

TERESA KOZANECKA, JÓZEF CHOJNICKI

MANGAN DOSTĘPNY I ROZPUSZCZALNY W 20% HCl W GLEBIE PŁOWEJ SADU JABŁONIOWEGO

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

WSTĘP

Zawartość manganu dostępnego w glebie uzależniona jest od wielu czynników, a między innymi od wartości pH, uziarnienia, procesów oksydo-redukcyjnych, ilości próchnicy oraz od czynników agrotechnicznych, do których można zaliczyć nawożenie mineralne oraz sposób utrzymania gleby.

Mangan, mikroelement ważny dla życia roślin, bierze udział w wielu procesach fizjologicznych, między innymi w fotosyntezie, oddychaniu roślin itp. Stąd też nadmiar lub niedobór tego pierwiastka w glebie wpływa na przebieg procesów fizjologicznych roślin i tym samym decyduje o prawidłowym ich rozwoju, jak i nierzadko o wysokości i jakości plonu.

Celem niniejszych badań było określenie w glebie płowej, użytkowanej sadowniczo zawartości manganu dostępnego i rozpuszczalnego w 20% HCl oraz przesledzenie zmian, jakie zachodzą w jego zawartości pod wpływem wieloletniego, zróżnicowanego nawożenia azotem, wapnowania i sposobu utrzymania gleby.

MATERIAŁ I METODY

Badania zawartości manganu dostępnego i rozpuszczalnego w 20% HCl w glebie płowej wytworzonej z gliny lekkiej, od góry spiaszczonej (piasek gliniasty lekki) przeprowadzono w sadzie jabłoniowym w Łęczynie. Analizy prowadzono w profilach glebowych, w których od 16 lat stosowano stale nawożenie azotowo-potasowe w układzie czynnikowym następujących kombinacji nawozowych:

- a) bez nawożenia,
- b) azot w formie saletry amonowej w dawkach 40, 140 i 240 kg/ha,
- c) potas w formie soli potasowej w dawkach 50, 175 i 300 K₂O kg/ha.

Na obiektach tych utrzymywano pasy murawy w międzyrzędziach drzew i pasy ugoru herbicydowego w rzędach drzew. Połowa badanych obiektów była zwapnowana przed siedmiu laty według oznaczonej kwasowości hydrolitycznej.

Wiosną, po 16 latach nawożenia, przed rozsianiem nawozów azotowych pobrano próby glebowe z każdej kombinacji nawozowej w trzech powtórzeniach:

spod murawy i ugoru herbicydowego, oraz obiektów nie wapnowanych i wapnowanych. Próby pobierano z poziomu A z głębokości 0–25 cm, z poziomu Eet z głębokości 30–50 cm oraz poziomu Bt z głębokości 70–100 cm.

Oznaczono w nich ilość: manganu aktywnego – kolorymetrycznie metodą siarczynową przy pH 8,2 według Schachtschabela, a manganu rozpuszczalnego w 20% HCl po ekstrakcji gleby – techniką ASA.

Wyniki otrzymane dla manganu aktywnego w glebie obliczono statystycznie metodą analizy wariancji. Do porównania średnich stosowano test *t*-Studenta.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W następstwie wieloletniego nawożenia zróżnicowanymi dawkami azotu, poziom próchniczny w sadzie jabłoniowym został silnie zakwaszony. W poziomie A (0–25 cm) wartości pH gleby obiektów nie nawożonych i nawożonych w dawkach 40, 140 i 240 kg N/ha wynosiły odpowiednio: 4,8, 4,1 i 3,9.

Obliczenia statystyczne wykazały, że na zawartość manganu aktywnego w poziomie A, jak i na jego rozmieszczenie w profilu glebowym badanych obiektów wpłynęły w różnym stopniu stosowane dawki azotu, wapnowanie oraz utrzymanie murawy i ugoru herbicydowego (tab. 1).

Stosowanie przez 16 lat zróżnicowanych dawek azotu w istotny sposób wpłynęło na zawartość manganu dostępnego w badanych poziomach genetycznych (tab. 2). W poziomie próchnicznym A (0–25 cm) zawartość manganu aktywnego

TABELA 1. Wartość testu F dla zawartości Mn aktywnego w glebie
TABLE 1. The value of F test for contents of active Mn in soil

Źródło zmienności Source of variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Głębokość – Depth [cm]		
		0–25	30–50	70–100
Wapnowanie – Liming (A)	1		**	
Błąd I – Error I	4			
Nawożenie (B) – Fertilization (B)	9			
Potasem K – Potassium K	2		*	
Azotem N – Nitrogen N	2	**	*	*
K × N	4			
A × N	2	*	*	*
A × K	2			
A × K × N	4			
Błąd II – Error II	16			
Sposób utrzymania gleby (C)	1			
Soil management system (C)				
A × C	1	**		
K × C	2			
N × C	2	*		*
A × N × C	2	*		
Błąd III – Error III	20			

TABELA 2. Wpływ nawożenia azotem na zawartość manganu aktywnego w glebie [mg/kg]
 TABLE 2. Effect of fertilization of N on the content of active Mn in soil [mg/kg]

Poziom i głębokość [cm] Horizon and depth [cm]	Dawka N – Rates N [kg/ha]				NIR-LSD _{0,05} ¹	NIR-LSD _{0,05} ²
	0	40	140	240		
A (0–25)	24,3	27,7	19,4	13,2	2,7	3,7
Eet (30–50)	7,8	8,7	15,5	18,0	2,4	3,4
Bt (70–100)	12,5	15,7	21,7	57,7	6,8	9,6

¹Dla porównania poszczególnych dawek nawożenia N – for comparison of each rates of fertilization of N

²Dla porównania dawek nawożenia N z obiektem nie nawożonym – for comparison rates of fertilization of N with unfertilized N treatment

wahała się od 13,2 do 27,7 mg/kg (tab. 2). Największą zawartością tego składnika charakteryzowały się objekty, na których stosowano przez 16 lat 40 kg N/ha, tj. niską dawkę azotu, oraz objekty nie nawożone. Stosowanie zaś azotu w dawkach 140 i 240 kg/ha spowodowało istotne obniżenie ilości manganu dostępnego w porównaniu do obiektów nie nawożonych i nawożonych 40 kg N/ha. Stąd też w poziomie tym na obiektach nawożonych 240 kg N/ha zawartość manganu była około dwukrotnie niższa niż na obiektach nie nawożonych i nawożonych niską dawką azotu. Natomiast w poziomie przemywania Eet (30–50 cm) i wmycia Bt (70–100 cm) obserwowano na obiektach nawożonych 140 i 240 kg N/ha istotny wzrost zawartości manganu dostępnego. Przy stosowaniu 240 kg N/ha w poziomie Eet nastąpił prawie 2-krotny, a w poziomie Bt prawie 5-krotny wzrost manganu w porównaniu z obiektami nie nawożonymi. Podobny wzrost ilości manganu wraz z głębokością profilu można zaobserwować i przy stosowaniu 140 kg N/ha.

Wapnowanie zastosowane przed siedmiu laty przyczyniało się jeszcze do obniżenia zawartości manganu aktywnego w glebie zarówno w poziomie A, jak i w poziomie Eet i Bt. Istotny wpływ tego zabiegu zależał przede wszystkim od poziomu nawożenia azotem i głębokości (tab. 3). I tak w poziomie powierzchniowym wapnowanie istotnie zmniejszało zawartość manganu aktywnego w glebie tylko na obiektach nie nawożonych i przy stosowaniu 40 kg N/ha, podczas gdy w poziomie Bt na obiektach nawożonych 140 i 240 kg N/ha.

Istotne różnice w zawartości manganu aktywnego w glebie pod ugorem herbicydowym i murawą odnotowano głównie na głębokości 0–25 (tab. 4) i 70–100 cm (tab. 5), ale tylko w powiązaniu z wapnowaniem i z określoną dawką azotu. Ugór herbicydowy nawożony 140 kg N/ha niezależnie od wapnowania charakteryzował się na głębokości 0–25 cm w porównaniu z glebą pod murawą istotnie niższą zawartością manganu dostępnego (tab. 4). Natomiast ugór herbicydowy nawożony 40 kg N/ha oraz wapnowany wpływał na istotny wzrost manganu dostępnego w porównaniu z murawą. Wynika to stąd, że utrzymywanie ugoru herbicydowego powoduje szybsze zakwaszenie gleby (w porównaniu z murawą), co doprowadziło do wzrostu zawartości manganu dostępnego w glebie na tym obiekcie. Przy stosowaniu 240 kg N/ha nie zaobserwowano istotnych różnic w zawartości manganu aktywnego w glebie pomiędzy ugorem herbicydowym a murawą.

Na głębokości 70–100 cm gleba pod ugorem herbicydowym nawożonym 140 i 240 kg N/ha zawierała istotnie więcej manganu dostępnego niż gleba pod murawą przy takim samym nawożeniu (tab. 5).

TABELA 3. Wpływ nawożenia azotem na zawartość manganu aktywnego w glebie [mg/kg] w zależności od wapnowania

TABLE 3. Effect of N fertilization on the content of active Mn in soil [mg/kg] depending on the liming

Poziom i głębokość Horizon and depth [cm]	Obiekty Treatment	Dawka N – Doses of N [kg/ha]				NIR-LSD _{0,05} ¹
		0	40	140	240	
A (0–25)	nie wapnowane non liming	28,0	33,7	22,3	15,7	3,8
	wapnowane liming	20,7	21,7	16,6	10,7	
	NIR-LSD _{0,05} ²			7,2		
Eet (30–50)	nie wapnowane non liming	10,0	10,6	22,0	21,4	3,4
	wapnowane liming	5,7	6,7	8,9	14,7	
	NIR-LSD _{0,05} ²			3,4		
Bt(70–100)	nie wapnowane non liming	16,0	17,4	31,5	69,1	9,7
	wapnowane liming	9,0	14,0	11,8	46,3	
	NIR-LSD _{0,05} ²			14,1		

¹NIR-LSD_{0,05} – dla porównania poszczególnych dawek N między sobą – for comparison different N doses; ²NIR-LSD_{0,05} – porównanie efektu wapnowania na tle dawek N – comparison effect of the liming in relation to N doses

TABELA 4. Wpływ nawożenia azotem na zawartość Mn aktywnego w glebie [mg/kg] w zależności od wapnowania oraz utrzymania gleby, w poziomie A na głębokości 0–25 cm
TABLE 4. Effect of N fertilization on the content of active Mn [mg/kg] depending on the liming and soil management system in the A horizon (depth 0–25 cm)

Obiekty Treatments	Sposób utrzymania gleby Soil management system	Dawka N – Doses N [kg/ha]				NIR-LSD _{0,05} ¹
		0	40	140	240	
Nie wapnowane Non liming	murawa – sod	30,7	34,1	24,7	16,8	4,6
	ugór herbicydowy herbicide fallow	25,3	33,3	9,9	14,7	
Wapnowane Liming	murawa – sod	18,3	15,2	19,1	11,3	4,4
	ugór herbicydowy herbicide fallow	23,0	28,1	14,2	10,0	
	NIR-LSD _{0,05} ²			4,4		

¹NIR-LSD_{0,05} – dla porównania różnych dawek nawożenia azotem na tle sposobu utrzymania gleby i obiektów nie wapnowanych i wapnowanych – for comparison different doses fertilization of N in relation to soil management system and not liming and liming; ²NIR-LSD_{0,05} – dla porównania sposobu utrzymania gleby na tle różnych dawek azotu i obiektów nie wapnowanych i wapnowanych – for comparison soil management system in relation to different doses of N fertilization and not liming and liming.

TABELA 5. Zawartość Mn aktywnego w glebie [mg/kg] w poziomie Bt, na głębokości 70–100 cm w zależności od nawożenia azotem i sposobu utrzymania gleby
 TABLE 5. The content of active Mn [mg/kg] in Bt soil horizon, on 70–100 cm depth depending on the N fertilization and soil management system

Sposób utrzymania gleby Soil management system	Dawka N – Doses N [kg/ha]				NIR-LSD _{0,05} ¹
	0	40	140	240	
Murawa – sod	11,7	17,0	17,7	52,5	8,7
Ugór herbicydowy Herbicide fallow	13,3	14,4	25,6	62,9	
NIR-LSD _{0,05} ²			7,6		

¹NIR-LSD_{0,05} – dla porównania dawek N na tle sposobu utrzymania gleby – for comparison doses of N in relation to soil management system;

²NIR-LSD_{0,05} – dla porównania sposobu utrzymania gleby na tle dawek N – for comparison the soil management system in relation to the N doses.

TABELA 6. Wpływ nawożenia azotem na zawartość Mn rozpuszczalnego w 20% HCl [mg/kg] w różnych poziomach genetycznych
 TABLE 6. Effect of fertilization of N on the content of Mn soluble in 20% HCl [mg/kg] in different genetic soil horizons

Poziom i głębokość Horizon and depth [cm]	Dawka N – Doses N [kg/ha]			
	0	40	140	240
A (0–25)	223	221	158	137
Eet (30–50)	82	100	112	112
Bt (70–100)	148	161	148	218

Wieloletnie nawożenie azotem doprowadziło do wyraźnego zróżnicowania się zawartości manganu aktywnego w całym profilu glebowym. Obiekty nie nawożone bądź nawożone 40 kg N/ha miały większe ilości manganu w poziomie powierzchniowym niż w spągu profilu glebowego, natomiast obiekty nawożone dawką 140, a przede wszystkim 240 kg N/ha, charakteryzowały się niższą zawartością Mn aktywnego w poziomie powierzchniowym i wzrostem jego zawartości w glebie poziomów głębszych.

TABELA 7. Zawartość Mn rozpuszczalnego w 20% HCl [mg/kg] w glebie sadu jabłoniowego w zależności od sposobu utrzymania i wapnowania
 TABLE 7. The content of Mn soluble in 20% HCl [mg/kg] in soil of apple orchard depending on soil management system and liming

Głębokość Depth [cm]	Murawa Sod	Ugór herbicydowy Herbicide fallow	Obiekty – Treatment	
			– Ca	+ Ca
0–25	203	167	193	177
30–50	106	101	103	100
70–100	169	168	187	150

TABELA 8. Procentowy udział Mn aktywnego w manganie rozpuszczalnym w 20% HCl
 TABLE 8. Percent of active Mn in soluble in 20% HCl

Głębokość Depth [cm]	Dawka N – Doses N [kg/ha]			
	0	40	140	240
0–25	10,1	12,5	12,3	9,6
30–50	9,5	8,7	13,8	16,1
70–100	8,4	9,7	14,7	26,5

Zawartość manganu rozpuszczalnego w 20% HCl w zależności od badanych czynników i głębokości wahała się od 82 do 223 mg/kg (tab. 6). Wieloletnie stosowanie azotu w dawkach 140 i 240 kg N/ha przyczyniło się do obniżenia zawartości tej formy przede wszystkim w poziomie powierzchniowym, zaś przy dawce 240 kg N/ha obserwowano wyraźny wzrost manganu rozpuszczalnego w 20% HCl w głębi profilu (tab. 6). Na obiektach utrzymywanych w ugorze herbicydowym obserwowano tendencję do zmniejszenia się tej formy Mn w porównaniu z murawą, przede wszystkim w poziomie akumulacyjnym (tab. 7). Wapnowanie nieznacznie zmniejszyło ilość manganu aktywnego na głębokości 0–25 cm i 70–100 cm.

Rozpatrując zaś rozmieszczenie tej formy manganu w głównych poziomach genetycznych gleby płowej w sadzie, stwierdzono, że obiekty nie nawożone bądź nawożone 40 i 140 kg N/ha charakteryzowały się wyższą zawartością manganu rozpuszczalnego w 20% HCl w poziomie A, a najniższą w poziomie Eet. Natomiast na obiektach nawożonych dawką 240 kg N/ha najwyższe zawartości manganu rozpuszczalnego w 20% HCl występowały w poziomie Bt, a najniższe w poziomie Eet (tab. 6).

Udział manganu aktywnego w manganie rozpuszczalnym w 20% HCl przedstawiał się różnie i wahał się od 8,4 do 26,5% (tab. 8). W poziomie próchnicznym wynosił on od 9,6 do 12,5%. W poziomie A najniższy procentowy udział manganu aktywnego w rozpuszczalnym w 20% HCl obserwowano przy nawożeniu 240 kg N/ha, zaś wyższy przy dawkach 40 i 140 kg N/ha. Wyraźny wzrost procentowego udziału manganu aktywnego w stosunku do rozpuszczalnego w 20% HCl w głębszych partiach profilu stwierdzono na obiektach nawożonych 140 i 240 kg N/ha (tab. 8).

DYSKUSJA

Z przeprowadzonych badań wynika, że głównym czynnikiem decydującym o zawartości, jak i rozmieszczeniu manganu, zarówno aktywnego jak i rozpuszczalnego w 20% HCl, jest 16-letnie nawożenie azotem w formie saletry amonowej. W poziomie A wieloletnie nawożenie 140 i 240 kg N/ha doprowadziło do istotnego zmniejszenia manganu aktywnego, jak i rozpuszczalnego w 20% HCl w tych obiektach badawczych w porównaniu do pozostałych obiektów. Podobne zmniejszenie zawartości manganu w glebie z 93 mg/kg (poletko kontrolne) do 38 mg/kg (poletko nawożone) pod wpływem stosowanego nawożenia mineralnego obserwował Kuszelewski [1976]. Otrzymane wyniki nie potwierdzają rezultatów badań autorów, którzy uzyskali ujemną korelację między wartością pH a

zawartością manganu aktywnego [Czarnowska 1972; Gworek 1986] oraz innych badań donoszących o wzroście ilości manganu dostępnego pod wpływem stosowania wysokiego nawożenia mineralnego [Adamus, Kozłowska 1972; Czarnowska, Kępka 1975; Czuba, Murzyński 1988; Goralski 1972].

Otrzymane wyniki wskazują także, że stosowane dawki azotu w wysokości 140 i 240 kg N/ha nie tylko wpływają na zmianę zawartości manganu w poziomie próchnicznym, ale również przyczyniają się w przypadku gleby płowej do kilkukrotnego zwiększenia jego zawartości w poziomach Eet i Bt. Wskazuje to, że w warunkach silnego zakwaszenia poziomu A o uziarnieniu piasku gliniastego lekkiego zachodzi wzrost rozpuszczalności minerałów pierwotnych zawierających mangan i następuje przemieszczanie się badanych form w głąb profilu glebowego. Niniejsze wyniki wskazują, że w przypadku gleby płowej przemieszczanie się manganu przy nawożeniu 240 kg N/ha dochodzi do głębokości 100 cm.

Na przemieszczanie się manganu dostępnego w glebie mają także stymulujący wpływ opady atmosferyczne, uziarnienie, jak i rodzaj uprawianej rośliny, czy też sposób uprawy gleby. Badania Ruszkowskiej i in. [1989], Ruszkowskiej, Kusio, Sykut [1996a] potwierdzają większe wymycie manganu w doświadczeniu lizymetrycznym z gleby piaskowej niż z gleby lessowej i gliniastej. Autorzy ci nie uzyskali wyraźnego wpływu nawożenia mineralnego na przemieszczanie się manganu w glebie.

Szesnastolenie nawożenie azotem, przede wszystkim dawką saletry amonowej 240 kg N/ha spowodowało zmianę zasobności gleby w mangan aktywny. Wieloletnie nawożenie azotem przyczyniło się też do zmian w rozmieszczeniu manganu aktywnego i rozpuszczalnego w 20% HCl w profilu glebowym. Wielkość tych zmian zależała od dawki azotu. Małe zmiany obserwowano na obiektach nie nawożonych i nawożonych 40 kg N/ha, które charakteryzowały się wyższą zawartością obu form manganu w poziomie akumulacyjnym, a niższą w poziomach Eet i Bt. Takie rozmieszczenie manganu w profilu glebowym jest typowe dla gleb płowych, mało zmienionych w wyniku działalności człowieka [Musierowicz, Czarnowska 1961; Gworek 1986].

W przypadku zaś obiektów intensywnie nawożonych azotem, szczególnie w dawce 240 kg N/ha, nastąpiło zmniejszenie obu form manganu w poziomie A i wzrost ich zawartości idąc w głąb profilu. Znalazło to również odzwierciedlenie we wzroście procentowego udziału manganu aktywnego w stosunku do manganu rozpuszczalnego w dolnych częściach profilu. Taki układ może być wskaźnikiem degradacji gleby, która powstaje w wyniku wieloletniego stosowania dawek azotu począwszy od 140 kg/ha. Ten układ dotyczyć będzie przede wszystkim gleb płowych wytworzonych z gliny, których poziomy wierzchnie charakteryzują się lepszym składem granulometrycznym i znacznym zakwaszeniem.

Niniejsze badania wskazują również, że stosowanie ugoru herbicydowego w sadzie w rzędach drzew z równoczesnym nawożeniem azotem wpływa na szybsze przemieszczanie się manganu aktywnego z poziomu powierzchniowego w głąb profilu w porównaniu do gleby spod murawy. Należy zaznaczyć również, że wieloletnie efekty stosowania saletry amonowej w wysokości 240 kg N/ha na murawę są podobne do rezultatów stosowania jej na ugor herbicydowy. Stąd też stosowanie wieloletnie ugoru herbicydowego i murawy w sadzie z równoczesnym wysokim nawożeniem azotem (140 i 240 kg N/ha) prowadzi także do zubożenia poziomu A w mangan aktywny i rozpuszczalny w 20% HCl oraz do wzrostu antropogenizacji gleby w sadzie. Większe wymywanie manganu z gleby piasko-

wej oraz z gleb ugorowanych w porównaniu z glebami uprawnymi stwierdzili w swoich badaniach Ruzkowska i in. [1996a].

Zjawisku zubożenia gleby w badanym sadzie w mangan dostępny i rozpuszczalny w 20% HCl przeciwdziała wapnowanie gleby i to zarówno pasów murawy, jak i ugoru herbicydowego. Zabieg ten przez wzrost wartości pH zmniejsza rozpuszczalność związków manganu w glebie i zapobiega przemieszczaniu się ich z poziomu próchnicznego w głąb profilu. Taki wpływ wapnowania potwierdzają i inne badania [Czuba, Murzyński 1988; Goralski 1972; Ruzkowska i in. 1996b].

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych wieloletnich badań w sadzie jabłoniowym można stwierdzić, co następuje:

1. Szesnastoletnie nawożenie gleby azotem w dawce 140 i 240 kg/ha powoduje istotne obniżenie zawartości manganu aktywnego oraz rozpuszczalnego w 20% HCl w poziomie próchnicznym, a wzrost tych form w poziomach głębszych.
2. Ugór herbicydowy nawożony azotem silniej wpływa na zmiany w zawartości manganu aktywnego w glebie w porównaniu do pasów murawy. Stosowanie azotu w dawce 240 kg/ha zarówno na ugór herbicydowy, jak i na murawę powoduje przemieszczanie się obu form manganu w głąb profilu.
3. Wapnowanie zmniejsza zawartość manganu aktywnego w glebie przez zwiększenie wartości pH gleby.

LITERATURA

- ADAMUS M., KOZŁOWSKA H., 1972: Dynamika przyswajalnych form manganu i miedzi w glebie lekkiej na tle różnego nawożenia. *Rocz. Glebozn.* 23, 2: 45–49.
- CZARNOWSKA K., 1972: Badania nad rozmieszczeniem Mn, Zn, Cu i Mo w glebach wytworzonych z glin zwałowych. *Rocz. Glebozn.* 23, 2: 25–30.
- CZARNOWSKA K., KĘPKA M., 1975: Wpływ długoletniego nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość niektórych mikroelementów w glebach. *Rocz. Nauk Rol. A*, 101, 2: 49–61.
- CZUBA R., MURZYŃSKI J., 1988: Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i glebie łąkowej w okresie 15-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. Cz. I. Plony i zmiany właściwości gleb. *Rocz. Glebozn.* 39, 4: 245–264.
- GORALSKI J., 1972: Zawartość manganu w formie aktywnej w glebie i w roślinach w zależności od długoletniego (45 lat) nie zmienionego nawożenia i wapnowania. *Rocz. Glebozn.* 23, 2: 149–152.
- GWOREK B., 1986: Zawartość rozpuszczalnych pierwiastków śladowych w glebach wytworzonych z glin zwałowych. *Rocz. Glebozn.* 37, 1: 79–90.
- KUSZELEWSKI L., 1976: Wpływ zróżnicowanego wieloletniego nawożenia na plony i niektóre właściwości gleby. Materiały Symp. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”, Puławy IUNG 16–17.XI. cz. II: 11–18.
- MUSIEROWICZ A., CZARNOWSKA K., 1961: Mangan w ważniejszych glebach woj. łódzkiego. *Rocz. Nauk Rol.* 84-A-4: 563–592.
- RUSZKOWSKA M., RĘBOWSKA Z., KAPUSTA A., SYKUT S., 1989: Pobieranie mikroelementów przez rośliny i wymywanie ich z gleby w zależności od rodzaju gleby, poziomu nawożenia i nawodnienia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 325: 37–39.

- RUSZKOWSKA M., KUSIOM., SYKUTS., 1996a: Wymywanie pierwiastków śladowych z gleby w zależności od jej rodzaju i nawożenia (badania lizymetryczne). *Rocz. Glebozn.* 47, 1/2: 11–22.
- RUSZKOWSKA M., KUSIO M., SYKUT S., MOTOWICKA-TERELAK T., 1996b: Zmiany zawartości pierwiastków śladowych w glebach w warunkach doświadczenia lizymetrycznego (1991–1994). *Rocz. Glebozn.* 47, 1/2: 23–32.

T. KOZANECKA, J. CHOJNICKI

MANGANESE AVAILABLE AND SOLUBLE IN 20% HCl IN LESSIVE SOIL OF APPLE ORCHARD

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

The influence of 16-year N and K fertilization, soil management system {sod – between rows of trees, herbicide fallow – in the rows of trees} and liming on the contents of active Mn and soluble in 20% HCl in lessive soil of apple orchard was investigated. The doses of ammonium nitrate were 0, 40, 140, 240 kg per ha and KCl respectively 50, 175, 300 K₂O kg/ha. A half of treatments was liming, and the investigations were carried out in A {0–25 cm}, Eet (30–50 cm) and Bt (70–100 cm) horizons.

It was stated that doses 140 and 240 kg N per ha of ammonium nitrate fertilization caused the significant decrease of the active Mn content in A horizon and the increase in Eet and Bt horizons. The dose 240 kg N/ha caused the increase of the content of this form Mn almost two times in Eet and five times in Bt horizons. The 40 kg N/ha doses caused the significant increase of the content of active Mn in relation to 140 and 240 kg N/ha fertilized treatments. Also the 240 kg N/ha dose caused the decrease of the content Mn soluble in 20% HCl in A horizon and the increase in Eet and Bt horizons.

The nitrogen fertilization of herbicide fallow in the rows of trees caused stronger changes in the content Mn active than in the sod. It also caused the decrease content of Mn soluble in 20% HCl but only in A horizon.

Liming was decreasing the content of Mn active as well as soluble in 20% HCl.

Praca wpłynęła do redakcji w listopadzie 1997 r.

*Dr Teresa Kozanecka
Katedra Gleboznawstwa
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/32*

