

MARZENNA OLSZEWSKA

Katedra Łąkarstwa

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wpływ stresu wodnego na intensywność fotosyntezy, zawartość chlorofilu i plonowanie odmian *Dactylis glomerata* L. Komunikat

Influence of water stress on intensity of photosynthesis, chlorophyll content and yielding of *Dactylis glomerata* L. cultivars Short communication

W szklarniowym doświadczeniu wazonowym, przy dwóch poziomach wilgotności gleby: 40% ppw i 80% ppw, badano dwie odmiany kupkówki pospolitej: diploidalną Arede i tetraploidalną Dalę. W okresie wegetacji dokonywano pomiarów intensywności fotosyntezy za pomocą urządzenia do pomiaru parametrów wymiany gazowej Li-Cor 6400 oraz zawartości chlorofilu za pomocą chlorofilometru japońskiej firmy Minolta. Istotny wpływ na intensywność fotosyntezy, zawartość chlorofilu, a w konsekwencji plonowanie odmian miało uwilgotnienie gleby. Niższa wilgotność powodowała istotny spadek plonu. Z porównywanych odmian istotnie wyżej plonowała odmiana Dala. Większą zawartość chlorofilu w liściach stwierdzono u roślin uprawianych w warunkach stresu wodnego. Proces fotosyntezy przebiegał lepiej na glebie o większej wilgotności, stres wodny spowodował spadek fotosyntezy w przypadku odmiany Dala o 47%, zaś odmiany Areda o 42%.

Słowa kluczowe: *Dactylis glomerata*, fotosynteza, chlorofil, stres wodny

Two cocksfoot cultivars: Areda and Dala were examined in a greenhouse pot experiment at two soil moisture levels: 40% of field water capacity. During the growing period intensity of photosynthesis was measured with the Li-Cor 6400 device for measuring gas-exchange parameters. Content of chlorophyll was measured with the Minolta chlorophyll meter. Soil moisture had significant influence on intensity of photosynthesis, content of chlorophyll, and in consequence on yielding. Lower moisture of soil caused significant decrease of yield. The tetraploid cultivar Dala yielded significantly higher than the diploid Areda. Content of chlorophyll in leaves also depended on soil moisture, higher values were recorded for plants in conditions of water stress. The photosynthesis proceeded better at higher moisture of soil, water stress caused decrease of photosynthesis, in the cv. Dala by 47%, in the cv. Areda by ca. 42%.

Key words: *Dactylis glomerata*, chlorophyll, photosynthesis, water stress

WSTĘP

W warunkach klimatycznych naszego kraju brak wody jest jednym z ważniejszych czynników ograniczających plonowanie roślin uprawnych (Starck i in., 1995; Kacperska, 1998). Woda bierze udział w różnych procesach fizjologiczno-biochemicznych, a jej deficyt powoduje znaczne ograniczenie, a nawet zahamowanie tych procesów. Hamowanie procesu fotosyntezy wynika z zamykania aparatów szparkowych, przez co utrudnione jest wnikanie CO₂ do chloroplastów. Niedobór wody wpływa również na zmniejszenie stężenia chlorofilu w liściach roślin (Kozłowski, Swędrzyński, 1997; Falkowski i in., 1989).

Celem pracy było określenie wpływu stresu wodnego na intensywność fotosyntezy, zawartość chlorofilu i plonowanie dwóch odmian kupkówki pospolitej.

MATERIAŁ I METODY

W doświadczeniu wazonowym, przeprowadzonym w 2001 roku w szklarni UWM w Olsztynie, badano dwie odmiany kupkówki pospolitej: diploidalną Aredę i tetraploidalną Dale. Odmiany oceniano przy dwóch poziomach wilgotności gleby: 40% ppw (stres wodny) i 80% ppw (wilgotność optymalna). Odpowiednią wilgotność utrzymywano przez codzienne uzupełnianie ubytków wody do określonej masy wazonu z glebą. Do doświadczenia użyto gleby organicznej wykazującej 29,7% substancji organicznej. Zawartość składników przyswajalnych w 1 kg gleby przedstawiała się następująco: 217,6 mg P₂O₅, 65 mg K₂O i 50 mg Mg/100g gleby oraz 5 mg Cu, 28,6 mg Zn, 108,6 mg Mn i 2126 mg Fe. Odczyn gleby w 1 n KCl wynosił pH 4,6. Nawożenie azotowe w ilości 0,75 g na wazon stosowano w trzech dawkach; przedsięwzięcie, po pierwszym i po drugim cięciu roślin. Azot podawano w postaci roztworu CO(NH₂)₂. Fosfor, potas i magnez wprowadzono w postaci roztworów KH₂PO₄, K₂SO₄ i MgSO₄ x 7 H₂O jednorazowo, przedsięwzięcie w ilości: 0,25 g P, 1,00 g K i 0,25 g Mg na wazon. Ponadto przedsięwzięcie zaaplikowano pożywkę mikroelementową w ilości 30 ml na wazon zawierającą: C₁₀H₁₂FeN₂NaC₈, MnCl₂ x 4 H₂O, ZnCl₂, CuCl₂ x 2 H₂O, H₃BO₃, (NH₄)₆Mo₇O₂₄ x 4 H₂O. W okresie wegetacji oznaczono intensywność fotosyntezy za pomocą przenośnego urządzenia do pomiaru parametrów wymiany gazowej Li-Cor 6400 oraz zawartość chlorofilu wykorzystując do tego chlorofilometr japońskiej firmy Minolta. Przyrząd mierzy różnice pomiędzy absorpcją światła przez liść przy długości fali 650 i 940 nm. Iloraz tych różnic jest indeksem zieloności liścia, albo zawartości chlorofilu (Blackmer i Schepers, 1994). Pomiary wykonywano na najmłodszym w pełni rozwiniętym liściu pędów losowo wybranych z każdego obiektu. Odczytów dokonywano w odstępach tygodniowych powtarzając każdy pomiar pięciokrotnie. W sezonie wegetacyjnym przeprowadzono trzykrotną defoliację roślin.

WYNIKI I DYSKUSJA

Proces fotosyntezy jest najbardziej wrażliwym na stres wodny procesem fizjologicznym. W drugim odroście, niezależnie od uwilgotnienia gleby, większą wydajnością fotosyntetyczną charakteryzowała się odmiana Areda, natomiast w trzecim odroście

intensywność fotosyntezy w badanych odmianach przebiegała na zbliżonym poziomie. Decydujący wpływ na wydajność fotosyntetyczną roślin miało uwilgotnienie gleby (tab. 1).

Tabela 1

Intensywność fotosyntezy w liściach odmian *Dactylis glomerata* ($\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$)
Intensity of photosynthesis of the *Dactylis glomerata* cultivars leaves ($\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$)

Odmiana Cultivar	Wilgotność gleby Soil moisture	Intensywność fotosyntezy Intensity of photosynthesis	
		II pokos	III pokos
Areda	40%	9,70 b	3,01 a
	80%	12,54 c	7,68 c
Dala	40%	8,36 a	3,18 a
	80%	13,21 d	7,44 b
średnia dla odmiany mean for cultivar			
Areda		11,12 b	5,35 a
Dala		10,79 a	5,31 a
średnia dla wilgotności gleby mean for soil moisture			
	40%	9,03 a	3,09 a
	80%	12,88 b	7,56 b

a, b, c, d — Grupy jednorodne; Homogeneous groups

Tabela 2

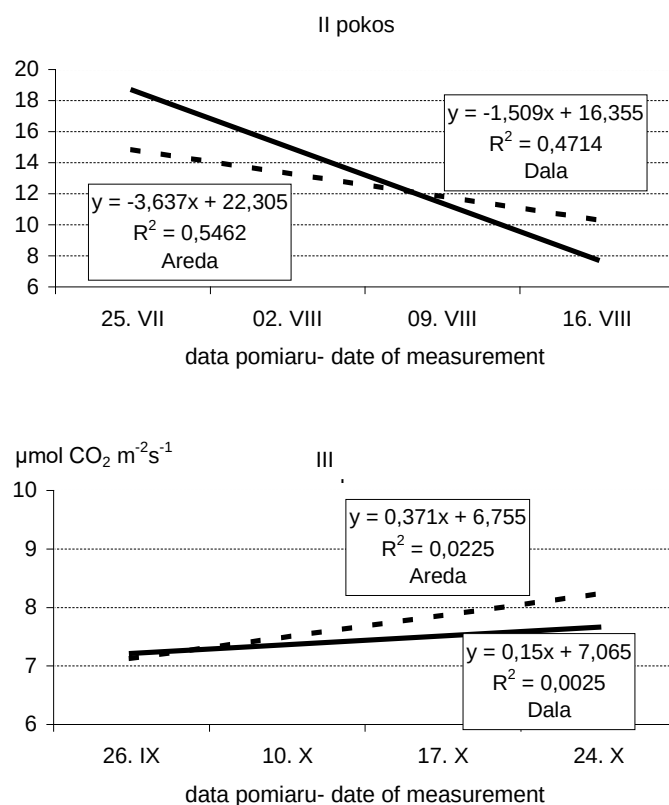
Zawartość chlorofilu w liściach odmian *Dactylis glomerata* (SPAD)
Chlorophyll content in of *Dactylis glomerata* cultivars leaves (SPAD)

Odmiana Cultivar	Wilgotność gleby- Soil moisture	Zawartość chlorofilu Chlorophyll content		
		I pokos — I cut	II pokos — II cut	III pokos — III cut
Areda	40%	32,80 a	43,18 c	43,58 b
	80%	34,43 b	37,68 b	37,75 a
Dala	40%	35,60 b	43,75 c	42,83 b
	80%	34,35 b	36,88 a	37,90 a
średnia dla odmiany mean for cultivar				
Areda		33,61 a	40,43 a	40,66 a
Dala		34,98 b	40,31 a	40,36 a
średnia dla wilgotności gleby mean for soil moisture				
	40%	34,20 a	43,46 b	43,20 b
	80%	34,39 a	37,28 a	37,83 a

a, b, c — Grupy jednorodne; Homogeneous groups

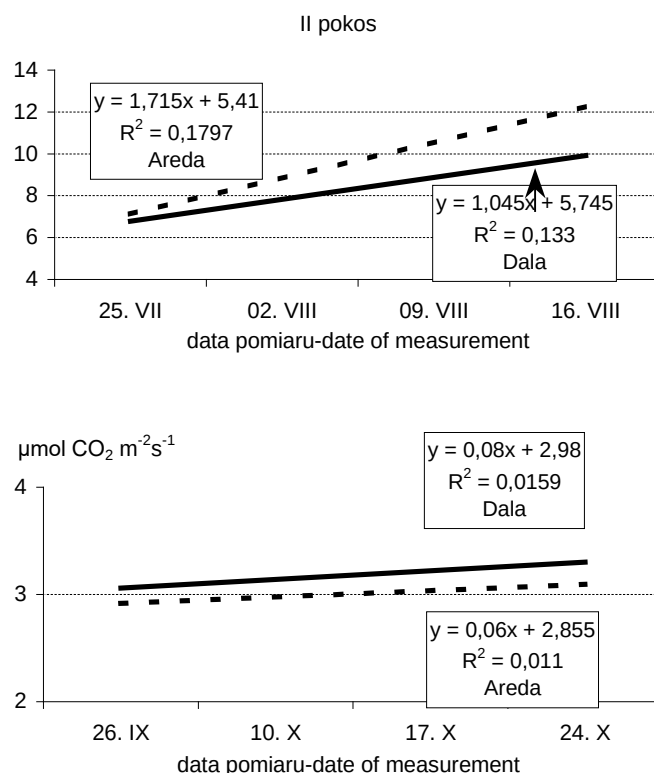
Obniżenie polowej pojemności wodnej z 80% do 40% spowodowało zmniejszenie intensywności tego procesu. W przypadku odmiany Dala nastąpiło zmniejszenie fotosyntezy średnio o 47%, zaś odmiany Areda o około 42%. Zdaniem Chavesa (1991) oraz Irigoyena i wsp. (1992) w czasie stresu wodnego zawsze następuje zahamowanie fotosyntezy, chociaż reakcja poszczególnych gatunków roślin jest bardzo różna. Proces fotosyntezy przebiegał intensywniej w drugim odroście, co mogło wynikać z korzystniejszego roz-

kładu temperatur. W dniach pomiarów temperatura powietrza wewnątrz szklarni oscylo-
wała w granicach 25–28° C. W trzecim pokosie notowano znacznie niższe temperatury,
wynosiły one 15–20° C. Jak podaje Harkot (1998) cyt. za Zelitch (1977) na intensywność
fotosyntezy decydujący wpływ, obok wielu innych czynników, wywiera temperatura
w jakiej rosną rośliny. Dla większości roślin za optymalną dla procesu fotosyntezy uważa
się temperaturę 26° C. W drugim odroście rośliny uprawiane w warunkach stresowych
zwiększały proces fotosyntezy w miarę swojego rozwoju, zaś pod wpływem większej
wilgotności gleby stwierdzono odwrotne zależności. W trzecim odroście faza rozwojowa
roślin nie miał wpływu na intensywność fotosyntetyczną analizowanych odmian (rys.
1 i 2).



Rys. 1. Przebieg procesu fotosyntezy w kupkówce pospolitej uprawianej na glebie organicznej przy 80% ppw

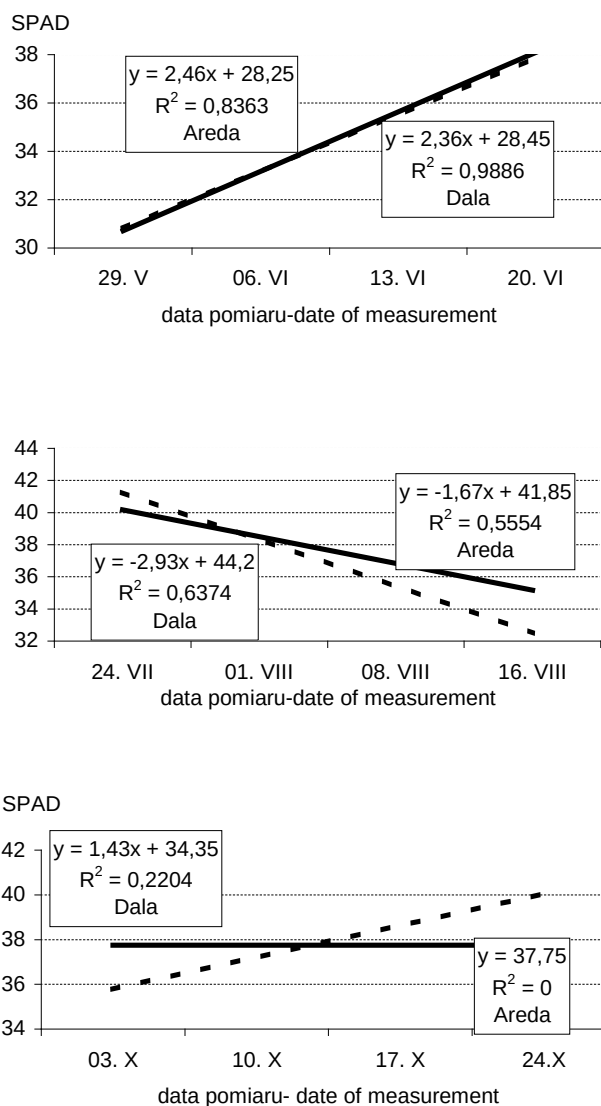
Fig. 1. Course of photosynthesis in leaves of *Dactylis glomerata* grown on organic soil at 80% of field-water capacity



Rys. 2. Przebieg procesu fotosyntezy w kupkówce pospolitej uprawianej na glebie organicznej przy 40% ppw

Fig. 2. Course of photosynthesis in leaves of *Dactylis glomerata* grown on organic soil at 40% of field-water capacity

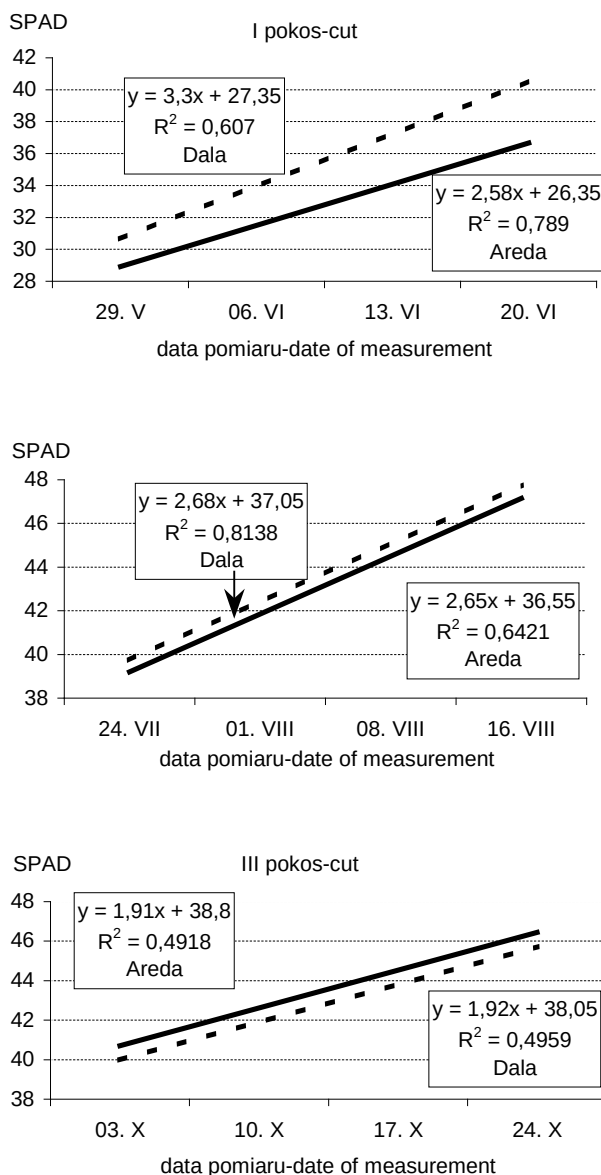
Chlorofil jest wskaźnikiem aktualnej żywotności roślin i ich reakcji na zmieniające się warunki siedliskowe (Falkowski, Kukułka, 1977; Kozłowski, Kukułka, 1996). W przeprowadzonych badaniach w pierwszym odroście istotnie więcej chlorofilu w blaszkach liściowych stwierdzono u odmiany Dala. W pozostałych dwóch odrostach stężenie chlorofilu w blaszkach liściowych analizowanych odmian kształtowało się na podobnym poziomie. Czynnikiem różnicującym ilościowe występowanie tego składnika była wilgotność gleby (tab. 2). Większe wartości wykazywały rośliny uprawiane w warunkach niedoboru wody. Jak podaje Jones i wsp. (1980) w warunkach stresu wodnego zachodzą zmiany w budowie morfologicznej i anatomicznej liści. Liście są krótsze, a ich powierzchnia mniejsza, tkanka liściowa staje się bardziej zbita. W wyniku zmniejszania się objętości komórek wzrasta w nich stężenie związków mało- i wielkocząsteczkowych (Kacperska, 1998). Koncentracja chlorofilu w liściach badanych odmian zmieniała się w okresie wegetacji. Najniższe wartości notowano w pierwszym odroście.



Rys. 3. Zawartość chlorofilu w kupkówce pospolitej uprawianej na glebie organicznej przy 80% ppw
Fig. 3. Chlorophyll content in *Dactylis glomerata* grown on organic soil at 80% of field-water capacity

Z badań przeprowadzonych przez Falkowskiego i Kukułkę (1977) wynika, iż największe ilości chlorofilu w roślinach występują wiosną, następnie jesienią, a najniższe w lecie, jednakże stężenie chlorofilu w roślinach jest cechą gatunkową, zależną od szeregu czynników siedliskowych, a przede wszystkim od natężenia światła, temperatury i uwilgotnienia gleby. Uzyskane wyniki badań własnych stanowią potwierdzenie opinii

Gaborčíka (1997) o wyższym stężeniu chlorofilu w drugim i trzecim pokosie aniżeli w pierwszym. W pierwszym odroście rośliny uprawiane w warunkach większej wilgotności podłoża wykazywały wzrost zawartości chlorofilu w miarę swojego rozwoju (rys. 3).



Rys. 4. Zawartość chlorofilu w kupkówce pospolitej uprawianej na glebie organicznej przy 40% ppw
 Fig. 4. Chlorophyll content in *Dactylis glomerata* grown on organic soil at 40% of field-water capacity

W drugim odroście odmiany reagowały spadkiem zawartości chlorofilu na kolejne terminy pomiarów. Natomiast odmienną reakcją charakteryzowały się odmiany w trzecim odroście, gdzie odmiana Dala wykazywała niewielki wzrost stężenia chlorofilu, a Areda praktycznie nie zmieniała zawartości tego barwnika w liściach. Rośliny uprawiane w warunkach stresowych każdorazowo reagowały wzrostem stężenia chlorofilu na kolejne terminy pomiarów (rys. 4).

Porównując plony suchej masy stwierdzono, że bez względu na stopień uwilgotnienia gleby istotnie wyżej plonowała odmiana Dala (tab. 3).

Tabela 3

Roczny plon suchej masy odmian *Dactylis glomerata* (g/wazon)
Annual yield of dry matter of the *Dactylis glomerata* cultivars (g/pot)

Odmiana Cultivar	Wilgotność gleby Soil moisture	Plon Yield
Areda	40%	29,68 a
	80%	44,78 c
Dala	40%	32,58 b
	80%	48,75 d
średnia dla odmiany mean for cultivar		
Areda		37,23 a
Dala		40,66 b
średnia dla wilgotności gleby mean for soil moisture		
	40%	31,13 a
	80%	46,76 b

a, b, c, d — Grupy jednorodne; Homogeneous groups

Istotny wpływ na wysokość plonów miało również uwilgotnienie gleby. Niższa wilgotność gleby powodowała istotny spadek plonu suchej masy. Zgodne jest to z wynikami uzyskanymi przez Szoszkiewicza i wsp. (1991) oraz Madziara i Latanowicz (1996). Analizując współdziałanie czynników doświadczenia stwierdzono, iż najniżej plonowała odmiana Areda uprawiana na glebie o wilgotności 40% ppw, natomiast najwyższy plon dała odmiana Dala uprawiana w warunkach większej wilgotności. Największą zniżkę plonu pod wpływem stresu wodnego stwierdzono w pierwszym pokosie, wynosiła ona w przypadku odmiany diploidalnej 56,0%, zaś w przypadku odmiany tetraploidalnej 56,8% (tab. 4). W kolejnych pokosach spadek plonu był znacznie mniejszy. W drugim pokosie wynosił on 26,6%, a w trzecim ok. 21%.

Tabela 4

Zniżka plonu suchej masy odmian *Dactylis glomerata* pod wpływem niższej wilgotności gleby (%)
Decrease of dry matter yield of the *Dactylis glomerata* cultivars as an effect of lower soil moisture (%)

Odmiana Cultivar	Pokosy Cuts		
	I	II	III
Dala	56,8	26,6	21,0
Areda	56,0	26,6	20,4

WNIOSKI

1. Proces fotosyntezy przebiegał lepiej na glebie o większej wilgotności, w wyniku stresu wodnego nastąpiło zmniejszenie intensywności fotosyntezy u odmiany Dala średnio o 47%, zaś odmiany Areda o 42%.
2. Zawartość chlorofilu w blaszkach liściowych również uzależniona była od wilgotności gleby, przy czym większe wartości stwierdzono u roślin uprawianych w warunkach stresu wodnego.
3. Z porównywanych odmian istotnie wyżej plonowała odmian Dala. Istotny wpływ na plonowanie miało również uwilgotnienie gleby. Niższa wilgotność powodowała istotny spadek plonu suchej masy.

LITERATURA

- Blackmer T. M., Schepers J. S. 1994. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 25: 1791 — 1800.
- Chaves M. M. 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. J. Experim. Bot. 42: 1 — 16.
- Falkowski M., Kukułka I. 1977. Zawartość chlorofilu jako wskaźnik biologicznych właściwości roślin łąkowych. Roczn. Nauk Rol. t.79, z. 3: 105 — 112.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1989. Wpływ warunków stresowych na właściwości chemiczne odmian kupkówki pospolitej. Biul. Oc. Odm. z. 23: 171 — 182.
- Gaborčík N. 1997. Chlorophyll and grassland — some recent aspects. Wydawnictwo IMUZ. Materiały seminaryjne, 38: 87 — 93.
- Harkot W. 1998. Dynamika początkowego wzrostu i rozwoju siewek traw jako kryterium ich przydatności do podsiewu. Łąkarstwo w Polsce, nr 1: 139 — 146.
- Irigoyen J. J., Emerich D. W., Sanchez-Diaz M. 1992. Alfalfa leaf senescence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution. Plant Physiology, 84: 67 — 72.
- Jones M. B., Leafe E. L., Stilles W. 1980. Water stress in field-grown perennial ryegrass. II. Its effects on leaf water status, stomatal resistance and leafy morphology. Ann. Appl. Biol. 96: 103 — 110.
- Kacperska A. 1998. Reakcje roślin na czynniki stresowe. W: Postawy fizjologii roślin. PWN Warszawa: 576 — 631.
- Kozłowski S., Kukułka I. 1996. Żywotność polskich odmian hodowlanych *Lolium perenne* L. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, 81: 113 — 120.
- Kozłowski S., Swędryński A. 1997. Żywotność odmian hodowlanych kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.). Biul. Oc. Odm. z. 28: 103 — 112.
- Madziar Z., Latanowicz M. 1996. Produktywność i zawartość składników pokarmowych w wybranych odmianach traw pastewnych uprawianych w warunkach wazonowych przy zróżnicowanej wilgotności gleby. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, PTPN, t. 81: 129 — 135.
- Starck Z., Chołuj D., Niemyska B. 1995. Fizjologiczne reakcje roślin na niekorzystne czynniki środowiska. Wydawnictwo SGGW, Warszawa: 28 — 47.
- Strzałka K. 1998. Podstawy fizjologii roślin. Fotosynteza i chemosynteza. PWN, Warszawa: 229 — 284.
- Szoszkiewicz J., Madziar Z., Zbierska J. 1991. Wpływ wilgotności gleby na produktywność i skład chemiczny wybranych odmian traw pastewnych. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCXXIV: 123 — 134.
- Zelitch I. 1977. Fotosynteza, fotooddychanie a produktywność roślin. PWRiL, Warszawa.