

Stanisław ŁABUDA, Tadeusz FILIPEK

Oddziaływanie zróżnicowanych form wapnia i magnezu na łagodzenie toksyczności glinu wymiennego na jęczmień jary i owies w doświadczeniu modelowym

Influence of Different Calcium and Magnesium Forms on Alleviating Aluminium Toxicity of Spring Barley and Oat in Model Experiment

Szkodliwe działanie zakwaszenia gleby na rośliny powodowane jest głównie przez wysokie stężenie glinu wymiennego w glebie. Toksyczność glinu przejawia się w nieprawidłowym wzroście korzeni, zachwianej gospodarce wodnej roślin, ograniczeniu pobierania wapnia, fosforu, potasu i magnezu, zmniejszeniu masy nadziemnej roślin (1-7, 10, 11, 13, 14-20, 23, 25, 27, 29, 30). Przy pH poniżej 4,5 w glebie pojawia się Al^{3+} jako glin wymienny, zwany też ruchomym i często występuje w ilościach toksycznych. Głównymi czynnikami wpływającymi na zawartość glinu wymiennego w glebie są skład granulometryczny i mineralogiczny, zawartość substancji organicznej a także stosowanie nawozów (8, 9, 12, 21, 22, 24, 26, 28).

Przedmiotem badań było określenie różnic między szkodliwym oddziaływaniem glinu wymiennego na dwie rośliny testowe jęczmień jary i owies oraz ograniczenie toksyczności Al^{3+} przez zastosowanie dogłębowe różnych związków wapnia i magnezu w doświadczeniu modelowym.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzone w hali vegetacyjnej, na materiale glebowym, pyłe wodnego pochodzenia o składzie: piasku 23 % (1-0, 1 mm) pyłu 50 % (0,1-0,02 mm) i części spławialnych 27 % (< 0,02 mm), o odczynie kwaśnym, pH 4,3 i zawartości C organicznego: 1,05 %.

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1986-1989 w hali vegetacyjnej, w wazonach z polipropylenu o pojemności 5 dm³. W każdym wazonie było 5,4 kg materiału glebowego w przeliczeniu na suchą masę. Wilgotność gleby w wazonach była utrzymywana na stałym poziomie 39 kPa.

Czynnikami doświadczenia były: kontrola bez wapnia i magnezu, CaO, CaO+ MgO oraz MgSO₄ 7H₂O. Wapń i magnez zastosowano jednorazowo, dogłębowo w 1986 roku, podczas napełniania wazonów materiałem glebowym. Ilości zastosowanych związków wapnia i magnezu wynosiły: 1,31 g CaO/kg, 1,12 g CaO+MgO/kg w stosunku 1:1 i 2,85 g MgSO₄ 7H₂O/kg.

Corocznie doglebowo stosowano jednolite nawożenie mineralne N, P i K we wszystkich wazonach w ilości 0,150 g N/kg w formie NH_4NO_3 , 0,065 g P/kg w formie $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ i 0,150 g K/kg w formie KCl.

W pierwszych dwóch latach (1986 i 1987) rośliną testową był jęczmień jary cv. Aramir, a w następnych dwóch latach (1986 i 1989) rośliną testową był owies cv. Dragon. Rośliny były zbierane w 3 fazach rozwojowych (7.0, 10.54 i 11.4 w skali Feekes). A zatem schemat doświadczenia obejmował 4 kombinacje z zastosowaniem wapnia i magnezu, 3 terminy zbioru roślin testowych w 4 replikacjach i w 2 powtórzeniach doświadczenia z jęczmieniem jarym oraz w 2 powtórzeniach z owsem.

W materiale glebowym oznaczano corocznie: pH w 1 mol KCl, kwasowość hydrolityczną w 1 mol CH_3COONa , kwasowość wymienną i glin wymienny oznaczono metodą Sokołowa. Wapń i magnez wymienny oznaczono w 1 mol $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ o pH 7.

W częściach nadziemnych roślin testowych po ich mineralizacji w stężonym H_2SO_4 przy dodatkowym utlenieniu H_2O_2 oznaczono wapń i magnez metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, a glin metodą kolorymetryczną z aluminonem. Wyniki oznaczeń podano w przeliczeniu na suchą masę.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji i poziomów istotności T – Tukey'a.

WYNIKI

Charakterystykę gleby w doświadczeniu wazonowym przedstawiono w tabeli 1.

Zastosowanie tlenkowych form wapnia i magnezu wpłynęło istotnie na zmianę odczynu gleby z bardzo kwaśnego do lekko kwaśnego. Natomiast MgSO_4 nie wpłynęło ani na zmianę odczynu gleby, ani na zmianę kwasowości hydrolitycznej. Tlenkowe formy wapnia

Tab. 1. Charakterystyka chemiczna gleby w doświadczeniu modelowym pod wpływem zastosowania wapnia i magnezu

Chemical characteristics of soil in the model experiment as affected by calcium and magnesium application

Czynnik	pH (KCl)	Kwasowość hydrolityczna	Kwasowość wymienna	Al wymienny	Ca wymienny	Mg wymienny
		----- mmol $\sqrt{\text{H}^+}/\text{kg}$ -----	-----		----- mg/kg -----	
Kontrola	4,3	28,502	3,549	12,045	441,61	15,458
CaO	6,2	9,105	0,675	1,758	833,46	11,597
CaO + MgO	6,2	9,058	0,716	1,854	663,51	194,55
MgSO_4	4,3	28,115	4,329	12,112	435,46	184,729
NIR p = 0,05	—	0,072	0,674	1,796 *	13,42	4,578

i magnezu znacznie zmniejszyły kwasowość hydrolityczną, kwasowość wymienną, a także istotnie ograniczyły zawartość glinu wymiennego.

Siarczan magnezu zastosowany doglebowo wpłynął na wzrost zawartości magnezu przyswajalnego i wymiennego w większym stopniu niż zastosowanie CaO i MgO. Największy wpływ na zwiększenie zawartości wapnia wymiennego w glebie miało zastosowanie CaO, nieco mniejszy CaO+MgO, natomiast MgSO_4 nie miał istotnego wpływu na zawartość wapnia wymiennego w glebie.

Zastosowanie zróżnicowanych form wapnia i magnezu wpłynęło na znaczne zróżnicowanie ilości biomasy, części nadziemnych i korzeni oraz plonowanie jęczmienia jarego (tab. 2).

Tab. 2. Plonowanie jęczmienia jarego pod wpływem zastosowania wapnia i magnezu
Yielding of spring barley as affected by calcium and magnesium application

Czynnik	Części nadziemne		Ziarno	Słoma	Korzenie			Masa tysiąca ziarn g
	I	II	III	III	I	II	III	
	----- g/10 roślin -----							
Kontrola	7,510	30,448	24,186	23,689	1,603	3,020	1,808	36,035
CaO	11,088	38,564	29,877	30,266	1,575	3,573	1,995	41,243
CaO + MgO	11,924	41,070	34,703	28,692	1,767	3,818	1,895	46,137
MgSO ₄	9,227	35,382	35,118	28,220	1,496	2,945	1,670	42,257
NIR p = 0,05	1,676	6,768	8,316	3,728	ni	0,623	ni	4,736

I – faza strzelania w źdźbło; II – faza kłoszenia; III – faza dojrzałości pełnej

Wniesienie do gleby CaO i CaO+MgO spowodowało istotny wzrost wegetatywnej masy nadziemnej jęczmienia. Natomiast nawożenie magnezem w postaci MgSO₄ zwiększyło nie tylko ilość nadziemnych części roślin, ale pozwoliło również na uzyskanie najwyższego plonu ziarna, mimo że najwyższą masę tysiąca ziarn jęczmienia jarego uzyskano po zastosowaniu CaO+MgO.

Reakcja owsa na zastosowanie doglebowo formy wapnia i magnezu była nieco odmienna, chociaż najwyższe plonowanie owsa stwierdzono także w obiekcie z MgSO₄ (tab. 6).

Zawartość Mg i Al w jęczmieniu jarym w fazie strzelania w źdźbło i w fazie kłoszenia oraz w ziarnie i słomie w dojrzałości pełnej a także w korzeniach przedstawiono w tabelach 3-5.

Tab. 3. Zawartość wapnia, magnezu i glinu w jęczmieniu jarym w fazie strzelania w źdźbło oraz w fazie kłoszenia
Content of calcium, magnesium and aluminium in the spring barley at the stem elongation and ear emergence stage

Czynnik	Strzelanie w źdźbło			Kłoszenie		
	Ca	Mg	Al	Ca	Mg	Al
	-----%----- ppm			-----%----- ppm		
Kontrola	1,395	0,127	426,5	0,882	0,108	301,3
CaO	1,647	0,155	397,8	0,841	0,083	291,0
CaO + MgO	1,084	0,585	398,0	0,572	0,394	277,6
MgSO ₄	0,814	0,680	412,0	0,344	0,403	291,8
NIR p = 0,05	0,020	0,018	13,3	0,05	0,016	15,3

Zastosowanie CaO wpłynęło na zwiększenie zawartości Ca w jęczmieniu, natomiast CaO+MgO oraz MgSO₄ istotnie zmniejszyło zawartość Ca w jęczmieniu jarym, co może sugerować wystąpienie antagonizmu pomiędzy wapniem i magnezem.

Najwyższą zawartość Mg w masie wegetatywnej jęczmienia stwierdzono w obiekcie z MgSO₄, jednak zastanawiającym wydaje się fakt większego gromadzenia magnezu w jęczmieniu w warunkach silnego zakwaszenia w porównaniu z obiektem zwapnowanym CaO+MgO. Wyjaśnić należy, że ilości wniesionego magnezu w obiekcie CaO+MgO i MgSO₄ były równe. Zawartość glinu w częściach nadziemnych jęczmienia jarego nie była

Tab. 4. Zawartość wapnia, magnezu i glinu w ziarnie i słomie jęczmienia jarego
Content of calcium, magnesium and aluminium in grain and straw of spring barley

Czynnik	Ziarno			Słoma		
	Ca	Mg	Al	Ca	Mg	Al
	-----%-----	-----%-----	ppm	-----%-----	-----%-----	ppm
Kontrola	0,049	0,083	253,3	1,153	0,054	386,6
CaO	0,052	0,074	243,3	1,068	0,052	352,0
CaO + MgO	0,037	0,018	245,7	0,853	0,333	356,8
MgSO ₄	0,030	0,117	246,2	0,519	0,348	344,2
NIR p = 0,05	0,002	0,005	10,0	0,164	0,050	17,3

Tab. 5. Zawartość wapnia, magnezu i glinu w korzeniach jęczmienia jarego w fazie strzelania w źdźbło, kłoszenia i dojrzałości pełnej

Content of calcium, magnesium and aluminium in roots of spring barley at stem elongation, ear emergence and full maturity stages

Czynnik	Strzelanie w źdźbło			Kłoszenie			Dojrzałość pełna		
	Ca	Mg	Al	Ca	Mg	Al	Ca	Mg	Al
	-----%-----	-----%-----	ppm	-----%-----	-----%-----	ppm	-----%-----	-----%-----	ppm
Kontrola	0,344	0,082	2780	0,399	0,029	2313	0,257	0,046	3500
CaO	1,410	0,108	2370	1,272	0,029	2273	1,099	0,037	1791
CaO + MgO	0,888	0,481	2367	0,995	0,231	2553	0,683	0,044	2337
MgSO ₄	0,232	0,393	2621	0,147	0,092	2450	0,116	0,069	2779

znacznie zróżnicowana pod wpływem zastosowanych czynników. Większe różnice w zależności od stosowania wapnia i magnezu w zawartości Al stwierdzono w korzeniach, zwłaszcza w okresie pełnej dojrzałości. W obiektach: kontrolnym i MgSO₄, mimo jednakowego pH i praktycznie takiej samej zawartości glinu wymiennego w glebie, różnice w zawartości Al w korzeniach były znaczne.

Tab. 6. Plonowanie owsa pod wpływem zastosowania wapnia i magnezu
Yielding of oat as affected by calcium and magnesium application

Czynnik	Części nadziemne		Ziarno	Słoma	Korzenie			Masa tysiąca ziarn g
	I	II	III	III	I	II	III	
	-----g/10 roślin-----							
Kontrola	5,745	24,833	31,095	30,870	0,612	2,344	1,875	32,583
CaO	4,638	22,575	27,629	26,944	0,411	2,136	1,420	32,097
CaO + MgO	7,230	29,904	34,112	27,402	0,634	2,226	1,367	33,132
MgSO ₄	9,013	32,200	35,229	29,699	1,003	3,110	1,911	31,710
NIR p = 0,05	1,081	3,282	4,269	3,703	0,195	0,979	0,326	ni

I – faza strzelania w źdźbło; II – faza kłoszenia; III – faza dojrzałości pełnej

Wysoka zawartość magnezu wymiennego ograniczała kumulację Al w korzeniach. Nie stwierdzono jednak w tym przypadku zależności odwrotnej: przy podobnej zawartości Mg wymiennego w glebie w obiektach CaO+MgO i MgSO₄, zawartość Mg w korzeniach jęczmienia w dojrzałości pełnej była wyższa w obiekcie silnie zakwaszonym z występowaniem Al³⁺.

Różnice w zawartości wapnia, magnezu i glinu w owsie wywołane nawożeniem CaO, CaO+MgSO₄ gleby kwaśnej były widoczne we wszystkich badanych fazach rozwojowych i organach (tab. 7-9).

Tab. 7. Zawartość wapnia, magnezu i glinu w owsie w fazie strzelania w źdźbło oraz wysuwania wiechy
Content of calcium, magnesium and aluminium in the oat at the stem elongation and ear emergence stage

Czynnik	Strzelanie w źdźbło			Wysuwanie wiechy		
	Ca	Mg	Al	Ca	Mg	Al
	-----%----- ppm			-----%----- ppm		
Kontrola	1,383	0,075	486	0,960	0,051	322
CaO	1,862	0,061	486	1,083	0,044	335
CaO + MgO	1,002	0,473	403	0,590	0,232	301
MgSO ₄	0,998	0,646	440	0,519	0,260	311
NIR p = 0,05	0,050	0,027	20	0,014	0,008	13

Tab. 8. Zawartość wapnia, magnezu i glinu w ziarnie i słomie owsa
Content of calcium, magnesium and aluminium in grain and straw of oat

Czynnik	Ziarno			Słoma		
	Ca	Mg	Al	Ca	Mg	Al
	-----%----- ppm			-----%----- ppm		
Kontrola	0,107	0,087	200	0,946	0,040	272
CaO	0,102	0,078	195	1,201	0,024	270
CaO + MgO	0,090	0,142	197	0,743	0,003	263
MgSO ₄	0,081	0,154	200	0,567	0,352	263
NIR p = 0,05	0,003	0,010	ni	0,21	0,011	ni

Wyraźny spadek zawartości wapnia w miarę wzrostu owsa stwierdzono zarówno w nadziemnych częściach roślin jak i w korzeniach. Duży wpływ na zawartość w owsie wywarło nawożenie magnezem. Zastosowanie CaO+MgO i MgSO₄ ograniczało kumulację Ca w owsie nie tylko w porównaniu z obiektem CaO, ale również z kontrolą, gdzie zawartość wymiennych form Ca i Mg w glebie była niska. Antagonistyczne oddziaływanie magnezu na pobranie wapnia widoczne było w częściach nadziemnych jęczmienia i owsa. W korzeniach takiej jednoznaczności nie stwierdzono, bowiem tylko w obiekcie MgSO₄ korzenie jęczmienia i owsa zawierały mniej Ca niż w obiekcie kontrolnym. Natomiast łączne zastosowanie wapnia i magnezu w postaci tlenkowej spowodowało ponad dwukrotny wzrost zawartości wapnia w korzeniach jęczmienia.

Wpływ nawożenia gleby magnezem na zawartość tego składnika w roślinach, zwłaszcza częściach nadziemnych, był znacznie wyraźniejszy niż w przypadku stosowania CaO do gleby i zawartość Ca w jęczmieniu i owsie. Sugerować to może występowanie większej dodatniej zależności pomiędzy zawartością wymiennego magnezu w kompleksie sorpcyj-

Tab. 9. Zawartość wapnia, magnezu i glinu w korzeniach owsa w fazie strzelania w źdźbło i wysuwania wiechy oraz dojrzałości pełnej
Content of calcium, magnesium and aluminium in roots of oat stem elongation ear emergence and full maturity stage

Czynnik	Strzelanie w źdźbło			Wysuwanie wiechy			Dojrzałość pełna		
	Ca	Mg	Al	Ca	Mg	Al	Ca	Mg	Al
	-----%-----	-----%-----	ppm	-----%-----	-----%-----	ppm	-----%-----	-----%-----	ppm
Kontrola	0,256	0,022	3425	0,133	0,039	3683	0,188	0,019	3386
CaO	0,481	0,021	3212	0,421	0,039	2583	0,448	0,025	2546
CaO + MgO	0,421	0,196	2966	0,235	0,094	2830	0,213	0,051	2270
MgSO ₄	0,190	0,171	3453	0,101	0,071	2793	0,175	0,037	2170
NIR p = 0,05	ni	0,071	ni	0,283	ni	ni	0,191	ni	ni

nym i jego pobieraniem przez rośliny niż zawartością wapnia w glebie i roślinie. Zawartość magnezu w częściach nadziemnych jęczmienia i owsa z obiektu MgSO₄ była wyższa niż z obiektu CaO+MgO, jednak zależność ta nie potwierdziła się w korzeniach, gdzie z wyjątkiem jęczmienia w fazie dojrzałości pełnej, wystąpiła tendencja odwrotna.

Pomimo zdecydowanego zróżnicowania kwasowości oraz zawartości wymiennych form wapnia, magnezu i glinu w glebie z poszczególnych obiektów doświadczenia zawartości Al w jęczmieniu i owsie, zwłaszcza w częściach nadziemnych uznać należy za dość stabilną. Większe różnice stwierdzono w korzeniach i to głównie w fazie dojrzałości pełnej. Korzenie z obiektu kontrolnego zawierały zdecydowanie więcej glinu niż z pozostałych, w tym również z obiektu z glebą również silnie zakwaszoną, lecz z wysoką zawartością Al wymiennego.

WNIOSKI

1. Tlenkowe formy wapnia i magnezu spowodowały zmniejszenie kwasowości i zawartości glinu wymiennego oraz wyraźny wzrost wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami Ca²⁺, Mg²⁺, natomiast nawożenie siarczanem magnezu MgSO₄ zwiększyło istotnie wartości kwasowości wymiennej i nieznacznie ilość Al³⁺ w glebie.

2. Głównym czynnikiem słabego plonowania jęczmienia jarego i owsa na glebie silnie zakwaszonej był brak magnezu.

3. Dodatnia reakcja na nawożenie wapniem i magnezem gleby silnie zakwaszonej była znacznie wyraźniejsza w przypadku jęczmienia jarego niż owsa.

4. Zależność między zawartością formy wymiennej w glebie i zawartością pierwiastka w jęczmieniu jarym i owsie dotyczyła w zdecydowanie wyższym stopniu Mg niż Ca.

5. Siarczan magnezu, pomimo że nie ograniczał zawartości glinu wymiennego w glebie, spowodował zmniejszenie kumulacji Al w jęczmieniu jarym i owsie.

6. Nawożenie magnezem w postaci $\text{CaO}+\text{MgO}$ i jeszcze wyraźniej w postaci MgSO_4 spowodowało spadek zawartości wapnia w częściach nadziemnych i korzeniach jęczmienia jarego i owsa.

Praca wpłynęła 22 06 1992

PIŚMIENNICTWO

1. Alam S.M.: Influence of Aluminium on Plant Growth and Mineral Nutrition of Barley. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 12, 2, 121-138, 1981.
2. Anioł A.: Tolerancja roślin na niskie pH gleby. *Post. Nauk Roln.*, 4, 1977.
3. Anioł A., Hill R.D.: Pobieranie glinu przez korzenie pszenżyta. *Hod. Roślin Aklim. i Nas.*, 24, 5, 1981.
4. Anioł A.: Metody określania tolerancyjności zbóż na toksyczne działanie jonów glinu. *Biuletyn IHAR*, 143, 1981.
5. Anioł A.: Tolerancyjność zbóż na toksyczne działanie jonów glinu. *Biuletyn IHAR*, 156, 1985.
6. Barszczak T., Bilski I.: Działanie glinu na rośliny. *Post. Nauk Roln.*, 3, 1983.
7. Bartlett R.L., Riego F.C.: Toxicity of Hydroxy Aluminium in Relation to pH and Phosphorus. *Soil Sci.*, 114, 3, 1972.
8. Brogan I.C.: The Effect of Humic Acid on Aluminium Toxicity. 8th Inter. Congr. of Soil Sci., Bucharest, Romania, II-21, 1964.
9. Dechnik I., Filipek T.: Stan odżywienia pszenicy na glebach kwaśnych. *Nowe Roln.*, 10, 1-2, 1984.
10. Filipek T.: Występowanie glinu ruchomego w glebie i jego działanie na rośliny. *Post. Nauk Roln.*, 4/6, 1989.
11. Fleming A.L.: Aluminium Uptake by Wheat Varieties Differing in Al Tolerance. *Agron. J.*, 75, 5, 1983.
12. Hedolleson M.R., Maclean E.O., Holowachuk N.: Aluminium in Soil. IV. The Role of Aluminium in Soil Acidity. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 24, 1960.
13. Jones C.A.: Estimation of Procent Aluminium Saturation from Soil Chemical Data. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 15, 3, 1984.
14. Jones L.H.: Aluminium Uptake and Toxicity in Plants. *Plant and Soil*, 13, 1961.
15. Kamińska J.: Tolerancyjność odmian jęczmienia w stosunku do kwasowości podłoża. Cz. I. Studium nad szkodliwym wpływem nadmiaru glinu i manganu w warunkach niskiego pH. *Biuletyn IHAR*, 143, 1981.
16. Kamprah E.J.: Exchangeable Aluminium as a Criterion Form Liming Leached Mineral Soils. *Soil Sci. Am. Proc.*, 34, 1970.
17. Łakomiec I.: Wpływ wieloletniego nawożenia na zawartość, Mg, Ca, Al i Fe w profilu gleby bielicej. *Roczn. Glebozn.*, 16, 1, 1966.
18. Maclean A.A., Chiasson T.C.: Differential Performance of Two Barley Varieties to Varying Aluminium Concentrations. *Can. J. Soil Sci.*, 46, 1966.
19. Macleod L.B., Jackson L.P.: Effect of Concentration of the Aluminium Ion of Root Development and Establishment of Legume Seedlings. *Can. J. Soil Sci.*, 45, 1965.
20. Macleod L.B., Jackson L.P.: Water Soluble and Exchangeable Aluminium in Acid Soils as Affected by Liming and Fertilization. *Can. J. Soil Sci.*, 47, 1967.
21. Moskal S.: Glin ruchomy w glebach kwaśnych i metody jego oznaczania. *Roczn. Glebozn.*, 4, 1, 1955.
22. Moskal S.: Wpływ nawożenia mineralnego na obecność glinu ruchomego w glebie. *Roczn. Glebozn.*, 8, 1, 1959.
23. Moskal S.: Wpływ glinu ruchomego na pobieranie fosforu przez owies. *Roczn. Glebozn.*, 8, 2, 1959.
24. Motowicka-Teralak T.: Zawartość i rozmieszczenie w profilu glebowym ruchomych form żelaza i glinu w zależności od odczynu i kategorii stosunków wilgotnościowych. *Pam. Puł.*, 65, 1975.
25. Motowicka-Teralak T.: Reakcja niektórych roślin uprawnych na występowanie aktywnych frakcji glinu w doświadczeniu wazonowym. *Pam. Puł.*, 73, 1980.

26. Pionke H.B., Corey B.R.: Relation Between acidic Aluminium and Soil pH, Clay and Organic Matter. Soil Sc. Soc. Am. Proc., 31, 1967.
27. Pokojńska H.: Różne aspekty toksyczności glinu dla roślin. Przegl. Nauk Lit. Rol. i Les., 35, 1, 1989.
28. Pratt P.F.: Phosphorus and Aluminium Interactions in the Acidification of Soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 25, 1962.
29. Sapro U.T., Mabrahtu T., Mugwira L.M.: Soybean Germplasm and Cultivar Aluminium Tolerance in Nutrient Solution and Bladen Clay Loam Soil. Agron. J., 74, 4, 1982.
30. Sortain J.B., Komprah E.J.: Aluminium Tolerance of Soybean Cultivars Based on Root Elongation in solution culture with growth in acid soil. Agron. J., 70, 1, 1978.

SUMMARY

The subject of the model studies was determination of the differences between the harmful effect of aluminum exchangeable for two testing plants, spring barley and oats, and limitation of aluminium toxicity by an application of CaO, CaO + MgO and $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ into the soil. The main factor of poor yielding of spring barley and oats was magnesium deficit.

Magnesium sulphate neither influenced soil acidity nor reduced the content of exchangeable aluminium in the soil. However, it caused the reduction of aluminum content in the testing plants and had a considerable influence on the increase of spring barley and oats yielding.