

MIECZYSLAW KOTER, ANNA KRAUZE, DANUTA FILUS

BADANIA NAD WYSTĘPOWANIEM MIKROELEMENTÓW
W ROŚLINACH UPRAWNYCH WOJEWÓDZTWA OLSZTYŃSKIEGO

CZĘŚĆ I. MIEDŹ

Katedra Chemii Rolniczej WSR, Olsztyn

WSTĘP

Pomimo że mija 100 lat od chwili rozpoczęcia pierwszych badań nad występowaniem i rolą niektórych mikroelementów w organizmach roślin, problem ten jest w dalszym ciągu aktualny. Stwierdzono, że takie mikroelementy jak Cu, Zn, Mn, B, Mo i Co są niezbędne dla wzrostu i rozwoju roślin oraz dla zdrowotności zwierząt i ludzi. Przebieg licznych procesów biochemicznych u roślin i u zwierząt zależy w dużym stopniu od optymalnej zawartości tych pierwiastków w glebie i w roślinach [7, 16, 24]. Udowodniono np., że od obecności miedzi w roślinach zależy powstawanie i trwałość chlorofilu, synteza węglowodanów i białek oraz zawartość karotenu i witamin [10, 15, 17]. Związane jest to z uaktywnieniem przez miedź działania enzymów laktazy, askorbinoksydazy, katalazy, peroksydazy i inwertazy połączeń [18, 19]. Stwierdzono także, że miedź w organizmach roślinnych nie tylko aktywuje działanie enzymów, ale stanowi część składową takich enzymów, jak polifenoloksydaza, fenolaza, tyrozynaza i połączeń metalo-białkowych [9, 23, 26]. Przebieg wymienionych wyżej procesów jest ściśle związany z optymalną zawartością miedzi w środowisku odżywczym. W przypadku jej niedoboru występują u roślin charakterystyczne objawy głodu [14], np. u roślin zbożowych zaznaczają się one w początkowym okresie bieleniem wierzchołków liści, następnie chlorozą młodych pędów, a w końcowym etapie kłosa są częściowo lub całkowicie puste. U drzew owocowych objawem niedoboru miedzi jest ciemnozielona barwa liści, które z czasem stają się żółtozielone. Przy dużym niedoborze miedzi zamierają pędy. Do niedawna schorzenia te notowano przeważnie u roślin uprawianych na glebach torfowych, okazało się jednak, że występują one

także na glebach lekkich piaszczystych, a czasem i na innych. Potwierdziły to liczne badania wazonowe i polowe [11]. Rośliny z lekko zaznaczonymi objawami głodu miedzi mają mniejszą zawartość chlorofilu, witamin, cukru, białka itp., a nawet w pewnych przypadkach dają niższe plony. Często spotykane objawy chorobowe u zwierząt, zwane liza-wością, oraz tzw. mleczna anemia są spowodowane niedostateczną zawartością miedzi w pożywieniu, zwłaszcza w roślinach paszowych [20]. Stwierdzono, że schorzenia te występują, jeśli zawartość miedzi w roślinach jest niższa od 10—12 mg/kg s.m.

Przytoczone dane wskazują na potrzebę nawożenia miedzią zwłaszcza w przypadku stwierdzenia jej niedoboru w roślinach i glebach. Wskaźnikiem potrzeb nawozowych roślin w stosunku do miedzi jest nie tylko gleba, ale także sama roślina [11, 12].

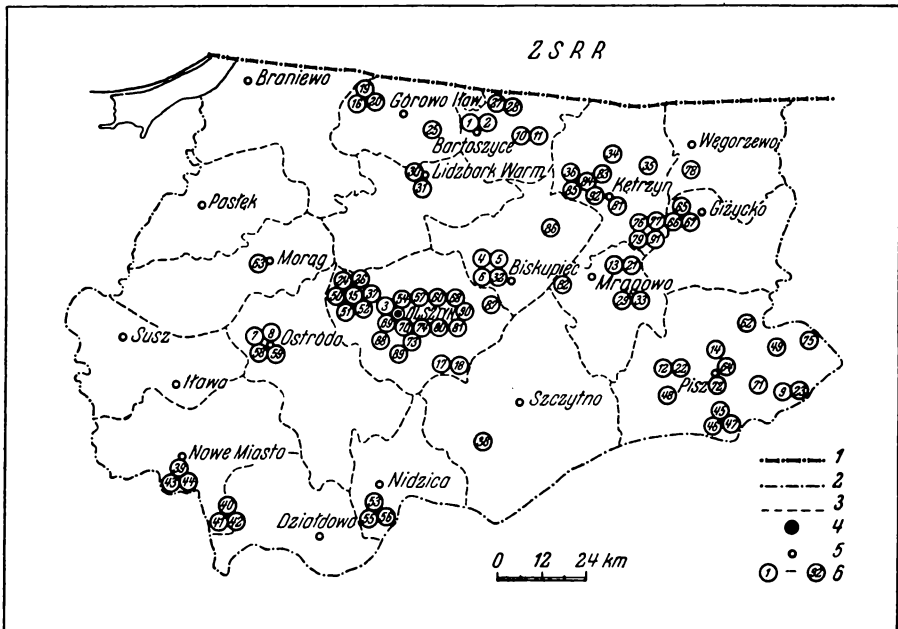
Rozeznanie odnośnie zawartości poszczególnych mikroelementów w różnych roślinach możliwe jest nie tylko w oparciu o ścisłe badania doświadczalne, lecz również o szeroko zakrojone badania terenowe. Dodatnią stroną tych badań jest duża możliwość wyboru gleb i roślin w jednym okresie wegetacyjnym. Uzyskane tą drogą wyniki na tle średniego poziomu plonów i nawożenia pozwalają na zorientowanie się o potrzebie stosowania mikronawozów.

Gleby terenów północno-wschodnich i województwa olsztyńskiego w 60% zaliczają się do klas bonitacyjnych IV, V i VI [25]. Są to gleby wytworzone przeważnie z piasku luźnego i słabo gliniastego oraz z gliny lekkiej. Pozostałe 40% stanowią gleby wytworzone z glin średnich i ciężkich oraz z ilów. Rzutuje to na strukturę upraw naszego województwa, w której dominują rośliny zbożowe i okopowe, w tym głównie ziemniaki. Z roślin motylkowych uprawianych na paszę przeważa koniczyna czerwona i seradela. Z oleistych uprawia się głównie rzepak ozimy. Są to rośliny o różnych wymaganiach pokarmowych w stosunku do makro- i mikroelementów. Wobec stosunkowo dużej ilości upraw roślin o wysokich wymaganiach pokarmowych przy zwiększaniu dawek nawozów mineralnych (NPK) mogą coraz częściej występować objawy niedoboru mikrośladników, zwłaszcza na glebach lekkich oraz świeżo zwapowanych.

Poruszone zagadnienia wskazują na słuszność prowadzenia badań nie tylko nad działaniem, ale występowaniem mikroelementów zarówno w glebach, jak i w roślinach. Wydaje się więc, że wszelkie prace o tej tematyce są u nas jak najbardziej potrzebne. W związku z tym pomimo że podjęte przez nas badania dotyczące występowania mikroelementów w roślinach uprawianych w naszych warunkach glebowo-klimatycznych nie są jeszcze zakończone, podajemy wyniki pierwszego etapu przeprowadzonych już badań.

BADANIA WŁASNE

W literaturze krajowej odczuwa się brak szerzej zakrojonych badań dotyczących występowania mikroelementów w roślinach i w glebach. W związku z tym w 1964 r. rozpoczęto badania terenowe, polegające na analizowaniu roślin na zawartość niektórych mikroelementów na tle naturalnych warunków glebowo-klimatycznych woj. olsztyńskiego.



Rozmieszczenie badanych próbek roślinnych i glebowych na terenie województwa olsztyńskiego

1 — granice państwa, 2 — granice województwa, 3 — granice powiatów, 4 — miasta wojewódzkie, 5 — miasta 2 500—50 000 mieszkańców, 6 — miejsca pobrania próbek glebowych i roślinnych

Locations at which the plant and soil samples were taken from the area of Olsztyn province

1 — boundary of state, 2 — boundary of province, 3 — boundary of district, 4 — province towns, 5 — towns 2 500—50 000 citizens, 6 — the points at which plant and soil samples were taken

Badaniami objęto rośliny uprawiane w powiatach południowo-wschodnich, północnych i środkowych. Pobrano dotychczas ok. 150 próbek roślin i tyle gleb. Miejsca pobrania próbek przedstawia rys. 1. Próbki roślin zbożowych, okopowych i przemysłowych zbierano w stadium pełnej dojrzałości, natomiast rośliny łąkowe i motylkowe w okresie kwitnienia.

Rośliny pobierano losowo z łąny, z powierzchni 1 m². Po wysuszeniu i zmieleniu przechowywano je w zamkniętych słojach. Tak przygotowany materiał spalano na sucho w temperaturze 450—500°C. W popiele oznaczono miedź za pomocą dwuetylodwutiokarbaminianu sodu [3]. Oznaczenia wykonano na kolorymetrze Pulfricha, w kuwetach o grubości 1 cm, przy długości fali 470 m μ .

Gleby, na których uprawiano badane rośliny, scharakteryzowano pod względem typologicznym i rodzajowym oraz określono ich odczyn w ln KCl.

Otrzymane wyniki przedstawiono w tab. 1, 2, 3 i 4, przy czym podana w tekście zawartość miedzi w mg odpowiada mg Cu na 1 kg suchej masy.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Występowanie miedzi, podobnie jak i innych mikrośladników, zależy nie tylko od odmiany i gatunku roślin, ale także w dużym stopniu od jej rozpuszczalności, tj. od możliwości pobrania ze środowiska glebowego. Na przyswajalność tę wpływa stężenie jonów wodorowych, zawartość próchnicy, nawożenie i uprawa oraz skład mechaniczny gleby [1, 5, 6, 9, 23]. W wyniku działania tych czynników zawartość miedzi w poszczególnych roślinach może wahać się w szerokich granicach nawet w obrębie tej samej odmiany. Według A s m u s a [1] i M a k s i m o w a [15] w roślinach uprawianych na glebach mineralnych zawartość miedzi wynosi od 4 do 72 mg. Wyniki naszych badań przedstawione w tab. 1, 2, 3 i 4 wykazują, że w zbadanych roślinach z terenu województwa olsztyńskiego zawartość miedzi waha się w granicach od 1,3 do 21,1 mg. Najwięcej miedzi występuje w rzepaku ozimym, średnio 11,7 mg w ziarnie i 8,6 mg w słomie. W roślinach zbożowych najwięcej tego pierwiastka znaleziono w ziarnie jęczmienia, średnio 9,7 mg, a najmniej w ziarnie żyta — 6,1 mg. W słomie zbóż natomiast najwięcej miedzi jest w słomie owsa, średnio 4,0 mg, a najmniej w słomie jęczmienia — 2,9 mg. Przeciętna zawartość miedzi w roślinach zbożowych nie odbiega od wyników badań przedstawionych przez innych autorów [8, 15, 23].

Zwraca się często uwagę na zależność pobierania miedzi od odczynu środowiska glebowego. A s m u s [1] podaje, że rozpuszczalność miedzi jest większa na glebach kwaśnych, natomiast K a b a t a [9] uważa, że jest ona najłatwiej przyswajalna w zakresie pH 5,5—6,5, przy czym zwiększenie lub obniżenie pH zmniejsza dostępność miedzi dla roślin. Podobną zależność można zauważyć w niektórych zbadanych przez nas

Tabela 1

Zawartość miedzi w roślinach siewnych
Copper content of grain crops

Roślina Plant	Nr próbki No samples	Typy i rodzaje gleb Types and kind of soils	pH w 1n KCl pH in 1n KCl	Cu w mg/kg s.m. Cu in ppm		
				Ziarno Grain	Słoma Straw	
1	2	3	4	5	6	
Jęczmień Barley		Gleby brunatne z: <u>Brown soils of:</u>				
	1	gliny lekkiej light loam	5,4	4,6	2,0	
	2	gliny lekkiej light loam	5,9	6,1	2,5	
	3	gliny lekkiej light loam	6,0	8,5	5,1	
	4	piasku gliniastego mocnego strongly loamy sand	6,6	11,8	2,5	
	5	piasku gliniastego mocnego strongly loamy sand	6,6	12,8	3,6	
	6	piasku gliniastego mocnego strongly loamy sand	7,0	16,0	2,7	
	7	gliny lekkiej light loam	7,5	4,3	1,3	
	8	gliny lekkiej light loam	7,5	4,0	1,3	
			Czarne ziemie z: <u>Black earths of:</u>			
	9	piasku gliniastego lekkiego pylastego silty light loamy sand	6,4	12,5	4,9	
	10	gliny średniej pylastej silty medium loam	6,8	17,5	5,6	
11	gliny średniej pylastej silty medium loam	6,8	12,4	2,0		
12	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	6,9	6,7	1,4		
Owies Oats		Gleby brunatne z: <u>Brown soils of:</u>				
	13	piasku gliniastego mocnego strongly loamy sand	5,1	16,5	9,1	
	14	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	5,3	7,9	5,8	
	15	gliny lekkiej light loam	5,4	15,9	-	
	16	gliny lekkiej light loam	5,5	9,0	1,8	
	17	gliny lekkiej pylastej silty light loam	5,7	6,7	2,5	
	18	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	5,8	11,8	4,4	
	19	gliny lekkiej light loam	6,3	4,4	3,6	
	20	gliny lekkiej light loam	6,7	4,4	1,6	
	21	gliny lekkiej light loam	7,0	7,1	3,3	
			Czarne ziemie z: <u>Black earths of:</u>			
	22	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	4,7	7,4	5,0	
23	piasku gliniastego lekkiego pylastego silty light loamy sand	6,4	12,8	6,2		
		Bielica z: <u>Podsol soil of:</u>				
24	gliny lekkiej pylastej silty light loam	5,2	7,5	1,3		

1	2	3	4	5	6	
Pasenica osina Winter wheat		<u>Gleby brunatne s:</u> <u>Brown soils of:</u>				
	25	gliny lekkiej light loam	4,6	5,8	2,7	
	26	piasku gliniastego mocnego strongly loamy sand	4,8	8,4	4,4	
	27	piasku gliniastego mocnego strongly loamy sand	5,5	8,6	5,8	
	28	gliny średniej medium loam	5,5	8,3	4,0	
	29	gliny lekkiej light loam	5,6	12,3	4,0	
	30	gliny lekkiej pylastej silty light loam	6,9	6,4	1,4	
	31	gliny lekkiej pylastej silty light loam	7,0	6,8	2,2	
	32	piasku gliniastego mocnego strongly loamy sand	7,0	-	2,8	
	33	gliny lekkiej light loam	7,0	8,1	3,1	
			<u>Czarne ziemie s:</u> <u>Black earths of:</u>			
	34	gliny lekkiej light loam	6,3	9,2	2,7	
	35	gliny ciężkiej heavy loam	7,0	7,5	3,8	
	36	gliny ciężkiej heavy loam	7,1	6,7	3,6	
37		<u>Bielica s:</u> <u>Podsol soil of:</u>				
		gliny lekkiej light loam	5,7	9,9	3,1	
Żyto osina Winter rye		<u>Gleby brunatne s:</u> <u>Brown soils of:</u>				
	38	piasku luźnego loose sand	4,7	3,7	1,8	
	39	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	4,7	5,9	4,6	
	40	piasku luźnego loose sand	4,8	4,7	2,8	
	41	piasku luźnego loose sand	4,8	8,4	5,0	
	42	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	5,0	5,7	3,5	
	43	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	5,0	-	1,4	
	44	piasku luźnego loose sand	5,2	6,1	3,6	
	45	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	7,1	7,9	5,0	
	46	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	7,5	8,7	5,3	
	47	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	7,7	5,8	3,6	
			<u>Czarna ziemia s:</u> <u>Black earth of:</u>			
	48	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	7,2	3,7	1,4	
	49		<u>Mada z:</u> <u>Alluvial soil of:</u>			
		piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	6,3	7,1	4,6	

T a b e l a 2

Zawartość miedzi w sianie roślin motylkowych i traw
Copper content of hay of legumes and grasses

Roślina Plant	Nr próbki No. samples	Typy i rodzaje gleb Types and kind of soils	pH		Cu
			w 1n KCl pH in 1n KCl	1n KCl	w mg/kg s.m. Cu in ppm
Koniczyna czerwona Red clover		Gleby brunatne z: <u>Brown soils of:</u>			
	50	gliny średniej pylastej silty medium loam	4,2		12,5
	51	gliny lekkiej light loam	5,1		9,9
	52	gliny lekkiej pylastej silty light loam	5,1		12,5
	53	gliny lekkiej light loam	6,0		8,1
	54	gliny średniej medium loam	6,3		7,5
	55	gliny lekkiej light loam	6,4		10,5
	56	gliny lekkiej pylastej silty light loam	6,8		11,8
Lucerna Alfalfa	57	gliny lekkiej light loam	5,5		6,7
	58	gliny lekkiej light loam	6,1		2,4
	59	gliny lekkiej light loam	6,5		10,4
	60	piasku gliniastego mocnego strongly loamy sand	7,0		3,5
	61	gliny średniej medium loam	7,3		4,5
Seradela Serradella	62	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	4,5		7,0
	63	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	6,0		2,6
	64	Czarna ziemia z: <u>Black earth of:</u> piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	5,7		8,1
Mieszanka strączkowa Legumes mixture		Gleby brunatne z: <u>Brown soils of:</u>			
	65	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	7,0		9,1
	66	piasku słabo gliniastego weakly loamy sand	7,0		9,0
	67	piasku gliniastego mocno pylastej silty strongly loamy sand	7,0		7,0
Trawy Grasses	68	Torf niski <u>Peat lowmoor</u>	6,5		5,2
	69		6,5		12,0

roślinach. Występuje ona dość wyraźnie u owsa, który, jak wiadomo, odznacza się dużą wrażliwością na niedobór miedzi [2]. Na glebach brunatnych o pH od 6,3 do 7,0 zawartość miedzi w ziarnie owsa jest niższa i wynosi 4,4—7,1 mg, a w słomie — 1,6—3,6 mg, natomiast przy pH 5,1—5,8 zawartość jej jest wyższa i mieści się w granicach 6,7—16,5 mg w ziarnie i 1,8—9,1 mg w słomie. Natomiast owies uprawiany na czarnej ziemi o pH 6,4 ma znacznie więcej miedzi (12,8 mg w ziar-

Tabela 3

Zawartość miedzi w roślinach okopowych i przemysłowych
Copper content of root and industrial crops

Roślina Plant	Nr próbki No. samples	Typy i rodzaje gleb Types and kind of soils	pH w 1n KCl pH in 1n KCl	Cu w mg/kg s.m. Cu in ppm	
				Korzenie Roots	Liście Leaves
Ziemniaki Potatoes		<u>Gleby brunatne z:</u> <u>Brown soils of:</u>			
	70	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	5,0	12,5	-
	71	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	5,9	4,8	-
	72	piasku luźnego loose sand	6,0	4,6	-
	73	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	6,0	7,5	-
	74	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	6,0	7,6	-
	75	piasku słabo gliniastego weakly clayey sand	6,1	5,6	-
Buraki cukrowe Sugar beet	76	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	5,8	2,3	5,7
	77	gliny lekkiej light loam	6,3	3,4	7,4
	78	gliny średniej pylastej silty medium loam	6,8	5,1	10,9
	79	gliny średniej medium loam	7,0	5,3	10,3
	80	gliny lekkiej light loam	7,0	4,9	5,8
	81	gliny lekkiej light loam	7,0	5,6	7,1
	82	ilny clay	8,1	3,8	6,8
		<u>Czarne ziemie z:</u> <u>Black earths of:</u>			
	83	gliny ciężkiej heavy loam	7,0	5,3	9,4
	84	gliny ciężkiej heavy loam	8,0	5,3	9,7
	85	gliny ciężkiej heavy loam	8,0	4,8	9,2
Rzepak ozyny Winter rape		<u>Gleby brunatne z:</u> <u>Brown soils of:</u>			
	86	gliny lekkiej light loam	5,0	13,9	9,5
	87	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	5,0	18,2	5,2
	88	gliny średniej medium loam	5,1	17,7	21,1
	89	piasku gliniastego lekkiego light loamy sand	6,3	4,5	3,3
	90	gliny lekkiej light loam	6,6	6,3	7,9
	91	gliny średniej medium loam	7,0	8,6	5,3
	<u>Czarna ziemia z:</u> <u>Black earth of:</u>				
92	gliny ciężkiej heavy loam	6,7	12,3	7,9	
Tytoń Tobacco	93		-	-	5,1
	94		-	-	6,2

* ziarno - grain; ** słoma - straw.

nie i 6,2 mg w słomie) niż owies z tej samej gleby o pH 4,7 (7,4 mg w ziarnie i 5,0 mg w słomie). Taka zależność występuje również w zawartości miedzi w jęczmieniu. W jęczmieniu uprawianym na glebach brunatnych o pH 7,5 i na czarnej ziemi o pH 6,9 ilość miedzi w ziarnie wynosi 4,0—6,7 mg, a w słomie od 1,3 do 1,4 mg. Wyższe wartości miedzi występują natomiast u jęczmienia pochodzącego z gleb brunatnych o pH 6,0—7,0 i z czarnych ziem o pH 6,4—6,8. Wynoszą one odpowiednio 8,5—17,5 mg w ziarnie i 2,5—5,6 mg w słomie. W przeciwieństwie do jęczmienia i owsa w roślinach żyta, uprawianych na glebach o pH 4,7—7,7, oraz pszenicy z gleb o pH 4,6—7,1, zawartość miedzi jest mało

T a b e l a 4

Średnia zawartość miedzi w roślinach uprawnych województwa olsztyńskiego
Average copper content of crops cultivated in the Olsztyn province

Roślina - Plant	Cu w mg/kg s.n. - Cu in ppm			
	Ziarno - Grain		Słoma - Straw	
I Rośliny zbożowe Grain crops	wahania from-to	średnia average	wahania from-to	średnia average
Jęczmień - Barley	4,0-17,5	9,7	1,3-5,6	2,9
Owies - Oats	4,4-16,5	9,2	1,3-9,1	4,0
Pazienica ozima - Winter wheat	5,8-12,3	8,1	1,4-5,8	3,3
Żyto ozime - Winter rye	3,7-8,7	6,1	1,4-5,0	3,5
II Siano roślin motylkowych i traw Hay of legumes and grasses	Wahania From-to		Średnia Average	
Koniczyna czerwona - Red clover	7,5-12,5		10,4	
Lucerna - Alfalfa	2,4-10,4		5,5	
Seradela - Serradella	2,6-8,1		5,9	
Mieszanka strączkowa - Legumes mixture	7,0-9,1		8,3	
Trawy - Grasses	5,2-12,0		8,6	
III Rośliny okopowe i przemysłowe Root and industrial crops	Korzenie - Roots		Liście - Leaves	
	wahania from-to	średnia average	wahania from-to	średnia average
Ziemniaki - Potatoes	4,6-12,5	7,1	-	-
Buraki cukrowe - Sugar beet	2,3-5,6	4,5	5,8-10,9	8,2
Rzepak ozimy - Winter rape	4,5-18,2	11,7	3,3-21,1	8,6
Tytoń - Tobacco	-	-	5,1-6,2	5,6

■ ziarno - grain; ■■ słoma - straw.

zróznicowana. W przypadku żyta mieści się ona w granicach 3,7—8,7 mg w ziarnie i 1,4—5,0 mg w słomie, natomiast u pszenicy wartości te wynoszą od 5,8 do 12,3 mg w ziarnie i od 1,4 do 5,8 w słomie. W liściach tytoniu zawartość miedzi wynosi 5,1 i 6,2 mg. W sianie roślin motylkowych, które mogą zawierać od 2,5 do 30,0 mg [4, 6, 12, 15], znaleziono od 2,4 do 12,5 mg miedzi. Największa zawartość miedzi występuje w sianie koniczyny, średnio 10,4 mg, oraz w mieszance roślin strączkowych — 8,3 mg. Pozostałe rośliny motylkowe — lucerna i seradela, zawierają średnio 5,5 i 5,9 mg. W porównaniu do zbóż siano lucerny i seradeli zawiera za mało miedzi. Wydaje się, że wpływa na to głównie rodzaj gleby oraz jej odczyn. Stosunkowo małe ilości miedzi występują w seradeli pochodzącej

z gleb o niższej zawartości części spławialnych i ze środowiska mniej zakwaszonego, natomiast w lucernie kształtują się różnie, przy czym najwięcej miedzi znaleziono w lucernie pochodzącej z RZD Bałcyny. W sianie z łąki torfowej znaleziono w I pokosie 5,2, a w drugim 12,0 mg. Kłęby ziemniaków, w których zawartość miedzi może dochodzić do 18 mg [15] zawierają od 4,6 do 12,5 mg, średnio 7,1 mg i tylko w jednym przypadku ziemniaki pochodzące z gleby intensywnie nawożonej nawozami organicznymi i mineralnymi (RZD Posorty) zawierały ponad 10,0 mg miedzi.

Do czynników, które mogą mieć wpływ na zawartość miedzi, należy także skład mechaniczny gleby. Można to zauważyć na przykładzie buraków cukrowych i rzepaku ozimego. Ilość miedzi w burakach cukrowych wynosi średnio 8,2 mg w liściach i 4,5 mg w korzeniach i jest większa w burakach uprawianych na glebach wytworzonych z gliny średniej i ciężkiej niż z piasku, gliny lekkiej i łu.

Stosunkowo dużo miedzi w porównaniu do omówionych roślin znaleziono w rzepaku. Świadczy to o dużych wymaganiach tej rośliny względem miedzi oraz o wpływie nawożenia i gleby. Wiadomo, że rzepak zajmuje dobre stanowisko w płodozmianie, w którym nawożenie, a zwłaszcza organiczne, sprzyja zaspokajaniu potrzeb tej rośliny w stosunku do niektórych mikroelementów. O zawartości miedzi i jej pobieraniu przez rzepak decyduje także odczyn i rodzaj gleby. Rzekpak uprawiany na glinie ciężkiej przy pH 6,7 zawiera 12,8 mg w ziarnie i 7,9 mg Cu w słomie. W rzepaku pochodzącym z gliny średniej o pH 7,0 ilość tego składnika wynosi już tylko 8,6 mg w ziarnie i 5,3 mg w słomie. Jeszcze mniej miedzi — 6,8 mg — znaleziono w ziarnie rzepaku z gliny lekkiej o pH 6,6, a najmniej miedzi — 4,5 mg w ziarnie i 3,3 mg w słomie występuje w rzepaku z piasku gliniastego lekkiego o pH 6,3.

Biorąc za podstawę wyniki badań wielu autorów [7, 9, 11, 15, 16, 19, 20, 21, 22] można stwierdzić, że niektóre badane rośliny z terenu województwa olsztyńskiego mają niedostateczną zawartość miedzi. Scharrer, Ryś i inni [7, 16, 20, 21, 22] przyjmują, że optimum miedzi w roślinach, zwłaszcza paszowych, mieści się w granicach 12—15 mg. Przy niższych wartościach miedzi w paszy mogą występować u zwierząt objawy chorobowe. Stosunkowo niską zawartością miedzi w paszy odznaczają się spośród zbadanych przez nas roślin ziemniaki, żyto, korzenie buraków cukrowych, seradela i lucerna. Są to rośliny o różnych wymaganiach pokarmowych, które często uprawia się u nas na glebach zakwaszonych i o niskiej zawartości części spławialnych lub na glebach zasobnych, ale o wysokim pH. W tych warunkach wymienione rośliny, zwłaszcza lucerna i seradela, a ze zbożowych, ze względu na wrażliwość

na niedobór miedzi, owies oraz z okopowych ziemniaki i buraki mogą wymagać dodatkowego nawożenia miedzią. Pozwoli ono na poprawienie jakości tych roślin, a pośrednio wpłynie też na polepszenie zdrowia zwierząt.

WNIOSKI

1. W roślinach zebranych z terenu województwa olsztyńskiego zawartość miedzi mieści się w następujących granicach:

— w roślinach zbożowych od 3,7 do 17,5 mg w ziarnie i od 1,3 do 9,1 mg w słomie,

— w sianie roślin motylkowych (koniczyna, lucerna, seradela, mieszanka strączkowa) od 2,4—12,5 mg,

— w sianie łąkowym od 5,2 do 12,0 mg,

— w roślinach okopowych, w korzeniach buraków cukrowych od 2,3 do 5,6 mg i w liściach od 5,8 do 10,9 oraz w kłębach ziemniaka od 4,6 do 12,5 mg,

— w rzepaku od 4,5 do 18,2 mg w ziarnie i od 3,3 do 21,1 mg w słomie,

— w tytoniu 5,1 i 6,2 mg.

2. Najwięcej tego składnika zawiera ziarno rzepaku ozimego — średnio 11,7 mg, a najmniej słoma jęczmienia, średnio 2,9 mg.

3. Stwierdzono, że oprócz indywidualnych właściwości roślin o zawartości w nich miedzi decyduje także pH gleby i jej skład mechaniczny.

4. Największe ilości miedzi występują w owsie przy pH gleby 5,1—5,8, natomiast w przypadku jęczmienia ilość miedzi jest wyższa przy pH gleby 6,0—7,0.

5. U roślin wymagających lepszego stanowiska w płodozmianie, do których należą buraki i rzepak, o zawartości miedzi decyduje nie tylko pH gleby, lecz i zawartość frakcji gliniastych. Zawartość miedzi w tych roślinach uprawianych na glebach cięższych jest wyższa w porównaniu do ilości miedzi znalezionych w roślinach uprawianych na piaskach i glinie lekkiej.

6. Przy uprawie roślin na glebach zakwaszonych lub zasadowych o niskiej zawartości części spławialnych wskazane byłoby dodatkowe nawożenie miedzią.

LITERATURA

- [1] A s m u s F.: Zur Kupfer- und Kobaltversorgung einiger Grünlandböden. Roczn. Glebozn., t. 10, z. 1, s. 263.

- [2] Asmus F.: Die Wirkung von Kupfer auf Ertrag und Eiweissgehalt von Hafer. A. Thear-Archiv, t. 5, 1961, nr 6, s. 468.
- [3] Baron H.: Die kolorimetrische Bestimmung der Mikronährstoffe, Kobalt, Molybden, Eisen, Zink, Mangan und Kupfer nebeneinander im Rauhopper. Landw. Forsch., 1954, H.1, s. 13.
- [4] Baszyński T.: Mikroelementy w niektórych gatunkach traw i roślinach motylkowych. Acta Soc. Bot. Pol., 1955, t. 2, s. 335.
- [5] Borys M.: Żywnienie roślin miedzią. Wiad. Bot., t. 8, 1964, nr 3, s. 205.
- [6] Chodań J.: Zawartość manganu, miedzi i kobaltu w glebie i sianie na podstawie badań niektórych torfowisk niskich Pojezierza Warmińsko-Mazurskiego. Roczn. Nauk Roln., 1962, t. 75, z. 3, s. 545.
- [7] Domański E.: Mikroelementy gleb lekkich i ich wpływ na zdrowotność zwierząt domowych. Post. Nauk Roln., t. 6, 1954, s. 25.
- [8] Jungermann K.: Beiträge zur Mikronährstoff-Frage (III). Landw. Forsch., Sonderheft 16, 1962, s. 93.
- [9] Kabata A.: Zawartość kobaltu, miedzi i niklu w ważniejszych glebach oraz w sianie nadnoteckich i nadobrzańskich terenów łąkowych. Roczn. Nauk Roln., 78-A-3, s. 379.
- [10] Kurdina W. N.: Wlijanije mikroelementow na kaczestwo i leżkost morkowi. Dokł. TSCHA, 1960, nr 52, s. 175.
- [11] Lehman K.: Sympozjum dotyczące zawartości mikroelementów w glebie i roślinie. Roczn. Nauk Roln., 1962, nr 6/78/, s. 147.
- [12] Liwski S.: Zawartość manganu boru, miedzi, kobaltu, cynku i żelaza w roślinach łąkowych i bagiennych. Zeszyty Probl. Postępów Nauk Roln., 1960, z. 25, s. 197.
- [13] Magnicki K. P., Szugarow J. A., Małkow W. K.: Nowyje metody analiza rastienij i poczw. Sielchozgez, Moskwa 1959.
- [14] Majewski F.: Wymagania pokarmowe roślin i potrzeby nawożenia mikroskładnikami. Roczn. Glebozn., 1961, t. 10, z. 1, s. 215.
- [15] Maksimow A.: Mikroelementy i ich znaczenie w życiu organizmów. Warszawa 1954.
- [16] Mitchell R. L.: The spectrochemical analysis of plant material. Anal. Plant. at Problems Engr. Min., Paris, 1954, s. 48.
- [17] Nowicki A.: Badania nad wpływem niektórych mikroelementów na plon, zdrowotność i zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego w warunkach polowych. Roczn. Nauk Roln., 85-A-4, s. 683.
- [18] Pejwe J. W.: Rol mikroelementow w pitaniu rastienij i ziwotnych. Biochimia, t. 20, 1955, wyp. 3, s. 265.
- [19] Ryś R.: O roli niektórych mikroelementów. Cz. I. Miedź. Przegląd Hodowlany, nr 5, 1959, s. 31.
- [20] Ryś R., Groblewska S., Styczyński H.: Wstępne badania niedoboru miedzi na niektórych terenach Polski. Roczn. Nauk Roln., 69-B-3, s. 365.
- [21] Scharrer K.: Biochemie der Spuren-Elemente. Berlin 1955.
- [22] Scharrer K., Russ E., Mengel K.: Über die Bestimmung des pflanzenaufnehmbaren Kupfers und Mangans. Zeitschr. Pflanzenern. Düngung und Bodenkunde, t. 85, 1959, nr 1, s. 1.
- [23] Stiles W.: Trace elements in plants. Cambridge at the University Press., 1961.
- [24] Szkolnik M. J.: O wzaimoschodnom diejstwij niekotorych minieralnych

- elementow na obmien wieszczestw. Izw. AN ZSRR, seria biol., 1955, nr 1, s. 14.
- [25] Uggla H.: Poradnik dla rolników ziem północno-wschodnich. Warszawa 1961, s. 15.
- [26] Własiuk P. W.: Izpolzowanije mikroelementow w sielskom chozjajstwie. Sielskochozjajstwiennaja biologija, t. 1, 1966, nr 4, s. 530.

М. КОТЭР, А. КРАУЗЕ, Д. ФИЛУС

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЯХ ОЛЬШТИНСКОГО ВОЕВОДСТВА

ЧАСТЬ I — МЕДЬ

Кафедра Агрохимии, Высшая Сельскохозяйственная Школа в Ольштыне

Резюме

В 1964 году были начаты исследования по содержанию микроэлементов в растениях возделываемых в Ольштинском воеводстве. Сделан был анализ 100 проб растений и такого-же количества почв. На первом этапе исследований определяли содержание меди в растениях. Содержание этого микроэлемента в исследованных растениях колебалось в широких пределах от 1,3 до 21,1 мг Cu на кг с.в. Установлено, что содержание меди зависит от вида растений и удобрения, а также от разновидности почвы и её реакции. Самые высокие количества меди находятся в семенах озимого рапса (среднее 11,7 мг) а самые низкие в соломе ячменя (2,9 мг). В сене бобовых растений содержание меди составляет 2,4—12,5 мг. Корни сахарной свеклы содержат 2,3—5,6 мг а ботва 5,8—10,9 мг меди. В клубнях картофеля количество меди составляет 4,6—12,5 мг а у зерновых: 3,7—17,5 мг в зерне и 1,3—9,1 мг в соломе. Влияние реакции почвы на содержание меди в исследованных растениях отчетливо выступало у овса и ячменя, однако в остальных культурах проявилась зависимость от других факторов. Среди почвенно-климатических факторов обнаружилось доминирующее влияние механического состава почв на содержание меди в некоторых культурах. В сахарной свекле и озимом рапсе растущих на почвах с более высоким содержанием илстых частиц было найдено меди больше, по сравнению с растениями возделываемыми на почвах с меньшим содержанием илстых частиц, независимо от реакции почв.

На основании полученных результатов можно установить, что озимая рожь, сераделла, картофель и сахарная свекла возделываемые на легких почвах с кислой или щелочной реакцией могут страдать от недостатка меди. В таких случаях было бы необходимо вносить медные удобрения, чтобы улучшить качество растений а косвенно и здравоохранение животных.

M. KOTER, A. KRAUZE, D. FILUS

STUDIES OF THE MICRONUTRIENTS CONTENT OF PLANTS CULTIVATED
UNDER THE OLSZTYN PROVINCE CONDITIONS

PART I. — COPPER

Department of Agrochemistry, College of Agriculture, Olsztyn

Summary

In 1964 studies were begun on the micronutrient content of plants cultivated in the area of Olsztyn province. One hundred of plant samples and the same number of soil samples were collected for chemical analysis. In the first stage of the study the copper content was determined. It was found that the element content of the plants analyzed varied in wide ranges — from 1,3 to 21,1 ppm. It depends, on the one hand, upon the kind of plants and fertilizing practices and, on the other hand, upon the type of soil and its reaction. The highest copper content was found in rape seeds (average 11,7 ppm) and the lowest in barley straw (2,9 ppm). Leguminous hay contained from 2,4 to 12,5 ppm Cu. Sugar beets were found to contain from 2,3 to 5,6 ppm Cu in the roots and from 5,8 to 10,9 ppm Cu in the leaves. Potato tubers contained from 4,6 to 12,5 ppm Cu and small grains from 3,7 to 17,5 ppm in the grain and from 1,3 to 9,1 ppm in straw. There was a distinct relation between soil reaction and the copper content of oats and barley, but to much less extent of other plants. It is depended upon the influence of other soil and climatic factors, mainly upon the mechanical composition of soil. Sugar beets and winter rape contained more copper when grown on soils containing a great number of particles $< 0,02$ mm, than when grown on the soil with low percentage of those particles regardless of soil reaction. Rye, alfalfa, seradella, potatoes and sugar beets were characterized by a relatively low copper content.

The results show that the winter rye, seradella, potatoes and sugar beet roots are likely to suffer of copper deficiency when grown on light acid or alkali soils. In such cases it is imperative to apply the copper in order to improve the quality of plants, indirectly, the health of animals.

Wpłynęło do redakcji w styczniu 1967 r.