

*Beata WIŚNIEWSKA-KADŻAJAN*

## OCENA WPŁYWU RÓŻNYCH DAWEK PODŁOŻA POPIECZARKOWEGO NA ZADARNIENIE I ODROST RÓŻNYCH MIESZANEK TRAWNIKOWYCH

### IMPACT OF DIFFERENT SPENT MUSHROOMS SUBSTRATE DOSES ON COMPACTNESS AND REGROWTH DIFFERENT KIND OF LAWNS MIXTURES

Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny  
w Siedlcach

**Abstract.** To fertilize both grassland and turf lawns can be used the mushrooms substrate. The aim of this study was determine the effect of the mushrooms substrate on the compactness and regrowth of various turf lawns with different perennial ryegrass share. The field experiment was established in 2004 in the agricultural station of University of Natural and Humanities in Siedlce. In the study the follows research factors were applied: 1) dose of mushrooms substrate, 2) the mixtures lawns with different species composition and participation of perennial ryegrass. Within two study years (2005 and 2006) the compactness and regrowth of turf lawns was tested. This evaluation was conducted using the IHR methodology using 9° scale valuation, where 9 is the highest value of feature. The highest compactness ability had turf mixture (M5) with a 40% share of perennial ryegrass. Most preferably in evaluation of regrowth also dropped three-component mixture (M3) with a 40% share of perennial ryegrass. The percentage of perennial ryegrass in the studied mixtures of grasses clearly did not affect the degree of compactness and regrowth of investigated turf lawns.

**Słowa kluczowe:** mieszanki trawnikowe, podłoże popieczarkowe, stopień odrostu, trawnik, zadarnienie.

**Key words:** compactness, lawn, lawns mixtures, regrowth, spent mushroom substrate.

## WSTĘP

Produkcja roślinna i zwierzęca sprawia, że do środowiska przyrodniczego z każdym rokiem przekazywane są coraz większe ilości odpadów o charakterze organicznym (bioodpadów) o zróżnicowanym składzie chemicznym i różnym stopniu toksyczności. W grupie tych materiałów znajduje się zużyte podłoże po uprawie pieczarek, którego ilość ciągle zwiększa się, zwłaszcza w środkowo-wschodniej Polsce. Zużyte podłoże po uprawie pieczarki nie jest bezużytecznym odpadem i można je bardzo korzystnie zagospodarować (Salomez i in. 2009).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 roku, podłoże po produkcji pieczarek zaliczane jest do grupy odpadów z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności jako „Inne

---

\* Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Beata Wiśniewska-Kadżajan, Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. Bolesława Prusa 14, 08-110 Siedlce, e-mail: laki@uph.edu.pl.

nie wymienione odpady” (Rozporządzenie Ministra Środowiska 2001). Roczna ilość tego odpadu w Polsce wynosi około 1500 tys. ton. Odpad ten stwarza problemy producentom pieczarek, ponieważ pieczarkarnie zazwyczaj nie posiadają użytków rolnych i nie mają możliwości utylizowania tego odpadu we własnym zakresie (Rutkowska 2009).

Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika, że zużyte podłoże po uprawie pieczarki jest dobrym materiałem nawozowym (Kalembasa i Wiśniewska 2001, 2004, 2006, 2008, 2009). Według Szudygi (2005, 2009 i 2011), prawidłowo przygotowane podłoże popieczarkowe nie powinno zawierać szkodników, grzybów chorobotwórczych, nasion chwastów i powinno odznaczać się dobrą konsystencją oraz ziemistym zapachem. Ewentualne pozostałości środków chemicznych, stosowanych profilaktycznie przed zbiorem grzybów, nie stanowią żadnego zagrożenia dla uprawianych później roślin, nawet tych o najkrótszym okresie wegetacji, ze względu na krótki okres karencji tych środków (Gapiński i Woźniak 1999).

Jordan i in. (2008) podają, że w zużytym podłożu popieczarkowym, oprócz dużej ilości ogólnych makroskładników, znaczną ich część stanowią formy przyswajalne.

Badania Kalembasy i Wiśniewskiej (2001) dowodzą, iż podłoża popieczarkowe odznaczają się z reguły obojętnym odczynem i wąskim stosunkiem C : N (13,8 : 1) bardzo korzystnym pod względem wartości nawozowej.

Właściwości chemiczne podłoża popieczarkowego pozwalają wykorzystywać ten odpad w rolnictwie do nawożenia gruntów ornych i trwałych użytków zielonych, w sadownictwie, warzywnictwie oraz przy zakładaniu i utrzymaniu terenów zieleni (Rak i in. 2001, Jankowski i in. 2004, Kalembasa i Wiśniewska 2004, 2006).

Celem pracy było określenie wpływu podłoża popieczarkowego na zadarnienie i stopień odrostu mieszanek trawnikowych o zróżnicowanym udziale życicy trwałej.

## MATERIAŁ I METODY

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

- nawożenie organiczne podłożem popieczarkowym w zróżnicowanych dawkach: D<sub>0</sub>-0, D<sub>1</sub>-2, D<sub>2</sub>-4, D<sub>3</sub>-6 (kg · m<sup>-2</sup> świeżej masy);
- rodzaj mieszanki trawnikowej o różnej liczbie komponentów (M1, M2, M3, M4 i M5) i zróżnicowanym udziale życicy trwałej (odpowiednio: 80, 60, 40, 20 i 40%) (tab. 1).

Podłoże popieczarkowe zastosowane w doświadczeniu przy zawartości 36,0% suchej masy zawierało: 40% substancji organicznej, 14,0 g · kg<sup>-1</sup> azotu, 2,0 g · kg<sup>-1</sup> fosforu i 5,0 g · kg<sup>-1</sup> potasu w przeliczeniu na suchą masę. Na wszystkich obiektach doświadczalnych zastosowano również nawożenie mineralne w postaci szybko działającego nawozu Pokon o zawartości N – 20%, P – 5%, K – 7%. Dawkę nawożenia mineralnego zastosowano w oparciu o azot, stosując 120 kg · ha<sup>-1</sup> tego składnika w dwóch jednakowych dawkach – wczesną wiosną i latem.

Tabela 1. Skład gatunkowy poszczególnych mieszanek trawnikowych  
Table 1. Species composition of some lawn mixtures

Mieszanka Mixture	Gatunki traw Grass species		Liczba gatunków Quantity of Species	Udział w mieszance Share in mixture (%)
M1	Życica trwała	Perennial reygrass	2	80
	Kostrzewa czerwona	Red fescue		20
M2	Życica trwała	Perennial reygrass	3	60
	Kostrzewa czerwona	Red fescue		30
	Kostrzewa trzcinowa	Tall fescue		10
M3	Życica trwała	Perennial reygrass	3	40
	Kostrzewa czerwona	Red fescue		30
	Kostrzewa trzcinowa	Tall fescue		30
M4	Życica trwała	Perennial reygrass	4	20
	Kostrzewa czerwona	Red fescue		55
	Kostrzewa owcza	Sheep's fescue		15
	Wiechlina łąkowa	Kontucky bluegrass		10
M5	Życica trwała	Perennial reygrass	5	40
	Kostrzewa czerwona	Red fescue		35
	Kostrzewa owcza	Sheep's fescue		10
	Wiechlina łąkowa	Kentucky bluegrass		10
	Mietlica pospolita	Common bent		5

Doświadczenie polowe założono na glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego, zaliczanej do działu gleb antropogenicznych, rzędu kulturoziemnych, typu hortisoli. Wartość pH w 0,01 M CaCl<sub>2</sub> wynosiła 6,8, zawartość węgla w związkach organicznych 13,45 g · kg<sup>-1</sup> i azotu całkowitego 1,32 g · kg<sup>-1</sup>, natomiast stosunek C : N wynosił 10,2. Zawartość przyswajalnych form fosforu mieściła się w granicach niskiej (P – 39,6 mg · kg<sup>-1</sup> gleby), a potasu średniej zasobności (K – 114,0 mg · kg<sup>-1</sup> gleby), natomiast przyswajalnego magnezu w granicach zasobności bardzo wysokiej (Mg – 114,0 mg · kg<sup>-1</sup> gleby).

W 2005 i 2006 roku badań (raz w miesiącu) oceniano zadarnienie i odrost muraw trawnikowych będących przedmiotem badań, stosując metodykę IHAR (Prończuk 1993). Zastosowana metodyka opisuje zadarnienie i odrost muraw trawnikowych w 9-stopniowej skali bonitacyjnej, w której 9 oznacza najwyższą wartość tych cech.

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) Sielianinowa (Bac i in. 1993), dzieląc sumę opadów miesięcznych przez jedną dziesiątą sumy średnich dobowych temperatur dla tego miesiąca (tab. 2).

Tabela 2. Współczynnik hydrotermiczny (K) Sielianinowa w poszczególnych miesiącach okresów wegetacyjnych w latach 2004–2006 (K ≤ 0,5 silna posucha 0,51–0,69 – posucha; 0,70–0,99 – słaba posucha; K > 1 – brak posuchy)

Table 2. Hydrothermal Sielianinow indexes (K) in individual months of vegetation seasons of 2004–2006 (K < 0.5 high drought; 0.51–0.69 drought; 0.70–0.99 – poor drought; K > 1 no drought)

Lata Years	Miesiące – Month						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2004	1,58	2,29	0,96	0,99	1,20	0,44	1,05
2005	0,35	1,94	1,06	1,59	0,49	0,41	0,08
2006	1,18	0,97	0,46	0,24	4,21	0,45	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 Tukeya przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$  (Trętowski i Wójcik 1991).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Z przeprowadzonych badań wynika, że zadarnienie muraw trawnikowych było zróżnicowane istotnie pod wpływem dawki podłoża popieczarkowego (tab. 3).

Tabela 3. Zadarnienie i odrost muraw trawnikowych w zależności od rodzaju mieszanki i dawki odpadu popieczarkowego (średnia z lat 2005–2006)

Table 3. Turf lawns compactness and regrowth in depend on the kind of mixture and dose of mushroom's refuse (mean from years 2005–2006)

Dawka podłoża popieczarkowego Dose of mushroom substrate (A)	Rodzaj mieszanki – Kind of mixture (B)					Średnia Mean
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	
Zadarnienie – Compactness						
D <sub>0</sub>	6,9	7,3	6	6,9	7,1	6,8
D <sub>1</sub>	6,8	7,3	6,4	7,3	7,5	7,0
D <sub>2</sub>	7,3	7,5	7,3	7,5	7,7	7,4
D <sub>3</sub>	7,5	7,6	7,6	7,7	7,8	7,6
Średnia – Mean	7,1	7,4	6,8	7,3	7,5	
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> A = 1,76; B = n.i – n.s.						
Odrost – Regrowth						
D <sub>0</sub>	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	3,9
D <sub>1</sub>	4,0	4,0	4,1	4,0	4,0	4,0
D <sub>2</sub>	4,6	4,1	4,2	4,4	4,1	4,3
D <sub>3</sub>	4,8	4,8	4,2	4,9	4,9	4,7
Średnia – Mean	4,3	4,2	4,1	4,3	4,2	
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> A = 0,41; B = n.i. – n.s.						

Uwzględniając rodzaj mieszanki trawnikowej stwierdzono, że najlepszym (średnia z dawek) zadarnieniem (7,5°) odznaczała się mieszanka pięcioskładnikowa z 40-procentowym udziałem życicy trwałej (M<sub>5</sub>). Najsłabszą pod względem tej cechy okazała się mieszanka trójskładnikowa, w której udział życicy trwałej wynosił 40% (M<sub>3</sub>), uzyskując 6,8° w dziewięciostopniowej skali bonitacyjnej.

Obserwując reakcję poszczególnych mieszanek traw na wzrastające dawki podłoża po uprawie pieczarki, największe wartości badanej cechy stwierdzono dla wszystkich badanych mieszanek (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> i M<sub>5</sub>) na obiektach z największą dawką podłoża popieczarkowego (D<sub>3</sub> – 6 kg · m<sup>-2</sup>). Najwyższą wartość w ocenie zadarnienia uzyskały badane mieszanki traw na największej dawce podłoża popieczarkowego, co było wywołane dużą ilością azotu, jaką wprowadzono łącznie z tą dawką odpadu.

Zdaniem Harkot i Czarneckiego (1999), zadarnienie stanowi jedną z ważniejszych cech w ocenie traw gazonowych.

W badaniach Jankowskiego i in. (2011) z użyciem w podłożu hydrożelu stwierdzono, że niezależnie od rodzaju zastosowanego podłoża najwyższym stopniem zadarnienia dznaczała się mieszanka o takiej samej liczbie i ilości identycznych komponentów, natomiast najsłabszym zadarnieniem charakteryzowała się mieszanka trójskładnikowa z 40-procentowym udziałem życicy trwałej.

Uzyskane wyniki badań wskazują na brak wyraźnej zależności zadarnienia muraw od procentowego udziału życicy trwałej w mieszance trawnikowej.

W przeprowadzonych badaniach (tab. 3) odrost muraw trawnikowych był istotnie zróżnicowany w zależności od dawki zastosowanego odpadu popieczarkowego.

Średnia dla dawek podłoża popieczarkowego z dwóch lat obserwacji dla badanych mieszanek traw była bardzo zbliżona i kształtowała się w granicach od  $4,3^\circ$  dla mieszanek: dwuskładnikowej z 80-procentowym udziałem życicy trwałej (M1) i czteroskładnikowej z 20-procentowym udziałem tego gatunku (M4) do  $4^\circ$  dla mieszanki trójskładnikowej, w której życica trwała stanowiła 40% (M3).

Najkorzystniej w tej ocenie ( $4,1^\circ$ ) (średnia z dawek podłoża popieczarkowego) wypadła mieszanka trójskładnikowa (M3) z 40-procentowym udziałem życicy trwałej. Procentowy udział życicy trwałej w badanych mieszankach nie wpłynął jednoznacznie na stopień odrostu badanych muraw trawnikowych.

Zanotowane wartości opisujące odrost muraw trawnikowych były największe na obiektach z największą dawką odpadu popieczarkowego. Wartości odrostu badanych mieszanek traw kształtowały się od  $4,2^\circ$  dla mieszanki trójskładnikowej o udziale życicy trwałej 40% (M3) do  $4,9^\circ$  dla mieszanki czteroskładnikowej z 20-procentowym udziałem życicy trwałej (M4) i pięcioskładnikowej z 40-procentowym udziałem życicy trwałej (M5). Wysokie wartości opisujące odrost badanych mieszanek trawnikowych spowodowane były dużą ilością azotu wniesionego łącznie z dawką  $6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  ( $D_3$ ) podłoża popieczarkowego.

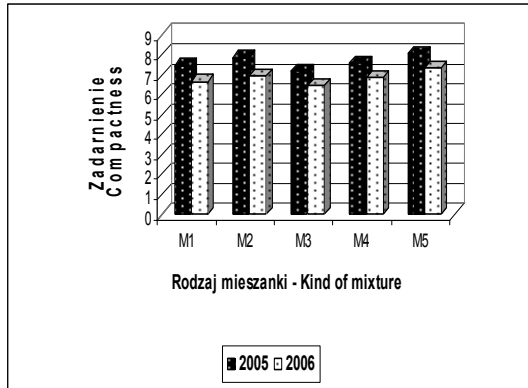
Porównując otrzymane wartości opisujące zadarnienie w ciągu dwóch lat prowadzenia obserwacji, dla każdej z badanych mieszanek traw (rys. 1 a), nie stwierdzono istotnych różnic badanej cechy pomiędzy pierwszym a drugim rokiem badań.

Największą wartość zadarnienia badanych muraw trawnikowych zarówno w pierwszym, jak i drugim roku prowadzenia obserwacji stwierdzono dla mieszanki pięcioskładnikowej z 40-procentowym udziałem życicy trwałej (M5). Najmniejszą wartością tej cechy w obydwu latach badań odznaczała się mieszanka trójskładnikowa, w której udział życicy trwałej stanowił 40% (M3).

Średnia (wszystkich mieszanek traw) wartość zadarnienia (rys. 1 b) ze wszystkich obiektów nawozowych w pierwszym (2005) roku prowadzenia badań była większa niż w roku drugim (2006), jednak nie była to różnica istotna.

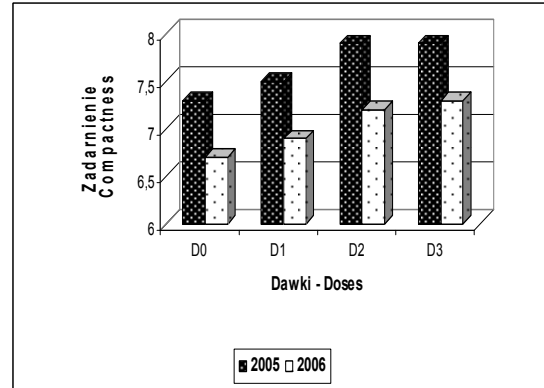
Jankowski i in. (2012) podają, iż zadarnienie muraw trawnikowych uzależnione jest w dużej mierze od pogody, która oddziałuje na wzrost i rozwój roślin w runi. Otrzymane wyniki oceny odrostu, podobnie jak zadarnienia, uwarunkowane były pogodą, która była znacznie korzystniejsza w pierwszym niż w drugim roku. W drugim roku badań mniejsze tempo odrostu wywołane było utrzymującą się przez pięć miesięcy posuchą.

a)



A – lata badań – study years A = n.i. – n.  
 B – rodzaj mieszanki – kind of mixture B = n.i. – n.s.

b)



A – lata badań – study years A = n.i. – n.s.  
 B – dawki – doses B = n.i. – n.s.

Rys. 1. Zadarnienie muraw trawnikowych w zależności od rodzaju mieszanki (a) i dawki podłoża popieczarkowego (b) w latach prowadzenia badań

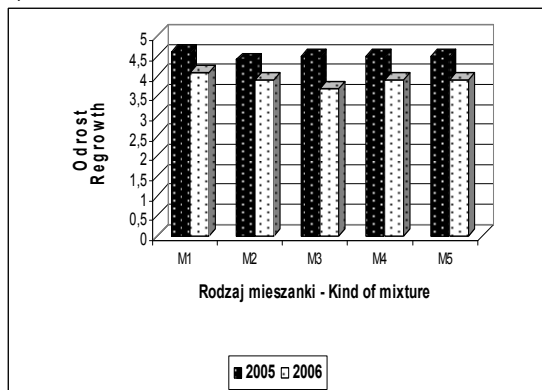
Fig. 1. Compactness of turf lawns in depends of kind of mixture (a) and doses oh mushrooms substrate (b) in study years

Podobne wyniki oceny zadarnienia muraw trawnikowych uzyskali w swoich badaniach Grabowski i in. (2008), z tym że murawy te były zasilane zróżnicowanymi dawkami osadu ściekowego.

Rozpatrując uzyskane wartości (średnie dla dawek podłoża popieczarkowego) w latach prowadzenia obserwacji wykazano istotne zróżnicowanie odrostu badanych muraw trawnikowych (rys. 2 a).

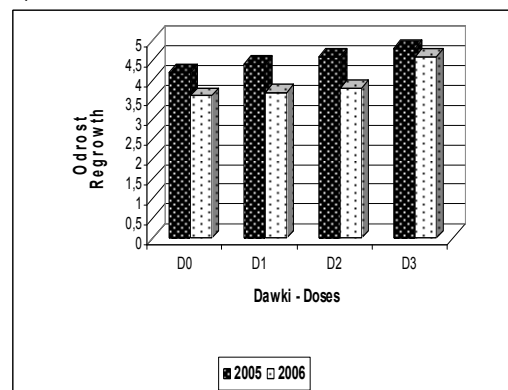
Zdecydowanie większe wartości badanej cechy zanotowano w pierwszym (2005) niż w drugim roku badań (2006). Wyniki te wskazują, że podczas prowadzenia badań na odrost muraw trawnikowych miała wpływ zarówno temperatura powietrza, jak i warunki wilgotnościowe, co potwierdzają badania Jankowskiego i in. (2011). W drugim roku prowadzenia obserwacji (2006) (tab. 2) warunki pogodowe były znacznie bardziej niekorzystne niż w roku pierwszym (2005). W drugim roku badań aż w pięciu miesiącach (maj, czerwiec, lipiec, wrzesień, październik) wystąpiła posucha.

a)



A – lata badań – study years A = 0,28  
 B – rodzaj mieszanki – kind of mixture B = n.i. – n.s.

b)



A – lata badań – study years A = 0,73  
 B – dawki – doses B = n.i. – n.s.

Rys. 2. Stopień odrostu muraw trawnikowych w zależności od rodzaju mieszanki (a) i dawki podłoża popieczarkowego (b) w latach prowadzenia badań

Fig. 2. Regrowth of turf lawns in depends of kind of mixture (a) and doses oh mushrooms substrate (b) in study years

W pierwszym roku prowadzenia obserwacji największy stopień odrostu osiągnęła mieszanka dwuskładnikowa (M1) z 80-procentowym udziałem życicy trwałej, najmniejszą zaś mieszanka trójskładnikowa (M2), w której udział życicy trwałej wynosił 60%. Stopień odrostu badanych mieszanek trawnikowych kształtował się na bardzo zbliżonym poziomie. W drugim (2006) roku badań również mieszanka dwuskładnikowa z największym udziałem życicy trwałej (M1) charakteryzowała się największym tempem odrostu, natomiast najmniejszym odrostem odznaczała się mieszanka trójskładnikowa, w której życica trwała stanowiła 60% (M2).

Na stopień odrostu badanych muraw duży wpływ miał m.in. rodzaj i ilość zastosowanego nawożenia (Jankowski i in. 2011). Zarówno w pierwszym, jak i drugim (2005 i 2006) roku badań intensywność odrostu muraw (rys. 2 b) zwiększała się istotnie w miarę zwiększania dawki odpadu popieczarkowego.

Największe wartości badanej cechy w obydwu latach prowadzenia badań (2005 i 2006) dla średnich z badanych mieszanek trawnikowych (rys. 2 b) zanotowano na obiektach z największą dawką podłoża popieczarkowego ( $D_3 - 6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

Wyniki te wskazują, że stosowanie dużych dawek podłoża popieczarkowego przyczynia się do zwiększenia stopnia odrostu muraw trawnikowych, co powoduje zwiększenie częstotliwości koszenia. Zdaniem Stęпки (2002), nawożenie jest nie tylko zabiegiem dostarczającym trawnikowi składników pokarmowych, ale również zwiększającym jego odporność na suszę. Dowodem na to są wysokie wartości oceny odrostu w drugim (2006) roku, mimo znacznie bardziej niekorzystnych warunków pogodowych niż w pierwszym (2005) roku obserwacji.

## WNIOSKI

1. Spośród badanych mieszanek trawnikowych najlepszą zdolnością zadarnienia charakteryzowała się murawa mieszanki pięcioskładnikowej M5 (z 40-procentowym udziałem życicy trwałej), a najslabszą również mieszanka z 40-procentowym udziałem tego gatunku, ale trójskładnikowa (M3).

2. Najlepszą ocenę stopnia odrostu zanotowano dla mieszanki czteroskładnikowej (M3) z 40-procentowym udziałem życicy trwałej, najslabszą natomiast dla mieszanki dwuskładnikowej (M1) i czteroskładnikowej (M4), w których udział życicy trwałej wynosił odpowiednio: 80 i 20%.

3. Otrzymane wyniki oceny zarówno zadarnienia, jak i odrostu wskazują, że zróżnicowany udział życicy trwałej w badanych mieszankach trawnikowych nie wpłynął w jednoznaczny sposób na kształtowanie się tych cech.

4. Zarówno w pierwszym, jak i drugim roku prowadzenia badań zaobserwowano zwiększenie wartości zadarnienia i odrostu badanych muraw trawnikowych w miarę zwiększenia dawki odpadu popieczarkowego.

5. Poprawa stopnia zadarnienia muraw trawnikowych w wyniku zastosowanego podłoża popieczarkowego wskazuje na możliwość wykorzystania dużych dawek tego odpadu do użyźniania trawników, zaś ze względu na poprawę stopnia odrostu przyczynia się do zwiększenia częstotliwości ich koszenia.

## PIŚMIENNICTWO

- Bac S., Koźmiński C., Rojek M.** 1993. Agrometeorologia. PWN, Warszawa, 32–33.
- Gapiński M., Woźniak W.** 1999. Pieczarka [w: Technologia uprawy i przetwarzania]. PWRiL Poznań, 212–217.
- Grabowski K., Grzegorzczak S., Głowacka-Gil A.** 2008. The effect of sludge bon initial growth and development of lawn grasses in background of different mix types and sowing times. *Pol. J. Environ. Stud.* 17, 960, 975–980.
- Harkot W., Czarnecki Z.** 1999. Przydatność polskich odmian traw gazonowych do zadarniania powierzchni w trudnych warunkach glebowych. *Folia Univ. Agric. Stetin., Agric.* 197 (75), 117–120.
- Jankowski K., Ciepela G.A., Jodelka J., Kolczarek R.** 2004. Możliwość wykorzystania kompostu popieczarkowego do nawożenia użytków zielonych. *Ann. UMCS, Sec. E* 59 (4), 1763–1770.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J.** 2011. Wpływ rodzaju hydrożelu i rodzaju nawozu mineralnego na zadarnienie muraw trawnikowych o zróżnicowanym udziale życicy trwałej. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric., Aliment. Pisc., Zootech.* 286 (18), 13–32.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J., Sosnowski J., Wiśniewska-Kadżajan B.** 2012. Wpływ zróżnicowanej dawki odpadu popieczarkowego na cechy jakościowe muraw trawnikowych. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric., Aliment. Pisc., Zootech.* 295 (22), 13–20.
- Jordan S.N., Mullen G.J., Murphy M.C.** 2008. Composition variability of spent mushroom compost in Ireland. *Bior. Technol.* 99, 411–418.
- Kalembasa D., Wiśniewska B.** 2004. Wykorzystanie podłoża popieczarkowego do rekultywacji gleb. *Rocz. Glebozn.* 55 (2), 209–217.
- Kalembasa D., Wiśniewska B.** 2006. Zmiany składu chemicznego gleby i życicy wielokwiatowej pod wpływem stosowania podłoża popieczarkowego. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 512, 265–276.
- Kalembasa D., Wiśniewska B.** 2008. Wpływ nawożenia podłożem popieczarkowym na plon i zawartość wybranych makroelementów w życicy wielokwiatowej. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 526, 191–198.
- Kalembasa D., Wiśniewska B.** 2009. Wpływ nawożenia podłożem popieczarkowym na zawartość żelaza, manganu i boru w życicy wielokwiatowej. *Acta Agrophys.* 168, 13 (3), 725–732.
- Kalembasa S., Wiśniewska B.** 2001. Skład chemiczny podłoża po produkcji pieczarek. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 475, 295–300.
- Prończuk S.** 1993. System oceny traw gazonowych. *Biul. IHAR* 186, 127–132.
- Rak J., Koc G., Jankowski K.** 2001. Zastosowanie kompostu popieczarkowego w regeneracji runi łąkowej zniszczonej pożarem. *Pamięt. Puł.* 125, 401–408.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska** z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów. DzU nr 112, poz. 1206.
- Rutkowska B.** 2009. Możliwości rolniczego wykorzystania zużytych podłoża po produkcji pieczarek. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Roln.* 535, 349–354.
- 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.
- Stępka B.** 2002. Zakładanie i pielęgnacja trawnika, *Porad. Gospod.* 7/8, 50–51.
- Szudyga K.** 2005. Podłoża do uprawy pieczarki [w: *Uprawa pieczarki*]. Wydaw. Hortpress, 73–74.
- Szudyga K.** 2009. Jakość. *Pieczarki. Biul. Prod. Piecz.* 1, 12–13.
- Szudyga K.** 2011. Ja pieczarka. *Pieczarki. Biul. Prod. Piecz.* 1, 8–13.
- Trętowski J., Wójcik A.R.** 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych.* WSRP Siedlce, 49–52.