

KAMIL PROKOPIUK
GRZEGORZ ŻUREK

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy, Radzików
Zakład Traw, Roślin Motylkowatych i Energetycznych,
Pracownia Traw Pozapaszowych i Roślin Energetycznych

Ocena wpływu odmian wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) na jakość mieszanek przeznaczonych do zadarniania terenów zacienionych

The effect of smooth-stalked meadow grass (*Poa pratensis* L.) varieties on the quality of turf mixtures in shade

W latach 2007–2010 określano wpływ odmian wiechliny łąkowej na walory trawnikowe 3-gatunkowych mieszanek wysianych w cieniu. Przedmiotem badań było 6 odmian wiechliny, które w oparciu o wcześniejsze obserwacje własne oraz dane literaturowe podzielono na 2 grupy: obiekty o dobrej lub bardzo dobrej jakości w cieniu oraz obiekty o jakości poniżej średniej. Jako pozostałe komponenty do mieszanek wykorzystano odmiany kostrzewy czerwonej Rapsodia oraz życicy trwałej Aut. Nie stwierdzono istotnego statystycznie wpływu jakości odmian wiechliny na jakość mieszanek z ich udziałem. Jakość odmiany wiechliny łąkowej odgrywała istotną rolę jedynie w początkowym okresie wegetacji trawnika w cieniu. W miarę upływu czasu zmiany zachodzące w runi a będące efektem m.in. współdziałania deficytu światła oraz chorób niwelowały różnice jakościowe pomiędzy odmianami i mieszankami z ich udziałem.

Słowa kluczowe: cień, PAR, kostrzewa czerwona, życica trwała, trawniki

The effect of smooth stalked meadow grass (*Poa pratensis* L.) variety on the quality of turf mixtures sown in shade was evaluated in years 2007–2010. Six *P. pratensis* objects were used. They were divided into two groups on the basis of previously recognized different turf quality in shade: objects of above-mean quality (group I) and of below-mean quality (group II). Red fescue Rapsodia and perennial ryegrass Aut were used as the remaining components in mixtures. No significant effect of the quality of *P. pratensis* cultivars on the quality of mixture were found. Turf quality of *P. pratensis* cultivars was significant only at the initial stage of sward vegetation. Along with changes in turf quality over time, differences between tested objects (cultivars & mixtures) were reduced by the effects of light deficit, disease incidence etc.

Key words: shade, PAR, red fescue, perennial ryegrass, lawns

WSTĘP

Wśród wielu gatunków traw, przydatnych do zadarniania trawników jednym z najbardziej popularnych jest wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) z uwagi na połączenie delikatności liścia, zadarnienia oraz ciemno-zielonej barwy (Wedin i Huff, 1996; Huff, 2003, 2010). Równocześnie gatunek ten uważany jest za wrażliwy na deficyt światła (Prończuk i in., 2001; Fry i Huang, 2004; Prończuk i Żurek, 2008). Rezultaty prac badawczych i hodowlanych uzyskane w ostatnich latach wskazują jednak na możliwości wyselekcjonowania form wiechliny łąkowej o podwyższonej tolerancji na warunki cienia (Brede, 2000; Huff, 2010).

Jakość mieszanek trawnikowych nie zawsze jest wypadkową jakości poszczególnych komponentów. Najbardziej korzystne jest łączenie odmian, wnoszących do mieszanki dodatkowe cechy jakościowe (Brede, 2000). Dodawanie wiechliny łąkowej do mieszanki daje określone korzyści: sprężystość nawierzchni, tłumiącej i amortyzującej upadki, wyrównaną powierzchnię darni, odporność na warunki zimowe, szybką regenerację (Brede, 2000). Dlatego pomimo trudności związanych z przystosowaniem wiechliny łąkowej do tzw. warunków użytkowania ekstensywnego (np. niskie nawożenie, cień, brak podlewania) należy poszukiwać rozwiązań, umożliwiających zwiększenie udziału tego gatunku w nawierzchniach trawiastych, również na terenach częściowo zacienionych.

Celem podjętych badań było określenie wpływu jakości odmian wiechliny łąkowej na jakość mieszanek z ich udziałem, w warunkach naturalnego cienia.

MATERIAŁ I METODA

Badaniami objęto 5 odmian i 1 ekotyp wiechliny łąkowej, które w oparciu o wcześniejsze obserwacje własne oraz dane literaturowe (Prończuk i Prończuk, 2006, 2008) podzielono na 2 grupy pod względem jakości trawnikowej w warunkach cienia. Jako obiekty o dobrej lub bardzo dobrej jakości w cieniu (grupa I) zaklasyfikowano odmiany: Conni (DK) i Princeton – Tiger (USA) oraz ekotyp Chałupy (PL). Obiekty o jakości poniżej średniej (grupa II) to odmiany: Alicja (PL), Midnight (USA) oraz Balin (DK). Jako pozostałe komponenty do mieszanek wykorzystano kostrzewę czerwoną Rapsodia (PL) oraz życicę trwałą Aut (PL). Zastosowano następujące normy wysiewu (w gramach na 1 m²) dla obiektów w siewie czystym: wiechlina łąkowa 10, kostrzewa czerwona 15, życica trwała 20, dla mieszanek trójgatunkowych — 25.

Udział poszczególnych komponentów gatunkowych w mieszanekach był następujący: wiechlina łąkowa — 50%, kostrzewa czerwona — 30% oraz życica trwała — 20%. Doświadczenie wysiano w marcu 2007, na piasku gliniastym. Każdy z obiektów badawczych wysiano na poletka o powierzchni 1 m² w 3 powtórzeniach. Miejsce, w którym dokonano zasiewów położone jest w cieniu lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.). Dodatkowo w odległości 5,8 m od strony północno-wschodniej znajduje się budynek o wysokości 3 m, a od strony południowej kolejne dwa egzemplarze lipy, które również obejmują zasięgiem koron fragmenty doświadczenia.

Po wysiewie, nasiona przykryto 1–2 cm warstwą torfu oraz agrowłókniną, którą usunięto po wschodach. Po ok. 2 miesiącach zastosowano nawożenie mineralne, podając w jednorazowej dawce 30 kg N, 30 kg P₂O₅ i 30 kg K₂O. Podobne nawożenie stosowano wiosną każdego roku badań. Poletka koszone średnio raz w miesiącu na wysokość ok. 7–10 cm, kosiarką rotacyjną ze zbieraczem pokosu. Obserwacje prowadzono w latach 2007–2010 zgodnie z metodyką doświadczeń trawnikowych przyjętą w IHAR (Prończuk, 1993) stosując ocenę w skali 1–9, gdzie 1 to brak roślin, a 9 to cecha najbardziej pożądana. Wartość 5 uznawana jest za najniższą, akceptowalną przez potencjalnego użytkownika. Instalacja pierwsza (I1), odzwierciedlała stan wschodów po ok. 1 miesiącu od wysiewu, instalacja 2 (I2) — stan zadarnienia poletek po ok. 2 miesiącach od wysiewu. Oceny zadarnienia oraz ogólnego aspektu prowadzono w maju (oceny wiosenne), sierpniu (letnie), październiku (jesienne) oraz w grudniu lub w styczniu (zimowe).

Frekwencję udziału poszczególnych gatunków w mieszankach oceniano szacując ich udział procentowy na poletku w 3 kwadratach o pow. 100 cm² każdy. Trzykrotnie w ciągu roku (wiosną, latem i jesienią) oceniano: procentowy udział roślin wiechliny łąkowej, życicy trwałej i kostrzewy czerwonej jak również roślin nie poświadczonych (wiechlina roczna i chwasty dwuliścienne) oraz udział powierzchni wolnej od roślin.

W celu oszacowania ilości światła docierającego do roślin na powierzchni doświadczalnej, w okresie od 1 kwietnia 2009 do 31 marca 2010 mierzono parametry promieniowania słonecznego fotosyntetycznie czynnego (PAR, ang. *photosynthetically active radiation*), za pomocą fitofotometru. Pomiarów dokonywano w każdy poniedziałek oraz piątek o godzinie 12:00 UTC (uniwersalny czas koordynowany) w pięciu miejscach na obszarze objętym doświadczeniem oraz na sąsiadującej powierzchni trawnika znajdującej się w pełnym słońcu. Jako wartość minimalną natężenia PAR, niezbędnego dla podtrzymania wegetacji wiechliny łąkowej przyjęto PAR 128 μmol m⁻² s⁻¹ (Cockerhama i in., 2002). Dla wymienionych powyżej dni badawczych określono długość dnia dla współrzędnych geograficznych Radzikowa (52°12'51,0"N i 020°38'41,0"E) według strony internetowej <http://www.calendar.k-ce.pl/index.php>. Długość dnia wyrażono w minutach.

Średnią temperaturę powietrza, opady oraz nasłonecznienie podano za odczytami z automatycznej stacji meteorologicznej zlokalizowanej na terenie IHAR-PIB w Radzikowie. Analizy statystyczne zrealizowano za pomocą pakietu statystycznego SAS® (SAS, 2004 a, b).

WYNIKI

Warunki termiczne, wilgotnościowe oraz świetlne

Średnia roczna temperatura powietrza w okresie badań wynosiła od 7,9° (2010) do 9,9°C (2008) i z wyjątkiem roku 2010, przewyższała średnią z wielolecia (1972–2000) (tab. 1). Miesiące: marzec, kwiecień, czerwiec oraz lipiec w okresie badawczym były cieplejsze od analogicznych miesięcy wielolecia. Z kolei styczeń, luty, maj, październik oraz grudzień w latach 2009–2010 były zimniejsze od średniej z wielolecia. Sezony wegetacyjne 2007–2010 były cieplejsze od analogicznych okresów wielolecia od 0,9°

(2008) do 1,7°C. Pod względem ilości opadów we wszystkich latach badań stwierdzono wartości wyższe od średniej z wielolecia dla całego roku oraz dla sezonu wegetacyjnego. Względnie najmniej opadów zanotowano w roku 2008, gdzie w sezonie wegetacyjnym spadło tylko 30,3 mm więcej od średniej z wielolecia. Stosunkowo najmniejsze nasłonecznienie stwierdzono w roku 2009 — 1474 godzin w roku, natomiast największe — w 2008 (149 godzin więcej niż w 2009).

Tabela 1

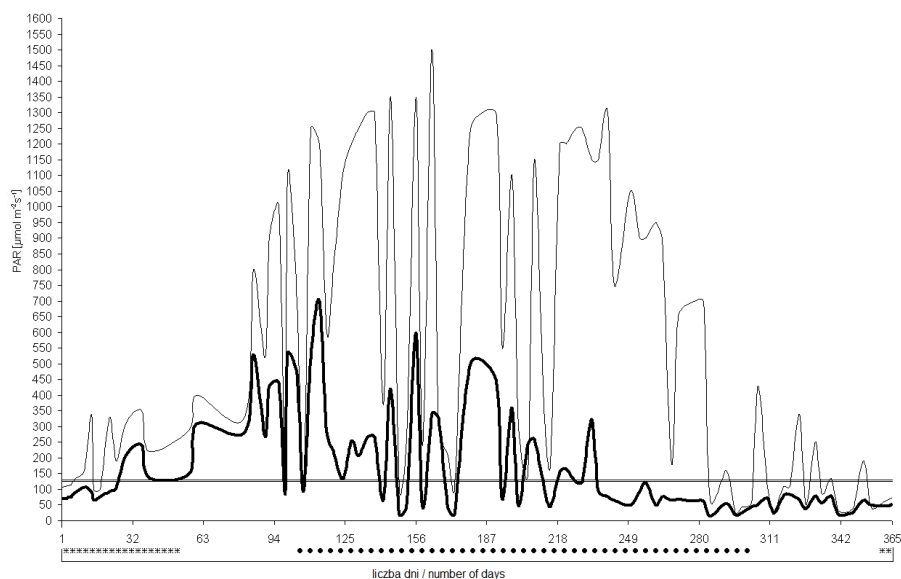
Zestawienie danych meteorologicznych dla okresu badań
Meteorological data for the period of experiment

Miesiąc Month	Lata Years												Wielolecie (1972–2000) Mean value (1972–2000)	
	2007			2008			2009			2010			T (°C)	P (mm)
	T (°C)	P (mm)	S (h)	T (°C)	P (mm)	S (h)	T (°C)	P (mm)	S (h)	T (°C)	P (mm)	S (h)		
1	3,6	81,6	x	1,2	78,0	71,5	-2,7	22,8	50,2	-8,4	0,4	39,2	-1,8	21,1
2	-1,0	53,6	x	3,2	35,0	54,0	-0,6	37,4	37,2	-1,8	37,2	40,1	-1,1	17,3
3	7,0	35,6	x	3,9	54,2	97,1	3,1	47,2	64,2	3,3	12,4	136,9	2,9	22,4
4	9,7	20,0	x	9,4	30,2	154,7	11,3	14,8	226,9	10,1	12,6	161,0	8,2	30,1
5	15,7	63,2	x	14,0	56,6	230,8	13,7	71,8	193,9	13,7	149,6	119,2	14,1	46,3
6	19,1	72,2	x	19,0	15,0	309,0	16,3	84,0	160,7	17,8	64,6	252,0	16,9	62,9
7	19,1	94,8	x	19,5	62,5	234,1	20,0	138,6	199,5	21,7	131,6	256,8	18,5	76,4
8	19,3	58,2	x	18,8	51,4	188,9	18,5	81,4	189,0	19,8	61,0	210,2	18,1	52,3
9	13,6	48,0	x	12,7	93,4	103,3	15,4	12,8	202,4	12,5	85,6	123,1	13,3	42,6
10	8,3	44,8	x	10,2	23,8	83,0	7,8	35,0	86,7	6,0	15,2	172,9	8,3	31,3
11	1,9	43,4	x	5,4	31,2	56,7	6,0	58,0	50,0	5,8	100,0	33,3	2,9	30,3
12	0,5	21,0	x	1,4	39,8	40,3	-1,1	46,2	13,9	-5,6	39,2	15,9	-0,2	28,3
Srednia Mean	9,7	—	x	9,9	—	—	9,0	—	—	7,9	—	—	8,3	—
Suma Total	—	636,4	—	571,1	1623,5	—	650,0	1474,4	—	709,4	1560,6	—	461,3	—

Objaśnienie: T — średnia temperatura powietrza, P — suma opadów, S — usłonecznienie (liczba godzin w miesiącu), x — brak danych

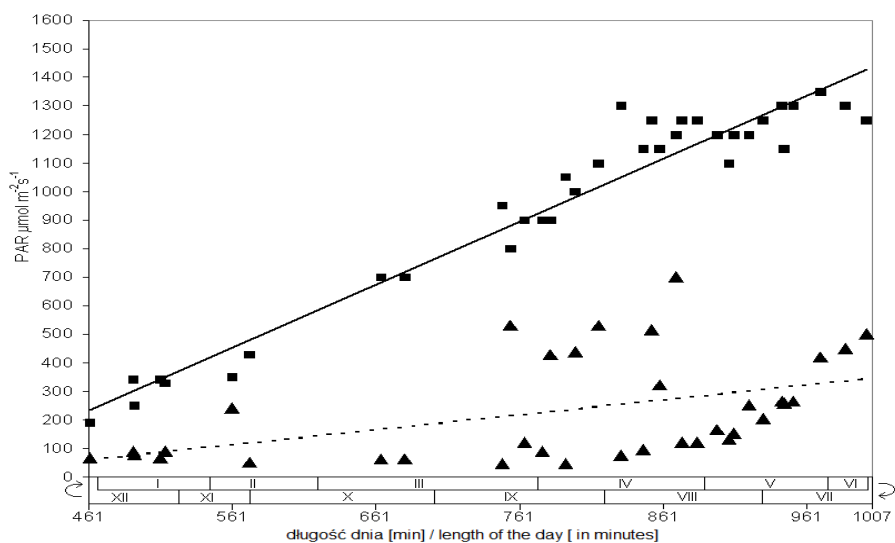
Explanation: T — mean air temperature, P — total precipitation, S — insolation (no. of hours per month), x — no data

Analiza natężenia promieniowania PAR docierającego o godzinie 12:00 UTC do roślin wykazała, iż natężenie PAR niezbędne dla roślinności wiechlin ($PAR > 128 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) występowało w cieniu drzew już od połowy stycznia (rys. 1). Po około 90 dniach na drzewach lipy drobnolistnej zaczęły pojawiać się liście, które utrzymały się aż do 300 dnia roku. W tym okresie zanotowano również zmiany natężenia PAR docierającego do poszycia. W dni słoneczne natężenie PAR było wystarczające do około 230 dnia roku, natomiast w dni pochmurne było zbyt niskie dla zapewnienia prawidłowego przebiegu wegetacji wiechlin. Od około 230 dnia roku, bez względu na panujące warunki słoneczne oraz stopień ulistnienia drzew natężenie PAR była zbyt niskie dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin wiechliny łąkowej.



Rys. 1. Natężenie PAR (oś OY) docierającego do powierzchni doświadczenia w ciągu 365 dni o godzinie 12:00 UTC w otwartej przestrzeni (linia cienka) oraz w cieniu drzew (linia pogrubiona). Linia pozioma — natężenie PAR minimalne dla wiechliny łąkowej wg Cockerham i in. (2002)

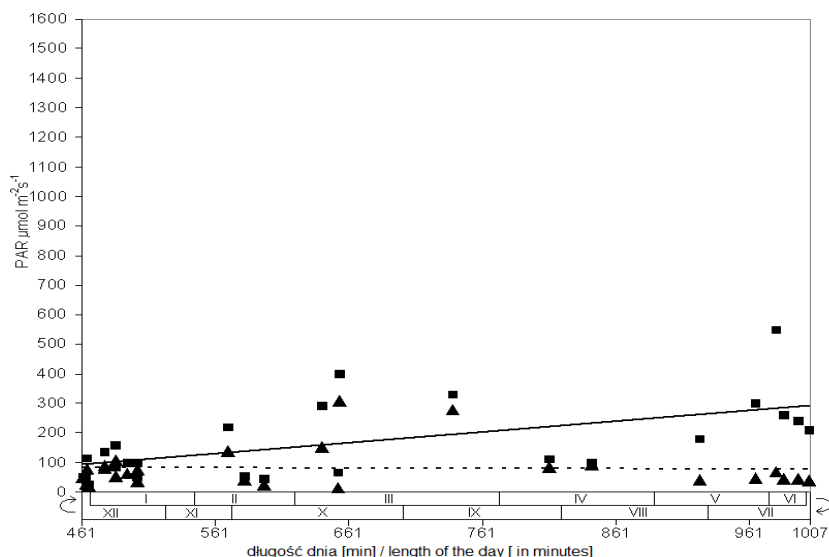
Fig. 1. PAR intensity (OY axis) reaching ground level during 365 days at 12:00 UTC in open space (thin line) and in shade (thick line). Horizontal line — level of PAR intensity minimal for smooth-stalked bluegrass vegetation after Crockerham et al. (2002)



Rys. 2. Natężenie PAR o godzinie 12:00 UTC w dni słoneczne w zależności od długości dnia [min.] w cieniu drzew (trójkąty oraz linia przerywana) i pełnym słońcu (kwadraty i linia ciągła)

Fig. 2. Intensity of PAR at 12:00 UTC in sunny days, with relation to the length of the day [in minutes] in tree shade (triangles and scattered line) and full sunshine (squares and solid line)

Stwierdzono również zależność pomiędzy długością dnia a natężeniem PAR docierającego do powierzchni doświadczalnej. Współczynnik korelacji przyjmował najwyższe wartości dla PAR mierzonego na słońcu ($r = 0,97$, $\alpha < 0,001$), i nieco mniejsze dla pomiarów wykonanych w dni pochmurne na otwartej przestrzeni ($r = 0,59$, $\alpha < 0,05$) oraz w dni słoneczne w cieniu drzew ($r=0,46$, $\alpha < 0,05$). W cieniu, w dni pochmurne współczynnik korelacji wymienionych wyżej zmiennych był nieistotny statystycznie ($r = 0,02$) (rys. 2 i 3).



Rys. 3. Natężenie PAR o godzinie 12:00 UTC w dni pochmurne w zależności od długości dnia [min.] w cieniu drzew (trójkąty oraz linia przerywana) i pełnym słońcu (kwadraty oraz linia ciągła)
 Fig. 3. Intensity of PAR AT 12:00 UTC in cloudy days, with relation to the length of the day [in minutes] in tree shade (triangles and scattered line) and full sunshine (squares and solid line)

Ocena trawników

Spośród wszystkich badanych odmian wiechliny łąkowej najwyższą wartość instalacji po ok. 1 miesiącu od wysiewu stwierdzono dla odmiany Balin (3,0) co oznacza średnio ok. 50 siewek na 10 cm^2 (tab. 2). Podobne wartości tej cechy uzyskały pozostałe komponenty gatunkowe (życica trwała Aut oraz kostrzewa czerwona Rapsodia) jak również zdecydowana większość badanych mieszanek. Najniższą wartość tej cechy stwierdzono dla ekotypu Chałupy oraz odmiany Alicja wiechliny łąkowej. Analiza stanu zadarnienia po ok. 2 miesiącach od wysiewu wykazała ponad 90% (I2 od 8 do 8,3) pokrycie powierzchni większości badanych mieszanek (z wyjątkiem mieszanki z odmianą Midnight) oraz istotnie niższe wartości tej cechy dla pozostałych zasiewów jednogatunkowych. Wśród odmian wiechlin nadal utrzymywała się względnie wysoka wartość cechy dla odmiany Balin.

Tabela 2

Wyniki obserwacji trawników z lat 2007–2010
Results of lawn observations from years 2007–2010

Badane obiekty Objects in experiment:	2007					2007	2009	
	Instalacja:		Zadarnienie w sezonach:			Porażenie mączniakiem Powdery mildew infection		
	I	II	wiosna	lato	jesień			
	Instalation:		Sward density in seasons:					
I	II	spring	summer	autumn				
Odmiany <i>P. pratensis</i> o jakości powyżej średniej w cieniu (grupa I)								
<i>P. pratensis</i> varieties with confirmed above-mean quality in shade (group I):								
Conni	2,3 abc	6,0 cd	6,3 ab	6,3 ab	4,7 b	7,0 de	4,3 e	
ekotyp Chałupy	1,7 c	3,7 de	5,3 bc	6,7 ab	4,7 b	6,7 e	8,0 b	
Princeton - Tiger	2,0 bc	6,0 cd	5,7 bc	6,7 ab	6,0 ab	7,7 cd	9,0 a	
Odmian <i>P. pratensis</i> o jakości poniżej średniej w cieniu (grupa II)								
<i>P. pratensis</i> varieties with confirmed below-mean quality in shade (group II):								
Alicja	1,7 c	5,0 de	4,0 d	1,7 d	2,7 c	2,0 g	6,3 c	
Balin	3,0 a	6,7 bc	5,3 bc	4,3 c	2,0 c	3,7 f	5,7 cd	
Midnight	2,0 bc	4,7 de	5,0 cd	2,0 d	2,3 c	2,3 g	5,3 d	
Komponenty uzupełniające mieszanki — Other varieties in mixtures:								
<i>Lolium perenne</i> Aut	3,0 a	7,3 abc	7,0 a	5,7 b	5,3 ab	9,0 a	9,0 a	
<i>Festuca rubra</i> Rapsodia	3,0 a	7,0 abc	6,3 ab	7,0 a	5,7 ab	9,0 a	9,0 a	
Mieszanki z odmianami <i>P. pratensis</i> z grupy I — Mixtures with <i>P. pratensis</i> varieties from group I								
Aut-Rapsodia-Conni	3,0 a	8,3 a	7,0 a	7,0 a	6,7 a	8,0 bc	9,0 a	
Aut-Rapsodia-Chałupy	3,0 a	8,3 a	7,0 a	6,7 ab	6,3 a	8,7 ab	9,0 a	
Aut-Rapsodia -Princeton	3,0 a	8,0 ab	7,0 a	7,0 a	6,7 a	8,3 abc	9,0 a	
Mieszanki z odmianami <i>P. pratensis</i> z grupy II — Mixtures with <i>P. pratensis</i> varieties from group II:								
Aut-Rapsodia-Alicja	2,7 ab	8,3 a	7,0 a	6,7 ab	6,3 a	8,0 bc	9,0 a	
Aut-Rapsodia-Balin	3,0 a	8,0 ab	7,0 a	7,0 a	6,3 a	8,0 bc	9,0 a	
Aut-Rapsodia-Midnight	3,0 a	7,7 ab	7,0 a	7,0 a	6,3 a	7,7 cd	9,0 a	
NIR — LSD	0,68	1,45	1,31	1,31	1,54	0,81	0,68	
Badane obiekty Objects in experiment	Ogólny aspekt — Visual merit średnie z lat — mean from years				Zadarnienie — sward density średnie z lat — mean from years			
	2008	2009	2010	2008– 2010	2008	2009	2010	2008– 2010
	Odmiany <i>P. pratensis</i> o jakości powyżej średniej w cieniu (grupa I)							
<i>P. pratensis</i> varieties with confirmed above-mean quality in shade (group I):								
Conni	3,7 de	2,9 c	3,0 e	3,1 b	5,1 de	4,3 def	2,7 g	4,0 bcde
ekotyp Chałupy	4,3 cd	3,4 c	2,8 e	3,4 b	5,2 deg	3,8 f	2,3 g	3,7 de
Princeton - Tiger	6,0 a	4,6 b	3,8 abc	4,8 a	6,0 abcd	5,0 bc	3,2 bcd	4,7 abcd
Odmian <i>P. pratensis</i> o jakości poniżej średniej w cieniu (grupa II)								
<i>P. pratensis</i> varieties with confirmed below-mean quality in shade (group II):								
Alicja	3,1 e	3,2 c	3,2 de	3,1 b	3,3 f	4,4 cde	2,8 ef	3,5 e
Balin	3,3 e	2,9 c	3,1 de	3,1 b	4,7 e	4,2 ef	2,8 ef	3,8 cde
Midnight	3,6 de	3,1 c	3,2 de	3,2 b	4,6 e	4,9 cd	2,8 ef	4,0 bcde
Komponenty uzupełniające mieszanki — Other varieties in mixtures:								
<i>Lolium perenne</i> Aut	6,1 a	4,6 b	3,3 cde	4,6 a	5,7 bcd	5,7 a	2,9 def	4,7 abcd
<i>Festuca rubra</i> Rapsodia	4,8 bc	5,0 ab	4,1 ab	4,6 a	5,4 bcd	5,9 a	4,1 a	5,1 ab
Mieszanki z odmianami <i>P. pratensis</i> z grupy I — Mixtures with <i>P. pratensis</i> varieties from group I								
Aut-Rapsodia-Conni	6,3 a	5,2 ab	3,7 bcd	5,0 a	6,6 ab	5,9 a	3,1 cde	5,1 ab
Aut-Rapsodia-Chałupy	5,7 ab	5,0 ab	3,9 ab	4,8 a	6,0 abcd	5,6 ab	3,3 bc	4,9 abcd
Aut-Rapsodia -Princeton	6,5 a	5,4 a	4,3 a	5,4 a	6,7 a	6,1 a	3,6 b	5,4 a
Mieszanki z odmianami <i>P. pratensis</i> z grupy II — Mixtures with <i>P. pratensis</i> varieties from group II:								
Aut-Rapsodia-Alicja	5,7 ab	5,1 ab	4,1 ab	4,9 a	6,0 abcd	5,8 a	3,4 bc	5,0 abc
Aut-Rapsodia-Balin	6,0 a	5,3 ab	3,7 bcd	4,9 a	6,3 abc	6,0 a	3,2 bcd	5,1 ab
Aut-Rapsodia-Midnight	6,2 a	5,4 a	3,8 abc	5,1 a	6,2 abc	6,1 a	3,2 bcd	5,1 ab
NIR — LSD	0,9	0,8	0,6	0,8	1,0	0,6	0,4	0,8

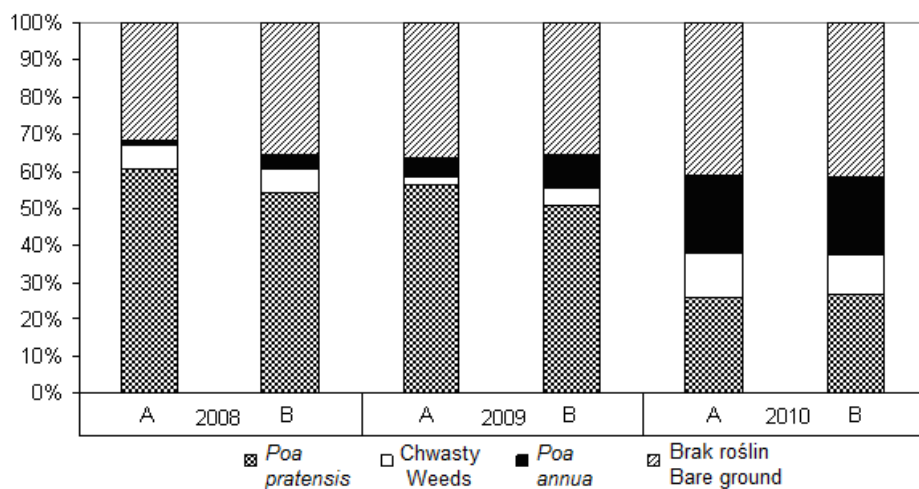
Ocena zadarnienia, wykonana w roku wysiewu częściowo wykazała iż najwyższe wartości tej cechy (od 6,7 do 7,0) stwierdzono na wiosnę i w lecie dla mieszanek, bez względu na jakość zastosowanej odmiany wiechliny. Grupa I odmian wiechliny charakteryzowała się istotnie wyższymi wartościami zadarnienia od grupy II i to przez cały ten okres. Różnice między średnimi wartościami zadarnienia odmian wiechliny łąkowej z grupy I i II wynosiły od 1,0 na wiosnę, 4,0 latem po 2,8 jesienią. Odmiany z grupy II okazały się również podatne na porażenie mączniakiem, które miało miejsce w lecie 2007 roku. Był to najprawdopodobniej jeden z powodów tak silnej redukcji zadarnienia w lecie. Na mieszanekach objawów tego porażenia nie stwierdzono.

W pierwszym pełnym roku badań stwierdzono różnice w jakości darni pomiędzy obiektami wiechliny z grupy I i II. Odmianą wiechliny łąkowej o najwyższych wartościach ogólnego aspektu była odmiana z grupy I — Princeton-Tiger. W ciągu całego roku 2008 oraz na wiosnę 2009 dla odmiany tej stwierdzono istotnie najwyższe wartości ogólnego aspektu w stosunku do pozostałych odmian wiechliny łąkowej, zbliżone do wartości zanotowanych dla życicy trwałej Aut oraz kostrzewy czerwonej Rapsodia. Istotne zróżnicowanie jakości darni odmian wiechliny w siewie czystym nie znalazło tak wyraźnego odzwierciedlenia w różnicach jakości mieszanek z udziałem tych odmian. Najwyższą wartość ogólnego aspektu zanotowano dla mieszanki z udziałem najlepszej odmiany (Princeton-Tiger) jednakże wartość ta nie różniła się istotnie statystycznie od wartości uzyskanych przez odmiany znacznie gorsze w siewie czystym (np. Alicja, Balin).

W kolejnych latach badań stwierdzono stopniowy spadek zadarnienia oraz ogólnego aspektu, zarówno w zasiewach jednogatunkowych jak i w mieszanekach. W roku 2009 ponownie zanotowano objawy porażenia mączniakiem prawdziwym. Najłabsze objawy porażenia stwierdzono na roślinach wymienionej powyżej odmiany wiechliny Princeton-Tiger oraz ekotypu Chałupy, jak również odmian Aut oraz Rapsodia. Objawy porażenia na mieszanekach były niewielkie i nieco bardziej widoczne w wypadku mieszanek z udziałem odmian wiechliny łąkowej z grupy II.

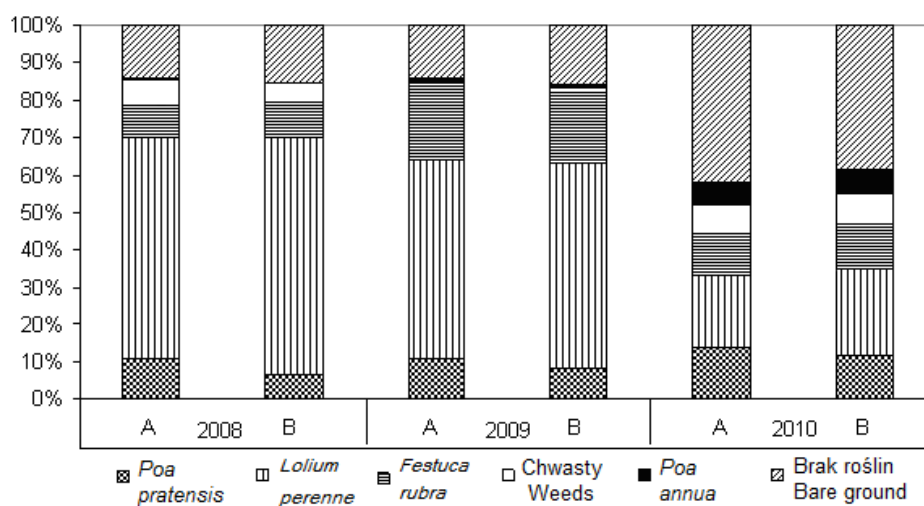
Analiza składu botanicznego runi mieszanek wykazała, że dominującym gatunkiem we wszystkich badanych mieszanekach była życica trwała przez 2 pierwsze lata badań, bez względu na zastosowaną odmianę wiechliny. Dopiero w jesieni trzeciego roku badań udział poszczególnych komponentów mieszanek traw był praktycznie sobie równy. Udział wiechliny w poroście trawnikowym był na poziomie około 10% i wykazywał stabilność w latach oraz lekką tendencję wzrostową w trzecim roku. Doświadczenie wykazało wyższy udział chwastów dwuliściennych w runi poletek z czystymi zasiewami odmian wiechliny łąkowej niż mieszanek (rys. 4 i 5). Spadek zadarnienia poletek związany był ze wzrostem udziału powierzchni nie porośniętej. Tempo naturalnej sukcesji w warunkach cienia było zbyt wolne dla ponownego zajęcia pustych miejsc.

Analiza wariancji wykonana w układzie dwuczynnikowym nie wykazała istotnego wpływu jakości odmian wiechliny łąkowej na wartość ogólnego aspektu oraz zadarnienia mieszanek (tab. 3). Czynnikiem najsilniej wpływającym zarówno na zadarnienie jak i na ogólny aspekt badanych mieszanek był kompleks warunków środowiskowych w kolejnych latach badań, ze szczególnym uwzględnieniem deficytu światła.



Rys. 4. Zmiany w składzie gatunkowym runi wiechliny łąkowej w siewie czystym. A — odmiany z grupy I, B — odmiany z grupy II

Fig. 4. Changes in the share of plant species in swards with *P. pratensis* sown in monoculture. A — *P. pratensis* cultivars from group I, B — *P. pratensis* cultivars from group II



Rys. 5. Zmiany w składzie gatunkowym runi mieszanek A - mieszanek z odmianami wiechliny z grupy I, B — mieszanek z odmianami wiechliny z grupy II

Fig. 5. Changes in the share of plant species of sward of plots with *P. pratensis* sown in mixtures. A — mixtures with *P. pratensis* cultivars from group I, B — mixtures with *P. pratensis* cultivars from group II

Wyniki analizy wariancji w układzie 2-czynnikowym (w tabeli — średnie kwadraty dla efektów czynnika)
Results of two-way analysis of variance (in table — mean square effects)

Czynnik zmienności Component of variation	Średni — Average:	
	ogólny aspekt — visual merit	zadarnienie — sward density
Jakość odmian wiechliny łąkowej Quality of <i>P. pratensis</i> cultivars	0,02 ^{n.s.}	0,036 ^{n.s.}
Lata obserwacji Years of observation	15,72 ***	47,91 ***
Interakcja (jakość × lata) Interaction (quality × years)	0,09 ^{n.s.}	0,12 ^{n.s.}

Objaśnienie: *** - istotność efektu czynnika na poziomie $\alpha < 0,0001$, n.s. – nie istotne

DYSKUSJA

Wzrost i rozwój traw w warunkach naturalnego cienia drzew jest przede wszystkim uzależniony od natężenia i jakości światła docierającego do powierzchni ziemi (Dudeck i Peacock, 1992; Fry i Huang, 2004; Stier i Gradner, 2007). Wyniki badań Bell i in. (1999) wskazują na różnice pomiędzy natężeniem PAR docierającego do roślin na otwartej przestrzeni a w cieniu drzew w dni słoneczne, w zależności od długości dnia. Takiej zależności nie stwierdzono w niniejszych badaniach w dni pochmurne, gdzie w cieniu drzew długość dnia nie miała wpływu na natężenie PAR docierającego do trawnika. Zdaniem McBee (1969) oraz Wherley i in. (2005) w środowisku o ograniczonym natężeniu PAR, jakość światła może stać się najważniejszym czynnikiem warunkującym prawidłowe funkcjonowanie trawnika. Badania Cockerham i in. (2002) wykazały że do prawidłowego funkcjonowania wiechliny łąkowej wymagane jest oświetlenie roślin przez 360 minut dziennie o natężeniu PAR $515 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ lub przez 240 minut — PAR $770 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Trwałość nawierzchni trawiastych w cieniu można zwiększyć poprzez dobieranie odmian bardziej tolerancyjnych na deficyty światła (Funk, 1980; Reicher i Throssell, 1998; Newell i in., 1999; Fresenburg, 1999). Niniejsze badania potwierdziły trafność przyporządkowania odmian wiechliny do dwóch grup pod względem ich jakości. Jednak kolejne lata badań zacierały te różnice, co potwierdzają również badania Brede (2004). Można zauważyć, że przez wszystkie lata badań najlepszą odmianą wśród odmian wiechliny łąkowej była odmiana Princeton-Tiger, co potwierdziło wyniki Prończuk i Prończuk (2008). Odmiana ta w korzystny sposób oddziaływała również na jakość mieszanki z jej udziałem.

W miarę pogłębiania się cienia jakość powierzchni trawnikowej staje się coraz gorsza, co wiąże się ze zmianami anatomicznymi gatunków traw (Wilkinson i Beard, 1974). Według Fresenburga (1999) tolerancyjność na cień wybranych gatunków traw przedstawia się następująco: *Festuca rubra* > *Festuca arundinacea* > *Poa pratensis* > *Lolium perenne*. Z kolei według innych autorów zależność ta wygląda nieco inaczej: *Festuca arundinacea* > *Festuca rubra* > *Lolium perenne* > *Poa pratensis* (Stier i Gardner, 2007). Stwierdzono w niniejszym badaniu nieco wyższą tolerancyjność na warunki cienia życicy trwałej w porównaniu do wiechliny. Tą zależność potwierdziły również badania Prończuka i in.

(2001). Odmiana Aut życicy trwałej charakteryzowała się wyższymi wartościami badanych cech niż odmiany wiechliny oraz dominowała w mieszankach przez 2 lata badań. Dobre rezultaty osiągnęła także kostrzewa czerwona, co świadczy, że również ten gatunek jest predysponowany do zakładania trawników w cieniu drzew. Zjawisko początkowej dominacji życicy trwałej, którą z czasem (po 2–3 latach od wysiewu) zastąpiła kostrzewa czerwona zaobserwowano np. w obsiewach terenów marginalnych i użytkowanych ekstensywnie za pomocą mieszanek wielogatunkowych (Dembek i in., 2005).

Wiechlina łąkowa, pomimo stosunkowo słabej jakości runi trawnikowej w cieniu, jest gatunkiem będącym komponentem naturalnych muraw parkowych (Wysocki, 1994; Gutkowska i Pawluśkiewicz, 2006). Wskazuje to zatem na istnienie pewnych mechanizmów przystosowawczych u tego gatunku, choć różnica pomiędzy oczekiwaną jakością nawierzchni trawnika parkowego a porostem naturalnym jest znaczna.

Jednym z głównych czynników, determinujących jakość darni wiechliny łąkowej w cieniu jest jej podatność na choroby, a zwłaszcza na brunatną plamistość liści (*Drechslera poae*) oraz mączniak prawdziwy traw (*Erysiphe graminis*) (Beard, 1965, 1969; Vargas i Beard, 1981; Prończuk, 2000). Badania będące przedmiotem niniejszego opracowania wykazały, że zastosowane odmiany wiechliny łąkowej były w cieniu drzew porażane przez mączniaka prawdziwego traw w roku siewu i w drugim roku badań. Stwierdzono istotne zróżnicowanie odmianowe pod względem podatności na tą chorobę. Nasilenie objawów tej choroby dało w efekcie rozrzedzenie darni, podobnie jak np. w badaniach Bearda (1965, 1969). Niniejsze badania potwierdzają również spostrzeżenia innych autorów, dotyczące faktu stopniowego opanowywania muraw rosnących w cieniu np. drzew, trybun czy dachów stadionów przez wiechlinę roczną (*Poa annua* L.) (Baker 1995).

Według Brede (2004) efekt jakości odmiany wiechliny łąkowej na jakość mieszanki może nastąpić dopiero po przekroczeniu 50% udziału komponenta o określonej jakości w mieszance w momencie wysiewu. Pomimo zastosowania względnie dużego (50%) udziału nasion odmian wiechliny w mieszankach badanych w niniejszym doświadczeniu, późniejszy udział roślin wiechliny łąkowej w runi mieszanek (od 9 do 12%) był zbyt mały aby wpłynąć w istotny sposób na jakość całego poletka.

WNIOSKI

1. Jakość odmiany wiechliny łąkowej odgrywała istotną rolę w początkowym okresie wegetacji trawnika w cieniu. W miarę upływu czasu zmiany zachodzące w runi a będące efektem m.in. współdziałania deficytu światła oraz chorób niwelowały różnice jakościowe pomiędzy odmianami oraz mieszankami z ich udziałem.
2. Różnica w średniej wartości ogólnego aspektu za lata 2008–2010 odmian wiechliny łąkowej z grupy I i II wynosząca 0,7 stopnia, przełożyła się na zaledwie 0,13 stopnia różnicy tej cechy w wypadku mieszanek skomponowanych z użyciem tych odmian. Tego typu różnica jest praktycznie niezauważalna dla przeciętnego użytkownika.
3. Optymalne warunki oświetlenia dla wegetacji wiechliny łąkowej w cieniu drzew lipy drobnolistnej występują w dni słoneczne oraz przy długości dnia powyżej 700 minut.

W dni pochmurne nie jest możliwe osiągnięcie optymalnych warunków świetlnych dla rozwoju wiechliny łąkowej w cieniu.

LITERATURA

- Baker S. W. 1995. The effects of shade and changes in microclimate on the quality of turf at professional football club. I. Questionnaire survey. *J. Sports Turf Res. Inst.* Vol. 71: 66 — 73.
- Beard J. B. 1965. Factors in the adaptation of turf grasses to shade. *Agronomy Journal* 57: 457 — 459.
- Beard J. B. 1969. Turfgrass shade adaptation. In: *Proceedings of The First International Turfgrass Conference, International Turfgrass Society and Sports Turf Research Institute, Bingley, Yorkshire, England, UK*: 273 — 282.
- Bell G. E., Danneberger T. K., McMahon M. J. 2000. Spectral irradiance available for turfgrass growth in sun and shade, *Crop Sci.* vol. 40, no. 1: 189 — 195.
- Brede D. 2000. *Turfgrass Maintenance Reduction Handbook: Sports, Lawns and Golf.* Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan, USA: 374.
- Brede D. 2004. Blending Kentucky Bluegrass cultivars of different quality performance levels. *Crop Sci.* 44: 561 — 566.
- Cockerham S. T., Ries S. B., Riechers G. H., Gibeault V. A. 2002. Turfgrass growth under restricted light: growth chamber studies. *California Turfgrass Culture.* Vol. 52, Nr. 3–4.: 14 — 19.
- Dembek R., Łyszczarz R., Żurek G., Majtkowski W. 2004. Ocena przydatności gatunków traw i motylkowatych do mieszanek nasiennych na wały przeciwpowodziowe. *Łąkarstwo w Polsce* 8: 45 — 54.
- Dudeck A.E., Peacock C.H. 1992. Shade and turfgrass culture. In: Waddington D. V., Carrow R. N., Shearman R. C. (ed.). *Turfgrass. No. 32 Series Agronomy.* Am. Soc. of Agronomy, Crop Sci. Soc. of America, Soil Sci. Soc. of America, Madison, Wisconsin, USA: 271 — 284.
- Falkowski M. 1982. *Trawy Polskie.* Wyd. PWRiL. Warszawa: 563.
- Fresenburg B. S. 1999. *Grasses in Shade: Establishing and Maintaining Lawns in Low Light.* University of Missouri: 1 — 2.
- Funk C. R. 1980. Perspectives in Turfgrass Breeding and Evaluation. In: Sheard R. W. (ed.) *Proceedings of the Fourth International Turfgrass Research Conference, International Turfgrass Society and Ontario Agricultural College, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, 19–23 July 1980*: 3 – 10.
- Fry J., Huang B. 2004. *Applied turfgrass science and physiology.* John Wiley & Sons. Inc. Hoboken, New Jersey: 310.
- Gutkowska A., Pawluśkiewicz B. 2006. Wpływ nasłonecznienia na występowanie traw w starych parkach na przykładzie zespołu pałacowo-ogrodowego w Falentach. *Zesz. Nauk. Uniw. Przyrodniczego we Wrocławiu* nr 545: 103 — 110.
- Huff D. R. 2003. Kentucky Bluegrass. In: Casler M. D., Duncan R. R. (ed.) *Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding.* John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey: 27 — 38.
- Huff D. R. 2010. Bluegrasses. In: Boller B., Posselt U., Veronesi F. (ed.) *Fodder Crops and Amenity Grasses. Handbook of Plant Breeding vol 5.* Springer Science + Business Media: 345 — 379.
- McBee, G. G. 1969: Association of certain variations in light quality with the performance of selected turfgrasses. *Crop Sci.* 9: 14–17.
- Newell A. J., Hart-Woods J. C., Woode A. D. 1999. Effects of four different levels of shade on performance of tree grass mixtures for use in lawn tennis courts. *Journal of Turfgrass Science* Vol. 75: 82 — 88.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych. *Biul. IHAR* 186: 127 — 131.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw — występowanie i szkodliwość w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. *Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR*, nr 4: 184.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D., Żebrowski J. 2001. Reakcja traw gazonowych na zacinienie. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. z.* 474: 91 — 101.
- Prończuk M., Prończuk S. 2006. Cechy użytkowe odmian *Poa pratensis* przeznaczonych na trawniki zacienione. *Zesz. Nauk. UP, Wrocław, Rolnictwo LXXXVIII*, 545: 229 — 239.

- Prończuk M., Prończuk S. 2008. Ocena przydatności odmian i ekotypów wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*) na trawniki niskonakładowe (ekstensywne). Biul. IHAR 248: 147 — 159.
- Prończuk S., Żurek G. 2008. The effect of different environmental conditions on visual merit of turf grasses. Plant Breed. and Seed Sci. 57: 35 — 44.
- Reicher Z., Throssell C. 1998. Improving Lawns In the Shade. Purdue University Indiana (7).
- SAS Institute Inc. 2004 a. SAS 9.1 Companion for Windows. Cary, NC, USA, SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- SAS Institute Inc. 2004 b. SAS/STAT 9.1 User's Guide. Cary, NC, USA, SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- Stier J. C., Gardner D. S. 2007. Shade stress and management. In: Pessaraki M. (ed.). Handbook of Turfgrass Management and Physiology. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, London, New York, 447 — 471.
- Vargas, J. M., Beard, J. B. 1981. Shade environment-disease relationships of Kentucky bluegrass cultivars. In: Sheard R. W. (ed.) Proceedings of the Fourth International Turfgrass Research Conference. International Turfgrass Society and Ontario Agricultural College, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, 19–23 July 1980: 391 — 395.
- Wedin W. F., Huff D. R. 1996. Bluegrasses. W: Moser L. E., Buxton D. R., Casler M. D. (ed.) Cool-Season Forage Grasses. ASA, CSSA, SSSA, Madison, USA, Agronomy Monograph no.34: 665 — 690.
- Wherley B. G., Gardner D. S., Metzger, J. D. 2005. Tall fescue photo morphogenesis as influenced by changes in the spectral composition and light intensity, Crop Sci. 45: 562 — 568.
- Wilkinson J. F., . Beard J. B. 1974: Anatomical Responses of 'Merion' Kentucky Bluegrass and 'Pennlawn' Red Fescue at Reduced Light Intensities. Crop Sci. Vol. 15 No. 2: 189 — 194.
- Wysocki Cz. 1994. Studia nad funkcjonowaniem trawników na obszarach zurbanizowanych (na przykładzie Warszawy). Wyd. SGGW. Warszawa: 95.