

Kazimierz Jankowski¹, Wiesław Czełuściński¹,
Jolanta Jankowska¹, Jacek Sosnowski¹

WPŁYW ODPADU POPIECZARKOWEGO NA MASĘ KORZENIOWĄ MIESZANEK TRAWNIKOWYCH

Streszczenie. Do nawożenia zarówno użytków zielonych jak i muraw trawnikowych można wykorzystać odpady z uprawy pieczarek. Wykorzystanie podłoża popieczarkowego jest dotychczas mało znane. Celem pracy było określenie wpływu podłoża popieczarkowego na masę korzeni muraw trawnikowych o zróżnicowanym udziale życicy trwałej. Doświadczenie polowe założono w roku 2004 na terenie obiektu rolniczego Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. W badaniach zastosowano następujące czynniki: 1) rodzaj mieszanki trawnikowej: Wembely (M1); Parkowa (M2); Relax (M3); Półcień (M4), 2) dawka podłoża popieczarkowego (0, 2, 4, 6 kg/m²). Na wszystkich obiektach doświadczalnych stosowano nawożenie mineralne w postaci nawozu Pokon. Pod koniec każdego okresu wegetacji z badanych poletek pobierano próbki darni wraz z systemem korzeniowym na głębokość 10 cm. Na podstawie pobranych próbek darni w każdym roku badań dokonywano oceny suchej masy korzeni w oparciu o metodę badania systemów korzeniowych. Biomasa korzeniowa wytwarzana przez murawy trawnikowe zależała od zastosowanej dawki odpadu popieczarkowego oraz przebiegu warunków pogodowych występujących w latach badań. Spośród badanych mieszanek największą masę korzeniową wytworzyła mieszanka Wembley z 80% udziałem życicy trwałej, a więc mieszanka o największym procentowym udziale tego gatunku trawy, chociaż w obu latach badań bardziej wyrównaną masę korzeniową wytworzyła mieszanka Relax z 40% udziałem życicy trwałej. W miarę zwiększania się dawki odpadu popieczarkowego zwiększała się również ilość wytworzonej masy korzeniowej przez mieszanki trawnikowe. Pozytywne oddziaływanie odpadu popieczarkowego na masę korzeniową wskazuje na potrzebę prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. W konsekwencji przyczyni się to do zwiększonej i pozytywnej utylizacji tego odpadu.

Słowa kluczowe: masa korzeni, odpad popieczarkowy, trawniki.

WSTĘP

Masa korzeniowa ma bardzo duże znaczenie w stabilizacji terenów zadarnionych. Największe znaczenie w ograniczaniu wpływu erozji mają trawy, gdyż są o mocnym systemie korzeniowym i wykształcające gęstą i zwartą darń [4, 8, 10, 19].

¹ Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, 08–110 Siedlce, ul. B. Prusa 14, e:mail: laki@uph.edu.pl

W procesie darniowym właściwy rozwój wiązkowego systemu korzeniowego jest zasadniczym elementem, stabilizującym horyzontalnie i pionowo podłoże. Korzenie traw są rozmieszczone zwykle horyzontalnie, ale tworzą również silnie rozwiniętą i głęboką, ortotropowo rozmieszczoną masę korzeniową [19].

Intensywność użytkowania traw oddziałuje na zmiany ilości masy korzeniowej (głównie w jej redukcji), a także rozmieszczeniu korzeni w profilu glebowym [7, 15]. Według niektórych autorów [14] na regularnie koszonych łąkach ogólna biomasa podziemna bywa prawie dwukrotnie wyższa niż na łąkach o ograniczonej liczbie koszeń. Rozmieszczenie korzeni traw w profilu glebowym wykazuje znaczne odchylenia mimo, że główna masa korzeniowa mieści się w warstwie do 20 cm [16].

Znajomość ilości aktywnych, żywych korzeni i ich rozkład w profilu glebowym różnych stanowisk, a także informacja o ilości rezerwowych substancji akumulowanych w podziemnych organach roślin dostarcza istotnych danych do porównania różnych stanowisk. Jest to ważne z punktu widzenia ich trwałości w aspekcie różnych zdarzeń zachodzących w danym siedlisku [5].

Z powyższych badań wynika, że na wytwarzanie masy korzeniowej traw duży wpływ ma szereg czynników pratotechnicznych, m.in. stosowanie odpadu popieczarkowego. Zaletą podłoża popieczarkowego, wykorzystywanego w ogrodnictwie czy rolnictwie, jest duża przyswajalność zawartych w nim składników mineralnych przez rośliny w dwóch pierwszych latach [9]. Podłoże popieczarkowe chętnie wykorzystywane jest w sadownictwie, przy nawożeniu zieleni miejskiej i w warzywnictwie. Można wykorzystać je także do nawożenia zarówno użytków zielonych [11] jak i muraw trawnikowych. Zużyte podłoże nie jest więc bezużytecznym odpadem, tylko trzeba je odpowiednio wykorzystać [13, 17]. Jednak w literaturze brak jest danych na temat oddziaływania odpadu popieczarkowego na różne cechy funkcjonalne czy użytkowe trawników, m.in. na ilość masy korzeniowej muraw trawnikowych.

Celem pracy było określenie wpływu odpadu popieczarkowego na intensywność korzenienia się czterech zróżnicowanych mieszanek trawnikowych.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe założono w roku 2004 na terenie obiektu rolniczego Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono w układzie split-plot. W prowadzonym doświadczeniu zastosowano następujące czynniki badawcze:

- rodzaj mieszanki trawnikowej: Wembely (M1), Parkowa (M2), Relax (M3), Półcień (M4);
- dawka podłoża popieczarkowego: 0, 2, 4, 6 kg/m².

W badaniach wykorzystano cztery dostępne w handlu mieszanki traw produkowane przez firmę Graminex z Piotrkowa Trybunalskiego o różnym przeznaczeniu i zróżnicowanym udziale procentowym *Lolium perenne*: Wembley (80%) – M1; Parkowa (60%)

– M2; Relax (40%) – M3 i Półcień (20%) – M4 (tab. 1). Pod względem zawartości składników nawozowych (NPK) odpad popieczarkowy zawierał 1,4% azotu, 0,2% fosforu i 0,5% potasu. Na wszystkich obiektach doświadczalnych stosowano nawożenie mineralne w postaci nawozu Pokon, który należał do grupy nawozów szybko działających i stosowano go w dwóch jednakowych dawkach w ilości 120 kg N·ha⁻¹. Pod koniec każdego okresu wegetacji z badanych poletek pobierano próbki darni wraz z systemem korzeniowym na głębokość 10 cm. Na ich podstawie dokonywano oceny suchej masy korzeni w oparciu o metodę badania systemów korzeniowych [2].

Tabela 1. Skład gatunkowy i odmianowy poszczególnych mieszanek trawnikowych

Table 1. Species and varieties composition of some lawn mixtures

Nazwa mieszanki <i>Mixture name</i>	Skład mieszanki, gatunki traw <i>Grass species</i>	Udział w mieszance <i>Share in mixture</i> [%]	Nazwa odmiany <i>Variety name</i>
WEMBLEY (M1)	rajgras angielski, <i>perennial reygrass</i>	40	TAYA
	rajgras angielski, <i>perennial reygrass</i>	30	CARTEL
	rajgras angielski, <i>perennial reygrass</i>	10	PRESTER
	kostrzewa czerwona, <i>red fescue</i>	20	BORCEL
PARKOWA (M2)	rajgras angielski, <i>perennial reygrass</i>	40	NAKI
	rajgras angielski, <i>perennial reygrass</i>	20	SAKINI
	kostrzewa czerwona, <i>red fescue</i>	30	ECHO
	kostrzewa trzcinowa, <i>red fescue</i>	10	FINE LAWN
RELAX (M3)	rajgras angielski, <i>perennial reygrass</i>	40	NAKI
	kostrzewa czerwona, <i>red fescue</i>	15	ECHO
	kostrzewa czerwona, <i>red fescue</i>	15	PERNILLE
	kostrzewa trzcinowa, <i>tall fescue</i>	30	FINE LAWN
PÓŁCIEŃ (M4)	rajgras angielski, <i>perennial reygrass</i>	20	SAKINI/GRAFITTI
	kostrzewa czerwona, <i>red fescue</i>	10	ELANOR
	kostrzewa czerwona, <i>red fescue</i>	10	PERNILLE
	kostrzewa czerwona, <i>red fescue</i>	20	ECHO
	kostrzewa czerwona, <i>red fescue</i>	15	CARINA
	kostrzewa owcza, <i>sheep's fescue</i>	15	RIDU
	wiechlina łąkowa, <i>kantucky – bluegrass</i>	5	BALIN
	wiechlina łąkowa, <i>kantucky – bluegrass</i>	5	CONNI

Badania polowe przeprowadzono na glebie zaliczanej do działu gleb antropogenicznych, rzędu kulturoziemnych, typu hortisoli [3]. Analiza zasobności badanego utworu glebowego wykazała, że ma on odczyn zasadowy (pH ~ 7), wysoką zawartość azotu (0,29%), fosforu 90 mg/100 g gleby), magnezu (11,4 mg/100 g gleby) oraz miedzi (28,7 mg/100 g gleby). Zawartość potasu określono jako niską, a manganu – średnią.

Dane meteorologiczne z lat 2004–2006 uzyskano ze Stacji Hydrologiczno-Meteorologicznej w Siedlcach. W celu określenia czasowej i przestrzennej zmienności elementów meteorologicznych oraz oceny ich wpływu na przebieg wegetacji roślin obliczono współczynnik hydrometryczny (K) Sielianiowa [1] dzieląc sumę opadów miesięcznych przez jedną dziesiątą sumy średnich dobowych temperatur dla tego miesiąca (tab. 2).

Tabela 2. Współczynnik hydrometryczny (K) Sielianinowa w poszczególnych miesiącach okresów wegetacyjnych w latach 2002–2004 ($K \leq 0,5$ silna posucha, $0,51 - 0,69$ – posucha; $0,70 - 0,99$ słaba posucha; $K > 1$ – brak posuchy)

Table 2. Hydrometrical Sielianinow indexes (K) in individual months of vegetation seasons of 2002 – 2004 ($K < 0,5$ high drought; $0,51 - 0,69$ drought; $0,70 - 0,99$ poor drought; $K > 1$ no drought)

Miesiące <i>Month</i>	Rok użytkowania <i>Study year</i>		
	2004	2005	2006
IV	1,58	0,35	1,18
V	2,29	1,94	0,97
VI	0,96	1,06	0,46
VII	0,99	1,59	0,24
VIII	1,20	0,49	4,21
IX	0,44	0,41	0,45
X	1,05	0,08	0,74

Otrzymane wyniki poddano wieloczynnikowej analizie wariancji z wykorzystaniem modelu losowego (synteza z lat), a dla istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukey'a przy poziomie istotności $p \leq 0,05$ [18].

WYNIKI BADAŃ

Masa korzeni badanych muraw trawnikowych (tab. 3) zależała od rodzaju mieszanki oraz dawki odpadu popieczarkowego. Spośród badanych mieszanek trawnikowych najwięcej masy korzeniowej wytwarzała mieszanka Wembley ($214,9 \text{ g s.m./m}^2$) z 80% udziałem życicy trwałej, a najmniej, bo $201,3 \text{ g s.m./m}^2$ mieszanka Parkowa z 60% udziałem życicy trwałej. Statystycznie istotna różnica w wytworzonej masie korzeniowej była tylko między tymi dwiema mieszankami. W badaniach tych wykazano istotne współdziałanie lat badań i rodzaju mieszanki. Otóż, w roku 2005 najwięcej masy korzeniowej wytworzyła mieszanka Relax ($213,0 \text{ g s.m./m}^2$) istotnie różniąc się tylko od mieszanki Parkowa ($196,5 \text{ g s.m./m}^2$). Z kolei w roku 2006 najwięcej masy korzeniowej wytworzyła mieszanka Wembley ($220,4 \text{ g s.m./m}^2$), nie różniąc się istotnie od pozostałych mieszanek trawnikowych.

Uwzględniając zastosowane odpady popieczarkowe wykazano, że w miarę zwiększania się dawki odpadu popieczarkowego, zwiększała się również masa korzeniowa wytworzona przez badane murawy trawnikowe. I tak, na obiekcie kontrolnym murawy te wytworzyły średnio $203,9 \text{ g s.m./m}^2$ masy korzeniowej, podczas gdy na obiekcie z najwyższą dawką (6 kg/m^2) odpadu popieczarkowego murawy wytworzyły $217,1 \text{ g s.m./m}^2$. Różnice statystycznie istotne, stwierdzono tylko między tymi dwoma

Tabela 3. Sucha masa korzeni (g/m^2) badanych muraw trawnikowych na zakończenie okresu wegetacyjnego w latach 2005 – 2006

Table 3. Root dry matter (g/m^2) of tested lawn at the end of the growing season in 2005 – 2006

Mieszanka Mixture (C)	Dawka odpadu Dose of refuse (B)	Rok Year (A)		Średnia Mean
		2005	2006	
M1	D ₀	194,2	208,8	201,5
	D ₁	209,7	238,8	224,3
	D ₂	231,6	197,8	205,7
	D ₃	219,7	236,2	227,9
M2	D ₀	183,9	197,7	224,3
	D ₁	194,2	208,8	201,3
	D ₂	187,2	201,3	194,3
	D ₃	220,6	216,2	218,4
M3	D ₀	192,0	208,8	200,4
	D ₁	210,3	206,2	208,3
	D ₂	210,3	223,7	217,0
	D ₃	236,3	218,8	227,6
M4	D ₀	195,3	201,3	198,3
	D ₁	212,3	200,3	2006,3
	D ₂	228,8	231,1	230,0
	D ₃	196,6	213,7	205,2
NIR _{0,05} LSD _{0,05}		AxBxC – 36,1	BxAxC – 16,4	BxC – 21,1
Średnie dla mieszanek Mean for mixture				
M1		209,3	220,4	214,9
M2		196,5	206,0	201,3
M3		213,0	214,4	213,7
M4		208,3	211,6	210,0
NIR _{0,05} LSD _{0,05}		AxC – 14,6	CxA – r.n.	C – 12,8
Średnie dla dawki odpadu Mean for refuse dose				
D ₀		206,8	206,9	203,9
D ₁		202,2	211,0	210,1
D ₂		212,0	211,8	211,8
D ₃		210,0	216,3	217,1
NIR _{0,05} LSD _{0,05}		AxB – r.n.	BxA – r.n.	B – 12,4
Średnia Mean		207,5	211,5	
NIR _{0,05} LSD _{0,05}		A – r.n.		

M1 – Wembley, M2 – Parkowa, M3 – Relax, M4 – Pólcień; D₀ – bez kompostu – no refuse, D₁ – 2 kg/m², D₂ – 4 kg/m², D₃ – 6 kg/m²

obiektami. Również w roku 2006 wystąpiła wyraźna zależność wytworzonej masy korzeniowej przez murawy trawnikowe w odniesieniu do wzrastającej dawki odpadu popieczarkowego.

W prowadzonych badaniach wykazano różnice w ilości wytworzonej masy korzeniowej między latami badań, chociaż różnice te nie były statystycznie istotne. Otóż, w roku 2006 murawy te wytworzyły więcej masy korzeniowej ($211,5 \text{ g s.m./m}^2$) niż w roku 2005 ($207,5 \text{ g s.m./m}^2$). Wyniki te wskazują, że podczas badań na masę korzeni muraw trawnikowych mogła mieć wpływ również temperatura powietrza oraz warunki wilgotnościowe, co potwierdzają badania innych autorów [11]. Otóż, faktycznie w roku 2006 (tab. 2) warunki pogodowe były znacznie gorsze niż w roku 2005. W drugim roku badań, aż w pięciu miesiącach (maj, czerwiec, lipiec, wrzesień, październik) wystąpiła posucha.

Według niektórych autorów [2] system korzeniowy ma decydujący wpływ na przetrwanie roślin w warunkach niedoboru wody w glebie (susza). W dostosowaniu roślin do warunków siedliskowych oraz zmiennej pogody, dużą rolę odgrywają korzenie. Wiąże się to z różnicami w odporności na warunki stresujące jakie wykazują poszczególne rośliny oraz niejednakową zdolnością do uruchamiania i pobierania składników pokarmowych z gleby z reakcją na nawożenie [2, 6]. Zdaniem niektórych autorów [7] okresy posuchy uaktywniają system korzeniowy do intensywniejszego rozwoju, zwłaszcza w głąb profilu glebowego. Zapewnia to roślinom utrzymanie ich w odpowiedniej kondycji fizjologicznej.

W badaniach wykazano istotne współdziałanie mieszanki trawnikowej i dawki odpadu popieczarkowego. Z analizy wynika, że największa istotna różnica wystąpiła w przypadku mieszanki Półcień z 20% udziałem życicy trwałej między dawką 4 kg/m^2 odpadu popieczarkowego ($230,0 \text{ g s.m./m}^2$) a obiektem kontrolnym ($198,3 \text{ g s.m./m}^2$).

Wykazano również istotne współdziałanie trzech czynników tj. lat badań, dawki odpadu popieczarkowego i rodzaju mieszanki trawnikowej. W roku 2005 najwięcej masy korzeniowej wytworzyła mieszanka Relax ($236,3 \text{ g s.m./m}^2$) uprawiana na obiekcie z najwyższą dawką (6 kg /m^2) odpadu popieczarkowego. Z kolei w roku 2006 najwięcej masy korzeniowej wytworzyła mieszanka Wembley na obiekcie z dawką 2 kg/m^2 ($238,8 \text{ g s.m./m}^2$) oraz nieco mniej z dawką odpadu 6 kg /m^2 ($236,2 \text{ g s.m./m}^2$).

Dane te świadczą o tym, że na intensywność korzenia się wytypowanych mieszanek nie wpływa procentowy udział życicy trwałej, a raczej udział pozostałych gatunków traw. Dlatego też uwzględniając zróżnicowany skład botaniczny testowanych mieszanek trawnikowych, wskazane byłoby badanie masy korzeniowej na różnych poziomach profilu glebowego. Pozwoli to na pełniejsze zinterpretowanie reakcji różnych mieszanek trawnikowych na zastosowany rodzaj podłoża glebowego.

Brak danych literaturowych uniemożliwił dyskusję uzyskanych wyników badań oddziaływania podłoża popieczarkowego na murawy trawnikowe.

WNIOSKI

1. Ilość masy korzeniowej wytwarzanej przez badane murawy trawnikowe zależała od zastosowanej dawki odpadu popieczarkowego oraz przebiegu warunków pogodowych występujących w latach badań.
2. Spośród badanych mieszanek największą masę korzeniową wytworzyła mieszanka Wembley z 80-procentowym udziałem życicy trwałej, chociaż w obu latach badań bardziej wyrównaną masę korzeniową wytworzyła mieszanka Relax z 40-procentowym udziałem tego gatunku trawy.
3. W miarę zwiększania się dawki odpadu popieczarkowego zwiększała się również ilość wytworzonej masy korzeniowej przez mieszanki trawnikowe.
4. Pozytywne oddziaływanie odpadu popieczarkowego na masę korzeniową wskazuje na potrzebę prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. W konsekwencji przyczyni się to do zwiększonej i pozytywnej utylizacji tego odpadu.

PIŚMIENNICTWO

1. Bac S., Koźmiński C., Rojek M. 1993. Agrometeorologia. PWN Warszawa.
2. Böhm W. 1985. Metody badań systemów korzeniowych. PWR i L, Warszawa, 188–191.
3. Dobrzański B., Zawadzki S. 1995. Gleboznawstwo. PWN, Warszawa.
4. Domański P. 1995. Poradnik dla użytkownika trawników oraz firm zakładających i pielęgnujących tereny zieleni. COBORU, Słupia Wielka.
5. Domański P. 1998. Trawy darniowe: kostrzewa czerwona, wiechlina łąkowa, życica trwała. Synteza wyników doświadczeń odmianowych. COBORU, Słupia Wielka, Seria 1994, z. 1136.
6. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1994. Właściwości biologiczne roślin łąkowych. Wyd. AR Poznań.
7. Fiala K. 1997. Underground plant biomass of grassland communities in relation to mowing intensity. *Acta Sc. Nat. Brno*, 31(6): 54 pp.
8. Frey L., Mizianty M. 2006. Psammofilne gatunki traw zapobiegające erozji wydm nadmorskich. *Zeszyty Naukowe UP Wrocław* 545, 71–78.
9. Gapiński M., Woźniak W. 1999. Pieczarka. Technologia uprawy i przetwarzania, PWR i L, Poznań, 212–217.
10. Kozłowski S., Goliński P., Golińska B. 2000. Pozapaszowa funkcja traw. *Łąkarstwo w Polsce*. 3, 79–94.
11. Jankowski K., Ciepela G.A., Jodełka J., Kolczarek R. 2004. Możliwość wykorzystania kompostu popieczarkowego do nawożenia użytków zielonych. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 4, 1763–1770.
12. Jankowski K., Sosnowski J., Jankowska J. 2011. Rooting properties of lawns grass established on the basis of red fescue in the aspect of the applied hydrożel. *Acta Scientiarum Polonorum*, 10 (3), 69–78.

13. Nizewski P., Dach J., Jędrus A. 2006. Zagospodarowanie zużytego podłoża z pieczarkarni metodą kompostowania. Jour. of Res. and Appl. in Agricul. Engineering, vol. 51, (1), 24–27.
14. Pechačkova S., Krahulec F. 1995. Efficient nitrogen economy :Key to the succes of *Polygonum bistorta* in an abandoned mountain meadow. Folia Geobot. Phytotax., 30, 211–222.
15. Pielota L.M., Smucker J.M. 1995. Fine root dynamicis of alfalfa after multiple cuttings and during a late invasion by weeds. Agron. Journ., 87, 1161–1169.
16. Rychnovska M. 1983. Grasslands : a multifunctional link between natural and man – made ecosystems. Ekologia, 2, 337–345.
17. Salomez J., De Bolle S., Sleutel S., De neve S., Hofman G. 2009. Nutrient Legislation in flanders (Belgium). Proceedings, More sustainability in agriculture: New fertilizers and fertilization management, Rome, 546–551.
18. Trętowski J., Wójcik A. 1991. Metody doświadczeń rolniczych. WSRP, Siedlce.
19. 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. ZN UP Wrocław, Rolnictwo LXXXVIII 545, 293–299.

INFLUENCE OF MUSHROOM’S REFUSE ON ROOT BIOMASS OF LAWN MIXTURES

Summary. To fertilize both grassland and lawns can be used refuses from mushrooms cultivation. Utilization mushroom’s refuses is still very little known. The aim of this study was to determine the effect of mushroom’s substrate on the root biomasses of turf lawn with varying participation of perennial ryegrass. The field experiment was established in 2004 on agricultural object of University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce. It was tested the type of lawn mixtures : Wembely (M1); Parkowa (M2), Relax (M3), Pólcień (M4), and the mushroom’s substrate in different dose (0, 2, 4, 6 kg/m²). On the all experimental objects mineral fertilization in the form of Pokon fertilizer was used.

The amount of root biomass produced by the tested lawns depended on the mushrooms’ refuse dose and the weather conditions occurring during the study years. From tested mixtures the greatest root biomass had Wembley mixture with 80% share of perennial ryegrass so the mixture with the largest percentage of this grass species although in both study years more equal root mass produced Relax mixture with 40% share of perennial ryegrass. With the increase of mushrooms’s refuse also increased the amount of root biomass produced by the lawn mixtures. The positive impact of mushrooms’s refuse on the root biomass indicates the need for further research in this field. Consequently, this will contribute to increase and useful utilization of this refuse.

Key words: root biomass, mushroom’s refuse, lawns.