

**Marzenna Olszewska**

## **WPŁYW NIEDOBORU POTASU NA WSKAŃNIKI WYMIANY GAZOWEJ, INDEKS ZIELONOŚCI LIŚCI (SPAD) ORAZ PLONOWANIE ŻYCICY TRWAŁEJ I KUPKÓWKI POSPOKITEJ**

**Katedra Łąkarstwa  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie**

### **WSTĘP**

Potas jest pierwiastkiem, który odgrywa ważną rolę w życiu roślin. Jest aktywatorem ok. 60 enzymów. Wpływa na funkcjonowanie aparatów szparkowych, a przez to na gospodarkę wodną roślin i proces fotosyntezy. Niedobór potasu ogranicza znacznie pobieranie wody z gleby oraz wiązanie jej w organach asymilacyjnych, co powoduje nadmierną transpirację. W przypadku niedoboru potasu wzrastają opory szparkowe, dyfuzja CO<sub>2</sub> przez szparki jest ograniczona, co wpływa niekorzystnie na intensywność fotosyntezy. W razie niedostatecznego zaopatrzenia w potas następuje hamowanie syntezy węglowodanów i białek w roślinach (FALKOWSKI i in. 1990, STARCK i in. 1995, NICZYPORUK, JANKOWSKA-HUFLEJT 2001). Hamowanie biosyntezy tych związków wpływa na jakość i wielkość plonu oraz zwiększa podatność roślin na patogeny. W ok. 90% gleb kraju zawartość potasu nie zaspokaja wymagań pokarmowych roślinności łąkowo-pastwiskowej. Są to przede wszystkim gleby hydrogeniczne, w tym torfowe, a także lekkie gleby piaszczyste. W ostatnich latach stwierdza się ubożenie gleb w potas. Dlatego do utrzymania na odpowiednim poziomie procesów fizjologicznych w roślinach oraz związanego z tym plonowania i jakości wytworzonej biomasy konieczne jest nawożenie użytków zielonych potasem, a badania nad niedoborem tego pierwiastka są konieczne.

---

dr inż. Marzenna Olszewska, Katedra Łąkarstwa, UWM w Olsztynie. Department of Grassland Management, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland, pl. Łódzki 1/18, 10-718 Olsztyn. tel. (089) 523 35 64, e-mail: marzenno@uwm.edu.pl

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

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w 2001 r. w szklarni komputerowej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Wazony typu Kick-Brauckmanna napełniono 10 kg gleby o składzie granulometrycznym piasku luźnego charakteryzującego się niską zawartością fosforu ( $31 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), potasu ( $42 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) i magnezu ( $13 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Odczyn piasku ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) był kwaśny i wynosił 4,6. Badaniami objęto 2 odmiany życicy trwałej: tetraploidalną odmianę Maję i diploidalną odmianę Argonę oraz 2 odmiany kupkówki pospolitej: tetraploidalną Dalę i diploidalną Arede. Wazony kontrolne nawożono pożywką zawierającą: 1,00 g N w postaci roztworu  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , 0,25 g P w  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 1,00 g K w  $\text{K}_2\text{SO}_4$  i 0,50 g Mg w  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Ponadto stosowano pożywkę mikroelementową w ilości 30 mg na 1 wazon zawierającą: 2,65 mg Fe w EDTA, 0,09 mg  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 0,1 mg  $\text{ZnCl}_2$ , 0,03 mg  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 0,12 mg  $\text{H}_3\text{BO}_3$  oraz 0,01 mg  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  na 1 kg gleby. W pozostałych wazonach nie stosowano nawożenia potasem. W okresie wegetacji mierzono indeks zieloności liści przyrządem optycznym Minolta SPAD-502. Ponadto mierzono intensywność fotosyntezy i transpiracji przenośnym analizatorem gazowym LI-COR 6400. Wskaźniki oznaczono w następujących warunkach: temp. powietrza ok.  $25^\circ\text{C}$ , stałe stężenie  $\text{CO}_2$  – 400 ppm, stałe oświetlenie –  $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . Źródło fotonów stanowiła lampa „LED Light Source” emitująca światło o spektrum piku głównego skoncentrowanego w paśmie 670 nm i drugiego mniejszego – 465 nm. W każdym odroście wykonano po 4 pomiary. W wynikach badań zaprezentowano średnie wartości dla poszczególnych odrostów. Masę nadziemną roślin ścinano 3-krotnie w ciągu wegetacji. Plon suchej masy określono susząc zebrane rośliny w temp.  $105^\circ\text{C}$  do stałej wagi. Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą programu komputerowego Statistica.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Niedobór potasu w glebie istotnie hamował intensywność fotosyntezy w liściach testowanych odmian. W porównaniu z obiektami kontrolnymi proces fotosyntezy został ograniczony średnio o 28% (tab. 1). Odmiany diploidalne słabiej reagowały na niedobór potasu niż odmiany tetraploidalne, a najbardziej odporną odmianą okazała się Areda, u której stwierdzono najmniejszy spadek intensywności fotosyntezy. Wynosił on średnio ok. 19%. Zmniejszony poziom fotosyntezy pod wpływem

Tabela 1  
Table 1

Intensywność fotosyntezy ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) Intensity of photosynthesis ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )					
Odmiana Cultivars	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
Areda	kontrola – control	6.00 <sup>*d</sup>	9.19 <sup>e</sup>	6.80 <sup>d</sup>	7.33 <sup>c</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	4.57 <sup>bc</sup>	8.25 <sup>c</sup>	4.97 <sup>b</sup>	5.93 <sup>b</sup>
Dala	kontrola – control	7.22 <sup>e</sup>	10.23 <sup>f</sup>	6.64 <sup>d</sup>	8.03 <sup>d</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	3.98 <sup>b</sup>	7.55 <sup>b</sup>	4.65 <sup>a</sup>	5.39 <sup>a</sup>
Argona	kontrola – control	9.49 <sup>f</sup>	8.85 <sup>d</sup>	8.24 <sup>e</sup>	8.86 <sup>e</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	7.47 <sup>e</sup>	6.08 <sup>a</sup>	6.00 <sup>c</sup>	6.52 <sup>b</sup>
Maja	kontrola – control	5.12 <sup>c</sup>	12.48 <sup>g</sup>	8.21 <sup>e</sup>	8.60 <sup>e</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	3.21 <sup>a</sup>	9.53 <sup>e</sup>	5.03 <sup>b</sup>	5.92 <sup>b</sup>
Średnia dla odmiany – Mean for cultivars					
Areda		5.28 <sup>b</sup>	8.72 <sup>b</sup>	5.89 <sup>b</sup>	6.63 <sup>a</sup>
Dala		5.60 <sup>b</sup>	8.89 <sup>b</sup>	5.64 <sup>a</sup>	6.71 <sup>a</sup>
Argona		8.48 <sup>c</sup>	7.46 <sup>a</sup>	7.12 <sup>d</sup>	7.69 <sup>c</sup>
Maja		4.17 <sup>a</sup>	11.00 <sup>c</sup>	6.62 <sup>c</sup>	7.26 <sup>b</sup>
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization					
Kontrola – Control		6.96 <sup>b</sup>	10.19 <sup>b</sup>	7.47 <sup>b</sup>	8.21 <sup>b</sup>
Niedobór K – Potassium deficiency		4.81 <sup>a</sup>	7.85 <sup>a</sup>	5.16 <sup>a</sup>	5.94 <sup>a</sup>

\* grupy jednorodne – homogeneous statistical groups

deficytu potasu wykazali również BEHBOUDIAN i ANDERSON (1990), PSZCZÓŁKOWSKA i in. (2002) oraz OLSZEWSKI (2004). O'TOOLE i TREHARNE (1980) uważają, że przyczyną hamowania fotosyntezy, w przypadku deficytu potasu, jest wzrost oporów szparkowych, powodujących utrudnioną dyfuzję  $\text{CO}_2$  oraz zmniejszenie syntezy RuBisCO – enzymu katalizującego proces fotosyntezy. Rozpatrując przebieg procesu fotosyntezy w kolejnych odrostach, największe wartości stwierdzono w odroście drugim, i w tym też odroście rośliny najslabiej reagowały na niedobór potasu w podłożu. Generalnie, odmiany życicy trwałej odznaczały się większą intensywnością fotosyntezy niż odmiany kupkówki pospolitej.

Potas jest kluczowym pierwiastkiem w kontroli gospodarki wodnej rośliny. W warunkach jego niedoboru rośliny nie są w stanie kontrolować ruchów aparatów szparkowych i rozrzuć gospodarują wodą (GRZEBISZ 2004). W przeprowadzonych badaniach niedobór potasu spowodował wzrost intensywności transpiracji średnio o 37%, przy czym odmiany tetraploidalne silniej reagowały na jego deficyt i wyparowywały więcej wody niż odmiany diploidalne (tab. 2). Odmianą, która traciła najwięcej wody, była Dala, natomiast najmniej wody wyparowywała odmiana Argona, u której stwierdzono 18% wzrost transpiracji. Zdecydowanie najmniej wody transpirowały rośliny w odroście trzecim pod koniec okresu wegetacji. Wyniki doświadczenia wskazują, że więcej wody na wytworzenie jednostki suchej masy zużywają odmiany życicy trwałej.

Tabela 2  
Table 2

Intensywność transpiracji (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> ) Intensity of transpiration (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )					
Odmiana Cultivars	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
Areda	kontrola – control	0.76 <sup>b</sup>	0.69 <sup>b</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.60 <sup>b</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	0.88 <sup>c</sup>	0.89 <sup>c</sup>	0.51 <sup>b</sup>	0.76 <sup>c</sup>
Dala	kontrola – control	0.49 <sup>a</sup>	0.67 <sup>b</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	1.04 <sup>d</sup>	1.05 <sup>e</sup>	0.77 <sup>d</sup>	0.95 <sup>d</sup>
Argona	kontrola – control	1.88 <sup>g</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.96 <sup>d</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	2.02 <sup>h</sup>	0.85 <sup>c</sup>	0.51 <sup>b</sup>	1.13 <sup>e</sup>
Maja	kontrola – control	1.32 <sup>e</sup>	1.15 <sup>f</sup>	0.34 <sup>d</sup>	0.93 <sup>d</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	1.55 <sup>f</sup>	1.69 <sup>g</sup>	0.60 <sup>c</sup>	1.28 <sup>f</sup>
Średnia dla odmiany – Mean for cultivars					
Areda		0.82 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>
Dala		0.77 <sup>a</sup>	0.86 <sup>c</sup>	0.56 <sup>c</sup>	0.73 <sup>b</sup>
Argona		1.95 <sup>c</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	1.04 <sup>c</sup>
Maja		1.43 <sup>b</sup>	1.42 <sup>d</sup>	0.47 <sup>b</sup>	1.11 <sup>d</sup>
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization					
Kontrola – Control		1.11 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>
Niedobór K – Potassium deficiency		1.37 <sup>b</sup>	1.12 <sup>b</sup>	0.60 <sup>b</sup>	1.03 <sup>b</sup>

Deficyt potasu w niewielkim stopniu wpłynął na wartości indeksu SPAD w liściach badanych odmian. W odniesieniu do obiektów kontrolnych, wartości indeksu zmniejszyły się średnio o ok. 3–5%, przy czym u odmian tetraploidalnych notowano większy spadek niż u odmian diploidalnych (tab. 3). Natomiast badania WOJNOWSKIEJ (1973) oraz CIEĆKO i in. (2000) świadczą o dodatnim wpływie nawożenia potasem na zawartość chlorofilu w liściach testowanych roślin. W niniejszych badaniach odmiany życicy trwałej zawierały więcej chlorofilu w liściach niż odmiany kupkówki pospolitej, a najwięcej zawierała go odmiana Maja (średnio 43,09 SPAD). U odmian życicy trwałej największą koncentrację chlorofilu stwierdzono w drugim odroście, natomiast odmiany kupkówki pospolitej najwięcej tego barwnika wykazywały w trzecim odroście.

Uzyskane wyniki wskazują, że w tych samych warunkach wzrostu (wazony kontrolne) wszystkie badane odmiany plonowały na podobnym poziomie i nie stwierdzono między nimi różnic statystycznie udowodnionych (tab. 4). Odmiany tetraploidalne plonowały na tym samym poziomie co odmiany diploidalne, pomimo niższej intensywności fotosyntezy. Można więc przypuszczać, że niższą intensywność fotosyntezy rekompensowały większą powierzchnią asymilacyjną i obfitszym ulistnieniem. Czynnikiem ograniczającym plonowanie roślin był niedobór potasu w glebie, co wysoce istotnie wpływało na plonowanie roślin. U wszystkich odmian stwierdzono spadek plonu suchej masy, średnio o ok. 22%. Ograniczenie plonowania szczególnie wyraźnie uwidoczniło się u odmian tetraploidalnych, wynosiło ono 27–28%.

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

Odmiana Cultivars	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
Areda	kontrola – control	36.19 <sup>b</sup>	40.81 <sup>b</sup>	40.81 <sup>b</sup>	39.27 <sup>b</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	34.36 <sup>a</sup>	39.80 <sup>a</sup>	40.39 <sup>ab</sup>	38.18 <sup>a</sup>
Dala	kontrola – control	38.70 <sup>d</sup>	41.76 <sup>c</sup>	42.54 <sup>d</sup>	41.00 <sup>c</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	36.67 <sup>c</sup>	39.84 <sup>a</sup>	40.58 <sup>b</sup>	39.03 <sup>b</sup>
Argona	kontrola – control	38.98 <sup>d</sup>	41.88 <sup>c</sup>	40.53 <sup>b</sup>	40.46 <sup>c</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	36.89 <sup>c</sup>	40.24 <sup>b</sup>	39.51 <sup>a</sup>	38.88 <sup>b</sup>
Maja	kontrola – control	43.76 <sup>f</sup>	44.39 <sup>e</sup>	44.42 <sup>e</sup>	44.19 <sup>e</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	41.18 <sup>e</sup>	43.38 <sup>d</sup>	41.40 <sup>c</sup>	41.99 <sup>d</sup>
Średnia dla odmiany – Mean for cultivars					
Areda		35.28 <sup>a</sup>	40.30 <sup>a</sup>	40.60 <sup>b</sup>	38.73 <sup>a</sup>
Dala		37.69 <sup>b</sup>	40.80 <sup>b</sup>	41.56 <sup>c</sup>	40.02 <sup>b</sup>
Argona		37.94 <sup>b</sup>	41.06 <sup>b</sup>	40.02 <sup>a</sup>	39.67 <sup>b</sup>
Maja		42.47 <sup>c</sup>	43.89 <sup>c</sup>	42.91 <sup>d</sup>	43.09 <sup>c</sup>
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization					
Kontrola – Control		39.41 <sup>b</sup>	42.21 <sup>b</sup>	42.08 <sup>b</sup>	41.23 <sup>b</sup>
Niedobór K – Potassium deficiency		37.28 <sup>a</sup>	40.82 <sup>a</sup>	40.47 <sup>a</sup>	39.52 <sup>a</sup>

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

Odmiana Cultivars	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
Areda	kontrola – control	8.38 <sup>ef</sup>	7.50 <sup>e</sup>	5.45 <sup>bc</sup>	21.33 <sup>d</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	7.40 <sup>cd</sup>	6.30 <sup>c</sup>	5.00 <sup>ab</sup>	18.70 <sup>c</sup>
Dala	kontrola – control	8.43 <sup>ef</sup>	7.03 <sup>d</sup>	5.68 <sup>c</sup>	21.14 <sup>d</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	5.58 <sup>a</sup>	5.08 <sup>ab</sup>	4.75 <sup>a</sup>	15.41 <sup>a</sup>
Argona	kontrola – control	7.85 <sup>d</sup>	7.60 <sup>e</sup>	6.45 <sup>d</sup>	21.90 <sup>d</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	6.53 <sup>a</sup>	5.88 <sup>a</sup>	5.25 <sup>abc</sup>	17.66 <sup>b</sup>
Maja	kontrola – control	8.15 <sup>f</sup>	7.25 <sup>a</sup>	5.95 <sup>e</sup>	21.35 <sup>d</sup>
	niedobór K – potassium deficiency	6.75 <sup>bc</sup>	4.50 <sup>b</sup>	4.13 <sup>a</sup>	15.38 <sup>b</sup>
Średnia dla odmiany – Mean for cultivars					
Areda		7.89 <sup>b</sup>	6.90 <sup>c</sup>	5.23 <sup>a</sup>	20.02 <sup>b</sup>
Dala		7.01 <sup>a</sup>	6.06 <sup>a</sup>	5.22 <sup>a</sup>	18.28 <sup>a</sup>
Argona		7.19 <sup>a</sup>	6.74 <sup>b</sup>	5.85 <sup>b</sup>	19.78 <sup>b</sup>
Maja		7.45 <sup>b</sup>	5.88 <sup>a</sup>	5.04 <sup>a</sup>	18.37 <sup>a</sup>
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization					
Kontrola – Control		8.20 <sup>b</sup>	7.35 <sup>b</sup>	5.88 <sup>b</sup>	21.43 <sup>b</sup>
Niedobór K – Potassium deficiency		6.57 <sup>a</sup>	5.44 <sup>a</sup>	4.78 <sup>a</sup>	16.79 <sup>a</sup>

Zależność między badanymi parametrami  
Relationship between examined parameters in the study

Korelacja między: Correlation between:	Areeda	Dala	Argona	Maja
Intensywnością fotosyntezy a indeksem SPAD Intensity of photosynthesis and index SPAD	0.9231**	- 0.5521	0.4529	-0.6337
Indeksem SPAD a plonem suchej masy Index SPAD and dry matter yield	0.8765**	- 0.5777	0.3675	- 0.7369*
Intensywnością fotosyntezy a plonem suchej masy Intensity of photosynthesis and dry matter yield	0.9705**	0.9710**	0.9923**	0.9788**
Intensywnością fotosyntezy a intensywnością transpiracji Intensity of photosynthesis and intensity of transpiration	- 0.9770**	- 0.9976**	- 0.9701**	- 0.9946**
Intensywnością transpiracji a plonem suchej masy Intensity of transpiration and dry matter yield	- 0.9497**	- 0.9822**	- 0.9704**	- 0.9821**
Indeksem SPAD a intensywnością transpiracji Index SPAD and intensity of transpiration	- 0.8690**	0.5634	- 0.3183	0.6798

\*\* 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  $\alpha=0.05$

Odmianą, która najslabiej reagowała na deficyt potasu, była odmiana Areeda kupkówki pospolitej, a plon suchej masy zmalał u niej o ok. 12%.

W badaniach stwierdzono istotne zależności między wszystkimi badanymi parametrami jedynie u odmiany Areeda, natomiast u pozostałych stwierdzono tylko wysoce istotny dodatni wpływ intensywności fotosyntezy na plon suchej masy oraz ujemną zależność korelacyjną między fotosyntezą a transpiracją oraz transpiracją a plonowaniem badanych odmian (tab. 5). Wynika to z tego, że niedobór potasu w podłożu glebowym ogranicza proces fotosyntezy i plonowanie roślin, zwiększa zaś intensywność transpiracji. Istotną dodatnią zależność między intensywnością asymilacji CO<sub>2</sub> a transpiracją pary wodnej u takich roślin, jak babka zwyczajna i mniszek lekarski, wykazali STOLARSKA i GREGORCZYK (2004). Natomiast dodatnią korelację między koncentracją chlorofilu a plonowaniem wykazali KOZŁOWSKI i in. (2001) u takich gatunków, jak kupkówka pospolita, kostrzewa trzcinowa, życica westerwoldzka i tymotka łąkowa, oraz OLSZEWSKA (2005) u kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej. Nie wykazano natomiast korelacji między tymi cechami u wiechliny łąkowej KOZŁOWSKI i in. (2003).

## WNIOSKI

1. W badaniach wykazano istotne zróżnicowanie gatunkowe i odmianowe pod względem badanych cech. U życicy trwałej stwierdzono większą intensywność fotosyntezy i transpiracji oraz większe wartości SPAD niż u kupkówki pospolitej.

2. Niedobór potasu istotnie ograniczał intensywność fotosyntezy, poziom chlorofilu w liściach oraz plonowanie odmian życicy trwałej i kupkówki pospolitej. Odmiany tetraploidalne silniej reagowały na jego niedobór i w większym stopniu ograniczały badane cechy niż odmiany diploidalne.

3. Pod wpływem deficytu potasu wzrastała intensywność transpiracji u wszystkich badanych odmian, przy czym odmiany tetraploidalne wyparowywały więcej wody z jednostki powierzchni liści niż odmiany diploidalne.

4. Odnotowane różnice odmianowe wskazują na dużą rolę doboru odmian do trudnych warunków uprawy. Odmiana Areda kupkówki pospolitej okazała się najlepiej dostosowana do warunków stresu żywieniowego.

## PIŚMIENNICTWO

- BEHBOUDIAN M. H., ANDERSON D. R. 1990. *Effects of potassium deficiency on water relation and photosynthesis of the tomato plants*. Plant Soil, 127: 137-139.
- CIEĆKO Z., WYSZKOWSKI M., ŻOŁNOWSKI A., ZABIELSKA J. 2000. *Wpływ nawożenia NPK, Mg i K na zawartość chlorofilu w liściach ziemniaka*. Biul. IHAR, 213: 131-136.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S. 2000. *Właściwości chemiczne roślin łąkowych*. AR Poznań (wyd. II).
- GRZEBISZ W. 2004. *Potas w roślinie*. W: *Pierwiastki w środowisku*. Potas. J. Elementol., 9(4) Suppl.: 7-16.
- KOZŁOWSKI S., GOLIŃSKI P., GOLIŃSKA B. 2001. *Barwniki chlorofilowe jako wskaźniki wartości użytkowej gatunków i odmian traw*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 474: 215-223.
- KOZŁOWSKI S., SZYMKOWIAK P., SWEDZRYŃSKI A. 2003. *Właściwości biologiczne i chemiczne Poa pratensis istotne w kreowaniu odmian hodowlanych użytkowanych pastwiskowo*. Łąkarstwo w Polsce, 6: 97-110.
- NICZYPORUK A., JANKOWSKA-HUFLEJT H. 2001. *Zmiany zawartości potasu w runi i w glebie łąki trwałej w warunkach zróżnicowanego nawożenia*. Pam. Puł., 125: 85-89.
- O'TOOLE J. C., TREHARNE K. J. 1980. *Effect of potassium nutrition on leaf anatomy and net photosynthesis of Phaseolus vulgaris L.* New Phytol., 84: 623-630.
- OLSZEWSKA M. 2005. *Wpływ nawożenia azotem na parametry wymiany gazowej, indeks zieloności liści (SPAD) oraz plonowanie wybranych odmian tymotki łąkowej i kostrzewy łąkowej uprawianych na glebie mineralnej*. J. Elementol., 10(3): 561-569.
- OLSZEWSKI J. 2004. *Wpływ wybranych stresów abiotycznych i biotycznych na intensywność fotosyntezy i transpiracji, plonowanie oraz zdrowotność bobiku i groch siewnego*. Wyd. UWM w Olsztynie, Rozprawy i Monografie 85, ss.109.
- PSZCZÓŁKOWSKA A., OLSZEWSKI J., PŁODZIEN K., ŁAPIŃSKI M., FORDOŃSKI G., ŻUK-GOŁASZEWSKA K. 2002. *Effect of mineral stress on productivity of selected genotypes of pea (Pisum sativum L.) and yellow lupin (Lupinus luteus L.)*. Electron. J. Pol. Agric. Univ., Vol. 5 Ser. Agronomy. www.ejpau.media.pl/series/volume5/issue2/agronomy/art.-07.html

- STARCK Z., CHOŁUJ D., NIEMYSKA B. 1995. *Fizjologiczne reakcje roślin na niekorzystne czynniki środowiska*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- STOLARSKA A., GREGORCZYK A. 2004. *Asymilacja CO<sub>2</sub> na tle wybranych czynników środowiska atmosferycznego i zawartości Fe, Zn, Co w liściach babki zwyczajnej i mniszka lekarskiego*. Fol. Univ. Agric. Stetin., Agricult., 234 (93): 389-396.
- WOJNOWSKA T. 1973. *Zawartość chlorofili, karotenów i ksantofili oraz magnezu i wapnia w runi intensywnie nawożonego pastwiska*. ART w Olsztynie (praca doktorska).

**Marzenna Olszewska**

**WPŁYW NIEDOBORU POTASU NA WSKAŃNIKI WYMIANY GAZOWEJ,  
INDEKS ZIELONOŚCI LIŚCI (SPAD) ORAZ PŁONOWANIE ŻYCICY TRWAŁEJ  
I KUPKÓWKI POSPOLITEJ**

Słowa kluczowe: niedobór potasu, życica trwała, kupkówka pospolita, fotosynteza, transpiracja, indeks zieloności liści (SPAD), plonowanie.

Abstrakt

W doświadczeniu szklarniowym badano intensywność fotosyntezy, transpiracji, indeks zieloności liści SPAD (Soil Plant Analysis Development) oraz plonowanie życicy trwałej i kupkówki pospolitej uprawianych w warunkach niedoboru potasu w podłożu. Intensywność fotosyntezy i transpiracji mierzono przenośnym analizatorem gazowym LI-COR 6400, a indeks zieloności liści – optycznym chlorofilometrem Minolta SPAD-502. Plon suchej masy określono susząc zieloną masę w temp. 105°C do stałej wagi.

Stwierdzono, że niedobór potasu w glebie istotnie ograniczał intensywność fotosyntezy, poziom chlorofilu w liściach oraz plonowanie życicy trwałej i kupkówki pospolitej. Odmiany tetraploidalne silniej reagowały na jego niedobór i w większym stopniu ograniczały badane parametry niż odmiany diploidalne. Pod wpływem deficytu potasu wzrastała intensywność transpiracji u wszystkich odmian, przy czym odmiany tetraploidalne zawierające więcej chlorofilu wyparowywały więcej wody z jednostki powierzchni liści niż odmiany diploidalne. Najbardziej odporna na niedobór potasu okazała się odmiana Areda kupkówki pospolitej, u której stwierdzono najmniejszy spadek intensywności fotosyntezy plonu suchej masy.

**THE EFFECT OF POTASSIUM DEFICIENCY ON GAS EXCHANGE PARAMETERS,  
LEAF GREENNESS INDEX (SPAD) AND YIELDING OF PERENNIAL RYEGRASS  
AND ORCHARD GRASS**

Key words: potassium deficiency, perennial ryegrass, orchard grass, photosynthesis, transpiration, leaf greenness index (SPAD), yielding.

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 potassium deficiency



---

cy in the soil, were studied in a greenhouse experiment. 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.

Potassium deficiency in the soil significantly limited the rate of photosynthesis, leaf greenness index, as well as yields of perennial ryegrass and orchard grass. Tetraploid varieties showed a stronger response to potassium deficiency, so changes in the above parameters were more pronounced in their case than in that of diploid varieties. Potassium deficiency caused an increase in the rate of transpiration in all varieties, but tetraploid varieties, which contain more chlorophyll, evaporated more water per leaf area unit than diploid varieties. The cultivar Areda of orchard grass showed the lowest decrease in photosynthesis rate and dry matter yield, and was found to be the most resistant to potassium deficiency.