

**Kazimierz Jankowski*, Jacek Sosnowski*, Jolanta Jankowska*,
Wiesław Czełuściński***

**WPŁYW GŁĘBOKOŚCI UMIESZCZENIA HYDROŻELU W PODŁOŻU
ORAZ RODZAJU OKRYWY GLEBOWEJ NA JAKOŚĆ MURAW
TRAWNIKOWYCH**

**EFFECT OF THE SUBSOIL KIND AND SOIL COVER ON THE QUALITY
OF TURF LAWNS**

Słowa kluczowe: jakość muraw, hydrożel, rodzaj okrywy glebowej, trawniki.

Key words: turf quality, hydrogel, kind of soil cover, lawns.

Streszczenie

Zastosowanie w podłożach superabsorbentów, zwanych także hydrożelami, przyczynia się do znacznej oszczędności wody. Celem pracy jest ocena jakości różnych muraw trawnikowych w zależności od głębokości umieszczenia hydrożelu w podłożu oraz rodzaju okrywy glebowej.

Badania oparto na dwóch doświadczeniach polowych założonych w trzech powtórzeniach i prowadzonych w układzie split-plot. Jednostką doświadczalną było poletko o powierzchni 1m².

Pierwsze doświadczenie dotyczyło trawnika monokulturowego. W siewie czystym badano cztery gatunki traw gazonowych. W drugim doświadczeniu wysiano cztery mieszanki tych samych gatunków traw. W każdej mieszance wysiano jeden gatunek trawy jako dominującego (40%) mieszanki, każdy zaś z pozostałych trzech gatunków stanowił 20% mieszanki. I tak: M 1 – życica trwała 40%; M 2 – kostrzewa czerwona 40%; M 3 – wiechlina łąkowa 40%; M 4 – mietlica pospolita 40%.

* **Prof. dr hab. Kazimierz Jankowski, dr Jacek Sosnowski, dr inż. Wiesław Czełuściński – Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni, dr inż. Jolanta Jankowska – Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce; e-mail: laki@uph.edu.pl**

W każdym z doświadczeń zastosowano następujące czynniki badawcze:

1) rodzaj podłoża:

- a) bez hydrożelu, „0” – kontrola,
- b) z dodatkiem hydrożelu umieszczonego na głębokościach: 5cm; 10 cm i 15cm;

2) okrywa glebowa:

- a) gleba uprawna – (P),
- b) torf ogrodniczy – (T).

Jakość badanych muraw trawnikowych zależała głównie od składu gatunkowego murawy trawnikowej oraz od rodzaju podłoża glebowego. Wszystkie murawy trawnikowe najlepszą jakością miały przy umieszczeniu hydrożelu w podłożu na głębokości 5 i 10 cm. Rodzaj okrywy glebowej nie miał istotnego wpływu na badaną cechę.

Summary

Application of superabsorbents in the subsoil, also called hydrogels, contributes to significant water savings. Evaluation of quality of different turf lawns depending on the depth of the hydrogel in the subsoil and the type of soil cover was the aim of this study.

There were carried out two field experiments, which were established in triplicate, and conducted in a split-plot system. The experimental unit was a plot with an area of 1m².

The first experiment was a lawn where were studied four species of lawn grasses sown as monocultures. In the second experiment were used four mixtures of the same grass species. In each mixture was applied one grass species as the dominant (40%) and the other three species accounted for 20%. There were: M 1 – 40% Perennial ryegrass, M 2 – 40% Red fescue, M 3 – Kentucky bluegrass 40%; M 4 – 40% Common bent.

In each experiment, the following research factors were applied:

1) the type of subsoil:

- a) without hydrogel - “0”, control,
- b) with the addition of hydrogel placed at a depth: 5cm, 10cm and 15cm;

2) Soil cover:

- a) cultivation soil – (P),
- b) horticultural peat – (T).

The quality of studied turf lawns depended mainly on lawn grass species composition and the kind of subsoil. All tested turf lawns the best quality achieved by placing the hydrogel in the ground at a depth of 5 and 10 cm. The type of soil cover had no significant effect on the value of this feature.

1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach 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 bowiem rozwiązaniem doskonałym. Przeważnie są to urządzenia bardzo kosztowne i nie każde gospodarstwo stać na taką inwestycję. Konieczne było zatem szukanie innych rozwiązań. Zastosowanie w podłożach superabsorbentów, zwanych także hydrożelami przyczynia się do znacznej oszczędności wody. Hydrożele są to związki chemiczne zdolne do zatrzymywania znacznej ilości wody i łatwego udostępniania jej roślinom [Martyn i Onuch-Amborska 1993]. Pęcznią one pod wpływem wody, tworząc galaretowaty żel, kurczą się natomiast do objętości wyjściowej w chwili oddawania tej wody roślinom. Jakość muraw trawnikowych zależy w dużym stopniu od częstego podlewania, a co za tym idzie od wydatków związanych z utrzymaniem muraw trawnikowych [Jankowski i in. 2010, 2011a – d, Wolski 2003].

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

Hydrożel stosowany w podłożu trawników wzbudził zainteresowania wśród wielu autorów [Eliot 1992, Austin i Bonderik 1992, Fontano i Bilderback 1993]. 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].

Celem tego opracowania jest ocena jakości różnych muraw trawnikowych zarówno w zależności od głębokości umieszczenia hydrożelu w podłożu, jak i od rodzaju okrywy glebowej.

2. MATERIAŁY I METODY

W roku 2007 na terenie obiektu doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczo - Humanistycznego w Siedlcach rozpoczęto badania dotyczące stosowania hydrożelu w celu ograniczenia zapotrzebowania i zużycia wody do nawodnień. Doświadczenia były prowadzone do 2009 roku.

Badania były oparte na dwóch doświadczeniach polowych założonych w trzech powtórzeniach i prowadzonych w układzie split-plot. Jednostką doświadczalną było poletko o powierzchni 1m².

Pierwsze doświadczenie dotyczyło trawnika monokulturowego, gdzie w siewie czystym badano cztery gatunki traw gazonowych (tab. 1).

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

Oznaczenie monokultury	Gatunek trawy	Odmiana	Wysiew nasion [g/1m ²]
G1	Życica trwała	Inka	3,10
G2	Kostrzewa czerwona	Nil	3,90
G3	Wiechlina łąkowa	Alicja	2,40
G4	Mietlica pospolita	Tolena	1,10

W drugim doświadczeniu zastosowano cztery zaprojektowane mieszanki tych samych gatunków traw – M1, M2, M3 i M4. W każdej mieszance 40% stanowił jeden gatunek trawy, jako dominujący, a trzy pozostałe gatunki stanowiły natomiast w mieszance po 20%. Jako gatunki dominujące stosowano: M1: życicę trwałą (40%); M2: kostrzewę czerwoną (40%); M3: wiechlinę łąkową (40%); M4: mietlicę pospolitą (40%).

W każdym z doświadczeń zastosowano następujące czynniki badawcze:

- 1) rodzaj podłoża:
 - a) bez hydrożelu – „0” kontrola,
 - b) z dodatkiem hydrożelu umieszczonego na głębokościach: 5 cm; 10 cm i 15 cm;
- 2) okrywa glebowa:
 - a) gleba uprawna (P),
 - b) torf ogrodniczy (T);
- 3) lata badań: 2007–2009.

Hydrożel zastosowano w ilości 50g/m² w wierzchniej warstwie gleby na głębokości 5; 10 i 15 cm. Nasiona wysiano pod koniec kwietnia 2007 roku. Po wysiewie nasion traw powierzchnię gleby przysypano w sposób losowy cienką warstwą torfu ogrodniczego lub gleby uprawnej.

W latach 2007–2009 dokonano oceny wybranych cech użytkowych traw gazonowych [Prończuk 1993, Domański 1997], decydujących o jakości muraw trawnikowych, m.in. oceniano kolorystykę, zadarnienie, ogólny aspekt, przezimowanie i doskonałość liścia. Stosowano dziewięciostopniową skalę bonitacyjną, w której cyfra 9 oznaczała największą wartość cechy. Cechy użytkowe oceniano 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. Badaną glebę charakteryzował odczyn zasadowy, duża zawartość magnezu (8,4 mg Mg /100 g) i fosforu (90 mg P₂O₅/100 g) oraz mała zawartość potasu (19 mg K₂O/100g).

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 Sielianinowa [Bac i in. 1993]. Wartość tego współczynnika przedstawiono w tabeli 2.

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

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

Lata	Miesiące						
	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

Poszczególne wartości współczynnika hydrotermicznego oznaczają:

- 1) do 0,5 – silną posuchę,
- 2) 0,51 – 0,69 – posuchę,
- 3) 0,70 – 0,99 słabą posuchę,
- 4) > 1 – brak posuchy.

W roku założenia doświadczenia (2007) wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa wskazują na silną posuchę w miesiącach od kwietnia do października. W okresie wegetacyjnym dominowała silna posucha. W roku 2008, w miesiącach kwiecień, czerwiec, lipiec, sierpień i październik, stwierdzono silną posuchę, a w roku 2009 silną posuchę odnotowano w miesiącach kwiecień, lipiec, sierpień oraz wrzesień.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej, przeprowadzając analizę wariancji. W odniesieniu do istotnych źródeł zmienności (czynników i interakcji) szczegółowo porównano średnie testem Tukey'a, przy poziomie istotności $P \leq 0,5$ [Trętowski i Wójcik 1992].

3. WYNIKI BADAŃ

Analiza współczynników korelacji wykazała, że największy wpływ na ogólny aspekt (OA) miało przezimowanie (tab.3). W badanych murawach trawnikowych zależność tej cechy koncentrowała się wokół $r = 0,72$. Na kolejnym miejscu ważności znalazło się zadarnienie ($r = 0,66$) oraz kolorystyka ($r = 0,64$). Z kolei w badaniach Prończuka i in. [1997], największy wpływ na ogólny aspekt murawy miało zadarnienie, a na drugim miejscu powolne ich odrastanie. Najmniejszy istotny wpływ miała doskonałość liścia ($r = 0,36$). Wyniki te znalazły potwierdzenie również w badaniach innych autorów [Prończuk i in. 1997].

Oceniając poszczególne współczynniki korelacji można stwierdzić, że na ogólny aspekt muraw trawnikowych w wyższym stopniu oddziaływało zadarnienie monokultur niż mieszanek, odwrotnie jak w razie przezimowania. Z kolei kolorystyka muraw mieszkankowych w większym stopniu wpływała na aspekt wizualny trawników niż kolorystyka gazonów monokulturowych. Analiza współczynników korelacji wykazała, że istnieją różnice – zarówno gatunkowe, jak i mieszkankowe – zależności ogólnego aspektu od przezimowania i zadarnienia muraw. Określenie współczynników korelacji pozwoliło na syntetyczne ujęcie jakości badanych muraw (wskaźnik Q) i skonstruowanie następującej formuły:

$$Q = \frac{0,66 \times Za + 0,72 \times Prz + 0,36 \times DL + 0,64 \times K}{2,38}$$

gdzie:

Za – zadarnienie,

Prz – przezimowanie,

DL – doskonałość liścia,

K – kolorystyka.

Zdaniem Laudańskiego i in. [2004] zgromadzone wieloletnie wyniki oceny muraw trawnikowych stanowią z jednej strony obszerny materiał umożliwiający obiektywną ocenę wartości gatunków lub odmian, z drugiej strony jednak stwarzają duże kłopoty przy wnioskowaniu o ich przydatności. Opierając się na ogólnej średniej z obserwacji trudniej jest wytypować gatunki (odmiany) bezwzględnie najlepsze, ponieważ uzyskane wyniki są obciążone zmiennością w sezonach i latach, są także powiązane z innymi cechami, np. podatnością na choroby [Prończuk i in. 1997, 2003, Prończuk 2002]. Z tego powodu proponuje się opracowanie formuł syntetycznego ujęcia niektórych cech, co pozwala przeprowadzić całościową ocenę jakości badanych muraw.

Według Prończuka i in. [1997] wyliczony wskaźnik jakości darni mieścił się w granicach od 6,1 do 8,6. Z danych zestawionych w tabeli 3 wynika, że z badanych monokultur trawnikowych najwyższą jakość murawy posiadał trawnik kostrzewy czerwonej (7,3°) a najniższą wiechlina łąkowej (4,0°).

Analiza statystyczna wykazała również istotną zależność jakości muraw między wszystkimi badanymi monokulturami. Uwzględniając rodzaj podłoża glebowego wykazano, że murawy monokulturowe najwyższą jakość uzyskiwały na obiekcie z hydrożelem umieszczonym na głębokości 5 cm (6,4°) i nieco gorszą (6,3°) przy głębokości umieszczenia hydrożelu wynoszącej 10 cm. W badaniach tych wykazano istotny wpływ współdziałania rodzaju monokultury i rodzaju podłoża glebowego. Z analizy tej wynika, że najwyższą jakość (7,8°) uzyskała murawa kostrzewy czerwonej uprawiana na obiektach z hydrożelem umieszczonym na głębokości 5 cm. Najniższą jakość uzyskiwały natomiast murawy wszystkich badanych gatunków traw uprawianych na obiektach z hydrożelem na głębokości 15 cm. W ocenie tej wykazano, że rodzaj okrywy glebowej nie miał istotnego wpływu na jakość badanych muraw trawnikowych. Jedynie istotny okazał się wpływ współdziałania ro-

dzaju okrywy i rodzaju monokultury. Z przeprowadzonych badań wynika, że niezależnie od rodzaju podłoża najwyższą jakość uzyskiwały murawy kostrzewy czerwonej (7,3°), a najniższą wiechliny łąkowej (4,0°). Analizując mieszanki trawnikowe można stwierdzić, że najwyższą jakość murawy (7,7°) uzyskano stosując mieszankę M2, z dominacją kostrzewy czerwonej. Najgorsza jakość murawy (5,2°), istotnie niższa od pozostałych muraw, charakteryzowała murawę mieszanki M3, z dominacją wiechliny łąkowej.

W omawianych badaniach wykazano także istotne różnice w jakości muraw w zależności od rodzaju podłoża glebowego. Najwyższą jakość (7,3°) w porównaniu do jakości murawy na obiekcie kontrolnym uzyskały murawy mieszanek uprawianych na podłożu, w którym głębokość umieszczenia hydrożelu wynosiła 10 cm.

Wprowadzenie hydrożelu do podłoża powodowało istotną poprawę jakości muraw mieszkankowych (niezależnie od głębokości jego umieszczenia). Również istotne okazało się współdziałanie rodzaju mieszanki i głębokości umieszczenia hydrożelu. Najwyższą jakość murawy (8,5°) uzyskała mieszanka M2 z dominacją kostrzewy czerwonej, uprawiana na podłożu, w którym głębokość umieszczenia hydrożelu wynosiła 10 cm. Jakość tej murawy była istotnie wyższa niż murawy tej mieszanki uprawianej na obiekcie kontrolnym (6,8°), czy też na podłożu z hydrożelem umieszczonym na głębokości 15 cm (7,1°).

Na uwagę zasługuje fakt, że na obiekcie kontrolnym wszystkie murawy badanych mieszanek trawnikowych miały istotnie gorszą jakość niż na obiektach z podłożem hydrożelowym.

W badaniach wykazano ponadto, że rodzaj zastosowanej okrywy glebowej nie powodował istotnego zróżnicowania jakości tych muraw. Istotne okazało się jedynie współdziałanie rodzaju okrywy glebowej i rodzaju mieszanki trawnikowej. Najlepsza jakość odznaczała mieszankę M2, z dominacją kostrzewy czerwonej (7,8°), uprawianą na obiekcie z okrywą z gleby uprawnej, najniższa zaś (5,1°) mieszankę M3 z dominacją wiechliny łąkowej, uprawianą pod tym samym rodzajem okrywy co mieszanka M2.

Tabela 3. Współczynniki korelacji zależności między ogólnym aspektem a innymi cechami użytkowymi traw gazonowych

Table 3. Correlation indexes of dependence between general aspect and the other features of lawn grasses

	Monokultury gatunków traw				Mieszanki gatunków traw				Średnia
	G1	G2	G3	G4	M1	M2	M3	M4	
	N=48	N=48	N=48	N=48	N=48	N=48	N=48	N=48	
Za	0,79*	0,54*	0,67*	0,50*	0,53*	0,57*	0,31*	0,49*	0,66*
Prz	0,37*	0,66*	0,29*	0,80*	0,46*	0,93*	0,42*	0,66*	0,72*
Dl	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	0,34*	n.i.	0,36*
K	0,34*	0,62*	0,49*	0,16*	0,45*	0,59*	0,84*	0,29*	0,64*

Objaśnienia: n.i. – zależność nieistotna statystycznie, * – istotne przy $p=0,05$, N – wielkość próby, G1–G4 – jak w tab. 1; M1 – mieszanka z dominacją życicy trwałej; M2 – mieszanka z dominacją kostrzewy czerwonej; M3 – mieszanka z dominacją wiechliny łąkowej; M4 – mieszanka z dominacją mietlicy pospolitej.

Tabela 4. Syntetyczna ocena jakości badanych muraw trawnikowych (w skali 9 punktowej) w zależności od rodzaju podłoża oraz okrywy glebowej (średnio z lat 2007–2009)

Table 4. Synthetic estimation of quality of turf lawns (in 9°scale) in depend on kind of subsoil and kind of soil cover (average from 2007–2009)

GUH w cm	Monokultura					Mieszanka					
	Rodzaj podłoża										
	G1	G2	G3	G4	Średnie	M1	M2	M3	M4	Średnie	
„0”	5,8	7,2	3,4	5,7	5,5	6,5	6,8	4,2	5,9	5,9	
5	6,4	7,8	4,4	7,1	6,4	7,6	8,4	5,5	7,0	7,1	
10	6,6	7,3	4,4	7,0	6,3	7,7	8,5	5,8	7,2	7,3	
15	5,8	7,1	3,8	6,5	5,8	6,9	7,1	5,2	7,1	6,6	
Rodzaj okrywy glebowej											
Rodzaj okrywy	P	6,1	7,3	4,0	6,6	6,0	7,2	7,8	5,1	6,8	6,7
T	6,2	7,3	4,0	6,6	6,0	7,2	7,6	5,2	6,8	6,7	
Średnia	6,1	7,3	4,0	6,6		7,2	7,7	5,2	6,8		
NIR _{≤0,05} dla: Monokultura (A): - 0,43 GUH (B): - 0,27 Rodzaj okrywy (C): - n.i. Współdziałanie: (BxA): - 0,46 (CxA): - 0,41						NIR _{≤0,0} dla: Mieszanka (A): - 0,39 GUH (B): - 0,19 Rodzaj okrywy (C): - n.i. Współdziałanie: (BxA): - 0,45 (CxA): - 0,37					

Objaśnienia: GUH – głębokość umieszczenia hydrożelu; n.i. – zależność nieistotna statystycznie.

Z badań Prończuka i in. [1997] wynika, że wartości 5–6° w stosowanej skali należy uznać przy ocenie odmian za wynik zadowolający, a oceny 3–4° za często spotykane w okresach działania stresów (susza, choroby, mróz i inne). Najwyższe oceny, 8–9°, zdarzają się sporadycznie, jedynie w okresach najbardziej sprzyjających pod względem termiczno-wilgotnościowym i eksploatacyjnym rozwojowi traw.

Nawiązując do uzyskanych wyników badań (tab.4) można stwierdzić, że wartość najwyższą według stosowanej skali uzyskała mieszanka M2 z dominacją kostrzewy czerwonej uprawiana na podłożu z hydrożelem umieszczonym na głębokości 5 i 10cm. Najgorszą jakość posiadała murawa wiechliny łąkowej uprawiana w siewie czystym lub w mieszance M3, niezależnie od rodzaju podłoża czy okrywy glebowej.

4. WNIOSKI

1. Analiza współczynników korelacji wykazała, że największy wpływ na aspekt ogólny badanych muraw trawnikowych miały w kolejności przezimowanie, kolorystyka, zadarnienia i w mniejszym stopniu doskonałość (smukłość liścia).
2. Stwierdzono, że istnieją zarówno gatunkowe, jak i mieszkankowe różnice zależności ogólnego aspektu muraw od ocenianych cech.

3. Jakość muraw trawnikowych zależała głównie od rodzaju murawy i zastosowanego podłoża glebowego. Najlepsza jakość odznaczała murawy kostrzewy czerwonej wysianej zarówno w siewie czystym, jak i w mieszance z jej dominacją.
4. Niezależnie od rodzaju murawy najlepszą jakość miały te murawy, które założono na podłożu z hydrożelem umieszczonym na głębokości 5 i 10cm. Rodzaj okrywy glebowej (gleba uprawna lub torf ogrodniczy) nie miał natomiast żadnego wpływu na poprawę jakości badanych muraw trawnikowych – zarówno monokulturowych, jak i mieszankowych.

PIŚMIENICTWO

- AUSTIN M., BONDERIK K. 1992. Hydrogel as a field medium amendment for blueberry plants. *Hort Science* 27: 973–974.
- BAC S., KOŹMIŃSKI C., ROJEK M. 1993. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa.
- DOMAŃSKI P. 1992. System badań i oceny traw gazonowych w Polsce. *Biuletyn IHAR*, 183: 251–263.
- DOMAŃSKI P. 1998. *Metodyka badań wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych*. COBORU, Słupia Wielka. Wyd. I: 1–33.
- ELIOT G.C. 1992. Inhibition of water by rockwool-peat container media amended with hydrophilic gel or wetting agent. *Journal of American Society for Horticultural Science* 117 (5): 757–761.
- FONTANO W.C., BILDERBACK T.E. 1993. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118 (2): 217–222.
- JANKOWSKI K., KOLCZAREK R., CIEPIELA G. 1999. Ocena wybranych gatunków traw gazonowych uprawianych ekstensywnie. *ZN AR Szczecin* 75: 147–152.
- JANKOWSKI K., CZELUŚCIŃSKI W., JANKOWSKA J., CIEPIELA G. A. 2010. Wpływ hydrożelu na początkowy rozwój muraw trawnikowych oraz estetykę ich w latach użytkowania. *Jour. of Agric. Applic. Eng.* Vol. 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. *Fol. Pom. Univ. Techn. Stetin, Agricultura* 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., SOSNOWSKI J., SZCZYKUTOWICZ A. 2011c. Zadarnienie muraw trawnikowych założonych na bazie kostrzewy czerwonej przy zastosowaniu hydrożeli w podłożu. *Wiadomości Mel. i Łąk*. 2: 89–92.

- JANKOWSKI K., SOSNOWSKI J., JANKOWSKA J. 2011d. 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 Agrobotanica. Vol. 64(3): 109–118.
- LAUDAŃSKI Z., PROŃCZUK M., PROŃCZUK M. 2004. Propozycja syntezy cech użytkowych w ocenie wartości trawnikowej odmian *Festuca spp.* Biuletyn IHAR Nr 233: 181–192.
- ŁUCZAK P. 1995. Zastosowanie superabsorbentów w rolnictwie. Poradnik gospodarski nr 3, 38.
- MARTYN W., ONUCH-AMBORSKA J. 1993. Ocena tempa wysychania podłoża ogrodniczych w zależności od udziału w nich hydrożelu. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 461: 291–298.
- MICHALAK B., HETMAN J. 2002. Hydrożele jako składniki podłoża ogrodniczych stosowane w produkcji rozsady jednorocznych roślin kwiatnikowych. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 485: 217–229.
- PROŃCZUK S. 1993. System oceny traw gazonowych. Biuletyn IHAR Radzików: 127–132.
- PROŃCZUK S., PROŃCZUK M., ŻYŁKA D. 1997. Metody syntetycznej oceny wartości użytkowej traw gazonowych. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 451: 125–133.
- PROŃCZUK S. 2002. Uwarunkowania technologiczne w uprawie i ocenie trawników. Przeg. Nauk. Inż. i Kszt. Śr. (24): 70–78.
- PROŃCZUK M., LAUDAŃSKI Z., PROŃCZUK S. 2003. Porównanie gatunków i odmian *Festuca ssp.* w wieloletnim użytkowaniu trawnikowym. Biuletyn IHAR: 225, 239–257.
- SADY W., DOMAGAŁA I. 1995. Ekożel MI może być przydatny do zakładania trawników. Ogrodnictwo I: 26–27.
- TREȚOWSKI J., WÓJCIK A.R. 1992. Metodyka doświadczeń rolniczych. WSR-P Siedlce.
- WOLSKI K. 2003. Znaczenie traw w życiu człowieka i ochronie środowiska. Polskie Towarzystwo Nauk Agronomicznych, Wrocławskie Towarzystwo Naukowe: 1–10.