

## ROLA MAGNEZU W ŻYCIU ROŚLIN, ZWIERZĄT I LUDZI

TADEUSZ LITYŃSKI

*Instytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej  
i Mikrobiologii AR, Kraków*

Rola magnezu w organizmach żywych jest tak duża, a ilość procesów, w których bierze on udział tak wielka, że dla omówienia ich trzeba by nie jednego 45-minutowego wykładu akademickiego, ale całego cyklu prelekcji. O jego znaczeniu świadczy nie tylko ogromna liczba publikacji naukowych i specjalnych opracowań monograficznych, ale choćby fakt, że został on umieszczony w hierarchii pierwiastków na 5 miejscu, zaraz po N, P, K i Ca.

Dlatego w wykładzie moim zatrzymać się mogę tylko na niektórych funkcjach, jakie pierwiastek ten spełnia w życiu roślin, zwierząt i ludzi. Przypomnienie tych funkcji stanowić będzie jak gdyby pewnego rodzaju tło do dyskusji o magnezie, o niedostatku jego w glebach naszych i potrzebie ich nawożenia magnezem — dyskusji, której poświęcone jest dzisiejsze II nasze Sympozjum Magnezowe.

Za początek zainteresowań uczonych magnezem przyjąć trzeba chyba rok 1808, kiedy to chemikowi angielskiemu Davy'emu udaje się po raz pierwszy otrzymać go w stanie chemicznie czystym. Przedstawił się on wtedy światu jako miękki, srebrzystobiały dwuwartościowy pierwiastek grupy metali ziem alkalicznych, o ciężarze atomowym 24,3. Z powodu swego niskiego ciężaru właściwego (1,74) zaliczony został magnez do metali lekkich. Nazwę swą zawdzięcza temu, że otrzymany został z magnetytu, tworzącego duże złoża w pobliżu miasta Magnezji w Małej Azji.

W popiołach roślin został magnez wykryty po raz pierwszy — jak twierdzi Jacob [8] — przez Liebiga, jednak niezbędność jego dla życia roślin dowiedli w 1860 r. Sachs i Knop, dzięki wprowadzeniu do fizjologii metody kultur wodnych. W ten sposób znalazł się magnez w pierwszej dziesiątce pierwiastków niezbędnych do życia roślin wraz z węglem, wodorem, tlenem, azotem, fosforem, siarką, potasem, wapniem i żelazem (rys. 1).

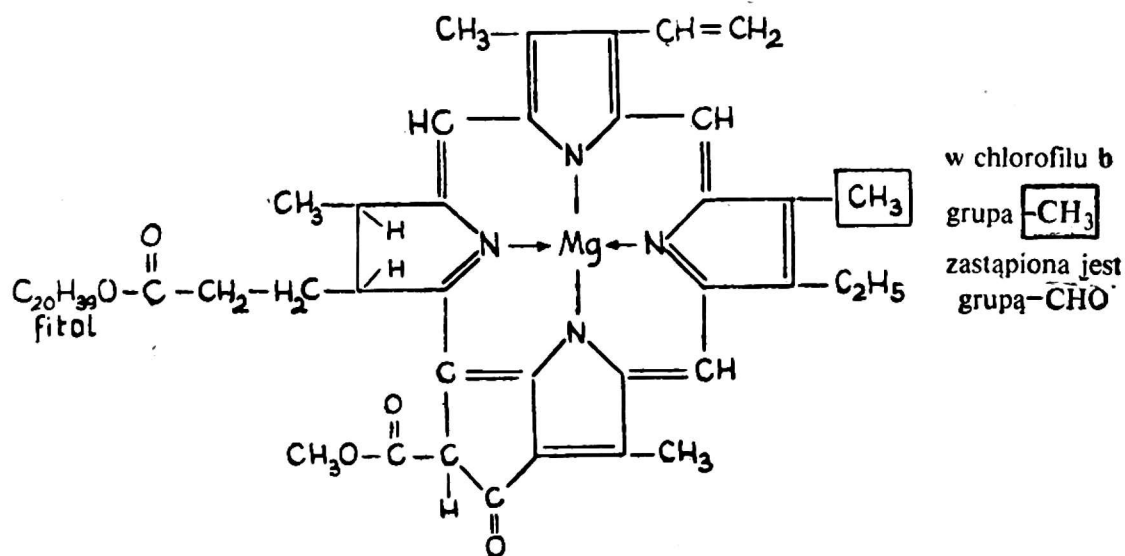
C, O, H, N, S, P, K, Ca, Mg, Fe

Rys. 1. Pierwsza dziesiątka pierwiastków niezbędnych do życia roślinom

Niedługo potem, bo w 1884 r. rozpoczynają się pierwsze doświadczenia nawozowe nad wpływem siarczanu magnezu na rozwój i plonowanie zbóż, prowadzone przez założycieli Rolniczej Stacji Doświadczalnej Lawesa i Gilberta, o czym wspomina zarówno Russel [16], jak i Jacob [8].

Jednakże, mimo pozytywnych wyników, poletkowe doświadczenia rothamsteckie przez długie jeszcze lata nie znalazły szerszego zastosowania w praktyce rolniczej. Złożyły się na to dwie główne przyczyny. Po pierwsze, stosowanie nawozów mineralnych w gospodarstwach wiejskich przy końcu XIX i początku XX w. było w ogóle na świecie mało praktykowane, a po drugie, nawożąc rośliny niskoprocentową kopaliną potasową rolnicy wprowadzali w tym nawozie ilości magnezu zaspokajające w zupełności wymagania pokarmowe roślin, wobec uzyskiwanych w owych czasach niskich plonów.

Wielkim krokiem naprzód w poznaniu roli magnezu w roślinach było stwierdzenie jego obecności, jako jedyne pierwiastka metalicznego, w drobinie zielonego barwnika liści — w chlorofilu. W ten sposób udowodniono, że jedną z funkcji, jaką magnez spełnia w roślinie, jest rola jego jako pierwiastka budulcowego chlorofilu. Odkrycie to zawdzięczamy 2 uczonym niemieckim Willstätterowi i Stollowi w 1913 r. [20]. Jako składnik chlorofilu magnez ma szczególne znaczenie dla roślin wyższych, gdyż w tej swojej funkcji nie da się zastąpić przez żaden inny pierwiastek.



Rys. 2. Wzór drobinie chlorofilu (K. Mengel, 1968)

Ostateczny wzór budowy chlorofilu (a właściwie 2 chlorofilów *a* i *b*) podał Fischer w 1934 r. (rys. 2). Jak z tego wzoru wynika, magnez w drobinie chlorofilu zajmuje pozycję centralną w układzie porfirynowym (stanowiącym układ 4 rdzeni pyrrolowych, powiązanych ze sobą grupami metinowymi  $\equiv \text{CH}$ ).

Jakkolwiek magnez występuje w roślinie nie tylko pod postacią chlorofilu (wg Michaela [15] zaledwie 10-20% z pobieranego przez roślinę magnezu wbudowane zostaje w chlorofil), to jednak stwierdzono dużą

zależność między ilością magnezu w podłożu a zawartością chlorofilu w roślinie. Przykład stanowią doświadczenia Michaela [15] z fasolą tyczkową wykonane w roku 1941 (tab. 1).

Tabela 1

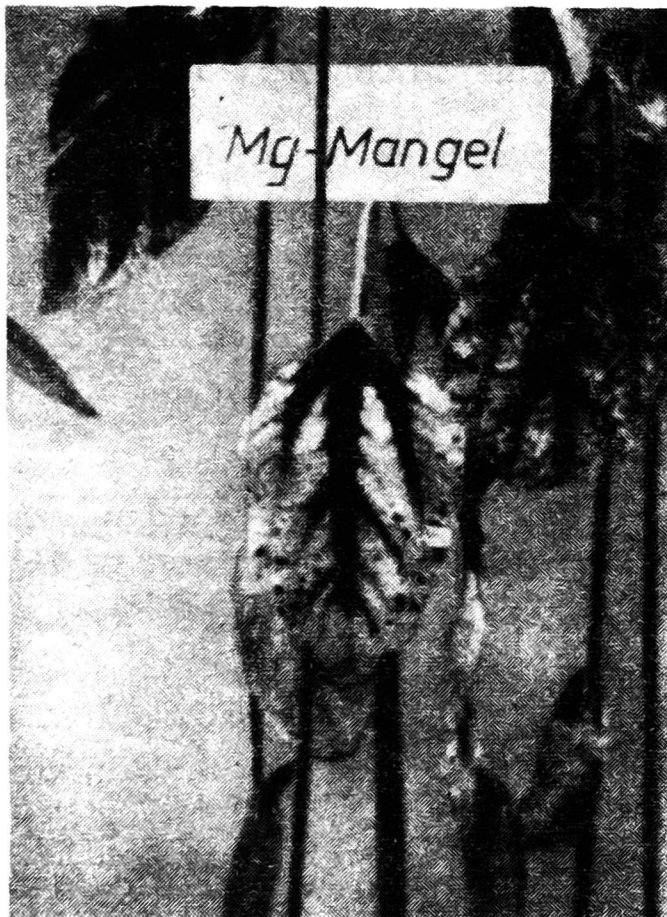
Wpływ siarczanu magnezu na zawartość magnezu, chlorofilu i innych barwników liściowych w liściach fasoli tyczkowej (G. Michael, 1941)

Dawka MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (g)	Wiek liści	Zawartość w suchej masie (%)		Zawartość w suchej masie (mg w 2 g)		
		CaO	MgO	chlorofilu	karotenu	ksantofilu
0,0	młode	1,8	0,24	1,44	0,27	0,35
0,1		1,5	0,29	1,72	0,30	0,38
1,0		1,1	0,51	2,36	0,42	0,50
0,0	starsze	1,6	0,20	0,66	0,14	0,38
0,1		1,4	0,26	0,87	0,20	0,25
1,0		1,6	0,55	1,58	0,34	0,17

Z tabeli 1 wynika, że największą zawartość magnezu i chlorofilu stwierdzono przy najwyższej dawce magnezu. Im słabsze było zaopatrzenie rośliny w magnez, tym mniej magnezu i chlorofilu znajdowano w roślinach, przy czym wydaje się, że pod tym względem liście młode bardziej reagowały od liści starszych.

W ślad za spadkiem ilości chlorofilu u roślin słabo zaopatrzonych w magnez zachodziły bardzo charakterystyczne objawy chlorozy. Ta tzw. chloroza magnezowa zaznacza się zanikiem zieleni w całej blaszce liściowej, która wyraźnie jaśnieje, przy równoczesnym skupieniu się barwnika tylko w pewnych jej partiach; u roślin dwuliściennych wzdłuż unerwienia (tzw. marmurkowatość liścia), a u roślin jednoliściennych w formie plamek ciemnozielonych, biegnących wzdłuż osi blaszki, tworząc jak gdyby sznury pereł ciemnozielonych (tzw. tygrysowatość albo paciorkowatość liści). Charakterystyczne objawy chlorozy wykorzystać można przy ocenie stopnia niedoboru magnezu przyswajalnego w glebie, szczególnie we wczesnym okresie rozwoju rośliny (rys. 3 i 4).

Nie należy sądzić, że magnez służy roślinom jedynie do budowy chlorofilu. Jest on nie tylko materiałem budulcowym, ale pełni aktywną rolę przy fotosyntezie. Fotosynteza jest zjawiskiem bardzo złożonym. Wiemy dzisiaj, że przebiega ona zasadniczo w dwóch fazach. W fazie pierwszej, tzw. reakcji świetlnej, następuje przeprowadzenie energii świetlnej w energię chemiczną podczas tzw. fotolizy, tj. rozkładu wody na tlen i wodór, zaś w drugiej fazie, która niekoniecznie przebiegać musi w obecności światła, ma miejsce asymilacja CO<sub>2</sub>, czyli wbudowanie CO<sub>2</sub> w pewne struktury organiczne i tworzenie się węglowodanów.

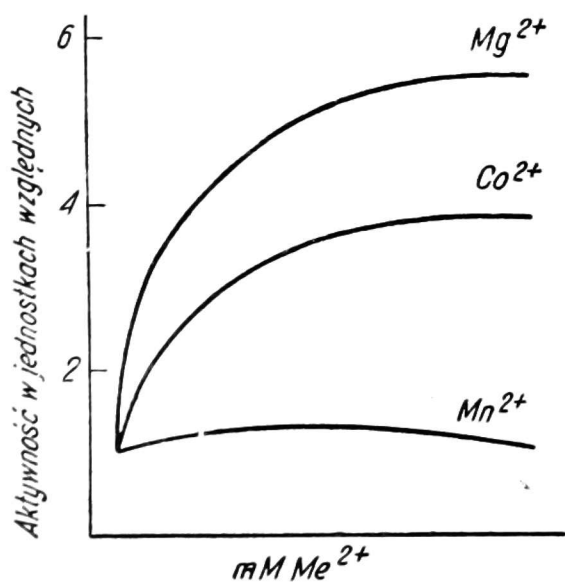


Rys. 3. Objawy chlorozy magnezowej u roślin dwuliściennych (słonecznik) (K. Mengel, 1968)



Rys. 4. Objawy chlorozy magnezowej u roślin jednoliściennych (jęczmień) (K. Mengel, 1968)

Okazuje się, że w obu tych fazach czynny udział jako aktywator bierze magnez. Przemawia za tym m. in. i to, że przy braku magnezu następuje zarówno spadek wydzielania się tlenu z wody, jak i zahamowanie redukcji  $\text{CO}_2$  przez wodór do węglowodanów [10].



Rys. 5. Wpływ niektórych kationów dwuwartościowych na intensywność fosforylizacji fotosyntetycznej niecyklicznej (F. R. Whatley i in. 1959)

W niektórych z tych reakcji chemicznych, towarzyszących fotolizie i tzw. ciemnej reakcji Blackmanna, magnez daje się wprawdzie zastąpić i przez inne kationy, jednak działanie ich jest daleko słabsze (rys. 5).

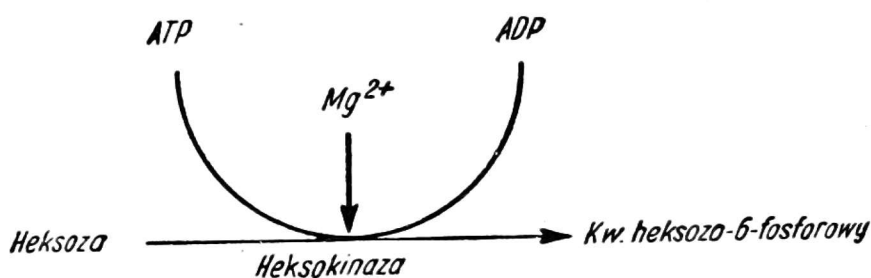
Magnez jest nieodzowny nie tylko dla roślin zielonych. Jest on konieczny i do życia roślin niższych, bezzieleniowych, np. grzybów i bakterii. Tak np. w pożywce bezmagnezowej, kropidlak (*Aspergillus niger*) nie potrafi w ogóle wytworzyć grzybni. Wynika stąd, że magnez musi spełniać jeszcze inną jakąś rolę, wspólną dla wszystkich roślin. Tą rolą jest proces oddychania.

Pewne dane o tej jego roli daje zawartość magnezu i innych pierwiastków metalicznych w mitochondriach. Są to utwory znajdujące się w cytoplazmie, zbudowane głównie z białka, substancji lipidowych, kwasów nukleinowych i innych składników, stanowiące główne siedlisko żelaza porfiryнового i w ogóle całego zespołu enzymów biorących udział w procesach oddychania tkankowego. Okazuje się, że te „fabryki chemiczne” procesów oddychania, spośród wszystkich jonów metalicznych, wykazują największą ilość właśnie magnezu (tab. 2).

Tabela 2  
Zawartość jonów metali w mitochondriach (O. Lindberg i L. Ernster, 1954)

Jony metali	$\mu\text{M}/1 \text{ mg}$ białka
K	0,15
Na	0,05
Ca	0,10
Mg	0,30

Magnez jest istotnie aktywatorem bardzo wielu reakcji enzymatycznych. Przyjmuje się, że 1/5 część wszystkich enzymów aktywowana jest przez magnez.



Rys. 6. Magnez jako aktywator fosforylizacji glukozy

Jedną z tych reakcji jest udział magnezu w procesie oddychania. W procesie tym rola magnezu — między innymi — polega na aktywacji heksokinazy, przeprowadzającej glukozę w kwas glukozo-6-fosforowy. Potrzebnego do tej reakcji kwasu fosforowego dostarcza ATP, który odszczepiając jedną drobinę kwasu fosforowego i wyzwalając pewną ilość energii cieplnej przechodzi w ADP.

Jak widać na rysunku 6, już w pierwszym stadium procesu oddychania, zaczynającym się od przyłączenia się kwasu fosforowego do drobinny cukru, aktywną rolę pełni magnez. Ponieważ zaś oddychanie jest procesem wspólnym wszystkich organizmów roślinnych, nic też dziwnego, że jest on potrzebny wszystkim roślinom wyższym i niższym.

Magnez i fosfor tworzą parę pierwiastków współpracujących ze sobą nie tylko w procesach asymilacji i dysymilacji, ale także podczas pobie-

rania ich z gleby przez roślinę, przemieszczania się ich w roślinie i magazynowania. Już Truog [17] w 1947 r. stwierdził, że przy niedostatecznym zaopatrzeniu rośliny magnez, pobieranie przez nią kwasu fosforowego jest utrudnione. Mówimy, że magnez pełni w roślinie rolę „nosiciela fosforu”. Widać to dobrze z doświadczenia R. Thuna ilustrującego wpływ magnezu na wykorzystanie fosforu przez owies (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ magnezu na wykorzystanie fosforu przez owies  
(R. Thun, 1943 cyt. wg K. Nehring, 1965)

Nawożenie	Plon (g)		Zawartość P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> w (%)		Pobranie P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/wazon)
	ziarna	słomy	ziarnie	słomie	
NK	3,4	17,9	0,71	0,22	73,6
NK + MgSO <sub>4</sub>	17,5	41,3	0,95	0,07	194,9
NK + superfosfat (0,2 g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	11,3	36,1	0,84	0,20	167,2
NK + superfosfat + MgSO <sub>4</sub>	35,9	59,0	1,14	0,05	438,5
NK + mączka fosforytowa (0,2 g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	15,0	36,5	0,70	0,32	220,8
NK + mączka fosforytowa + MgSO <sub>4</sub>	33,6	57,0	1,07	0,05	387,5

Jak widać z tej tabeli, dodatek magnezu podnosi plon owsa zarówno przy braku fosforu, jak i przy nawożeniu owsa różnymi nawozami fosforowymi. Pod jego wpływem wzrasta ilość fosforu pobieranego z gleby i z nawozów, przy czym pobrany fosfor gromadzi się głównie w ziarnie a nie w słomie. Mamy prace, w których dostrzegamy zjawisko odwrotne, w których fosfor ułatwia pobieranie magnezu [7].

O synergizmie, jaki zachodzi między fosforem i magnezem, dowodzi fakt odkładania się obu tych pierwiastków w ziarnie w formie fityny. Dzięki temu młoda roślina już w pierwszych stadiach swego rozwoju posiada oba te pierwiastki pokarmowe, niezbędne jej do życia. Świadczą o tym, między innymi, prace Domnicza [3] nad dodatnim wpływem magnezu na zawartość organicznych związków fosforu (głównie fityny) oraz na przemianę związków fosforowych i transport fosforu w roślinie.

Z tego — bynajmniej nie pełnego — przedstawienia ważniejszych funkcji magnezu w roślinie widać, jak wielkie znaczenie jest tego pierwiastka i jak ważne są wszystkie zabiegi mające na celu dostarczenie go roślinom uprawnym w odpowiedniej ilości i formie.

Tymczasem odpowiednie zaopatrzenie roślin w magnez nie wszędzie przedstawia się u nas zadowalająco. Na podstawie wyników badań stacji chemiczno-rolniczych wiemy, że w kraju znajdują się duże obszary ziemi ubogie w magnez przyswajalny dla roślin. Większość z nich stanowią gleby lekkie, piaszczyste, silnie zakwaszone. Zbierane z nich plony są wy-

jątkowo niskie (w porównaniu z plonami średnimi w kraju poważnie zaniżone). Według Z. Tuchołki i szacunku Z. Jaśkowskiego straty plonów żyta na terenach województwa poznańskiego przekraczają z tego powodu co najmniej 5 q z 1 ha.

Nie chodzi tu zresztą tylko o wysokość plonów. Niedostatek magnezu w glebie pociąga za sobą i zmiany w składzie chemicznym zbieranych roślin. Ma miejsce spadek nie tylko ilości węglowodanów, białek, tłuszczu, karotenu, witamin, do wytworzenia których magnez jest niezbędny, ale i wielu składników popielnych, wśród nich i samego magnezu. Tak np. poważny spadek magnezu w doświadczeniach z żytem poplonowym stwierdzili u nas Tuchołka i wsp. [18], a w próbkach zbóż pobranych z pól, gdzie rośliny żółkły, wykazując chlorozę magnezową także Jaśkowski [9]. Według Lehmana [12] istnieje wyraźna korelacja między zawartością przyswajalnego magnezu w glebach a zawartością magnezu w życie poplonowym.

Niedobór magnezu w roślinach nie jest zjawiskiem pomyślnym. Powodować on bowiem może pewne zakłócenia w przemianie materii u zwierząt i doprowadzić do wystąpienia objawów patologicznych i schorzeń. Z doświadczeń Meyera [14] wynika, że zawartość magnezu w roślinności pastwiskowej nie powinna być mniejsza od 0,20-0,25% w suchej masie.

Magnez potrzebny jest bowiem nie tylko roślinom, ale i zwierzętom, u których występuje w kościach, mięśniach, mózgu, w rdzeniu kręgowym oraz we krwi. Za normalną fizjologiczną zawartość magnezu w surowicy krwi u bydła i owiec przyjmuje się 1,8-3,2 mg w 100 ml. Objawy chorobowe tzw. hypomagnezja mogą wystąpić przy poziomie 1,0-1,7 mg, a zawsze mają miejsce, gdy poziom obniży się poniżej 1 mg tego pierwiastka.

Zapotrzebowanie na magnez przez zwierzęta pokrywane jest przeważnie tą ilością tego pierwiastka, jaka znajduje się w paszach oraz wodzie studziennej czy rzecznej, tak że specjalne doprowadzanie magnezu nie jest konieczne. Jednakże na wiosnę po wypędzeniu zwierząt na pastwisko, kiedy z paszy oborowej przechodzą na paszę zieloną, dochodzi często do wystąpienia pewnych objawów chorobowych, znanych pod nazwą „tężyczki pastwiskowej”, wywołanej niedoborem magnezu. Ma to miejsce wówczas, kiedy gleba albo z natury swojej zubożała jest w magnez przyswajalny, albo kiedy wskutek nieracjonalnie ułożonego zestawu nawozowego (nadmiar potasu lub użycie soli amonowych) magnez zawarty w glebie staje się dla roślin trudniej dostępny.

Samo schorzenie nie ogranicza się tylko do zwierząt przebywających na pastwisku. Objawia się drgawkami i skurczami klonicznymi [19]. Pierwszymi objawami są stany lękowe, sztywne poruszanie się, chwieanie się przy chodzeniu oraz drżenie mięśni. Po kilku godzinach lub dniach występuje silne podniecenie i gwałtowne drgawki. Śmierć następuje pod-

czas jednego z ataków konwulsji albo też zwierzę przechodzi w stan śpiączki i wówczas ginie. Najważniejszą zmianą biochemiczną jest spadek zawartości magnezu w osoczu krwi poniżej 1 mg Mg w 100 ml.

Choroba ta występuje w wielu krajach Europy (płn. Francja, Holandia, Dania i inne), USA, Australii i Nowej Zelandii, pociągając za sobą poważne straty w produkcji zwierzęcej. Według Gunholda (1965) roczne szkody wywołane tężyczką pastwiskową w Europie szacuje się na miliard szylingów austriackich. W samej tylko Holandii na 45 tys. przypadków tężyczki w 1962 r. 8 tys. kończyło się śmiercią.

Czynnikiem, który w poważnym stopniu sprzyja występowaniu tężyczki jest nawożenie potasowe. Użyte w dawkach wysokich wpływa ono bowiem w dużej mierze na rozszerzenie się stosunku K : Mg w roślinności użytków zielonych. Ilustruje to dobrze tab. 4.

Tabela 4

Wpływ nawożenia potasowego na zmiany w składzie mineralnym roślin  
i spadek zawartości magnezu w osoczu krwi krów  
(Kemp, 1958, 1960, cyt. wg A. Voisin, 1965)

Nawożenie potasowe	% zawartość w s.m. traw			Zawartość mg Mg w 100 ml osoczu krwi u krów		
	K	Mg	Na	przed wypędzeniem na pastwisko 23 IV 1957	po wypędzeniu na pastwisko	
					25 IV 1957	3 V 1957
Słabe (A)	2,33	0,16	0,13	2,52	2,38	2,18
Silne (B)	3,59	0,13	0,07	2,40	1,74	0,58

Z danych tej tabeli widać wyraźnie, jak silne nawożenie potasowe, podnosząc z jednej strony zawartość potasu w roślinach, przyczynia się z drugiej strony do spadku procentowej zawartości magnezu i sodu. W konsekwencji prowadzi to do znacznego obniżenia magnezu w osoczu krwi zwierząt.

Antagonizm między potasem i magnezem jest zjawiskiem powszechnie spotykanym i dotyczy nie tylko roślinności łąkowej. Świadczą o tym liczne prace wykonane u nas przez Goralskiego [6] z lnem, Kępkę [11] z jabłonią, Mercika [13] z ziemniakami, żytem, pszenicą, owsem, jęczmieniem i koniczyną.

Innym czynnikiem obniżającym zawartość magnezu w roślinach są sole amonowe. Okazuje się, że podczas gdy N-NO<sub>3</sub> ułatwia, to N-NH<sub>4</sub> hamuje pobieranie magnezu przez rośliny. Dowodzą tego liczne prace wykonane zarówno za granicą (T. B. v. Itallie 1937, F. G. Mulder 1956), jak i w kraju przez Mercika [13], Głębowskiego [5] i innych. Stąd nawożenie solami amonowymi roślin uprawianych na glebach wykazujących pewne niedobory magnezu prowadzić może do zaostrzenia występowania objawów patologicznych u roślin i zwierząt.



Jest rzeczą jasną, że tężycze pastwiskowej można w dużym stopniu zapobiec za pomocą nawożenia magnezowego. Jak bardzo wpływa ono na podniesienie zawartości magnezu w roślinności pastwiskowej, świadczyć może doświadczenie przeprowadzone przez Fiedlera i Kretschmera [4] z życią (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ nawożenia magnezowego na zawartość niektórych składników mineralnych (Mg, K, P) w życią (pokos pierwszy) (H. J. Fiedler i H. Kretschmer, 1959/60)

Nawożenie (g/wazon)			Plon (g)	% zawartość w suchej masie		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO		MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0,5	1,0	0,01	25,9	0,05	3,02	0,87
		0,05	43,1	0,06	2,02	0,58
		0,25	52,3	0,18	1,58	0,49
		0,50	53,8	0,30	1,66	0,48
		1,00	54,6	0,38	1,44	0,48
1,0	2,0	0,01	37,9	0,04	4,50	1,36
		0,05	53,7	0,05	2,94	0,98
		0,25	58,2	0,17	2,72	0,85
		0,50	61,2	0,25	2,70	0,79
		1,00	62,8	0,36	2,58	0,88

Jak widać, nawożenie magnezowe wpłynęło bardzo silnie na plon życią. Plon I pokosu wzrósł w przybliżeniu dwukrotnie. Dostrzegalne wyraźnie przy dawce najniższej objawy patologiczne zaniku zieleni w liściach znikają w miarę wzrostu nawożenia magnezowego. Równolegle z plonem wzrastała zawartość magnezu, w odróżnieniu od potasu i fosforu, których ilość znacznie się zmniejszała.

Podobnie jak dla roślin i zwierząt, magnez jest niezbędny dla ludzi. O skutecznym, przeczyszczającym działaniu niektórych wód źródłanych zasobnych w magnez wiedzano od dawna, a sól karlsbadzka (*Sal Carolinum* DAB) weszła do farmakopei lekarskiej i stosowana jest dzisiaj nie tylko jako środek przeczyszczający, ale i w schorzeniach takich jak kamica nerkowa, arterioskleroza i innych.

Odkrycie biologicznych funkcji magnezu jest związane najbardziej z nazwiskiem lekarza francuskiego P. Delbeta. Podczas I wojny światowej próbował on zastąpić roztwór podchlorynu sodowego przy dezynfekcji ran jakimś łagodniejszym środkiem leczniczym. Wykazał on, że związki magnezu sprzyjają fagocytozie bakterii przez leukocyty.

Był on też — zdaje się — pierwszym, który zwrócił uwagę w biuletynach Paryskiej Akademii Nauk w 1930 r. na możliwość związku, jaki zachodzić może między niedoborem magnezu w glebie a występowaniem raka. Opierając się na swoich dalszych wieloletnich pracach eksperymen-

talnych, dochodzi do wniosku, że za pomocą magnezu można zapobiec powstawaniu raka wywołanego sztucznie przez pędzlowanie skóry smołą.

Etiologia raka, gnębiącego ludzkość szczególnie w latach ostatnich, nie została dotąd wyjaśniona. Są różne przypuszczenia co do czynników powodujących choroby nowotworowe, spośród których wymienia się promieniowanie jonizujące, pewne substancje chemiczne oraz metabolity niektórych grzybów. Według niektórych badaczy (Goldberg i wsp.) brak jonów  $Mg^{2+}$  ma ułatwiać czynnikom onkogenicznym wnikanie do komórek, powodując ich nadmierny wzrost i podział. Na Sympozjum Międzynarodowym w Vittel we Francji w 1971 r., poświęconym roli magnezu w patologii człowieka, podkreślano „wielobjawowy zespół niedoboru magnezu” w różnych schorzeniach, między innymi i nowotworowych [1].

Jedną z poważnych chorób nowotworowych, występującą zarówno u ludzi, jak i wśród zwierząt, jest białaczka czyli leukemia, schorzenie wywołane nadmiernym i nieprawidłowym rozrostem układu białokrwinkowego i pojawieniem się we krwi obwodowej dużych ilości niedojrzałych krwinek białych.

Z wyników badań dotąd opublikowanych dopatrzeć się można pewnego związku między zawartością magnezu w wodzie i glebach a nasileniem zachorowań na białaczkę typu limfatycznego u zwierząt. Widać to dobrze z tabeli 6, ilustrującej wyniki analiz wód i gleb charakterystycznych dla dwu obór: A i B. Podczas gdy woda w oborze A odznaczała się m. in. niską zawartością magnezu, a gleby były ubogie w magnez przyswajalny dla roślin, to woda w oborze B jak i gleby były bardziej zasobne w ten składnik pokarmowy (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość magnezu w wodzie i glebach 2 obór bydła  
(J. Aleksandrowicz, T. Komornicki, K. Oleksynowa 1972)

Obora	Zawartość w wodzie (w ppm)					Zawartość Mg przyswajalnego w glebie (w mg/100 g)	pH
	Ca	Mg	K	Fe	SiO <sub>2</sub>		
A	53,9	6,9	12,9	0,4	16,0	2,0-7,0	5,6
B	67,5	46,5	3,5	11,2	4,0	10,0-28,0	6-7

U ludzi stwierdzono dużo przypadków zbieżności zachorowań na nowotwory złośliwe a występowaniem w ich pomieszczeniach grzybów z grupy *Aspergillus flavus* i *Penicillium meleagrimum*. Grzyby te wytwarzają tzw. mykotoksyny, które szczególnie przy niedoborze magnezu wykazują silne działanie rakotwórcze [1, 2].

Poruszone w moim referacie niektóre zagadnienia związane z magnezem dowodzą wyjątkowo dużej roli, jaką pierwiastek ten odgrywa w świecie żywym. Stąd wynikać musi troska, aby środowisko, z którego zbieramy plony, w którym chowamy zwierzęta domowe, i w którym sami żyjemy, miało zawsze odpowiednią do potrzeb ilość magnezu. Niedobór jego w glebie, wodzie, w paszach dla zwierząt i pokarmach dla ludzi pociąga bowiem za sobą skutki wyrażające się nie tylko obniżeniem ilości kwintali z hektara, nie tylko spadkiem produkcji zwierzęcej, ale i ujemnym wpływem na nasze zdrowie.

Dlatego wydaje mi się, że jest czas najwyższy, aby podobnie, jak to zrobiono już z wapnem, zdecydować o konieczności powszechnego magnezowania wszystkich gleb wykazujących niedobór tego pierwiastka i reagujących na nawożenie magnezowe. Tym bardziej, że na szczęście posiadamy w kraju dostatecznie duże zasoby surowca magnezowego. Za celowością stosowania tego zabiegu przemawia wiele prac wykonanych u nas nad nawożeniem magnezowym przez Z. Tuchołkę, H. Szukalskiego, Z. Jaśkowskiego, H. Głębowskiego, M. Kac-Kacasa, W. Boguszeńskiego, Z. Gutmańskiego i innych.

#### LITERATURA

1. Aleksandrowicz J.: Civilizational conditions of proliferative diseases, Ann. New York Academy of Sciences 184, 1971.
2. Aleksandrowicz J., Komornicki T., Oleksynowa K.: Badania nad ekologicznym uwarunkowaniem chorób nowotworowych człowieka i zwierząt ze szczególnym uwzględnieniem magnezu, Komunikat na II Sympozjum Magnezowe, 1972.
3. Domnicz A.: Wpływ magnezu na gospodarke fosforową roślin, cz. IV, Acta agr. silv. Ser. rol. t. 10, z. 2, 1970.
4. Fiedler H. J. i Kretschmer: Magnesiumdüngung einjährigen Weidelgras Wiss. Z.T.H. t. 9, 195, Dresden 1959/60.
5. Głębowski H.: Badania nad wpływem nawozów azotowych na pobieranie magnezu przy różnym odczynie gleby, Rocz. glebozn. t. 19, z. 2, 335, 1968.
6. Goralski J.: Wpływ wzajemny magnezu i potasu na plon lnu włóknistego i zawartość niektórych składników pokarmowych, Rocz. Nauk rol. Ser. A, t. 85, z. 2, 233, 1962.
7. Gruppe W., Nurbachsk K.: Untersuchungen zur mineralischen Ernährung von Erdbeeres, Die Gartenwissenschaft t. 26, 8, 415, 1961.
8. Jacob A.: Zur Frage der Magnesiadüngung, Z.f.Pfl.D.u.B. t. 47 (92), H. 1/3, 1949.
9. Jaśkowski Z.: Badania przyczyny żółknięcia zbóż na bardzo kwaśnych glebach lekkich, cz. I. Zawartość magnezu w glebach i roślinach, Pam. puł. z. 42, 106, 1971.
10. Kennedy J. i R. Sidney: The influence of magnesium deficiency, chlorophyll and concentration and heat treatments on the rate on photosynthesis, Amer. J. Bot. t. 27, 68, 1940.
11. Kępka M.: Induced cork spot and bitter pit in apple as related to nutrient levels of potassium, calcium, magnesium and boron, Pol. J. Soil Sci. 2, 153, 1969.

12. Lehmann K.: Zawartość niektórych form azotu oraz fosforu, potasu, magnezu, wapnia i sodu w zielonej masie żyta poplonowego, Roczn. Nauk rol. Ser. A t. 97, 1970.
13. Mercik S.: Zawartość składników mineralnych w roślinach w zależności od nawożenia i zmianowania, Roczn. glebozn. t. 20, z. 2, 367.
14. Meyer H.: Magnesiumstoffwechsel, Magnesiumbedarf und Magnesiumversorgung bei der Haustieren, M. H. Schaper, Hannover 1963.
15. Michael G.: Über die Aufnahme und Verteilung des Mg und dessen Rolle in der höheren Pflanze, Bod.u.Pfl. t. 25, 65, 1941.
16. Russel E. J.: Soil conditions and plant growth, Longmans, Green and Co, London 1950.
17. Truog E., Goates R. J., Gerloff S. C. i Berger K. C.: Magnesiumphosphorus relationships in plant nutrition, Soil Sci. t. 63, 19, 1947.
18. Tuchołka Z., Burczyk H., Lehmann K., i Wilczek A.: Kształtowanie się plonu, zawartość N-ogólnego, N-białkowego, N-NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO i Na<sub>2</sub>O w życie poplonowym w zależności od terminu zbioru, formy i dawki azotu, Pam. puł., 1970.
19. Underwood E. J.: Żywienie mineralne zwierząt, PWRiL, Warszawa 1971.
20. Willstätter R. i Stoll A.: Untersuchungen über das Chlorophyll, Springer Verlag, Berlin 1913.

ТАДЕУШ ЛИТЫŃСКИ

## РОЛЬ МАГНИЯ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ И ЛЮДЕЙ

### Резюме

Автор рассматривает значение магния для растений, животных и людей. Этот элемент в химически чистом состоянии был выделен Дэви, его необходимость для растений определена Е. Заксом и З. Кнопом, а его наличие в молекуле хлорофила установлено Р. Вилльштеттером и А. Штоллем. Автор подчеркивает необходимость магния не только для высших и низших растений, но и для животных, благодаря его роли как активатора в процессе фосфорилизации (дыхания) общем для всех живых организмов. Автор рассматривает симптомы дефицита магния у растений (одно- и двудольных), последствия дефицита этого элемента у растений (пастбищный столбняк, лейкоз), а также его роль в патологии человека. Ввиду такого важного и всестороннего значения вышеуказанного элемента для всего живого мира, автор считает необходимым всеобщее применение магния на почвах с его дефицитами и реагирующих положительно на магниевое удобрение.

TADEUSZ LITYŃSKI

## MAGNESIUM ROLE IN PLANT, ANIMAL AND HUMAN LIFE

### Summary

The importance of magnesium for plants, animals and men is discussed by the author. This element was obtained in chemically pure state by Davy, its necessity for plants was proved by J. Sachs and W. Knop, its presence in the chlo-

rophyl molecule was detected by R. Willstätter and Stoll. The author stresses the necessity of magnesium not only for higher and lower plant forms, but also for animals, owing to its role as an activator in the phosphorylation (respiration) process, common for all living organisms. The symptoms of magnesium shortage in plants (mono- and dicotyles), consequences of the deficiency of this element in animals (pasture tetany, leucosis) and its role in human pathology are discussed.

In view of such great and universal importance of this element for the whole living world, the author is of the opinion that general magnesium application on soils with its deficiencies, showing a positive response to fertilization with this element, would be necessary.