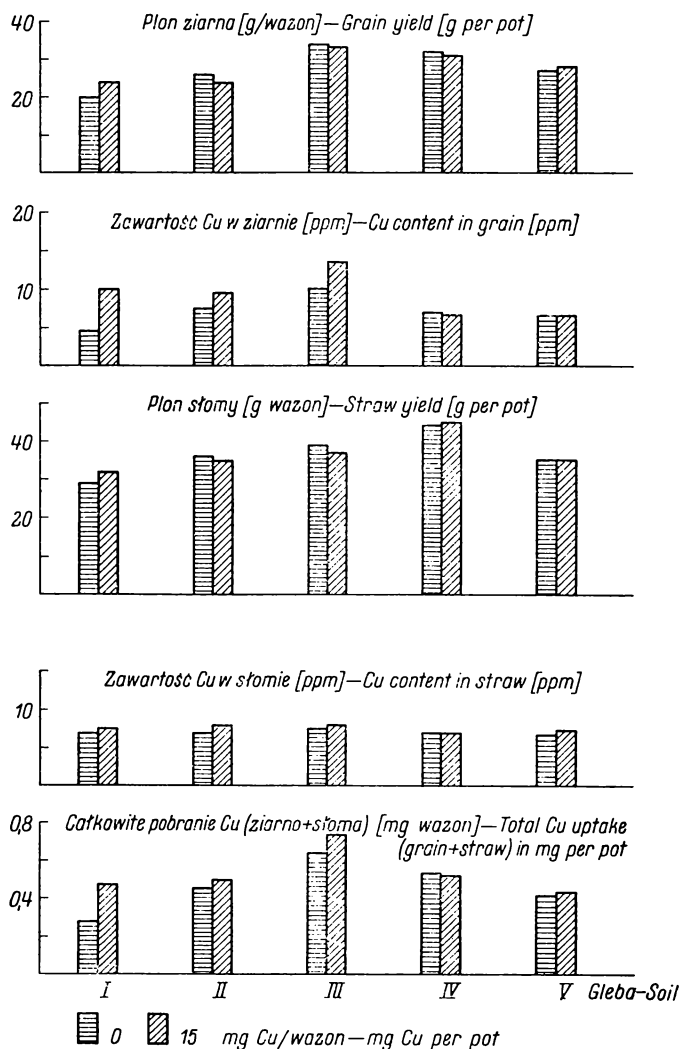
Wheat

a — 3 top leaves (flowering), b — whole aboveground parts (flowering), c — grain, d — straw

OMÓWIENIE WYNIKÓW I ICH WNIOSKI

W czasie wegetacji zaobserwowano wyraźne różnice w wyglądzie roślin między poszczególnymi glebami na analogicznych obiektach nawozowych. Na glebie ubogiej w miedź rośliny jęczmienia w doświadczeniu 4 i prosa (doświadczenie 2) odznaczały się lepszym wzrostem i większą ilością zielonej masy w obiektach nawożonych w stosunku do nie nawożonych miedzią. Goryczyca (doświadczenie 1) miała także grubsze łodygi. W pozostałych doświadczeniach nie zaobserwowano wpływu nawożenia miedzią na wzrost i rozwój roślin ani na glebie bogatej, ani też ubogiej w ten składnik.

Poziom plonów badanych roślin był różny na różnych glebach (rys. 1-7). Na glebach o średniej i wysokiej zawartości miedzi „przyswajalnej dla roślin” (gleby II-VI) nawożenie Cu w żadnym z przeprowadzonych doświadczeń nie zwiększało istotnie plonu roślin (rys. 1-7). Natomiast na glebie ubogiej w miedź (gleba I) nawożenie miedzią spowodowało wzrost plonu niektórych roślin. Na glebie tej uzyskano (rys. 1, 2, 4) pod wpływem nawożenia miedzią istotną wyższą plonu części nadziemnych górczycy sprzątej na zielono (doświadczenie 1) ($NUR=2,49$),

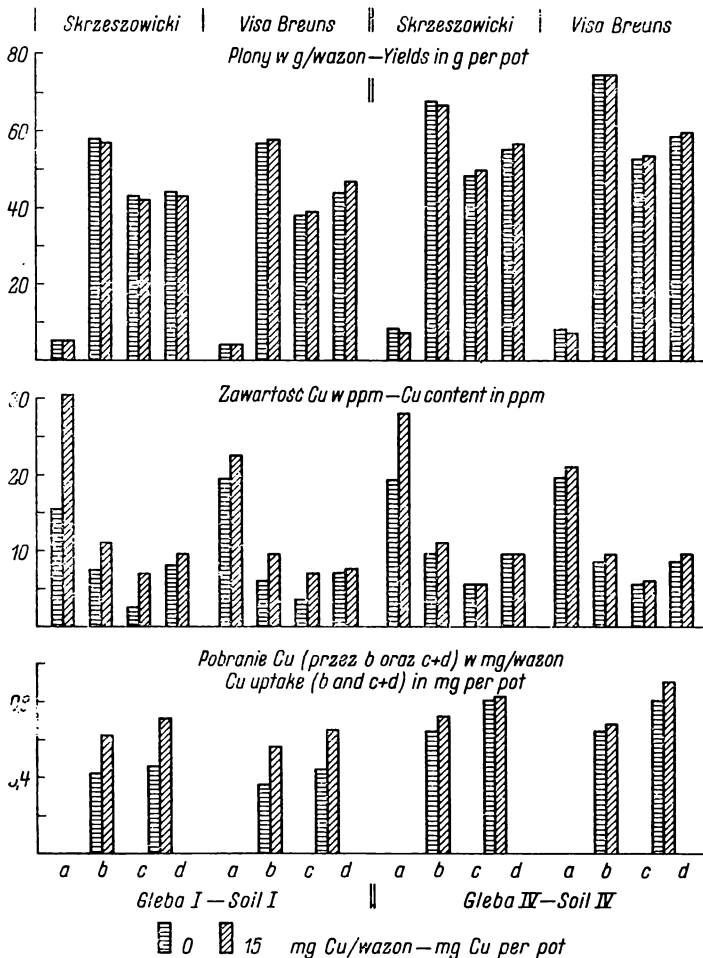


Rys. 4. Jęczmień, odmiana Visa Breuns
Barley, Visa Breuns variety

nasion prosa (doświadczenie 2) (NUR=2,86) oraz plonu jęczmienia w doświadczeniu 4 — ziarna (NUR=2,11) i słomy (NUR=2,89).

Poziom miedzi w roślinach był uzależniony od jej zawartości w glebach. Na glebie ubogiej w miedź i nie nawozonej miedzią zawartość Cu we wszystkich badanych roślinach była niższa niż na glebach o średniej bądź wysokiej zawartości tego składnika (rys. 1-7). Potwierdzają to wyniki wcześniejszych badań autorki [25], przeprowadzonych nad współzależnością między zawartością miedzi w glebach i roślinach.

Wpływ nawożenia miedzią na jej zawartość w roślinach szczególnie wyraźnie wystąpił na glebie I ubogiej w Cu. Na tej glebie można było

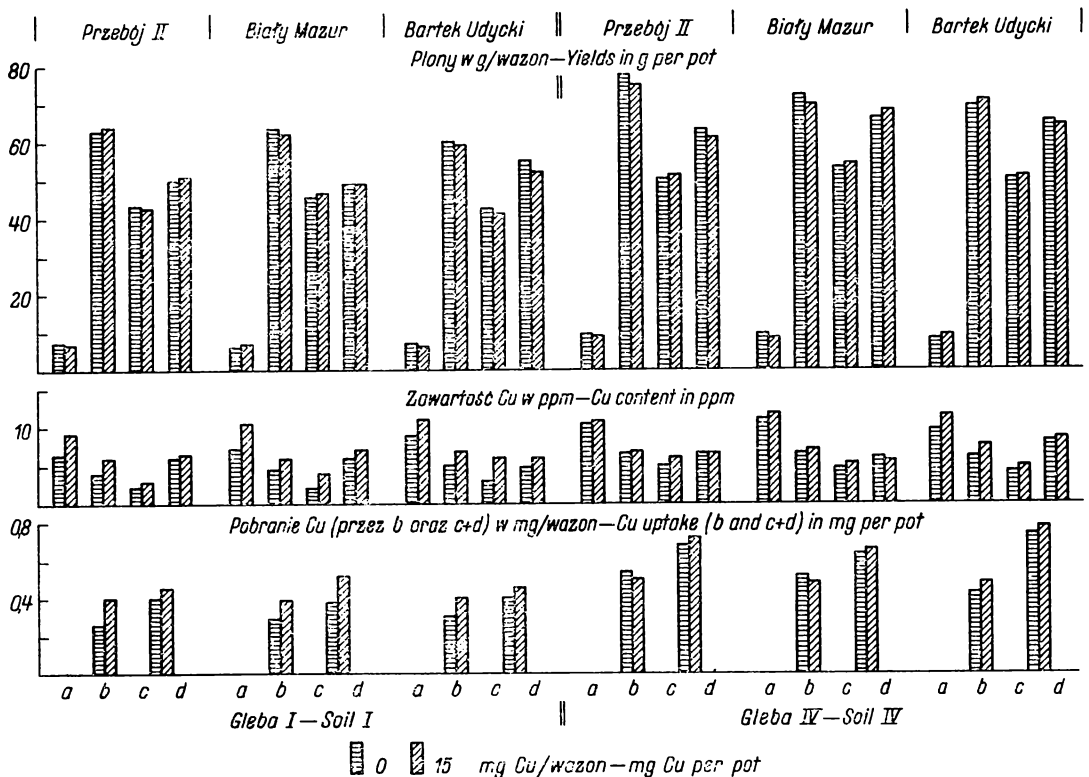


Rys. 5. Jęczmień
a - d — jak w rys. 3

Barley
a - d — as in Fig. 3

stwierdzić wysokie przyrosty miedzi w częściach nadziemnych gorczycy (rys. 1), w częściach nadziemnych roślin zbożowych w fazie kwitnienia, w szczególności w trzech górnych liściach (rys. 3, 5, 6), a także w ziarnie badanych roślin zbożowych (rys. 3-7). Wpływ nawożenia miedzią na jej zawartość w roślinie uwidocznił się również wyraźnie na glebie ubogiej w Cu w poszczególnych fazach rozwojowych od krzewienia do dojrzałości pełnej, co badano w doświadczeniu z owsem (rys. 7). Jedynie w słomie zbóż wszystkich badanych gatunków i odmian, z wyjątkiem pszenicy odmiany Sztynna Gorzowska (rys. 3), przyrosty miedzi spowodowane nawożeniem Cu, nawet na glebie ubogiej w ten składnik, były niewielkie (rys. 3-7).

Na glebach o średniej i wysokiej zawartości Cu wzrost zawartości miedzi pod wpływem nawożenia nie wystąpił lub był nieznaczny (rys. 1-7). Podobne wyniki uzyskali także i inni autorzy, którzy stwierdzili, że przyrosty zawartości tego składnika w roślinach powodowane nawo-



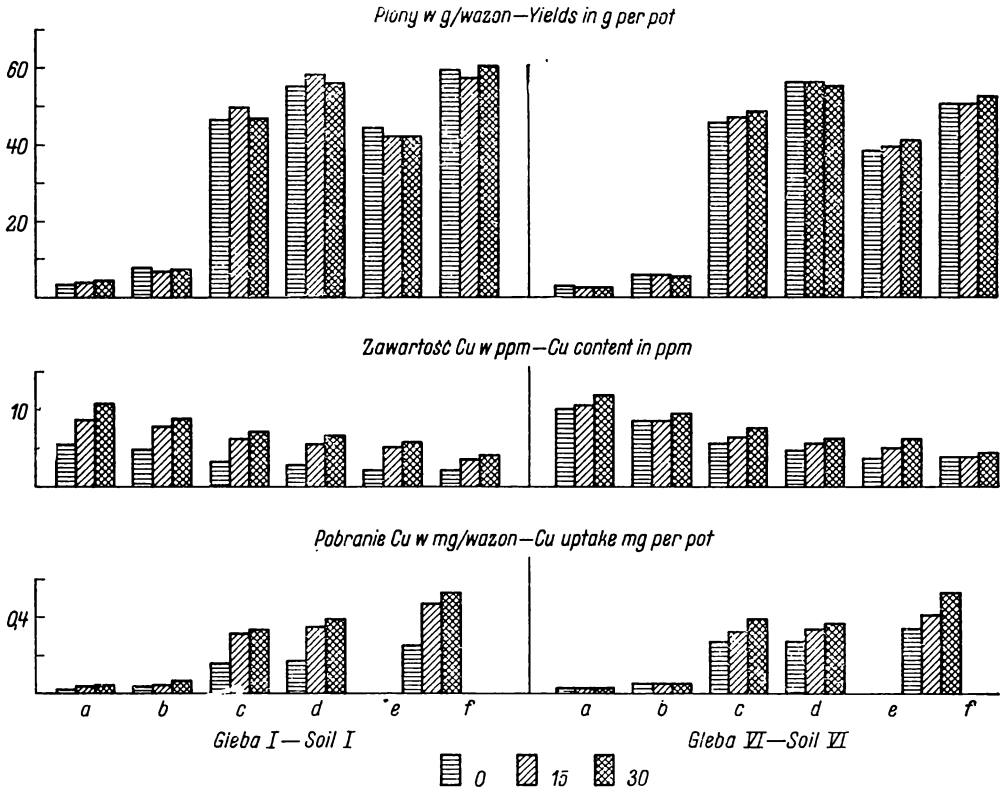
Rys. 6. Owies
a - d — jak w rys. 3
Oats
a - d — as in Fig. 3

zeniem Cu były zwykle wyraźniejsze przy niskiej jego zawartości w glebie [2, 3, 18].

Wpływ nawożenia Cu na zawartość miedzi w roślinach uzależniony był również od odmiany, przy czym zróżnicowanie to wystąpiło wyraźniej u jęczmienia i pszenicy niż owsa (rys. 3, 5, 6). Szczególnie duże różnice w zawartości miedzi stwierdzono na glebie I w trzech górnych liściach zebranych w fazie kwitnienia między obiema odmianami jęczmienia (rys. 5), a także w trzech górnych liściach oraz słomie dwu odmian pszenicy (rys. 3).

Na glebach nie nawożonych Cu różnice w zawartości miedzi u różnych odmian roślin zbożowych wystąpiły jedynie w przypadku pszenicy (rys. 3). Nie stwierdzono ich natomiast w przypadku odmian owsa (rys. 6) i jęczmienia (rys. 5).

Uzyskane wyniki częściowo tylko są zgodne ze stwierdzeniem innych autorów (cyt. za [12]), iż wrażliwość różnych odmian roślin na nawo-



Rys. 7. Owies, odmiana Flämingsweiss

a — krzewienie, b — strzelanie w źdźbło, c — wysuwanie wlech, d — kwitnienie, e — ziarno, f — słoma

Oats, Flämingsweiss variety

a — tillering, b — shooting, c — formation of panicles, d — flowering, e — grain, f — straw

zenie miedzią, jak również zdolność jej pobierania z gleby jest zróżnicowana.

Zawartość miedzi w trzech górnych liściach pszenicy, bez względu na poziom miedzi w glebie, należy ocenić jako niską (rys. 3). W liściach jęczmienia była ona we wszystkich przypadkach wysoka (rys. 5). Zawartość miedzi w całych częściach nadziemnych dwu odmian owsa (doświadczenie 6) w fazie kwitnienia leżała również, bez względu na zawartość w glebie, w zakresie zaopatrzenia średniego (rys. 6).

Konfrontując tę ocenę przeprowadzoną na podstawie proponowanych [6, 13] kryteriów z oceną zawartości miedzi w glebie „przyswajalnej dla roślin”, nie można było stwierdzić ich zgodności. Jedynie w doświadczeniu 7 zawartość miedzi w częściach nadziemnych owsa była niska przy niskiej jej zawartości w glebie oraz średnia bądź wysoka przy dostatecznym zaopatrzeniu w Cu (rys. 7).

W przeprowadzonych doświadczeniach nawożenie miedzią wpłynęło bardzo wyraźnie na jej zawartość w glebie. Zastosowane nawożenie w ilości 15 mg Cu na wazon (2,5 ppm) spowodowało we wszystkich doświadczeniach wzrost jej zawartości w glebach, a ilości miedzi „przyswajalnej dla roślin” (według Westerhoffa) oznaczone po sprzęcie roślin były zbliżone do teoretycznie obliczonych (tab. 2a i 2b). Potwierdza to dane innych autorów [5, 7, 11, 14, 17, 19, 20, 22, 23].

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Nawożenie miedzią spowodowało istotny wzrost plonu niektórych z badanych roślin wyłącznie na glebie ubogiej w Cu.

2. Wyraźny wpływ nawożenia miedzią na wzrost jej zawartości

T a b e l a 2 a

Zawartość miedzi w glebie po sprzęcie roślin
ppm Cu według Westerhoffa
Copper content in soil after the harvest of plants
in ppm of Cu after Westerhoff

Gleba Soil	Nawożenie mg Cu/wazon Cu fertilization mg per pot	Doświadczenie 1 z gorczycą Experiment 1 with mustard	Doświadczenie 2 z prosem Experiment 2 with millet	Doświadczenie 4 z jęczmieniem Experiment 4 with barley
I	0	0,4	0,5	0,5
	15	2,7	2,3	2,8
II	0	3,1	-	2,9
	15	5,1	-	5,2
III	0	-	-	3,4
	15	-	-	5,1
IV	0	5,7	5,7	5,5
	15	8,5	7,5	7,7
V	0	6,2	-	5,9
	15	8,6	-	7,8

T a b e l a 2 b

Zawartość miedzi w glebie po sprzęcie roślin
ppm Cu według Westerhoffa
Copper content in soil after the harvest of plants
in ppm of Cu after Westerhoff

Gleba Soil	Nawożenie Cu mg/wazon Cu fertilization in mg per pot	Doświadczenie 3 z pszenicą Experiment 3 with wheat		Doświadczenie 5 z jęczmieniem Experiment 5 with barley		Doświadczenie 6 z owsem Experiment 6 with oats	
		odmiana varietety	ppm Cu	odmiana varietety	ppm Cu	odmiana varietety	ppm Cu
I	0	Sztynna	0,7	Skrzeszo- wicki	0,6	Przebój	0,7
	15	Gorzowska	3,2		2,7	II	2,8
	0	Nagradowicka	0,7	Visa Breuns	0,8	Biały	0,7
	15		3,0		2,8	Mazur	2,6
IV	0	-	-	-	-	Bartek	0,7
	15	-	-	-	-	Udycki	2,7
	0	Sztynna	5,8	Skrzeszo- wicki	6,0	Przebój	5,8
	15	Gorzowska	7,6		8,6	II	8,2
	0	Nagradowicka	6,2	Visa Breuns	5,8	Biały	6,0
	15		8,4		7,6	Mazur	8,7
	0	-	-	-	-	Bartek	5,8
	15	-	-	-	-	Udycki	8,0

w roślinach stwierdzono jedynie na glebie ubogiej w Cu. Natomiast na glebach o średniej i wysokiej zawartości miedzi nawożenie Cu bądź nie wpływało, bądź też tylko nieznacznie podwyższało jej poziom w roślinach.

3. Stwierdzono pewne różnice odmianowe w reakcji badanych roślin zbożowych na nawożenie miedzią.

4. Cała ilość miedzi, dodana do gleby, odnajdywana była po sprzęcie roślin jako miedź „przyswajalna dla roślin”.

LITERATURA

- [1] Boratyński K., Rabikowska B., Wilk K., Ziętecka M.: Działanie mikroskładników na plony roślin uprawnych w warunkach polowych. Roczn. glebozn. 23, 1972, 2, 161-163.
- [2] Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Przegląd badań przeprowadzonych w Polsce nad mikroelementami. Część I. Bor, miedź i mangan. Roczn. glebozn. 22, 1971, 1, 205-264.
- [3] Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Aktualny stan badań w Polsce nad potrzebami nawożenia mikroskładnikami roślin uprawnych. Roczn. glebozn. 23, 1972, 2, 79-88.
- [4] Czuba R., Kamińska W., Strahl A.: Oznaczanie zawartości mikroskładników w materiale roślinnym. Roczn. glebozn. 21, 1970, 1, 135-159.
- [5] Gałczyńska B.: Wpływ nawożenia miedzią i cynkiem na zawartość tych składników w glebach i roślinach uprawnych. Pam. puł. 55, 1972, 179-197.
- [6] Gollmick F., Neubert P., Vielemeyer H. P.: Möglichkeiten und Grenzen der Pflanzenanalyse bei der Ermittlung des Mineralstoffbedarfs landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft 8, 1970, 4.

- [7] Gupta U. C., Mac Kay D. C.: Crop responses to applied molybdenum and copper on podzol soils. *Canad. J. Soil Sci.* 48, 1968, 235-242.
- [8] Gupta U. C., MacLeod L. B.: Response to copper and optimum levels in wheat, barley and oats under green house and field conditions. *Canad. J. Soil Sci.* 50, 1970, 373-378.
- [9] Gutmański I.: Wpływ B, Cu, Mn, Zn na plony i pobranie makro- i mikrośkładników przez trzy odmiany buraka cukrowego. *Biul. Inst. Hod. Roślin* 5-6, 1968, 161-169.
- [10] Gutmański I.: Skuteczność nawożenia marchwi pastewnej siarczanem miedzi i kobaltu oraz boraksem. *Bydgoskie Towarzystwo Naukowe. Prace Wdz. Nauk Przyrodn. S.B.—11*, 1970, 85-96.
- [11] Henriksen A.: Efficiency of small amount of copper in mixed fertilizers. 8th Intern. Congress of Soil Sci. Bucharest, Romania, IV, 1964, 403-409.
- [12] Jurkowska H., Wojciechowicz T.: Zawartość molibdenu i miedzi w niektórych odmianach kilku gatunków roślin uprawnych. *Acta Agr. et Silv. S. Agraria*, 10/2, 1970, 57-74.
- [13] Neubert P., Wrazdilo W., Vielemeyer H. P., Hundt I., Gollmick F., Bergmann W.: Tabellen zur Pflanzenanalyse. *Inst. f. Pflanzenern. Jena* 1970.
- [14] Ruszkowska M., Łyszcz S.: Zasobność niektórych gleb województwa lubelskiego w przyswajalne mikrośkładniki (Mn, Cu, Mo) w świetle doświadczeń polowych i laboratoryjnych. *Rocz. glebozn.* 23, 2, 1972, 63-67.
- [15] Smilde K. W., Henkens C. H.: Sensitivity to copper deficiency of different cereals and strains of cereals. *Netherlands Journ. of Agric. Science.* 15, 4, 1967, 249-258.
- [16] Szukalski H.: Wpływ nawożenia mikrośkładnikami na wartość siewną nasion. Cz. II. Nawożenie molibdenem i miedzią (oraz wpływ moczenia nasion koniczyny w roztworze molibdenianu amonu). *Rocz. Nauk rol.* 95-A-1, 1969, 1-22.
- [17] Szukalski H.: Efekty nawożenia miedzią. *Nowe Rol.* 3, 1972, 14-16.
- [18] Szukalski H.: Podsumowanie polskich badań nad nawożeniem roślin uprawnych mikroelementami. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 179. Zagadnienia mikroelementów w rolnictwie 1976, 39-52.
- [19] Szukalski H., Sikora H.: Wyniki doświadczeń polowych przeprowadzonych przez IUNG z nawożeniem roślin uprawnych mikrośkładnikami. *Rocz. glebozn.* 23, 1972, 2, 153-159.
- [20] Szukalski H., Zembaczyńska A.: Następny wpływ nawożenia mikrośkładnikami na ich zawartość w glebie i w roślinie. *Rocz. glebozn.* 23, 1972, 2, 103-108.
- [21] Westerhoff H.: Beitrag zur Kupferbestimmung im Boden. *Landw. Forsch.* 7, 1954/55, 190-193.
- [22] Zabłocki Z.: Zmiany zawartości miedzi w roślinności łąkowej na piaskach murszastych w następstwie nawożenia podstawowego oraz wersenianem sodu. *Zesz. nauk. AR Szczec.* 38, 1972, 501-516.
- [23] Zabłocki Z.: Zmiany zawartości miedzi w glebie murszowej w następstwie nawożenia miedziowego Na₂ EDTA oraz NPK na tle niektórych właściwości. *Zesz. nauk. AR Szczec.* 38, 1972, 517-536.
- [24] Ziętecka M.: Badania nad przydatnością różnych roztworów ekstrakcyjnych do oceny zasobności gleby w miedź przyswajalną dla roślin. *PTG, Komisja Żyzności i Odżywiania Roślin, Komisja IV, nr 1*, Warszawa 1975.
- [25] Ziętecka M.: Badania nad zawartością miedzi w glebach i w roślinach. Cz. II. Współzależność między zawartością miedzi w glebach i w roślinach. *Rocz. glebozn.* 28, 1977, 2, 17-32.

М. ЗЕНТЕЦКА

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ МЕДИ В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ

ЧАСТЬ 3-Я. ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ МЕДИ НА ЕЕ СОДЕРЖАНИЕ В РАСТЕНИЯХ И ПОЧВАХ

Институт агрохимии, почвоведения и микробиологии, Сельскохозяйственная академия во Вроцлаве

Резюме

Проведено 7 вегетационных опытов со следующими растениями: пшеницей (2 сорта), ячменем (2 сорта), овсом (4 сорта), а также с просом и горчицей. Субстратом являлись почвы с дифференцированным содержанием меди „доступной для растений“ определяемой по методу Вестергоффа (табл. 1). Медь вносили в форме CuSO_4 в количестве 15 мг Cu на сосуд в опытах 1-6 и 15 и 30 мг Cu на сосуд в 7-м опыте.

В условиях проведенных опытов внесение меди способствовало повышению урожая некоторых растений (горчица, просо и ячмень в одном опыте) исключительно на почве бедной медью (рис. 1, 2, 4). Содержание меди в надземной части всех испытанных растений отчетливо повысилось под влиянием удобрения Cu лишь на бедной почве, но на почвах со средним и высоким содержанием меди это повышение не проявилось либо было незначительно (рис. 1-7).

Установлены некоторые сортовые различия в отзывчивости зерновых на медное удобрение.

Количества меди прибавляемые к почве были найдены после уборки растений исключительно в форме „доступной для растений“ по Вестергоффу (табл. 2 а и 2 б).

М. ZIĘTECKA

INVESTIGATIONS ON THE COPPER CONTENT IN SOILS AND PLANTS

PART III. INFLUENCE OF THE COPPER FERTILIZATION ON THE COPPER CONTENT IN PLANTS AND SOILS

Institute of Agricultural Chemistry Soil Science and Microbiology, Agricultural University in Wrocław

Summary

Seven pot experiments were carried out with the following plants: wheat (2 varieties), barley (2 varieties), oats (4 varieties), millet and mustard. As the substrate were the soils with the differentiated content of copper available to plants, determined by the Westerhoff's method (Table 1). The copper used in the fertilization was applied as CuSO_4 at the rate of 15 mg Cu per pot in the experiments 1-6 and of 15 and 30 mg Cu per pot in the experiment 7.

The copper fertilization in conditions of the experiments caused an yield

increase of some plants only (mustard, millet, barley in one experiment) and exclusively on the soil poor in copper (Figs 1, 2, 4). The copper content in aboveground parts of all plants under study distinctly increased under the copper fertilization effect, but only on a soil poor in Cu, while on soils with medium or high copper content such increase either not occurred at all or occurred only insignificantly (Figs 1—7).

Some varietal differences in the response of the experimental cereal plants to the copper fertilization were observed.

The amounts of copper added to soil were found wholly in all experiments after the harvest of plants as a copper available to plants after Westerhoff (Tables 2a and 2b).

Dr hab. Maria Ziętecka
Instytut Chemii Rolniczej,
Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR
Wrocław, ul. Grunwaldzka 53

