

## **Wpływ niedoboru magnezu na wskaźniki wymiany gazowej, indeks zieloności liści (SPAD) i plonowanie *Lolium perenne* i *Dactylis glomerata***

M. OLSZEWSKA

*Katedra Łąkarstwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

### **Effects of magnesium deficiency on gas exchange parameters, leaf greenness index (SPAD) and yields of *Lolium perenne* and *Dactylis glomerata***

**Abstract.** The rate of photosynthesis, rate of transpiration and leaf greenness index (Soil Plant Analysis Development) of perennial ryegrass and orchard grass, grown under conditions of magnesium deficiency in the soil, were studied in a greenhouse experiment. The rates of photosynthesis and transpiration were measured with a LI-COR 6400 portable gas analyzer, and leaf greenness – with a SPAD 502 optical chlorophyll meter (Minolta). Dry matter yield was determined by drying the biomass collected at 105°C, to constant weight.

**Keywords:** photosynthesis, transpiration, leaf greenness index (SPAD), magnesium deficiency, perennial ryegrass, orchard grass, yielding

### **1. Wstęp**

Rośliny w czasie wzrostu i rozwoju poddawane są działaniu różnych czynników stresowych o charakterze biotycznym i abiotycznym. Stres wywołuje określoną reakcję rośliny, która polega na zmianie procesów metabolicznych, a w efekcie na jej wzroście i rozwoju (BRODA, 2001). Jednym ze stresów zakłócających wzrost i rozwój roślin prowadzących do obniżenia zarówno wielkości jak i jakości plonu jest niedobór lub nadmiar składników mineralnych (STARCK i wsp., 1995). Przyjmuje się, że tylko określona ilość składników mineralnych jest potrzebna organizmom żywym, inaczej dochodzić może do zachwiania równowagi mineralnej ze szkodą dla przebiegu procesów życiowych (FALKOWSKI i wsp., 2000). Magnez jest pierwiastkiem niezbędnym do życia wszystkich roślin. Jego zawartość w roślinach najczęściej waha się w granicach od 0,1 do 1,0% w suchej masie. Około 10–20% magnezu pobranego przez rośliny gromadzone jest jako specyficzny składnik chlorofilu. Magnez jest również składnikiem stabilizującym strukturę chloroplastów oraz aktywatorem niektórych etapów fotosyntezy (SAWICKA i wsp., 1999; PANAK, 1997). W warunkach intensywnej gospodarki rolnej magnez jest składnikiem, który w przypadku niedoboru w roślinie może ograniczyć wielkość plonu i wpłynąć ujemnie na jego jakość (CIEĆKO & WYSZKOWSKI, 1997). Aktualnym problemem jest ciągle zmniejszanie się zawartości magnezu w glebie, dlatego badania nad niedoborem tego pierwiastka są niezwykle ważne.

Celem pracy jest ocena wpływu niedoboru magnezu w glebie na intensywność fotosyntezy i transpiracji, indeks zieloności liści oraz plonowanie wybranych odmian życicy trwałej i kupkówki pospolitej.

## 2. Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono w 2001 roku w szklarni komputerowej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Wazony typu Kick-Brockmanna napełniono 10 kg piasku luźnego o niskiej zawartości fosforu ( $3,1 \text{ mg w } 100 \text{ g}^{-1}$ ), potasu ( $4,2 \text{ mg w } 100 \text{ g}^{-1}$ ) i magnezu ( $1,3 \text{ mg w } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Odczyn piasku był kwaśny i wynosił  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,6. Badaniami objęto dwie odmiany życicy trwałej: tetraploidalną odmianę 'Maję' i diploidalną odmianę 'Argonę' oraz dwie odmiany kupkówki pospolitej: tetraploidalną 'Dale' i diploidalną 'Aredę'. Wazony kontrolne nawożono pożywką zawierającą:  $1,00 \text{ g N}$  w postaci roztworu  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ,  $0,25 \text{ g P}$  w  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $1,00 \text{ g K}$  w  $\text{K}_2\text{SO}_4$  i  $0,50 \text{ g Mg}$  w  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ . Ponadto stosowano pożywkę mikroelementową w ilości  $30 \text{ mg}$  na wazon zawierającą:  $0,26 \text{ mg Fe}$  w EDTA,  $0,009 \text{ mg MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $0,01 \text{ mg ZnCl}_2$ ,  $0,003 \text{ mg CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $0,012 \text{ mg H}_3\text{BO}_3$  oraz  $0,001 \text{ mg } (\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \times 4\text{H}_2\text{O}$  na  $100 \text{ g}$  gleby. W pozostałych wazonach stosowano nawożenie z niedoborem Mg. W okresie wegetacji dokonywano pomiarów indeksu zieloności liści przyrządem optycznym Minolta SPAD-502. Ponadto mierzono intensywność fotosyntezy i transpiracji przenośnym analizatorem gazowym LICOR 6400. Wskaźniki zostały oznaczone przy temperaturze powietrza około  $25^\circ\text{C}$ , stałym stężeniu  $\text{CO}_2$ , wynoszącym  $400 \text{ ppm}$  i oświetleniu  $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Źródło fotonów stanowiła lampa „LED Light Source” emitująca światło o spektrum pików głównego skoncentrowanego w paśmie  $670 \text{ nm}$  i drugiego mniejszego –  $465 \text{ nm}$ . Pomiarów wykonywano na najmłodszym w pełni rozwiniętym liściu roślin, losowo wybranych z każdego obiektu. W każdym odroście wykonano po 4 odczyty. W wynikach badań zaprezentowano średnie wartości dla poszczególnych odrostów. Masę nadziemną roślin ścinano trzykrotnie w ciągu wegetacji. Plon suchej masy określono poprzez wysuszenie zebranych roślin w temperaturze  $105^\circ\text{C}$  do stałej wagi. W celu określenia stopnia deficytu magnezu określono jego zawartość w suchej masie roślin. Odmiana 'Areda' zawierała średnio w  $1 \text{ kg}$  suchej masy, na obiektach kontrolnych  $2,6 \text{ mg Mg}$ , zaś na obiektach z niedoborem magnezu -  $0,9 \text{ mg}$ , odmiana 'Dala' odpowiednio  $3,2$  i  $1,4 \text{ mg}$ , odmiana 'Argona'  $2,8$  i  $1,1 \text{ mg}$ , a odmiana 'Maja'  $3,6$  i  $1,6 \text{ mg}$ . Wyniki badań opracowano statystycznie przy pomocy programu komputerowego Statistica.

## 3. Wyniki i dyskusja

W przeprowadzonym eksperymencie niedobór magnezu w glebie istotnie ograniczał proces fotosyntezy w liściach testowanych odmian. Spadek intensywności fotosyntezy wynosił średnio w zależności od odrostu od  $22$  do około  $32\%$ . Największą reakcją na niedobór magnezu wykazywała odmiana 'Argona', u której spadek intensywności fotosyntezy w porównaniu do obiektów kontrolnych wynosił od  $30$  do około  $50\%$ . Badania przeprowadzone przez SEIDLER i MAMZER (1994) na kukurydzy wskazują, że natężenie fotosyntezy jest w dużym stopniu zależne od nawożenia roślin magnezem. Optymalna ilość magnezu wpływa stymulująco na fotosyntezę i powstawanie barwników fotosyntetyzujących. Szybkość przebiegu fotosyntezy badanych odmian była zróżnicowana w po-

szczególnych odrostach (tab. 1). Największą intensywność fotosyntetyczną wykazywały rośliny w drugim odroście, wyjątek stanowiła 'Argona', u której największą intensywność fotosyntezy stwierdzono w trzecim odroście. W przeprowadzonych badaniach odmiany życicy trwałej charakteryzowały się większą wydajnością fotosyntezy niż odmiany kupkówki pospolitej.

Tabela 1. Intensywność fotosyntezy ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )  
Table 1. Intensity of photosynthesis ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )

Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Nawożenie Fertilization	I pokos 1 <sup>st</sup> cut	II pokos 2 <sup>nd</sup> cut	III pokos 3 <sup>rd</sup> cut	Średnia Mean
Kupkówka pospolita Orchard grass	'Areda'	Kontrola - Control	5,81 de	8,25 b	6,43 c	6,83 c
		Niedobór Mg Deficiency Mg	3,75 a	6,79 a	5,08 a	5,21 a
	'Dala'	Kontrola - Control	7,16 f	8,34 b	5,82	7,11
		Niedobór Mg Deficiency Mg	6,18 e	6,67 a	4,75 a	5,87 b
Życica trwała Perennial ryegrass	'Argona'	Kontrola - Control	9,45 g	9,73 c	10,41 f	9,86 e
		Niedobór Mg Deficiency Mg	4,76 bc	6,77 a	6,91 d	6,15 c
	'Maja'	Kontrola - Control	5,12 cd	10,42 d	8,72 e	8,09 d
		Niedobór Mg Deficiency Mg	4,15 ab	8,47 b	5,90 b	6,17 b
Średnia dla odmiany – Mean for cultivar						
'Areda'			4,78 a	7,52 a	5,76 b	6,07 a
'Dala'			6,67 b	7,50 a	5,29 a	6,40 b
'Argona'			7,10 b	8,25 b	8,66 d	8,03 d
'Maja'			4,63 a	9,44 c	7,31 c	7,14 c
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization						
Kontrola - Control			6,89 b	9,19 b	7,85 b	7,98 b
Niedobór Mg - Deficiency Mg			4,71 a	7,18 a	5,66 a	5,85 a

\* grupy jednorodne – homogeneous groups

Zdaniem RUSZKOWSKIEJ (1986) niedostateczne zaopatrzenie w magnez prowadzi do zaburzeń w gospodarce wodnej rośliny. Tkanki roślin tracą zdolność zatrzymywania wody, przez co następuje wzmożone parowanie. Spośród badanych odmian najintensywniejszą transpiracją charakteryzowała się odmiana 'Argona' życicy trwałej, najmniej wody wyparowywały liście odmiany 'Areda' (tab. 2). Wpływ niedoboru magnezu na transpirację roślin był bardzo wyraźny. We wszystkich odrostach mniej wody traciły rośliny uprawiane w warunkach niedoboru magnezu. (tab. 2). Wyliczone średnie wartości transpiracji wykazały obniżenie jej intensywności u roślin uprawianych w warunkach niedoboru magnezu o 33%, przy czym w zależności od odrostu spadek ten kształtował się w granicach 30-41%. Wraz z kolejnymi odrostami zmniejszała się ilość wody wyparowywanej przez rośliny.

Pomiary indeksu zieloności liścia wykazały zróżnicowanie w zabarwieniu testowanych odmian. Największą koncentrację chlorofilu stwierdzono u odmiany 'Maja', a najmniej zielonego barwnika było w liściach odmiany 'Dala' (tab. 3). Wyniki badań wła-

snych potwierdzają dane uzyskane przez GÁBORČIKA i ZMETÁKOVÁ (2001). Autorzy ci również uzyskali większe wartości indeksu SPAD w liściach życicy trwałej w porównaniu do kupkówki pospolitej. Niedobór magnezu istotnie obniżał zawartość chlorofilu w liściach. Koncentracja chlorofilu w liściach w porównaniu do obiektów kontrolnych zmniejszyła się w zależności od odrostu od 3 do 7%, przy czym wraz z kolejnymi odrostami zaznaczały się większe różnice między obiektami kontrolnymi a obiektami z niedoborem magnezu. Spośród analizowanych odmian najmniejszą reakcją na niedobór magnezu wykazywała odmiana 'Maja', u której poziom chlorofilu w liściach zmniejszył się o 3%. Z badań przeprowadzonych przez SEIDLER i MAMZER (1994) wynika, że magnez wpływa na zwiększenie chlorofilu w liściach kukurydzy w późniejszych fazach rozwojowych, natomiast w początkowej fazie rozwoju Autorki nie stwierdziły takiej zależności. Zdaniem STARCK (1995) niedobór magnezu może być przyczyną uszkodzenia chloroplastów, które produkują wówczas mniej zielonego barwnika. Przeprowadzone badania własne wykazały zróżnicowanie poziomu chlorofilu w liściach w poszczególnych odrostach.

Tabela 2. Intensywność transpiracji ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )  
Table 2. Intensity of transpiration ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )

Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Nawożenie Fertilization	I pokos 1 <sup>st</sup> cut	II pokos 2 <sup>nd</sup> cut	III pokos 3 <sup>rd</sup> cut	Średnia Mean
Kupkówka pospolita Orchard grass	'Areda'	Kontrola - Control	0,9 b	0,71 c	0,55 c	0,72 c
		Niedobór Mg Deficiency Mg	0,45 a	0,62 b	0,34 a	0,47 a
	'Dala'	Kontrola - Control	1,04 c	0,77 d	0,35 ab	0,72 c
		Niedobór Mg Deficiency Mg	0,92 b	0,57 a	0,36 ab	0,61 b
Życica trwała Perennial ryegrass	'Argona'	Kontrola - Control	2,03 f	1,43 g	0,89 e	1,45 e
		Niedobór Mg Deficiency Mg	1,37 e	0,66 b	0,36 ab	0,80 d
	'Maja'	Kontrola - Control	1,21 d	1,31 f	0,65 d	1,05 d
		Niedobór Mg Deficiency Mg	0,86 b	0,98 e	0,38 b	0,74 c
Średnia dla odmiany – Mean for cultivar						
'Areda'			0,67 a	0,66 a	0,45 b	0,60 a
'Dala'			0,98 b	0,67 a	0,36 a	0,67 b
'Argona'			1,70 c	1,05 b	0,63 d	1,12 d
'Maja'			1,03 b	1,14 c	0,51 c	0,90 c
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization						
Kontrola - Control			1,29 b	1,06 b	0,61 b	0,99 b
Niedobór Mg - Deficiency Mg			0,90 a	0,71 a	0,36 a	0,66 a

U odmian życicy trwałej największą koncentrację chlorofilu stwierdzono w drugim odroście, natomiast odmiany kupkówki pospolitej najwięcej tego barwnika wykazywały w trzecim odroście. Niewątpliwie miało to związek z większym nagromadzeniem magnezu przez rośliny uprawiane na obiektach kontrolnych, którego zawartość istotnie wzrasta w kolejnych pokosach (MIKOŁAJCZAK, 1994; TRZASKOŚ & CZYŻ, 1994; GOS & KITCZAK, 1994; WARDA, 1994).

Tabela 3. Indeks zieloności liści (SPAD)  
Table 3. Leaf greenness index (SPAD)

Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Nawożenie Fertilization	I pokos 1 <sup>st</sup> cut	II pokos 2 <sup>nd</sup> cut	III pokos 3 <sup>rd</sup> cut	Średnia Mean
Kupkówka pospolita Orchard grass	'Areda'	Kontrola - Control	36,08 b	40,81 d	40,39 c	39,09 cd
		Niedobór Mg Deficiency Mg	36,49 b	36,13 a	38,68 b	37,09 b
	'Dala'	Kontrola - Control	34,67 a	38,84 c	41,54 d	38,35 c
		Niedobór Mg Deficiency Mg	34,06 a	37,54 b	36,39 a	36,00 a
Życica trwała Perennial ryegrass	'Argona'	Kontrola - Control	36,89 b	41,88 e	40,53 cd	39,77 de
		Niedobór Mg Deficiency Mg	34,25 a	39,33 c	38,29 b	37,29 b
	'Maja'	Kontrola - Control	41,76 d	42,39 ef	40,40 c	41,52 f
		Niedobór Mg Deficiency Mg	39,65 c	42,79 f	38,35 b	40,26 e
Średnia dla odmiany – Mean for cultivar						
'Areda'			36,29 b	38,47 a	39,53 a	38,09 b
'Dala'			34,37 a	38,19 a	38,97 a	37,17 a
'Argona'			35,57 b	40,60 b	39,40 a	38,53 b
'Maja'			40,71 c	42,59 c	39,38 a	40,89 c
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization						
Kontrola - Control			37,35 b	40,98 b	40,72 b	39,68 b
Niedobór Mg - Deficiency Mg			36,10 a	38,94 a	37,93 a	37,66 a

Liczne badania dowodzą, że magnez wywiera dodatni wpływ na wielkość plonów roślin uprawnych (WOJNOWSKA, 1973; SEIDLER & MAMZER, 1994; SIENKIEWICZ, 1994; CIEŃKO i wsp., 2000). Istnieją jednak badania, w których nie otrzymano wyraźnych zwyżek plonów pod wpływem nawozów zawierających magnez (ZIĘTECKA & KURON, 1990; MALIŃSKA, 1988). Natomiast MERCIK i wsp. (1997) istotną zwyżkę plonu życicy wielokwiatowej otrzymali tylko wówczas, gdy w glebie było mniej niż 3,5-4,5 mg Mg 100 g<sup>-1</sup>. Analiza otrzymanych wyników wskazuje, że w pierwszym pokosie odmiana 'Areda' kupkówki pospolitej i odmiana 'Argona' życicy trwałej zareagowały istotnym spadkiem plonu na niedobór magnezu w glebie (tab. 4). Zmniejszenie plonowania u tych odmian w porównaniu do obiektów kontrolnych wynosiło odpowiednio 12 i 11%. W pozostałych dwóch pokosach reakcja roślin na niedobór magnezu była większa. Zarówno w drugim jak i trzecim pokosie stwierdzono średnio około 15%-owy spadek plonu. Rozpatrując łączny z okresu wegetacji plon suchej masy stwierdzono u odmiany 'Argona' 16%-owy spadek plonu, u odmiany 'Areda' - 15% u odmiany 'Maja' - 10%, zaś u odmiany 'Dala' tylko 5%. Spośród badanych odmian istotnie niżej plonowały odmiany diploidalne. Największe plony suchej masy uzyskano z pierwszego pokosu.

Wyliczone współczynniki korelacji wskazują na istotną zależność między wszystkimi badanymi parametrami, jednakże najsilniejszą korelację stwierdzono między intensywnością fotosyntezy a indeksem zieloności liści SPAD oraz intensywnością fotosyntezy a intensywnością transpiracji (tab. 5).

Tabela 4. Plon suchej masy (g wazon<sup>-1</sup>)  
Table 4. Dry matter yield (g pot<sup>-1</sup>)

Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Nawożenie Fertilization	I pokos 1 <sup>st</sup> cut	II pokos 2 <sup>nd</sup> cut	III pokos 3 <sup>rd</sup> cut	Średnia Mean
Kupkówka pospolita Orchard grass	'Areda'	Kontrola - Control	7,38 abc	7,45 d	5,45 b	20,28 b
		Niedobór Mg Deficiency Mg	6,50 a	6,50 bcd	4,25 a	17,25 a
	'Dala'	Kontrola - Control	8,15 bc	7,18 cd	5,68 b	21,0 b
		Niedobór Mg Deficiency Mg	8,08 bc	6,40 bc	5,53 b	20,0 b
Życica trwała Perennial ryegrass	'Argona'	Kontrola - Control	7,50 abc	7,25 d	6,45 c	21,2 b
		Niedobór Mg Deficiency Mg	6,70 a	5,60 a	5,48 b	17,78 a
	'Maja'	Kontrola - Control	8,30 c	7,05 bcd	6,53 c	21,88 b
		Niedobór Mg Deficiency Mg	8,18 bc	6,15 a	5,25 b	19,58 a
Średnia dla odmiany – Mean for cultivar						
'Areda'			6,94 a	6,98 b	4,85 a	18,76 a
'Dala'			8,11 b	6,79 ab	5,60 b	20,50 b
'Argona'			7,10 a	6,43 a	5,96 b	19,49 a
'Maja'			8,24 b	6,60 ab	5,89 b	20,73 b
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization						
Kontrola - Control			7,83 a	7,23 b	6,03 b	21,09 b
Niedobór Mg - Deficiency Mg			7,36 a	6,16 a	5,13 a	18,65 a

Tabela 5. Zależności między badanymi parametrami  
Table 5. Relationships between parameters examined in the study

Korelacja między - Correlation between	'Areda'	'Dala'	'Argona'	'Maja'
Intensywnością fotosyntezy a indeksem SPAD Intensity of photosynthesis and index SPAD	0,9503**	0,9814**	0,9468**	0,9194**
Indeksem SPAD a plonem suchej masy Index SPAD and dry matter yield	0,7085**	0,4883*	0,8351**	0,4392*
Intensywnością fotosyntezy a plonem suchej masy Intensity of photosynthesis and dry matter yield	0,7679**	0,4263*	0,8549**	0,4139*
Intensywnością fotosyntezy a intensywnością transpiracji Intensity of photosynthesis and intensity of transpiration	0,9933**	0,9580**	0,9819**	0,9941**
Intensywnością transpiracji a plonem suchej masy Intensity of transpiration and dry matter yield	0,7986**	0,3950*	0,8393**	0,4071*

\*\* korelacja istotna na poziomie  $\alpha=0,01$  - correlation significant at the level  $\alpha = 0,01$

\* korelacja istotna na poziomie  $\alpha=0,05$  - correlation significant at the level  $\alpha = 0,05$

#### 4. Wnioski

- Pod wpływem niedoboru magnezu został istotnie ograniczony proces fotosyntezy i transpiracji oraz zawartość chlorofilu w liściach testowanych odmian. Stwierdzono również istotny spadek plonu roślin.
- Spośród badanych odmian, diploidalne wykazywały większą reakcję na niedobór tego składnika w podłożu i w porównaniu do tetraploidalnych w większym stopniu ograniczały badane parametry.

#### Literatura

- BRODA Z., 2001. Odporność na stresy biotyczne i abiotyczne w hodowli roślin pastewnych w świetle XXIII Konferencji Sekcji Upraw Pastewnych i Traw Gazonowych Eucarpia. Łąkarstwo w Polsce, 4, 235-239.
- CIEĆKO Z. & M. WYSZKOWSKI, 1997. Zależności między nawożeniem azotowym a pobraniem magnezu przez rośliny uprawiane na różnych glebach. Biuletyn Magnezologiczny, 2, 114-118.
- CIEĆKO Z., WYSZKOWSKI M., ŻOŁNOWSKI A. & J. ZABIELSKA, 2000. Wpływ nawożenia NPK, Mg, i K na zawartość chlorofilu w liściach ziemniaka. Biuletyn IHAR, 213, 131-136.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I. & S. KOZŁOWSKI, 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej Poznań.
- GÁBORČIK N. & Z. ZMETÁKOVÁ, 2001. Chlorophyll (SPAD readings) and nitrogen concentrations in leaves of some forage grasses and legumes. Łąkarstwo w Polsce, 4, 43-48.
- GOS A. & T. KITCZAK, 1994. Zawartość magnezu w czterech gatunkach traw uprawianych na gruntach ornych. Biuletyn Magnezologiczny, 4, 64-66.
- MALIŃSKA H., 1988. Wpływ wapnowania oraz nawożenia potasem i magnezem na plonowanie roślin i właściwości gleby wytworzonej z gliny lekkiej. Pamiętnik Puławski, 91, 89-105.
- MERCIK S., STEPIEŃ W. & T. SOSULSKI, 1997. Działanie nawożenia magnezem na rośliny i gleby. Cz. I. Plonowanie roślin w zależności od zasobności gleb w różne formy magnezu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 439, 141-147.
- MIKOŁAJCZAK Z., 1994. Zawartość magnezu w poszczególnych gatunkach i organach traw. Biuletyn Magnezologiczny, 4, 138-141.
- PANAK H., 1997. Przewodnik metodyczny do ćwiczeń z chemii rolnej. Praca zbiorowa pod redakcją H. Panaka.
- RUSZKOWSKA M., 1986. Podstawy mineralnego żywienia roślin. Nawożenie. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- SAWICKA A., KRYSZAK J. & A. NIEWIADOMSKA, 1999. Wpływ magnezu na biologiczne wiązanie azotu w uprawach mieszanek traw z motylkowatymi. Łąkarstwo w Polsce, 2, 129-134.
- SEIDLER M. & M. MAMZER, 1994. Wpływ zróżnicowanego nawożenia magnezem na zawartość chlorofilu w liściach, natężenie fotosyntezy oraz wielkość i strukturę plonu kukurydzy. Biuletyn Magnezologiczny, 5, 32-35.
- SIENKIEWICZ S., 1994. Reakcja zbóż na nawożenie magnezem. Biuletyn Magnezologiczny, 5, 36-39.
- STARCK Z. 1995. Współzależność pomiędzy fotosyntezą i dystrybucją asymilatów, a tolerancja roślin na niekorzystne warunki środowiska. Postępy Nauk Rolniczych, 3, 19-35.
- STARCK Z., CHOŁUJ D. & B. NIEMYSKA, 1995. Fizjologiczne reakcje roślin na niekorzystne czynniki środowiska. Wydawnictwo. SGGW, Warszawa.
- TRZASKOŚ M. & H. CZYZ, 1994. Wpływ różnych dawek azotu na zawartość magnezu w runi łąkowej z udziałem kminku zwyczajnego (*Carum carvi*). Biuletyn Magnezologiczny, 5, 50-52.

- WARDA M., 1994. Wpływ sezonowych zmian w składzie gatunkowym runi na zawartość magnezu w paszy pastwiskowej. *Biuletyn Magnezologiczny*, 5, 56-59.
- WOJNOWSKA T., 1973. Zawartość chlorofili, karotenów i ksantofili oraz magnezu i wapnia w runi intensywnie nawożonego pastwiska. *Maszynopis pracy doktorskiej*, ss. 82.
- ZIĘTECKA M. & B. KURON, 1990. Wpływ stosunku Ca : Mg i ilości potasu w glebie na plonowanie oraz skład chemiczny roślin. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo*, 53, 50-62.

**Effects of magnesium deficiency on gas exchange parameters, leaf greenness index (SPAD) and yields of *Lolium perenne* and *Dactylis glomerata***

M. OLSZEWSKA

*Department of Grassland Sciences, University Warmia and Mazury, Olsztyn*

**Summary**

The rate of photosynthesis, transpiration and leaf greenness index (Soil Plant Analysis Development) of perennial ryegrass and orchard grass, grown under conditions of magnesium deficiency in the soil, were studied in a greenhouse experiment. The rates of photosynthesis and transpiration were measured with a LI-COR 6400 portable gas analyzer, and leaf greenness – with a SPAD 502 optical chlorophyll meter (Minolta). Dry matter yield was determined by drying the biomass collected at 105°C, to constant weight.

Magnesium deficiency significantly reduced plant yield. The highest yield decrease was noted in perennial ryegrass cv. 'Argona'. The results obtained show that the rates of photosynthesis and transpiration in both species depend on magnesium supply to plants. Magnesium deficiency in the soil significantly limited the processes of photosynthesis and transpiration in the leaves of perennial ryegrass and orchard grass. The highest rates of photosynthesis and transpiration were recorded in 'Argona', and the lowest – in 'Areda'. Magnesium deficiency significantly reduced chlorophyll content in leaves. Perennial ryegrass cultivars showed a higher concentration of chlorophyll in leaves than orchard grass cultivars.

Recenzent – Reviewer: *Zofia Starck*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Dr inż. Marzenna Olszewska  
Katedra Łąkarstwa, UWM w Olsztynie  
ul. Plac Łódzki 1/18, 10-718 Olsztyn  
tel. (089) 523 35 64  
e-mail: marzenno@uwm.edu.pl