

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej Akademii Rolniczej w Lublinie,
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, , e-mail: jadwigablaziak@wp.pl

JADWIGA BŁAZIAK

Ocena zmian zawartości mikroelementów w zbożach pod wpływem wapnowania i magnezowania gleby

Estimation of changes of microelement contents in cereals as influence
of calcium and magnesium soil application

Streszczenie. Badania oparto na doświadczeniu wazonowym w hali wegetacyjnej. Materiałem glebowym był utwór pyłowy wodnego pochodzenia, o odczynie bardzo kwaśnym. Czynnikiem doświadczenia były: kontrola (bez nawożenia) oraz CaO, CaO + MgO i $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, zastosowane według 1 kwasowości hydrolitycznej. Roślinami testowymi były jęczmień jary i owies. Zboża zebrane z obiektu kontrolnego wykazywały wysoką zawartość żelaza, manganu i cynku. Wapnowanie i magnezowanie spowodowało znaczne obniżenie zawartości mikroelementów w roślinach, a szczególnie Mn o 25–90% oraz Zn o 15–60% i Fe o 15–40%. Wpływ CaO i CaO + MgO na obniżenie zawartości mikroelementów w zbożach był podobny. W przypadku owsa nastąpił spadek do zawartości niskich. Siarczan magnezu miał znacznie mniejszy wpływ.

Słowa kluczowe: wapnowanie, magnezowanie, zboża, mikroelementy

WSTĘP

Zmiana odczynu gleby, w efekcie wapnowania lub magnezowania, jest najsilniej oddziałującym czynnikiem na ograniczenie pobierania i wykorzystanie manganu oraz cynku przez rośliny [Szukalski i in. 1973, Motowicka-Terelak 1978, Dahiya i Singh 1980, Gorlach i in. 1980, Gorlach i Gorlach 1983, Kaczor 1992, Mercik i Stępień 1994, Rogóż 1994, Bednarek i Lipiński 1996, Spiak 1998, Stępień i Mercik 1998, Kaczor i Kozłowska 2000, Rogóż 2000, Ruskowska i Sykut 2000]. W wielu pracach stwierdzono również znaczne zmniejszenie zawartości żelaza w roślinach uprawianych na glebach wapnowanych [Motowicka-Terelak 1978, Dahiya i Singh 1980, Kaczor 1992, Mercik i Stępień 1994, Rogóż 1994, Stępień i Mercik 1998], ale są i takie badania, w których wapnowanie nie miało wpływu na poziom żelaza w roślinach [Rogóż 1994].

Wpływ wapnowania na zawartość mikroelementów w roślinach zależy od dawki oraz od formy zastosowanego nawozu [Dahiya i Singh 1980, Gorlach i in. 1980, Gorlach i Gorlach 1983, Rogóż 1994, Bednarek i Lipiński 1996, Stępień i Mercik 1998, Rogóż 2000].

Celem przeprowadzonych badań była ocena zaopatrzenia zbóż jarych w żelazo, mangan i cynk w warunkach wapnowania i magnezowania gleby bardzo kwaśnej.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1986–1989 oparto je na doświadczeniu wazonowym w hali wegetacyjnej. Materiałem glebowym (5,4 kg na wazon) był utwór pyłowy wodnego pochodzenia z warstwy ornej gleby pobranej z Płaskowyzu Tarnogrodzkiego, o składzie granulometrycznym: 23% piasku, 50% pyłu i 27% części spławialnych. Gleba miała odczyn bardzo kwaśny (pH w 1 mol $\text{KCl dm}^{-3} = 4,2$), a jej kwasowość hydrolytyczna wynosiła $42 \text{ mmol H}^+ \text{ kg}^{-1}$. Gleba zawierała 26 mg P, 124 mg K i 6 mg Mg kg^{-1} w formie przyswajalnej oraz 1 g N ogółem kg^{-1} i $1,05 \text{ g C}_{\text{org.}} \text{ kg}^{-1}$.

Doświadczenie obejmowało cztery kombinacje: kontrola bez wapnia i magnezu, CaO ($1,176 \text{ g kg}^{-1}$ gleby), CaO + MgO zmieszano w stosunku 1:1 ($1,008 \text{ g kg}^{-1}$ gleby) oraz $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($2,568 \text{ g kg}^{-1}$ gleby). Wapń i magnez zastosowano jednorazowo w pierwszym roku badań w dawkach równoważnych 1 Hh.

Rośliną testową przez dwa sezony wegetacyjne był jęczmień jary odmiany Aramir, a przez następne dwa sezony owies odmiany Dragon. Corocznie stosowano jednolite nawożenie podstawowe: 0,15 g N, 0,065 g P oraz 0,15 g K kg^{-1} gleby.

Zbiór nadziemnej biomasy oraz korzeni zbóż przeprowadzono w fazie strzelania w źdźbło (faza I), w fazie kłoszenia jęczmienia lub wysuwania wiechy przez owies (faza II) oraz dojrzałości pełnej (faza III). Materiał roślinny zmineralizowano na sucho i oznaczono zawartość Fe, Mn i Zn metodą ASA. Obliczono wartości stosunku Fe : Mn w częściach nadziemnych zbóż. Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, stosując półprzedział ufności Tukeya.

WYNIKI

Jęczmień i owies zebrane z obiektu kontrolnego charakteryzowały się wysoką zawartością żelaza (tab. 1) w częściach wegetatywnych i korzeniach oraz średnią w ziarnie [Bergmann i Neubert 1976, Kamińska i in. 1976]. Najwięcej żelaza zawierały korzenie obydwu zbóż, a następnie rośliny jęczmienia zebrane w fazie strzelania w źdźbło (faza I) i kłoszenia (faza II) oraz słoma owsa i rośliny w fazie wysuwania wiechy (faza II). Zastosowanie tlenkowych form wapnia i magnezu oraz MgSO_4 , spowodowało niewielki wzrost zawartości tego mikroelementu w słomie jęczmienia oraz obniżenie, które wynosiło po zastosowaniu CaO – 27%, CaO + MgO – 18% i MgSO_4 – 22% średnio dla fazy I i II. Zastosowanie CaO i CaO + MgO obniżało zawartość żelaza w ziarnie o 15%, a MgSO_4 nie miał istotnego wpływu na poziom tego składnika. CaO powodował wzrost ilości żelaza w korzeniach jęczmienia, natomiast wpływ CaO + MgO oraz MgSO_4 był niejednoznaczny. Następował wzrost lub obniżenie zawartości żelaza, w zależności od fazy rozwojowej. Wapnowanie i magnezowanie spowodowało również obniżenie zawartości żelaza w częściach nadziemnych i korzeniach owsa, przy czym w ziarnie było ono istotne tylko po zastosowaniu MgSO_4 . Największe obniżenie zawartości żelaza w owsie nastąpiło po zastosowaniu CaO + MgO, średnio dla faz I, II i słomy o ok. 40%, natomiast działanie CaO było podobne jak MgSO_4 , powodując obniżenie zawartości Fe o ok. 20%.

Największe obniżenie zawartości żelaza odnotowano w roślinach w fazie wysuwania wiechy, po zastosowaniu CaO + MgO – o 65%. W korzeniach obniżka ta wynosiła średnio ok. 20%, najwięcej także w obiekcie CaO + MgO.

Tabela 1. Zawartość żelaza w jęczmieniu jarym i owsie (mg kg^{-1} s.m.)
Table 1. Content of iron in spring barley and oat (mg kg^{-1} d.m.)

Zboża Cereals	Nawożenie Fertilization	Części nadziemne – Above ground parts				Korzenie – Roots		
		faza – stage						
		I*	II	III ziarno grain	III słoma straw	I	II	III
Jęczmień Barley	Control	377	204	89	178	1361	1050	2693
	CaO	269	152	75	192	1382	1357	3340
	CaO + MgO	275	183	75	180	1270	1513	2098
	MgSO ₄	329	139	87	188	1296	1108	1748
	NIR _{0.05} LSD	9	9	5	9	43	39	40
Owies Oat	Control	189	214	111	227	3124	8218	3565
	CaO	172	120	104	192	3043	6118	3663
	CaO + MgO	152	76	111	171	2960	6397	2575
	MgSO ₄	158	155	99	179	5011	7232	3450
	NIR _{0.05} LSD	11	14	10	12	56	68	84

*I – faza strzelania w źdźbło – shooting stage

II – faza kłoszenia (jęczmień), wysuwania wiechy (owies) – heading stage (barley), ear emergence stage (oat)

III – faza dojrzałości pełnej – full ripeness stage

Tabela 2. Zawartość manganu w jęczmieniu jarym i owsie (mg kg^{-1} s.m.)
Table 2. Content of manganese in spring barley and oat mg kg^{-1} d.m

Zboża Cereals	Nawożenie Fertilization	Części nadziemne – Above ground parts				Korzenie – Roots		
		faza – stage						
		I*	II	III ziarno grain	III słoma straw	I	II	III
Jęczmień Barley	Control	552	277	60	357	808	838	781
	CaO	80	51	29	68	140	219	311
	CaO + MgO	66	49	24	70	135	168	348
	MgSO ₄	436	205	41	261	910	930	767
	NIR _{0.05} LSD	4	5	3	5	29	31	12
Owies Oat	Control	476	502	136	625	850	932	578
	CaO	140	111	47	94	255	468	238
	CaO + MgO	88	67	27	41	188	477	137
	MgSO ₄	581	343	83	326	790	653	382
	NIR _{0.05} LSD	12	4	3	6	6	7	6

*Jak w Tab. 1. in Tab. 1.

Zboża z obiektu kontrolnego (tab. 2) wykazywały również wysoką zawartość manganu [Bergmann i Neubert 1976, Kamińska i in. 1976]. Najwięcej manganu zawierały korzenie obydwu zbóż, następnie rośliny jęczmienia w fazie strzelania w źdźbło oraz słoma, a w przypadku owsa słoma oraz rośliny w fazie wysuwania wiechy. Zastosowanie CaO, w podobnym stopniu jak CaO + MgO, obniżyło zawartość manganu w częściach

nadziemnych jęczmienia (faza I, II, słoma) – o 80%, w ziarnie o 60% i w korzeniach o 70%. Zastosowany $MgSO_4$ obniżył zawartość Mn w częściach nadziemnych o ok. 25% oraz spowodował niewielki wzrost jego poziomu w korzeniach. W przypadku owsa największa obniżka zawartości manganu nastąpiła po zastosowaniu CaO + MgO: w częściach nadziemnych (faza I, II, słoma) średnio o 90%, w ziarnie o 80%, a w korzeniach o 70%. CaO również znacznie obniżył zawartość Mn w owsie, odpowiednio o 70, 65 i 60%. Stwierdzono wówczas w ziarnie i słomie niskie zawartości tego mikroelementu. $MgSO_4$ zmniejszył ilość Mn w częściach nadziemnych śr. o 40%, a w korzeniach o 25%.

Duże znaczenie dla oceny zaopatrzenia roślin w żelazo i mangan ma kształtowanie się stosunku Fe : Mn w roślinach. Dla dobrego rozwoju roślin stosunek Fe : Mn powinien mieścić się w granicach od 1,5 : 1 do 2,5 : 1. Poniżej wartości 1,5 : 1 występują objawy toksyczności manganu i niedoboru żelaza, a powyżej 2,5 : 1 szkodliwy jest nadmiar żelaza, któremu towarzyszą objawy braku manganu [Motowicka-Terelak 1978, Mazur 1990]. Stosunek Fe:Mn (tab. 3) w częściach nadziemnych zbóż z obiektu kontrolnego był wąski, co wskazuje na znaczne nagromadzenie w nich manganu (prawidłowy tylko w ziarnie jęczmienia i słomie owsa). Zastosowanie CaO + MgO spowodowało nadmierne rozszerzenie stosunku Fe : Mn w roślinach jęczmienia (z wyjątkiem słomy) oraz w ziarnie i słomie owsa. W roślinach z obiektu nawozonego $MgSO_4$ pozostawał on zbyt wąski, natomiast w ziarnie jęczmienia był prawidłowy. Korzystniejszy wpływ na wartość stosunku Fe:Mn w zbożach miało zastosowanie samego CaO.

Tabela 3. Stosunek ilościowy Fe : Mn w jęczmieniu jarym i owsie
Table 3. Quantitative ratio Fe : Mn in spring barley and oat

Zboża Cereals	Nawożenie Fertilization	Faza – Stage			
		I*	II	III ziarno grain	III słoma straw
Jęczmień Barley	Control	0,68	0,74	1,48	0,50
	CaO	3,36	2,98	2,59	2,82
	CaO + MgO	4,17	3,73	3,13	2,57
	$MgSO_4$	0,75	0,68	2,12	0,72
	NIR _{0,05} LSD	0,15	0,15	0,48	0,10
Owies Oat	Control	0,40	0,43	0,82	1,67
	CaO	1,23	1,08	2,21	2,04
	CaO + MgO	1,73	1,13	4,11	4,17
	$MgSO_4$	0,27	0,45	1,19	0,55
	NIR _{0,05} LSD	0,12	0,10	0,22	0,34

*Jak w Tab. 1. in Tab. 1.

Zboża z obiektu kontrolnego (tab. 4) charakteryzowały się także wysoką zawartością cynku [Bergmann i Neubert 1976, Kamińska i in. 1976]. Najwięcej cynku zawierały korzenie oraz rośliny młode, zebrane w fazie strzelania w źdźbło. Największą obniżkę zawartości cynku w częściach nadziemnych i korzeniach jęczmienia zanotowano po zastosowaniu CaO – o ok. 60%. Wpływ CaO + MgO był nieco mniejszy i wynosił 50%, natomiast $MgSO_4$ wywołał mniejszą obniżkę – ok. 15%. W przypadku owsa, zastosowanie CaO oraz CaO + MgO, w jednakowym stopniu obniżyło zawartość cynku

– o ok. 40% w częściach nadziemnych i o 30% w korzeniach. Zawartość cynku po zastosowaniu $MgSO_4$ obniżyła się w mniejszym stopniu: w częściach nadziemnych o 20%, a w korzeniach o 30%.

Tabela 4. Zawartość cynku w jęczmieniu jarym i owsie ($mg\ kg^{-1}\ s.m.$)Table 4. Content of zinc in spring barley and oat ($mg\ kg^{-1}\ d.m.$)

Zboża Cereals	Nawożenie Fertilization	Części nadziemne – Above ground parts				Korzenie – Roots		
		faza – stage						
		I*	II	III ziarno grain	III słoma straw	I	II	III
Jęczmień Barley	Control	116	77	75	74	253	212	156
	CaO	61	28	38	25	97	99	195
	CaO + MgO	66	38	46	29	115	98	152
	$MgSO_4$	94	65	66	60	220	170	184
	NIR _{0.05} LSD	3	2	2	2	4	2	3
Owies Oat	Control	122	64	56	83	435	284	161
	CaO	66	35	35	47	238	234	104
	CaO + MgO	85	37	36	40	222	253	107
	$MgSO_4$	103	47	45	61	263	205	124
	NIR _{0.05} LSD	6	5	4	5	8	6	4

DYSKUSJA

Zboża charakteryzowały się wysoką zawartością Fe, Mn i Zn, co wynikało z silnego zakwaszenia gleby [Błaziak 1998, Rogóż 2000, Ruszkowska i Sykut 2000]. Jęczmień jest bardzo wrażliwy na kwaśny odczyn gleby oraz na nadmiar Mn i Zn, natomiast owies wykazuje dużą tolerancję na zakwaszenie gleby, ma duże wymagania w stosunku do Mn oraz małe zapotrzebowanie na Zn. Jęczmień i owies wykazują średnie wymagania w stosunku do Fe [Mazur 1990, Kaczor i Kozłowska 2000].

Wapnowanie i magnezowanie obniżyło zawartość mikroelementów w częściach nadziemnych i korzeniach zbóż, szczególnie manganu: w jęczmieniu o 25–80%, w owsie o 25–90%, następnie cynku w jęczmieniu o 15–60% i owsie o 20–40% oraz żelaza w jęczmieniu o 15–27% i owsie o 20–40%. Górlach i Górlach [1983] stwierdzili również, że wapnowanie miało największy wpływ na obniżenie zawartości Mn i Zn w badanych roślinach, a Stepień i Mercik [1998] na zawartość Fe i Mn. CaO oraz CaO + MgO w jednakowym stopniu obniżyły zawartość Mn w jęczmieniu oraz cynku w owsie. Natomiast CaO wywołało większe obniżenie zawartości Fe i Zn w jęczmieniu, a CaO + MgO w większym stopniu obniżyły zawartość Fe i Mn w owsie. Działanie $MgSO_4$ było słabsze. Stosunkowo w największym stopniu zmniejszył on zawartość manganu – o 40% w częściach nadziemnych owsa i o 25% w korzeniach. W przypadku żelaza była to obniżka o ok. 20%, a cynku o 15–30%. W badaniach Bednarka i Lipińskiego [1996] magnez zastosowany w formie $MgSO_4$ nie powodował istotnych zmian zawartości Mn i Zn w jęczmieniu.

Wapnowanie i magnezowanie spowodowało również istotne zmniejszenie zawartości Fe, Mn i Zn w glebie z tego doświadczenia, co było tematem wcześniejszej pracy [Błaziak 1998]. Obniżenie zawartości mikroelementów wynikało przede wszystkim z wpływu zastosowanych nawozów na stopień odkwaszenia gleby. Formy tlenkowe, powodując

odkwaszenie gleby, zmniejszyły zawartość badanych mikroelementów. W przypadku manganu doprowadziło to nawet do zbyt niskiej zawartości jego form przyswajalnych w glebie oraz w ziarnie i słomie owsa, który jest rośliną wrażliwą na niedobór tego składnika. $MgSO_4$ nie wywoływał korzystnych zmian odczynu (pH tak jak w obiekcie kontrolnym wynosiło 4,3), a nawet w niewielkim stopniu zwiększał kwasowość hydrolytyczną i wymienną gleby, toteż nie powodował istotnych zmian zawartości przyswajalnych mikroelementów. W niniejszej pracy stwierdzono jednak wpływ $MgSO_4$ na obniżenie zawartości badanych mikroelementów w zbożach. W porównaniu z formami tlenkowymi był on słabszy, ale dość znaczący (obniżenie zawartości o 15–40%). Wyjaśnienia należy szukać m.in. w tym, że na obiekcie z $MgSO_4$ uzyskano najwyższą ilość biomasy w I i II fazie rozwojowej oraz najwyższy plon końcowy owsa. Zastosowanie $MgSO_4$ również zwiększyło plon jęczmienia do poziomu bliskiego najwyższemu plonowi bez zmiany odczynu gleby. Autorzy wcześniejszych publikacji dotyczących tego doświadczenia [Dechnik i in. 1990, Łabuda i in. 1992] wskazywali na dostarczenie do gleby siarki oraz dużych ilości magnezu wymiennego z $MgSO_4$, co wpłynęło dodatnio na plonowanie zbóż. Zmniejszenie zawartości mikroelementów w zbożach wynikało więc prawdopodobnie z wystąpienia „efektu rozcieńczenia” przy wysokich plonach. Gorlach i Gorlach [1983] stwierdzili, że magnezowanie w większym stopniu niż wapnowanie obniżało pobieranie Mn i Zn przez rośliny, co mogło wynikać z większej aktywności kationu Mg^{2+} niż kationu Ca^{2+} we współzawodnictwie jonowym w procesie pobierania składników pokarmowych.

Wapnowanie prowadzi do łągodzenia często spotykanego w glebach kwaśnych szkodliwego wpływu niektórych mikroelementów, zwłaszcza manganu na rośliny [Rogóż 2000], ale z drugiej strony może to być niekorzystne z punktu widzenia fizjologii żywienia roślin oraz ich przeznaczenia na cele paszowe [Motowicka-Terelak 1978].

WNIOSKI

1. Wapnowanie i magnezowanie spowodowało znaczne zmniejszenie zawartości mikroelementów w częściach nadziemnych i korzeniach zbóż, zwłaszcza manganu o 25–90% oraz cynku o 15–60% i żelaza o 15–40%.
2. Pod wpływem CaO oraz CaO + MgO nastąpiło podobne obniżenie zawartości mikroelementów w zbożach, natomiast działanie $MgSO_4$ było słabsze.
3. W przypadku owsa, który jest rośliną o dużych wymaganiach w stosunku do manganu, stwierdzono niskie zawartości tego składnika w ziarnie i słomie po zastosowaniu CaO oraz CaO + MgO.
4. CaO wpłynął najkorzystniej na wartość stosunku Fe : Mn w zbożach powodując jego rozszerzenie.
5. Obniżenie zawartości mikroelementów w zbożach wynikało przede wszystkim z wpływu zastosowanych nawozów na zakwaszenie gleby.

PIŚMIENNICTWO

- Bednarek W., Lipiński W., 1996. Zaopatrzenie jęczmienia jarego w mangan i cynk w warunkach zróżnicowanego nawożenia fosforem, magnezem i wapnowania. Cz. I, Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434, 30–35.

- Bergmann W., Neubert P., 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB G. Fischer Verlag, Jena.
- Błaziak J., 1998. Wpływ wapnowania i magnezowania gleby w różnych warunkach jej wilgotności na zawartość manganu, cynku i żelaza w glebie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456, 183–186.
- Dahiya S. S., Singh R., 1980. Effect of farm yard manure and CaCO_3 on the dry matter yield and nutrient uptake by oats (*Avena sativa*). Plant and Soil 56, 3, 391–402.
- Dechnik I., Łabuda S., Filipek T., 1990. Reakcja jęczmienia jarego na zróżnicowaną wilgotność i wysycenie kompleksu sorpcyjnego gleby kationami. Roczn. Glebozn. 41, 3/4, 95–100
- Gorlach E., Gorlach K., 1983. Porównanie działania CaCO_3 i MgCO_3 oraz nawożenia wapniowo-magnezowego na wzrost i skład chemiczny kilku gatunków roślin. Cz. II. Zawartość mikroelementów. Roczn. Glebozn. 34, 4, 45–54.
- Gorlach E., Gorlach K., Stępień S., 1980. Wpływ wapnowania i magnezowania na wzrost życicy wielokwiatowej oraz zawartość mikroelementów w roślinach i ich form rozpuszczalnych w glebie. Acta Agr. Silv. Ser. Agricultura 19, 31–47.
- Kaczor A., 1992. Wpływ kwaśnego deszczu i wapnowania dolomitem na kształtowanie się zawartości manganu i żelaza w glebie i roślinie. Mat. VII Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław 16–17 września 1992, 393–396.
- Kaczor A., Kozłowska J., 2000. Bezpośredni i następczy wpływ nawożenia siarką i wapnowania na zawartość i pobranie manganu przez rośliny. Cz. I. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471, 297–301.
- Kamińska W., Kardasz T., Strahl A., Szymborska H., 1976. Skład chemiczny roślin uprawnych i niektórych pasz pochodzenia roślinnego. Wyd. IUNG, Puławy, ss.76.
- Łabuda S., Filipek T., Dechnik I., 1992. Reakcja owsa na zróżnicowane formy wapnia i magnezu w doświadczeniu modelowym. Roczn. Glebozn. 42, 3/4, 31–39.
- Mazur J., 1990. Wpływ wapna defekacyjnego na dynamikę mikroelementów w glebach i roślinach w warunkach doświadczenia wazonowego. Cz. II. Dynamika boru, cynku, manganu i żelaza w roślinach. Annales UMCS, s. E, Agricultura, 45, 13, 101–111.
- Mercik S., Stępień W., 1994. Effect of long – and short – term liming on soil and plants. Polish J. Soil Sci. 27, 1, 79–86.
- Motowicka-Terelak T., 1978. Badanie wpływu głębokości wapnowania kwaśnej gleby gliniastej w wieloletnim doświadczeniu wazonowym. Cz. II. Wpływ wapnowania na plonowanie i skład chemiczny roślin. Pam. Puł. 69, 27–42.
- Rogóż A., 1994. The influence of liming on the content of some microelements in plants. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 413, 255–261.
- Rogóż A., 2000. Wpływ odczynu gleby na zawartość i pobranie manganu przez kukurydzę i tytoń. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 472, Cz. II, 587–596.
- Ruszkowska M., Sykut S., 2000. Zawartość mikroelementów w plonach roślin na glebach wapnowanych i niewapnowanych w wieloletnim doświadczeniu lizymetrycznym. Cz. I. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471, 513–520.
- Spiak Z., 1998. Wpływ odczynu gleby na pobranie cynku przez rośliny. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456, 439–443.
- Stępień W., Mercik S., 1998. Bezpośrednie i następcze działanie wzrastających dawek dolomitu na glebie silnie kwaśnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456, 237–241.
- Szukalski H., Zembaczyńska A., Sikora H., 1973. Wpływ wapnowania i nawożenia magnezem (dolomit, MgSO_4) w długoletnim doświadczeniu mikropoletkowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 149, 227–236.

Summary. Studies were carried out on a basis of the pot experiment in vegetation room. Silt of water origin with very acidic reaction was the soil material. The following were experimental factors: control (no fertilization), CaO , $\text{CaO} + \text{MgO}$ and $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ applied according to the

one hydrolytic acidity. Spring barley and oat were tested plants. Cereals collected from control object showed high contents of iron, manganese and zinc. Application of lime and magnesium caused significant decrease of microelement contents in plants, especially Mn by 25–90%, and Zn by 15–60%, Fe by 15–40%. The influence of CaO and CaO + MgO on the content of microelement in cereals was similar. In a case of oat, their level of decrease up to low values occurred. Magnesium sulfate affected much weaker the decrease.

Key words: liming, magnesium, cereals, microelements