

**Kazimierz JANKOWSKI, Jacek SOSNOWSKI, Jolanta JANKOWSKA¹,
Renata KOWALCZYK*

ODDZIAŁYWANIE HYDROŻELU I RODZAJU OKRYWY GLEBOWEJ NA ASPEKT OGÓLNY MURAW TRAWNIKOWYCH

IMPACT OF HYDROGEL AND KIND OF SOIL COVER ON THE GENERAL ASPECT OF TURF LAWNS

Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni

¹Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, Wydział Przyrodniczy, Instytut Agronomii
ul. Bolesława Prusa 14, 08-110 Siedlce

Abstract. The aim of this work was to determine the effect of superabsorbent Aqua–Gel P4 on the dynamics of lawns emergence. The experiment was established in 2007. The studies were carried out on the base of two lawn experiments. The first experience was a monoculture lawn where in pure sown four species of lawn grasses were studied. In the second experiment four designed mixtures the same grass species were used. The type of used soil cover (cultivated soil or garden peat) did not cause significant variation in the general aspect of both lawn grasses sown in pure stand and in mixtures. The best general aspect, undepend on the kind of soil cover or kind of subsoil had the mixtures lawns with domination of red fescue, perennial ryegrass, common bent. The monoculture turfs had the best general aspect on the plots with 5 cm of placement depth of hydrogel, and mixtures turfs by 10 cm. The kind of soil cover hadn't any significant influence on improving of general aspect.

Słowa kluczowe: aspekt ogólny, hydrożel, okrywa glebowa, trawniki.

Key words: general aspect, hydrogel, lawns, soil cover.

WSTĘP

Z perspektywy czasu można zaobserwować, że susze, a co za tym idzie niedobory wody, są coraz częstsze i trwają znacznie dłużej. Zmieniający się klimat stawia przed światem nauki wymagania dotyczące rozwiązania tego problemu. Stosowanie nowoczesnych systemów nawodnieniowych nie jest doskonałym rozwiązaniem. Z reguły są to urządzenia zbyt kosztowne i nie każde gospodarstwo stać na taką inwestycję. Zastosowanie w podłożach superabsorbentów, zwanych także hydrożelami, przyczynia się do znacznej oszczędności wody.

Superabsorbenty, jak określa Martyn i Onuch-Amborska (1993), są to związki chemiczne posiadające właściwości zatrzymywania znacznej ilości wody i łatwego udostępniania jej roślinom. Związki te pod wpływem wody pęcznieją, tworząc galaretowaty żel, kurczą się natomiast do objętości wyjściowej w chwili oddawania tej wody roślinom. Na skutek

*Adres do korespondencji – Corresponding author: prof. dr hab. Kazimierz Jankowski, Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, ul. Bolesława Prusa 14, 08-110 Siedlce, e-mail: laki@uph.edu.pl

dobudowania hydrożelu do podłoża glebowego (Łuczak 1995) wzrasta jego pojemność wodna do tego stopnia, że możliwe jest ograniczenie nawodnienia podłoża nawet o 70%. W wyniku cyklicznego procesu pęcznienia i kurczenia się substancji czynnej zwiększa się porowatość gleby i jej napowietrzenie (Sady i Domagała 1995).

Właściwości jakie posiada hydrożel stosowany w podłożu trawników wzbudził zainteresowania wśród wielu autorów (Johnson i Leah 1990, Austin i Bonderik 1992, Eliot 1992, Fontano i Bilderback 1993). Światowa produkcja akrylowych hydrożeli kształtuje się na poziomie 200 tys. ton rocznie i ciągle wykazuje tendencje wzrostowe. Hydrożele produkowane są głównie w USA, Japonii oraz w Europie Zachodniej, chociaż inne kraje, w tym Polska, również mają swój udział w ich produkcji (Michalak i Hetman 2002).

W czasach, gdy cena wody wzrasta, aby zapewnić należytą pielęgnację w ciągu roku, należy rozważyć możliwość zastosowania hydrożelu przy zakładaniu trawników. Jakość muraw trawnikowych zależy w dużym stopniu od częstego podlewania, a co za tym idzie oszczędności pod względem finansowym przy realizacji wydatków związanych z utrzymaniem muraw trawnikowych (Jankowski i in. 2010, 2011a–f). Dlatego celem pracy jest ocena aspektu ogólnego różnych muraw trawnikowych w zależności zarówno od głębokości umieszczenia hydrożelu w podłożu, jak i rodzaju okrywy glebowej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia założono w 2007 roku i były one prowadzone do 2009 roku na terenie obiektu doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Badania były realizowane w oparciu na dwóch doświadczeniach polowych założonych w trzech powtórzeniach, prowadzonych w układzie split-plot. Jednostką doświadczalną było poletko o powierzchni 1 m².

Pierwsze doświadczenie stanowił trawnik monokulturowy (tab. 1) gdzie w siewie czystym badano cztery gatunki traw gazonowych.

Tabela 1. Monokultury traw zastosowane w doświadczeniu
Table 1. Monocultures of grasses used in the experiment

Oznaczenie Marker	Gatunek trawy Grass species	Odmiana Cultivar	Wysiew nasion (g na 1 m ²) Seeds sowing
G 1	Życica trwała Perennial ryegrass	Inka	3,10
G 2	Kostrzewa czerwona Red fescue	Nil	3,90
G 3	Wiechlina łąkowa Kentucky bluegrass	Alicja	2,40
G 4	Mietlica pospolita Common bend	Tolena	1,10

W drugim doświadczeniu użyto cztery zaprojektowane mieszanki tych samych gatunków traw. W każdej mieszance zastosowano wysiew jednego gatunku trawy jako dominującego (40%), a pozostałe trzy gatunki stanowiły po 20%, i tak:

- M 1 – życica trwała 40%;
- M 2 – kostrzewa czerwona 40%;
- M 3 – wiechlina łąkowa 40%;
- M 4 – mietlica pospolita 40%.

W każdym z doświadczeń zastosowano następujące czynniki badawcze:

Rodzaj podłoża: a) bez hydrożelu – „0” – kontrola; b) z dodatkiem hydrożelu umieszczonego na głębokości: 5, 10, 15 cm.

Okrywa glebowa: a) gleba uprawna – (P); b) torf ogrodniczy – (T)

Po wytyczeniu poletek doświadczalnych zastosowano hydrożel w ilości 50 g na m² w wierzchniej warstwie gleby na głębokości 5, 10 i 15 cm. Wysiewu nasion dokonano pod koniec kwietnia 2007 roku. Po wysiewie nasion traw, powierzchnię gleby w sposób losowy przysypano cienką warstwą torfu ogrodniczego lub gleby uprawnej.

W okresach wegetacyjnych w latach prowadzonych badań (2007–2009) dokonano oceny wybranych cech użytkowych traw gazonowych (Domański 1992, Prończuk 1993) m.in. ogólny aspekt. Stosowano 9-stopniową skalę bonitacyjną, w której 9 oznaczało najwyższą wartość cechy. Oceny cech użytkowych dokonywano raz w miesiącu (w dniach 15–20 każdego miesiąca) przez cały okres wegetacyjny od maja do października włącznie.

Doświadczenia zostały przeprowadzone na glebie zaliczanej do działu gleb antropogenicznych, rzędu kulturoziemnych, typu hortisoli wytworzonej z piasku słabo gliniastego.

Jak wynika z przeprowadzonych badań gleby, charakteryzowała się ona odczynem zasadowym, wysoką zawartością magnezu (8,4 mg Mg na 100 g) oraz fosforu (90 mg P₂O₅ na 100 g), a niską zawartością potasu (19 mg K₂O na 100 g).

W badaniach wykorzystano zmienność czynników meteorologicznych, które miały wpływ na przebieg wegetacji oraz rozwój roślin w latach 2007–2009, na podstawie których obliczono współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa (Bac i in. 1993).

Tabela 2. Współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego 2007–2009

Table 2. Hydrometrical Sielianiow indexes (K) in individual months of vegetation seasons of 2007–2009

Lata Years	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2007	0,24	0,40	0,32	0,37	0,16	0,51	0,20
2008	0,30	0,67	0,28	0,37	0,40	0,51	0,01
2009	0,07	0,53	0,92	0,13	0,45	0,17	1,45

Do 0,5 silna posucha – *high drought*; 0,51–0,69 – posucha – *drought*; 0,70–0,99 słaba posucha – *poor drought*; powyżej 1 – brak posuchy – *over 1 – no drought*.

W roku założenia doświadczenia (2007) wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianiowa wskazują na silną posuchę w miesiącach od kwietnia do października. W związku z tym okres wegetacyjny był bardzo niekorzystny dla roślin. W 2008 roku w miesiącach kwiecień, czerwiec, lipiec, sierpień i październik stwierdzono silną posuchę, a w 2009 roku silną posuchę odnotowano w miesiącach: kwiecień, lipiec, sierpień, wrzesień.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej, przeprowadzając analizę wariancji. Dla istotnych źródeł zmienności (czynników i interakcji) dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukeya, przy poziomie istotności $P \leq 0,5$ (Trętowski i Wójcik 1992).

WYNIKI I DISKUSJA

Spośród wszystkich cech, jak podają Prończuk (1993) oraz Prończuk i in. (1997, 2003), ogólny aspekt jest uznawany za najważniejszą cechę w ocenie trawnika. Decyduje ona o zakwalifikowaniu genotypu do traw gazonowych oraz oddziałuje na pozostałe cechy, takie jak: zadarnienie, doskonałość liścia czy kolor.

W przeprowadzonych badaniach (tab. 3) wykazano zmienność wartości ogólnego aspektu badanych monokultur w zależności od zastosowanego gatunku trawy oraz rodzaju podłoża.

Tabela 3. Ogólny aspekt muraw trawnikowych (w skali 9°) w zależności od rodzaju podłoża i rodzaju okrywy glebowej (średnio z lat 2007–2009)

Table 3. The general aspect of turf lawns (in 9° scale) depending on the type of substrate and type of soil cover (average from the years 2007–2009)

Obiekt Treatment	Monokultura Monoculture					Mieszanka Mixture					
	rodzaj podłoża – type of substrate										
	G1	G2	G3	G4	średnia mean	M1	M2	M3	M4	średnia mean	
„0”	4,0	5,0	3,0	4,3	4,1	5,4	5,4	4,1	5,4	5,1	
GUH w cm	5	6,0	7,0	4,0	7,0	6,0	5,8	6,3	4,2	5,0	5,3
	10	7,0	6,7	4,3	5,7	5,9	6,7	6,7	5,0	6,3	6,2
	15	3,3	4,3	3,3	4,3	3,8	6,3	5,7	3,2	5,7	5,2
rodzaj okrywy glebowej – type of soil cover											
Rodzaj okrywy Type of cover	P	5,1	5,7	3,7	5,3	5,0	6,1	6,0	4,1	5,6	5,5
	T	5,1	5,7	3,7	5,3	5,0	6,0	6,0	4,2	5,6	5,4
Średnia – Mean	5,1	5,7	3,7	5,3		6,0	6,0	4,1	5,6		
NIR _{≤0,05} dla: – LSD _{≤0,05} for:						NIR _{≤0,05} dla: – LSD _{≤0,05} for:					
Monokultura – Monoculture (A)					– 0,65	Mieszanka – Mixture (A)					– 0,40
GUH – (B)					– 1,82	GUH – (B)					– 0,21
Rodzaj okrywy – Type of cover (C)					– n.i. n.s.	Rodzaj okrywy – Type of cover					– n.i. ns
Współdziałanie – Interaction:					– 1,32	Współdziałanie – Interaction					– 0,65
(AxB)					– 1,40	(AxB)					– 0,37
(CxA)						(CxA)					

Uwzględniając rodzaj monokultury można stwierdzić, że najwyższą wartość ogólnego aspektu posiadała murawa obsiana kostrzewą czerwoną (5,7°). Podobnie w badaniach Rutkowskiej i Brzywczy-Kunińskiej (1969) najlepszy aspekt ogólny uzyskano w przypadku wysiewu traw z rodzaju *Festuca*, a zwłaszcza kostrzewy czerwonej. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic między tym gatunkiem trawy a życicą trwałą czy mietlicą pospolitą. Najniższą wartość aspektu ogólnego, statystycznie istotną, posiadała murawa wiechliny łąkowej (3,7°). Uwzględniając rodzaj podłoża wykazano dość zróżnicowane wartości tej cechy u poszczególnych muraw monokulturowych. Badania wykazały, że niezależnie od rodzaju monokultury najniższą wartość ogólnego aspektu (3,8°) uzyskano przy umieszczeniu hydrożelu w podłożu na głębokości 15 cm, a najwyższą (6,0°) przy

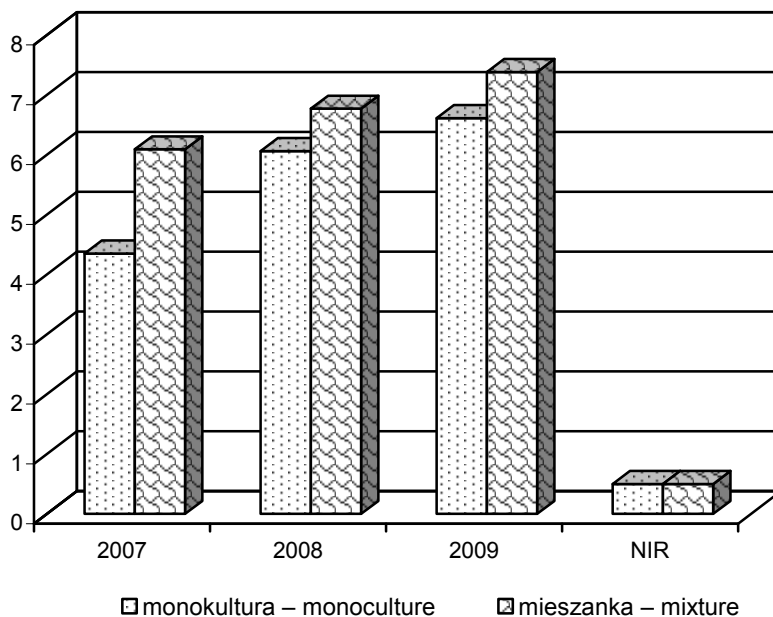
5 cm głębokości umieszczenia hydrożelu. Również w badaniach Wolskiego i in. (2006) wzbogacenie podłoża glebowego w hydrożel poprawiało jakość wizualną muraw. Niezależnie od rodzaju monokultury trawnikowej, wartość ogólnego aspektu ocenianych muraw ulegała pogorszeniu wraz z głębokością umieszczenia hydrożelu. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotne współdziałanie rodzaju monokultury i głębokości umieszczenia hydrożelu. Najkorzystniejszą wartość ogólnego aspektu uzyskała murawa życicy trwałej ($7,0^\circ$) przy 10 cm głębokości umieszczenia hydrożelu. Z kolei murawa kostrzewy czerwonej i mietlicy pospolitej taką samą wartość ogólnego aspektu uzyskała przy 5 cm głębokości umieszczenia hydrożelu. Poza rodzajem podłoża badane murawy monokulturowe były oceniane również pod kątem okrywy glebowej.

Zastosowany rodzaj okrywy (gleba uprawna, torf) nie powodował żadnych różnic w wartości aspektu ogólnego badanych monokultur ($5,0^\circ$). Wykazano istotną różnicę dla współdziałania okrywy i rodzaju murawy monokulturowej. Najwyższą wartość ogólnego aspektu, niezależnie od rodzaju okrywy glebowej, uzyskała murawa kostrzewy czerwonej ($5,7^\circ$) a najniższą wiechliny łąkowej ($3,7^\circ$).

Z kolei w przypadku badanych mieszanek najwyższe wartości ogólnego aspektu uzyskały mieszanki z dominacją życicy trwałej – M1 ($6,0^\circ$) oraz kostrzewy czerwonej – M2 ($6,0^\circ$). Istotnie niższe wartości omawianej cechy uzyskano w przypadku mieszanek z dominacją mietlicy pospolitej ($5,6^\circ$) oraz wiechliny łąkowej (M3), uzyskując wartość ogólnego aspektu na poziomie $4,1^\circ$ jako wartość najniższą dla omawianych mieszanek. Z kolei w badaniach Kitczaka i Czyża (2009) wykazano, że lepszy aspekt ogólny posiadały trawniki obsiane mieszanką typu *Poa pratensis* niż trawniki obsiane mieszanką typu *Lolium perenne*. Również z badań Prończuka i in. (2001) wynika, że najlepszym składnikiem w mieszance trawnikowej była między innymi wiechlina łąkowa.

Uwzględniając rodzaj podłoża stwierdzono, że wszystkie badane mieszanki najwyższą wartość ogólnego aspektu uzyskały przy umieszczeniu go na głębokości 10 cm ($6,2^\circ$). W przypadku dwóch mieszanek, tj. M1 i M4 (z 40% udziałem życicy trwałej i mietlicy pospolitej), wyższą wartość ogólnego aspektu murawy te uzyskały na obiekcie z 15 cm głębokością umieszczenia hydrożelu niż z 5 cm. Niezależnie od rodzaju mieszanek w badaniach wykazano, że wartość ogólnego aspektu badanych muraw ulegała poprawie wraz z głębokością umieszczenia hydrożelu, ale najwyższą wartość uzyskano przy 10 cm głębokości umieszczenia hydrożelu. Umieszczenie hydrożelu na głębokości 15 cm pogarszało wartość ocenianej cechy badanych muraw. Uwzględniając rodzaj okrywy glebowej nie stwierdzono istotnych różnic w wartości ogólnego aspektu muraw między zastosowanymi okrywami.

W analizowanym okresie badań najlepszym aspektem ogólnym (rys.1) charakteryzowały się murawy trawnikowe w trzecim roku (2009) użytkowania ($7,0^\circ$ – ogólny aspekt dobry). W poprzednich latach badań wartość tej cechy była niższa, osiągając poziom $5,2^\circ$ w 2007 oraz $6,4^\circ$ w 2008 roku. Jak podają niektórzy autorzy (Jankowski i in. 2011b, Domański 1992), wartość ogólnego aspektu uzależniona jest w dużej mierze od pogody, która oddziałuje na wzrost i rozwój roślin w runi. Zdaniem Domańskiego (1992), wygląd estetyczny muraw trawnikowych zależy zwłaszcza od ilości opadów atmosferycznych występujących w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego. Natomiast Jankowski i in. (2011a) podkreślają większą rolę hydrożelu użytego w podłożu murawy trawnikowej nawet od zastosowanego nawozu.



Rys. 1. Ogólny aspekt muraw trawnikowych (w skali 9°) w zależności od rodzaju murawy w latach 2007–2009

Fig. 1. The general aspect of turf lawns (in 9° scale) depending on the type of turfs in the years 2007–2009

W latach prowadzenia pełnych badań trawnikowych (2007–2009) wystąpiły zróżnicowane warunki meteorologiczne (tab. 2), które w wyraźny sposób oddziaływały na wzrost i rozwój traw gazonowych. Stwierdzono istotne różnice aspektu ogólnego pomiędzy latami badań zarówno wśród muraw monokulturowych, jak i mieszankowych. Wartość ogólnego aspektu badanych muraw trawnikowych ulegała poprawie w kolejnych latach użytkowania.

WNIOSKI

1. Aspekt ogólny badanych muraw trawnikowych był uzależniony głównie od składu gatunkowego traw tworzących daną murawę oraz od głębokości umieszczenia hydrożelu w podłożu.

2. Najkorzystniejszy wygląd, niezależnie od rodzaju podłoża czy okrywy glebowej, posiadały murawy mieszankowe z dominacją kostrzewy czerwonej, życicy trwałej i mietlicy pospolitej. Gatunki te uprawiane w siewie czystym uzyskiwały nieco niższe wartości tej cechy niż ich odpowiedniki mieszankowe.

3. Murawy monokulturowe najlepszy wygląd posiadały przy 5 cm głębokości umieszczenia hydrożelu, a mieszankowe przy 10 cm. Z kolei rodzaj okrywy glebowej nie wpływał istotnie na poprawę estetyki badanych muraw trawnikowych.

PIŚMIENNICTWO

Austin M., Bonderik K. 1992. Hydrogel as a field medium amendment for blueberry plants. *Hort Sci.* 27, 973–974.

Bac S., Koźmiński C., Rojek M. 1993. *Agrometeorologia*, PWN Warszawa.

- Domański P.** 1992. System badań i oceny traw gazonowych w Polsce. Biul. IHAR, 183, 251–263.
- Eliot G.C.** 1992. Inhibition of water by rockwool-peat container media amended with hydrophilic gel or wetting agent. J. Am. Soc. Hort. Sci. 117 (5), 757–761.
- Fontano W.C., Bilderback T.E.** 1993. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. J. Am. Soc. Hort. Sci. Reieight 118 (2), 217–222.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J., Ciepela G.A.** 2010. Wpływ hydrożelu na początkowy rozwój muraw trawnikowych oraz estetykę ich w latach użytkowania. J. Res. Appl. Agrric. Eng. 55 (2), 36–41.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J.** 2011a. Wpływ hydrożelu i rodzaju nawozu mineralnego na zadarnienie muraw trawnikowych o zróżnicowanym udziale życicy trwałej. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin, Agric. 286 (18), 13–22.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J., Sosnowski J.** 2011b. Wpływ hydrożelu oraz różnych rodzajów nawozów na tempo odrostu runi trawników założonych na bazie życicy trwałej. Woda, środowisko, obszary wiejskie. T. 11 2 (34), 73–82.
- Jankowski K., Tkaczuk C., Jankowska J., Czeluściński W.** 2011c. Ocena przezimowania oraz stopnia porażenia pleśnią śniegową muraw trawnikowych w zależności od zastosowanego hydrożelu i rodzaju nawozu. Fragm. Agron. 28 (2), 26–34.
- Jankowski K., Sosnowski J., Szczykutowicz A.** 2011d. Zadarnienie muraw trawnikowych założonych na bazie kostrzewy czerwonej przy zastosowaniu hydrożeli w podłożu. Wiad. Melior. Łąkarskie 2, 89–92.
- Jankowski K., Sosnowski J., Jankowska J.** 2011e. Effect of Hydrogel and different types of fertilizers on the number of turf shoots In lawns created by monocultures of red fescue (*Festuca rubra* L.) Cultivars and its mixtures. Acta Agrobot. 64 (3), 109–118.
- Jankowski K., Sosnowski J., Czeluściński W., Jankowska J.** 2011f. Wpływ hydrożelu umieszczonego w podłożu glebowym na liczbę pędów muraw trawnikowych o zróżnicowanym udziale *Lolium perenne* L. Zesz. Nauk. UP Wrocław s. Rolnictwo XCVIII, 581, 57–63.
- Johnson M.S., Leah R.T.** 1990. Effect of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedlings. J. Sci. Food 52, 431–434.
- Kitczak T., Czyż H.** 2009. Przydatność osadów komunalnych mieszanek trawnikowych do zadarniania gruntów bezglebowych. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin. Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska. T. 11, 465–470
- Łuczak P.** 1995. Zastosowanie superabsorbentów w rolnictwie. Poradnik gospodarski 3,38.
- Martyn W., Onuch-Amborska J.** 1993. Ocena tempa wysychania podłoża ogrodniczych w zależności od udziału w nich hydrożelu. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 461, 291–298.
- Michalak B., Hetman J.** 2002. Hydrożele jako składniki podłoża ogrodniczych stosowane w produkcji rozsady jednorocznych roślin kwietnikowych. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 485, 217–229.
- Prończuk S.** 1993. System oceny traw gazonowych. Biuletyn IHAR Radzików, 186, 127–132.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D.** 1997. Metody syntetycznej oceny wartości użytkowej traw gazonowych. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 451, 125–133.
- Prończuk S., Żurek D., Żyłka D., Prończuk M.** 2001. Performance of tufted hairgrass (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. B.) in turf mixtures under different systems of maintenance Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 474, 113–121.
- Prończuk M., Laudański Z., Prończuk S.** 2003. Porównanie gatunków i odmian *Festuca* ssp. w wieloletnim użytkowaniu trawnikowym. Biul. IHAR 225, 239–257.
- Rutkowska B., Brzywczy-Kunińska Z.** 1969. Badania odmian ekotypów gatunków traw przydatnych dla potrzeb miejskich. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 90, 67–71.

- Sady W., Domagała I.** 1995. Ekożel MI może być przydatny do zakładania trawników. *Ogrodnictwo* 1, 26–27.
- Trętowski J., Wójcik A.R.** 1992. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. WSR-P Siedlce.
- Wolski K., Kotecki A., Spiak Z., Chodak T., Bujak H.** 2006. Ocena wstępna możliwości wykorzystania kilkunastu gatunków traw w stabilizacji skarp obwałowań składowiska „żelazny most” w Rudnej. *Zesz. Nauk. Uniw. Wroc.* 545, 293–298.