

WPLYW PODŁOŻA POPIECZARKOWEGO UZUPEŁNIONEGO  
MINERALNIE NA PLON BIOMASY I BIAŁKA  
KUPKÓWKI POSPOLITEJ

*Beata Wiśniewska-Kadžajan, Kazimierz Jankowski*

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

**Streszczenie.** Doświadczenie miało na celu określenie wpływu podłoża popieczarkowego i mineralnego nawożenia azotem i potasem na plon suchej masy i białka kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.). Trzyletni eksperyment polowy, w układzie całkowicie losowym, przeprowadzono na glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Badanymi materiałami organicznymi były przefermentowany obornik bydlęcy oraz podłoże po uprawie pieczarki. Zastosowane w doświadczeniu podłoże popieczarkowe było zasobniejsze w suchą masę i azot ogółem, mniej zasobne w węgiel organiczny, fosfor i potas ogółem w porównaniu do obornika bydlęcego. Największy sumaryczny plon biomasy i białka kupkówki pospolitej w każdym roku badań zanotowano na obiekcie z podłożem popieczarkowym i większą dawką mineralnego N i K.

Słowa kluczowe: podłoże popieczarkowe, kupkówka pospolita, plon biomasy, białko

#### WSTĘP

W ostatnich latach, w związku z dynamicznym rozwojem pieczarkarstwa, znaczną część organicznych materiałów odpadowych stanowi zużyte podłoże po uprawie pieczarek. Na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat obserwuje się ciągle zwiększenie ilości tego odpadu zwłaszcza w środkowo-wschodniej Polsce (Kalembasa i Wiśniewska 2004, 2006, 2008, Sakson 2007, Kalembasa i Majchrowska-Safaryan 2006, 2009a i b).

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 nie wymienione odpady” (Rozporządzenie Ministra Środowiska 2001).

Podłoże usuwane z pieczarkarni jako odpad popieczarkowy jest potencjalnie dobrym materiałem nawozowym. Stanowi ono masę organiczną, która w glebie przekształcana jest w próchnicę. Maszkiewicz (2010) podaje, że w zużytych podłożach po uprawie pieczarki zawartość makroelementów wynosi ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s.m.}$ ): azotu 13,0-26,0; fosforu 1,0-10,0; potasu 5,0-25,0; magnezu 2,0-5,20; wapnia 60,0-150,0; sodu 0,5-2,9. Podłoże popieczarkowe odznacza się ponadto wysoką zawartością mikroelementów i niską metali ciężkich (Maher i in. 2000, Uzun 2004, Nizewski i in. 2006, Jordan 2008, Rutkowska 2009).

Zdaniem Kalembasy i Wiśniewskiej (2001), Wiśniewskiej-Kadżajan (2012, 2013) jak również Kalembasy i Majchrowskiej-Safaryan (2009a,b), zużyte podłoże pieczarkowe jest cennym źródłem substancji organicznej o korzystnym pod względem wartości nawozowej wąskim stosunku C:N.

Wielu badaczy zwraca uwagę na dużą zmienność i niezbilansowanie składu chemicznego podłoży popieczarkowych, co jest niewątpliwym mankamentem, który powinien obligować do ciągłej kontroli ich składu chemicznego i konieczności uzupełniania brakujących pierwiastków celem poprawy walorów nawozowych (Kalembasa i Wiśniewska 2001, Rao i in. 2007, Polat i in. 2009, Salomez i in. 2009, Szudyga 2009, 2011.).

Celem podjętych badań było określenie wpływu podłoża popieczarkowego i mineralnego nawożenia azotowo-potasowego na plon biomasy i białka kępki pospolitej (*Dactylis glomerata* L).

#### MATERIAŁ I METODY

Realizacji postawionego celu dokonano w oparciu o trzyletni (2012-2014) eksperyment polowy (pow. poletka  $3 \text{ m}^2$ ) założony na terenie Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach w układzie całkowicie losowym, w trzech powtórzeniach. Doświadczenie przeprowadzono na glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego, zaliczanej do działu gleb antropogenicznych, rzędu kulturoziemnych, typu hortisoli (Systematyka Gleb Polski 2011). Wartość pH gleby w 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  wynosiła 6,8, zawartość węgla w związkach organicznych  $13,45 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  i azotu całkowitego  $1,32 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , natomiast stosunek C:N wynosił 10,2. Zawartość przyswajalnych form fosforu w glebie mieściła się w granicach zasobności bardzo wysokiej (P –  $170 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby), potasu w granicach średniej zasobności (K –  $114,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby), a zawartość przyswajalnego magnezu wskazywała na zasobność wysoką (Mg –  $84,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby).

Materiałami organicznymi zastosowanymi w doświadczeniu był obornik bydlęcy przefermentowany (zastosowany jako standard) oraz podłoże po uprawie pieczarek, w których zawartość suchej masy wynosiła odpowiednio: 24,0 i 29,0%, natomiast N 20,5 i 26,9  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  w suchej masie (tab. 1).

**Tabela 1.** Zawartość suchej masy (%) i wybranych makroelementów ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ ) w materiałach organicznych zastosowanych w doświadczeniu

**Table 1.** Content of dry matter (%) and selected macroelements ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{D.M.}$ ) in organic materials used in experiment

Materiał organiczny Organic material	Sucha masa Dry matter (%)	Zawartość makroskładnika ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ ) Content of macroelements ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{D.M.}$ )			
		C	N	P	K
Obornik Farmyard manure	24,6	430,0	20,5	13,9	21,6
Podłoże pieczarkowe Mushroom substrate	29,0	369,0	26,7	10,5	12,8

Podłoże po uprawie pieczarki było natomiast uboższe w węgiel w związkach organicznych ( $369,0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$ ), a także fosfor i potas (odpowiednio:  $10,5$  i  $12,8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$ ) w odniesieniu do obornika, w którym zawartość węgla wynosiła  $430,0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$ , fosforu –  $13,9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$ , a potasu –  $21,6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$

Podłoże pieczarkowe i obornik bydlęcy w dawce  $20\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  zastosowano w doświadczeniu jednorazowo jesienią przed siewem rośliny testowej. Uzupełniające nawożenie mineralne azotem i potasem obiektów z podłożem pieczarkowym stosowano w każdym roku badań na dwóch poziomach ( $\text{N}_1\text{K}_1$  i  $\text{N}_2\text{K}_2$ ).

Nawożenie azotowe zastosowano w dawkach  $\text{N}_1 - 60$  i  $\text{N}_2 - 120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w formie  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , a potasem  $\text{K}_1 - 80$  i  $\text{K}_2 - 160\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w formie  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Brak nawożenia fosforowego wynikał z wysokiej zasobności gleby w przyswajalne formy tego składnika. Roczne dawki azotu i potasu podzielono na trzy równe części. Pierwszą dawkę nawozów zastosowano wiosną przed ruszeniem wegetacji, kolejne na drugi i trzeci odrost.

W doświadczeniu uwzględniono następujące obiekty badawcze:

1. obiekt kontrolny – bez nawożenia,
2. obornik bydlęcy przefermentowany,
3. podłoże pieczarkowe,
4. podłoże pieczarkowe +  $\text{N}_1\text{K}_1$ ,
5. podłoże pieczarkowe +  $\text{N}_2\text{K}_2$ .

Rośliną testowaną w doświadczeniu była kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.) odmiany Amila, którą w ciągu każdego sezonu wegetacyjnego zbierano trzykrotnie (trzy pokosy – odrosty). Bezpośrednio po skoszeniu ważono zielonkę i pobierano po  $0,5\text{ kg}$  próby zielonej masy w celu określenia plonu suchej masy oraz wykonania analiz chemicznych.

Analizę zawartości białka ogólnego w suchej masie plonu każdego pokosu wykonano metodą spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni (NIRS) przy użyciu aparatu Inra Analyzer 450. Dane meteorologiczne z lat 2012-2014 uzyskano ze Stacji Hydrologiczno-Meteorologicznej w Siedlcach.

**Tabela 2.** Współczynnik hydrotermiczny (K) Sielianinowa w poszczególnych miesiącach okresów wegetacyjnych w latach 2012-2014

**Table 2.** Hydrothermal Sielianinov index (K) in individual months of vegetation seasons of 2012-2014

Miesiące Months	Lata – Years		
	2012	2013	2014
IV	1,12	1,60	1,53
V	1,22	2,20	2,29
VI	1,56	1,80	1,20
VII	0,69	1,50	0,16
VIII	0,94	0,25	1,95
IX	0,27	2,70	0,59
X	1,32	1,22	0,13

$K \leq 0,5$  silna posucha 0,51-0,69 – posucha; 0,70-0,99 słaba posucha;  $K > 1$  – brak posuchy,  $K \leq 0,5$  high drought; 0,51-0,69 drought; 0,70-0,99 poor drought;  $K > 1$  no drought.

W celu określenia czasowej i przestrzennej zmienności elementów meteorologicznych oraz oceny ich wpływu na przebieg wegetacji roślin obliczono współczynnik hydrotermiczny (K) Sielianinowa (Bac i in. 1993), dzieląc sumę opadów miesięcznych przez jedną dziesiątą sumy średnich dobowych temperatur dla danego miesiąca (tab. 2). Obliczone wartości współczynnika hydrotermicznego wskazują na występowanie podczas trwania eksperymentu okresów posuchy i silnej posuchy w miesiącach letnich.

Uzyskane wyniki badań poddano ocenie statystycznej, wykorzystując analizę wariancji. Obliczenia wykonano za pomocą programu STATISTICA, a porównania średnich dokonano testem Tukeya na poziomie istotności  $\alpha \leq 0,05$ .

## WYNIKI I DYSKUSJA

Plon biomasy kupkówki pospolitej (tab. 3) uprawianej w trzyletnim doświadczeniu połowym wykazywał istotne różnicowanie w zależności od zastosowanego nawożenia, zbieranego pokosu i lat badań.

Największy (suma z 3 pokosów) plon biomasy testowanej trawy w każdym roku doświadczenia uzyskano z obiektu nawożonego podłożem popieczarkowym i większą dawką azotu i potasu ( $N_2K_2$ ) odpowiednio: 10,05; 11,53; 13,11 ( $t \cdot ha^{-1}$ ).

**Tabela 3.** Plon suchej masy *Dactylis glomerata* (t·ha<sup>-1</sup> s.m.) w zależności od nawożenia, pokosu i lat badań

**Table 3.** Yield of dry matter of *Dactylis glomerata* (t ha<sup>-1</sup> D.M.) in dependence on fertilisation, cut and years of study

Obiekty doświadczalne Fertilisation treatment	Pokos Cut	Lata – Years			Średnia Mean
		2012	2013	2014	
Obiekt kontrolny Control treatment	I	2,25	2,45	3,00	2,56
	II	2,65	3,15	2,56	2,78
	III	1,56	2,07	2,16	1,93
Obornik Farmyard manure	I	3,10	3,28	3,82	3,40
	II	3,17	2,73	3,41	4,24
	III	1,87	3,10	3,12	2,69
Podłoże popieczarkowe Mushroom substrate	I	3,20	3,49	2,68	3,30
	II	2,87	3,78	2,64	3,09
	III	2,14	4,20	1,80	2,71
Podłoże popieczarkowe + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mushroom substrate + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	I	4,15	4,58	4,85	4,52
	II	3,15	4,10	5,10	4,12
	III	1,85	2,81	2,40	2,35
Podłoże popieczarkowe + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Mushroom substrate + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	I	3,98	5,10	4,64	4,57
	II	3,90	3,97	4,97	4,28
	III	2,17	2,46	3,50	2,71
Suma z obiektu – Sum from treatment					
Obiekt kontrolny Control treatment		6,46	7,67	7,72	7,28
Obornik Farmyard manure		8,14	9,11	10,35	9,20
Podłoże popieczarkowe Mushroom substrate		8,21	11,47	7,12	8,93
Podłoże popieczarkowe + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mushroom substrate + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>		9,15	11,49	12,35	10,99
Podłoże popieczarkowe + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Mushroom substrate + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>		10,05	11,53	13,11	11,56
Średnia – Mean		8,49	10,25	10,13	
NIR <sub>0,05</sub> dla:	A – nawożenie – fertilisation	A = 0,63	B = 0,41	C = 0,41	
LSD <sub>0,05</sub> for:	B – pokos – cut	A/B = 1,09	B/A = 0,91	A/C = 1,09	
	C – lata – years	C/A = 0,91	B/C = n.i. – n.s.	C/B = n.i. – n.s.	

Najmniejsze plony testowanej trawy w pierwszym i drugim roku badań uzyskano w obiekcie kontrolnym (6,46 i 7,67 t ha<sup>-1</sup>), natomiast w trzecim roku w obiekcie gdzie

zastosowano podłoże popieczarkowe ( $7,12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Sumaryczny plon biomasy kupkówki pospolitej w każdym z obiektów, gdzie stosowano podłoże popieczarkowe uzupełnione azotem i potasem, był większy niż plon uzyskany z obiektu nawożonego obornikiem.

Średni plon biomasy testowanej trawy (suma z trzech lat) uzyskany z obiektu nawożonego obornikiem bydlęcym ( $9,20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) był większy niż z obiektu gdzie stosowano samo podłoże popieczarkowe ( $8,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Wyraźne zwiększenie plonu kupkówki uzyskano w obiektach nawożonych podłożem popieczarkowym uzupełnionym mineralnie  $\text{N}_1\text{K}_1$  i  $\text{N}_2\text{K}_2$  (odpowiednio:  $10,99$  i  $11,56 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), co było wynikiem zastosowania azotu mineralnego i jego współdziałania z potasem.

Uzyskanie najniższych plonów kupkówki pospolitej w trzecim pokosie każdego roku eksperymentu w pewnym stopniu mogło być spowodowane niekorzystnymi warunkami wilgotnościowymi, które przypadły na okres poprzedzający ostatni zbiór uprawianej trawy.

Badania wazonowe przeprowadzone przez Kalembasę i Wiśniewską (2004, 2006) z zastosowaniem wzrastających ilości azotu zawartego w podłożu popieczarkowym w nawożeniu życicy wielokwiatowej spowodowało zwiększenie plonu testowanej trawy we wszystkich pokosach, a łączny plon suchej masy uprawianej trawy był istotnie zróżnicowany pod wpływem ilości azotu wprowadzonego łącznie z dawką odpadu popieczarkowego. Z publikacji Drzała i in. (1995) i Maszkiewicz (2010) wynika, iż zastosowanie podłoża popieczarkowego do nawożenia przyniosło korzystne efekty w postaci istotnych przyrostów plonów uprawianych roślin. Korzystny wpływ podłoża popieczarkowego uzupełnionego mineralnie na zwiększenie plonowania runi łąkowej wykazali w swoich badaniach Rak i in. (2001) oraz Jankowski i in. (2004), podkreślając jednocześnie, że wykorzystywanie tego odpadu w nawożeniu znacząco przyczynia się do rozwiązania problemu jego utylizacji.

Plon białka kupkówki pospolitej (tab. 4) był istotnie zróżnicowany w zależności od zastosowanego nawożenia, zbieranego pokosu i lat badań. Największy plon białka kupkówki pospolitej w każdym roku badań (odpowiednio:  $1,64$ ;  $0,76$  i  $0,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) zanotowano na obiektach, gdzie zastosowano odpad popieczarkowy i większą dawkę nawozów mineralnych ( $\text{N}_2\text{K}_2$ ). Najmniejszy plon w pierwszym i drugim roku badań uzyskano z obiektu kontrolnego (odpowiednio:  $0,53$  i  $0,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a w trzecim roku z obiektu z samym podłożem popieczarkowym ( $0,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). W pierwszym i drugim roku uprawy plon białka kupkówki pospolitej z obiektów, gdzie stosowano samo podłoże popieczarkowe (odpowiednio:  $1,26$  i  $0,66 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) był większy niż z obiektów nawożonych obornikiem ( $1,12$  i  $0,49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). W trzecim roku doświadczenia plon białka testowanej trawy nawożonej obornikiem ( $0,35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) był większy niż plon białka roślin z obiektu, gdzie stosowano samo podłoże popieczarkowe ( $0,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Taki rozkład plonu białka w trzecim roku uprawy kupkówki pospolitej spowodowany jest najprawdopodobniej wyczerpaniem się zasobów azotu zawartego

w podłożu popieczarkowym. Uzupełnienie podłoża popieczarkowego azotem mineralnym w obydwu dawkach (N<sub>1</sub>K<sub>1</sub> i N<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) spowodowało zwiększenie plonu białka kupkówki pospolitej w porównaniu do plonu białka tej trawy z obiektu nawożonego obornikiem.

**Tabela 4.** Plon białka ogólnego (t·ha<sup>-1</sup> s.m.) *Dactylis glomerata* w zależności od nawożenia, pokosu i lat badań

**Table 4.** Yield of total protein (t ha<sup>-1</sup> D.M) of *Dactylis glomerata* depending on fertilisation, cut and years of research

Obiekty doświadczalne Fertilisation treatment	Pokos Cut	Lata – Years			Średnia Mean
		2012	2013	2014	
Obiekt kontrolny Control treatment	I	0,30	0,19	0,12	0,20
	II	0,20	0,14	0,08	0,14
	III	0,06	0,06	0,04	0,05
Obornik Farmyard manure	I	0,63	0,22	0,16	0,34
	II	0,51	0,17	0,11	0,26
	III	0,09	0,09	0,08	0,09
Podłoże popieczarkowe Mushroom substrate	I	0,76	0,28	0,09	0,38
	II	0,37	0,22	0,06	0,22
	III	0,12	0,14	0,03	0,10
Podłoże popieczarkowe + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mushroom substrate + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	I	0,12	0,35	0,19	0,22
	II	0,39	0,19	0,19	0,26
	III	0,10	0,12	0,06	0,09
Podłoże popieczarkowe + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Mushroom substrate + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	I	1,05	0,37	0,29	0,57
	II	0,67	0,23	0,27	0,39
	III	0,12	0,17	0,11	0,13
Suma z obiektu – Summ from treatment					
Obiekt kontrolny Control treatment		0,54	0,39	0,23	0,39
Obornik Farmyard manure		1,12	0,49	0,35	0,65
Podłoże popieczarkowe Mushroom substrate		1,26	0,66	0,17	0,70
Podłoże popieczarkowe + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Mushroom substrate + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>		1,32	0,63	0,43	0,79
Podłoże popieczarkowe + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Mushroom substrate + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>		1,64	0,76	0,63	1,01
Średnia – Meam		1,15	0,58	0,35	

NIR<sub>0,05</sub> dla: A – nawożenie – fertilization A = 0,16 B = 0,11 C = 0,11  
 LSD<sub>0,05</sub> for: B – pokos – cut A/B = n.i. – n.s. B/A = n.i. – n.s. A/C = n.i.  
 C – lata – years C/A = n.i. – n.s. B/C = 0,18 C/B = 0,18

W badaniach Jankowskiego i in. (2004), jak również Ciepeli i in. (2007) w badaniach na łące trwałej łączne nawożenie odpadem po uprawie pieczarki z nawożeniem mineralnym dało podobne plony białka zebranej runi, co nawożenie obornikiem łącznie z NPK. Uzyskane plony biomasy i białka kupkówki pospolitej w obiekcie nawożonym samym podłożem popieczarkowym w pierwszych dwóch latach badań były większe niż w obiekcie nawożonym obornikiem. W trzecim roku badań zanotowano natomiast lepsze działanie obornika w odniesieniu do badanych cech. Fakt ten wynikał niewątpliwie z różnic w zawartości azotu a także z różnego charakteru zastosowanych materiałów organicznych. Podłoże po produkcji pieczarki odznacza się znacznie węższym stosunkiem węgla do azotu (C:N) niż obornik bydlęcy (nawet przefermentowany). Węższy stosunek C:N w podłożu popieczarkowym niż w oborniku, zdaniem Kalembasy i Wiśniewskiej (2001), Kalembasy i Wiśniewskiej (2004, 2006), jest korzystniejszy pod względem nawozowym. Wskazuje on na przewagę mineralizacji organicznych związków azotu nad ich syntezą (sorpcją biologiczną), w wyniku czego w szybszym tempie składniki pokarmowe uwalniają się (mineralizują) do form przyswajalnych przez rośliny. Znacznie szybsze działanie odpadu popieczarkowego w porównaniu z obornikiem powoduje, iż odpad ten odznacza się krótszym okresem działania. Uzyskane wyniki badań pozwalają przypuszczać, że w obiekcie nawożonym podłożem popieczarkowym testowana trawa miała większy dostęp do przyswajalnych form azotu, co znalazło odzwierciedlenie w uzyskanym plonie biomasy i białka (w pierwszym i drugim roku doświadczenia) w porównaniu do obiektu, gdzie zastosowano obornik. Z kolei działanie obornika obserwowano jeszcze w trzecim roku badań. Reasumując można stwierdzić, że uzupełniające nawożenie mineralne azotowo-potasowe w obydwu dawkach ( $N_1K_1$ ,  $N_2K_2$ ) znacząco wpłynęło na zwiększenie plonu biomasy i białka testowanej trawy w porównaniu do obiektu z samym podłożem popieczarkowym, jak również obornikiem zastosowanym jako standard.

#### WNIOSKI

1. Największy sumaryczny plon kupkówki pospolitej zanotowano w obiekcie z podłożem po uprawie pieczarki i większą dawką mineralnego azotu i potasu  $N_2K_2$ , co wskazuje na korzystne współdziałanie makroelementów w zastosowanych nawozach mineralnych z zastosowanym odpadem.

2. Plon białka testowanej trawy wyraźnie zależał od dodatkowego nawożenia azotowo-potasowym. Największy plon tego składnika zanotowano w kupkówce pospolitej uprawianej na odpadzie popieczarkowym uzupełnionym większą dawką N i K.

3. Uzyskane wyniki badań dowodzą, że podłoże po uprawie pieczarki jest szybko i krótko działającym materiałem organicznym wymagającym uzupełnienia nawozami mineralnymi celem poprawy efektu działania tego materiału organicznego.



## PIŚMIENNICTWO

- Bac S., Koźmiński C., Rojek M., 1993. Agrometeorologia. PWN Warszawa, 32-33.
- Ciepiela G.A., Jankowska J., Jankowski K., Kolczarek R., 2007. Wpływ niekonwencjonalnych nawozów organicznych na jakość paszy z łąki trwałej. *Fragmenta Agronomica*, 1(93), 14-24.
- Drzał E., Kozak E., Kucharski B., Podgórski L., Streb M., Suchy M., Synoś A., 1995. Fizykochemiczne i mikrobiologiczne zagrożenia środowiska przez odpady. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 138-143.
- Jankowski K., Ciepiela G., Jodelka J., Kolczarek R., 2004. Możliwość wykorzystania kompostu pieczarkowego do nawożenia użytków zielonych. *Annales UMCS, E*, 59, 4, 1763-1770.
- Jordan S.N., Mullen G.J., Murphy M.C., 2008. Composition variability of spent mushroom composts in Ireland. *Bioresource Technology*, 99, 411-418.
- Kalembasa D., Majchrowska-Safaryan A., 2006. Wpływ uprawy pieczarki na skład chemiczny podłoża. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 512, 247-254.
- Kalembasa D., Majchrowska-Safaryan A., 2009a. Zasobność zużytego podłoża z pieczarkami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 535, 195-200.
- Kalembasa D., Majchrowska-Safaryan A., 2009b. Frakcje metali ciężkich w zużytych podłożach z pieczarkami. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 41, 572-577.
- Kalembasa D., Wiśniewska B., 2004. Wykorzystanie podłoża pieczarkowego do rekultywacji gleb. *Roczn. Glebozn.*, 55 (2), 209-217.
- Kalembasa D., Wiśniewska B., 2006. Zmiany składu chemicznego gleby i życia wielokwiatowej pod wpływem stosowania podłoża pieczarkowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 512, 265-276.
- Kalembasa D., Wiśniewska B., 2008. Wpływ nawożenia podłożem pieczarkowym na plon i zawartość wybranych makroelementów w życiu wielokwiatowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 526, 191-198.
- Kalembasa S., Wiśniewska B., 2001. Skład chemiczny podłoża po uprawie pieczarek. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 475, 295-300.
- Maher M.J., Smyth S., Dodd V.A., McCabe T., Magette W.L., Duggan J., Hennerty M.J. 2000. *Managing spent mushroom compost*. Teagasc, Dublin, 111-121.
- Maszkiewicz J., 2010. Zużyte podłoże pieczarkowe jako nawóz i paliwo. W: *Pieczarki*. Biuletyn Producenta Pieczarek. Wyd. Hortpress, 1, 59-60.
- Niżewski P., Dach J., Jędrus A. 2006. Management of mushrooms subgrade waste by composting process. *Zagospodarowanie zużytego podłoża z pieczarkami metodą kompostowania*. *J. of Res. and Appl. in Agricul. Engineer.*, 51, 1, 24-2.
- Polat E., Uzun I.H., Topcuoglu B., Önal K., Onus A.N., Karaca M., 2009. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis dativus L.*) grown in greenhouses. *African J. of Biotechnology*, 8,2, 176-180.
- Rak J., Koc G., Jankowski K., 2001. Zastosowanie kompostu pieczarkowego w regeneracji runi łąkowej zniszczonej pożarem. *Pam. Puł.*, 125, 401-408.
- Rao J.R., Watabe M., Stewart T.A., Millar B.C., Moore J.E., 2007. Pelleted organomineral fertilizers from composted pig slurry solids, animal wastes and spent mushroom compost for amenity grasslands. *Waste Management*, 27, 1117-1128.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów. *Dz. U. Nr 112, poz. 1206*.
- Rutkowska B. 2009. Możliwości rolniczego wykorzystania zużytych podłoży po produkcji pieczarek. *Odpady w kształtowaniu i inżynierii środowiska*. Polska Akademia Nauk Wydziału Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 535, 349-354.
- Sakson N., 2007. *Produkcja podłoża do uprawy pieczarki*. PWRiL. Warszawa.

- 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.
- Systematyka Gleb Polski. 2011. Praca zbiorowa. Marcinek J., Komisarek J. (red.). Roczn. Glebozn. 62(3), 128-134.
- Szudyga K., 2009. Jakość. W: Pieczarki. Biuletyn Producenta Pieczarek. Wyd. Hortpress, 1, 12-13.
- Szudyga K., 2011. Ja pieczarka. W: Pieczarki. Biuletyn Producenta Pieczarek. Wyd. Hortpress, 1, 8-13.
- Uzun I., 2004. Use of spent mushroom compost in sustainable fruit production. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research., 12, 157-165.
- Wiśniewska-Kadżajan B., 2012. Ocena przydatności podłoża po uprawie pieczarki do nawożenia roślin. Ochr. Środ. i Zasob. Nat., 54, 165-176.
- Wiśniewska-Kadżajan B., 2013. Wpływ nawożenia łąki trwałej podłożem popieczarkowym na zawartość oraz pobranie potasu i magnezu przez ruń łąkową. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Agricultura Alimentaria Piscaria et Zootechnica, 304 (26), 107-116.

## EFFECT OF MUSHROOM SUBSTRATE SUPPLEMENTED WITH MINERALS ON YIELD OF BIOMASS AND PROTEIN OF ORCHARD GRASS

*Beata Wiśniewska-Kadżajan, Kazimierz Jankowski*

Department of Grassland and Green Areas Creation,  
Siedlce University of Natural Sciences and Humanities  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: laki@uph.edu.pl

**Abstract.** The aim of this experiment was to determine the effect of spent mushroom substrate and mineral nitrogen and potassium fertilisation on the yield of dry matter and protein of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.). The three-year field experiment in the completely randomised design was conducted on a soil with the particle size distribution of light loamy sand and with the use of organic materials which were cattle farmyard manure and substrate after the cultivation of mushrooms. The spent mushroom substrate used in the experiment was richer in dry matter and total nitrogen, and had lower content of organic carbon, total phosphorus and potassium in relation to farmyard manure. The greatest total yield of biomass and protein of orchard grass in each study year was recorded in the treatments with mushroom substrate and a higher dose of mineral N and K.

**Key words:** spent mushroom substrate, orchard grass, yield of biomass, protein