

*Beata WIŚNIEWSKA-KADŻAJAN*

## WPŁYW NAWOŻENIA PODŁOŻEM POPIECZARKOWYM NA ZAWARTOŚĆ ORAZ POBRANIE WAPNIA I SODU PRZEZ RUŃ ŁĄKOWĄ

## FERTILIZATION EFFECT WITH MUSHROOM'S COMPOST ON THE CONTENT AND UPTAKING OF CALCIUM AND SODIUM BY THE MEADOW SWARD

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

**Abstract.** The study was conducted in the years 1999–2001 on a meadow, where the following fertilizers combinations were used: control treatment (without fertilizer), NPK mineral fertilization, fertilizing with manure, manure with NPK fertilization, fertilizing the with mushroom's compost; fertilization with NPK and mushroom's compost. The study aimed to assess the impact of fertilization with mushroom's compost of permanent meadows on the content and uptaking of Ca and Na by the meadow sward. The amount of calcium incorporated into the soil in the applied organic materials were very similar, whereas the amount of sodium get with manure applied dose was almost double, higher then amount the introduced with mushroom's compost. The content of calcium and sodium (mean from years) were higher in the sward fertilized with the mushroom's compost alone and supplemented with NPK than in the sward fertilized with manure as well as with mineral fertilization. Taking into account the nutritional needs of livestock, it was found that the tested meadow sward was characterized by an extremely low content of both calcium and sodium, which clearly contributed to the deterioration of the quality of the obtained feed.

**Słowa kluczowe:** pobranie, podłoże popieczarkowe, sód, wapń, wartość paszowa.

**Key words:** calcium, mushroom's compost, sodium, the fodder value, uptaking.

### WSTĘP

Zawartość materii organicznej w większości gleb Polski użytkowanych rolniczo zmniejsza się (Gonet 2007). Należy więc wprowadzać do nich nawozy naturalne, organiczne oraz odpadowe materiały organiczne, dopuszczone do nawożenia. Stanowią one bowiem źródło materii organicznej, która decyduje w znacznym stopniu o fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwościach gleb, zwłaszcza ornych poziomów próchnicznych.

Zużyte podłoże pieczarkowe jest potencjalnie dobrym materiałem nawozowym i szczególnie cennym źródłem substancji organicznej (Kalembasa i in. 2001, Jankowski i in. 2005, Kalembasa i Majchrowska-Safaryan 2009). Zagospodarowanie tego podłoża do nawożenia w rolnictwie wymaga badań nad jego składem chemicznym i właściwościami. Zużyte podłoże po uprawie

---

\* 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.

pieczarki zastosowane nawozowo dostarcza składników pokarmowych dla roślin, w formach różnie dostępnych. W wyniku procesów mineralizacji tego materiału mogą być one stopniowo uwalniane do roztworu glebowego i stąd pobierane przez rośliny (Kalembasa i Wiśniewska 2008 a). Podłoże popieczarkowe z pieczarkarni charakteryzuje się zróżnicowanym składem chemicznym. Wynika to głównie ze składu wyjściowych materiałów, technologii produkcji oraz wielkości uzyskiwanego plonu pieczarki.

Maszkiewicz (2010) podaje, że w zużytym podłożu (popieczarkowym) zawartość wapnia i sodu wynosi odpowiednio: 22 i 0,8  $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$ . W badaniach Kalembasy i Wiśniewskiej (2001) zawartość wapnia w podłożach popieczarkowych, pochodzących z różnych pieczarkarni, wahała się od 25,3 do 102,0  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , natomiast sodu od 0,5 do 3,30  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Z nielicznych publikacji (Rak i in. 2001, Jankowski i in. 2004, 2005, Kalembasa i Wiśniewska 2004, 2006 i 2008 a i b, Ciepela i in. 2007, Rutkowska 2009, Maszkiewicz 2010) wynika, że podłoże popieczarkowe może być stosowane w uprawach rolniczych do nawożenia użytków zielonych, roślin warzywnych i sadowniczych, jak również do nawożenia trawników (Jankowski i in. 2012 a, b, c, d) oraz utrzymania terenów zieleni miejskiej.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu nawożenia podłożem popieczarkowym łąki trwałej na zawartość oraz pobranie Ca i Na przez ruń łąkową.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1999–2001 na łące trwałej, metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Doświadczenie było zlokalizowane na glebie gruntowo-glejowej właściwej wytworzonej z piasku słabogliniastego na glinie średniej pylastej. Poletka o powierzchni 9  $\text{m}^2$  (1,5 m  $\times$  6 m) oddzielone zostały ścieżkami o szerokości 1 m. Ścieżki oraz obrzeża doświadczenia koszone kilkakrotnie w celu utrzymania niskiej runi.

Badana gleba w poziomie próchnicznym miała odczyn lekko zasadowy zarówno w roztworze KCl, jak i  $\text{H}_2\text{O}$  oraz wykazywała wysoką zawartość azotu manganu i żelaza, średnią zawartość magnezu oraz bardzo niską zawartość fosforu i potasu.

Nawożenie organiczne zastosowane w doświadczeniu stanowiło podłoże po uprawie pieczarki (odpad popieczarkowy) i obornik bydlęcy jako standardowy nawóz naturalny, których skład chemiczny przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład chemiczny materiałów organicznych zastosowanych w doświadczeniu  
Table 1. Chemical composition of organic materials applied in the experiment

Materiał organiczny Organic material	Substancja organiczna Organic matter %	Sucha masa Dry matter %	pH	Zawartość – Content ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )					
				N	P	K	Ca	Mg	Na
Obornik Farmyard manure	73,5	21,0	7,0	25,1	4,80	16,7	13,8	5,30	1,10
Podłoże popieczarkowe Mushroom's compost	36,5	54,5	6,0	8,50	11,3	8,50	24,2	2,40	0,2

Wymienione materiały organiczne zastosowane były osobno, a także uzupełnione nawożeniem mineralnym NPK. Wyróżniono następujące obiekty nawozowe: obiekt kontrolny (bez nawożenia); nawożenie mineralne z NPK; nawożenie obornikiem; nawożenie obornikiem z NPK; nawożenie podłożem popieczarkowym; nawożenie podłożem popieczarkowym z NPK. Nawożenie materiałami organicznymi zastosowano jednorazowo wczesną wiosną 1999 roku w ilości  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  świeżej masy. Nawozy mineralne stosowano w każdym roku badań, azot w dawce  $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (saletra amonowa), fosfor –  $48 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (superfosfat potrójny), potas –  $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (sól potasowa). Roczną dawkę azotu i potasu dzielono na trzy równe części pod każdy odrost, fosfor zastosowano jednorazowo wiosną.

W każdym sezonie wegetacyjnym zbierano trzy odrosty trawy. Bezpośrednio po skoszeniu ruń z każdego poletka zważono, celem określenia plonu, i pobrano 0,5 kg próby zielonej masy do określenia współczynnika podsuszenia i wykonania analiz chemicznych na zawartość Ca i Na metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej.

Na podstawie zebranego plonu, którego ilości zamieszczono w publikacji Jankowskiego i in. (2004), i oznaczonej zawartości badanych makroskładników obliczono ich pobranie.

Warunki meteorologiczne panujące w czasie trwania badań były sprzyjające dla wzrostu i rozwoju roślin łąkowych. Odnotowane sumy opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach badanych sezonów wegetacyjnych i średnie miesięczne temperatury powietrza były na ogół wyższe od średniej wieloletniej – (tab. 2).

Tabela 2. Średnie miesięczne temperatury powietrza ( $^{\circ}\text{C}$ ) i sumy opadów atmosferycznych (mm) w sezonie wegetacyjnym w latach 1999–2001 i w wieloleciu

Table 2. Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and rainfalls (mm) during the vegetation periods in years 1999–2001 and in multiyears

Rok Year	Miesiąc – Month							Średnia Mean
	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Październik October	
	Temperatura – Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )							
1999	9,9	12,9	20,5	21,8	18,7	16,1	8,0	15,4
2000	12,9	16,4	19,5	19,0	19,1	11,8	11,7	15,8
2001	8,7	15,5	17,1	23,8	20,6	12,1	10,6	15,5
Średnia z wielolecia Mean for multiyears	7,8	12,5	17,2	19,2	18,5	13,1	7,8	13,7
	Opady – Rainfalls (mm)							
1999	87,3	26,4	121,7	21,9	77,4	27,8	11,6	374,1
2000	47,5	24,6	17,0	155,9	43,6	61,1	3,2	352,9
2001	69,8	28,0	36,0	55,4	24,0	108,0	14,3	335,5
Średnia z wielolecia Mean for multiyears	38,6	44,1	52,4	49,8	43,0	47,3	29,3	304,5

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wykorzystując analizę wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych. Istotność zróżnicowania wyników weryfikowano testem Tukeya.

## WYNIKI I Dyskusja

Ilość wapnia wprowadzona do gleby w zastosowanych materiałach organicznych (tab. 3) była bardzo zbliżona. Zastosowanie podłoża popieczarkowego w ilości  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  świeżej masy wniosło do gleby 28,9 kg wapnia, a zastosowanie tej samej ilości obornika wprowadziło do gleby 29,7 kg tego składnika. Zastosowanie obornika w dawce  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  wniosło niemal dwukrotnie większą ilość sodu ( $2,30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), w porównaniu z odpadem popieczarkowym ( $1,20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Tabela 3. Ilość Ca i Na (kg) wniesionych do gleby z dawką  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  świeżej masy organicznej  
Table 3. The quantity of Ca and Na (kg) put to the soil with dose  $10 \cdot \text{ha}^{-1}$  fresh organic matter

Materiał organiczny Organic material	Ca		Na
	kg		
Obornik Farmyard manure	28,9		2,30
Podłoże popieczarkowe Mushroom's compost	29,7		1,20

Oznaczona ilość wapnia w podłożu popieczarkowym była niższa, natomiast sodu zbliżona do ilości oznaczonych w tego typu odpadzie w badaniach Kalembasy i Wiśniewskiej (2001, 2008 b), Kalembasy i in. (2001).

Większą, jednak nie różniącą się statystycznie, zawartością wapnia charakteryzowała się ruń pochodząca z obiektów nawożonych podłożem popieczarkowym ( $1,35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) niż nawożonych obornikiem ( $1,29 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) (tab. 4).

Tabela 4. Średnia zawartość Ca ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  s.m.) w runi łąkowej (średnia z pokosów) nawożonej organicznie i mineralnie w trzyletnim doświadczeniu polowym  
Table 4. The average content of Ca ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  D.M.) in the sward (mean from cuts) fertilized with organic and mineral in a three-year field experiment

Obiekty nawozowe Fertilization object	Lata – Years			Średnia Mean
	1999	2000	2001	
Obiekt kontrolny Control object	1,23	1,22	1,55	1,33
NPK	1,09	1,15	1,07	1,10
Obornik – Farmyard manure	1,31	1,35	1,20	1,29
Obornik + NPK	1,01	1,12	1,08	1,07
Farmyard manure + NPK				
Podłoże popieczarkowe Mushroom's compost	1,23	1,31	1,49	1,35
Podłoże popieczarkowe + NPK	1,43	1,14	1,29	1,44
Mushroom's compost + NPK				
Średnia – Mean	1,22	1,21	1,28	

A – nawożenie – fertilization;  
B – lata – years;

A = n.i. – n.s.;  
B = n.i. – n.s.

Podobną zależność zanotowano w runi łąkowej zebranej z obiektów nawożonych badanymi materiałami organicznymi łącznie z NPK. Zawartość wapnia w runi łąkowej z obiektu nawożonego odpadem popieczarkowym i NPK wynosiła  $1,44 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , natomiast z obiektu nawożonego obornikiem i NPK –  $1,07 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Średnia zawartość wapnia w runi z obiektu kontrolnego ( $1,33 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) była większa niż w runi z obiektu nawożonego mineralnie NPK ( $1,10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), co mogło być spowodowane zakwaszającym działaniem nawozów mineralnych, szczególnie saletry amonowej.

Uwzględniając potrzeby żywieniowe zwierząt stwierdzono, że badane siano charakteryzowało się bardzo niską zawartością wapnia (Jankowska-Huflejt i Wróbel 2008, Jankowska-Huflejt i Niczyporuk 2001, Brzóska 2008).

Według Falkowskiego i in. (1990) a także Domańskiego (1999), pasza powinna zawierać  $7,00 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  s.m. wapnia. Wasilewski (1997) za optymalną zawartość tego składnika uznaje zawartość w granicach od  $6,00$  do  $9,00 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Pobranie wapnia przez ruń łąkową (tab. 5) było istotnie zróżnicowane w zależności od zastosowanego nawożenia. Większe pobranie tego makroskładnika zanotowano w runi łąkowej zebranej z obiektu gdzie zastosowano sam obornik ( $9,48 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), w porównaniu z runią łąkową z obiektu nawożonego samym podłożem popieczarkowym ( $8,68 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). W runi łąkowej zebranej z obiektu nawożonego podłożem popieczarkowym łącznie z NPK zanotowano natomiast większe pobranie wapnia ( $13,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), w porównaniu z pobraniem tego składnika przez ruń z obiektu nawożonego obornikiem łącznie z NPK ( $10,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Tabela 5. Pobranie Ca ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) przez ruń łąkową (suma z pokosów) nawożoną organicznie i mineralnie w trzyletnim doświadczeniu polowym

Table 5. Cash Ca ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) by the meadow sward (sum from cuts) fertilized with organic and mineral in a three-year field experiment

Obiekty nawozowe Fertilization object	Lata – Years			Średnia Mean
	1999	2000	2001	
Obiekt kontrolny Control object	4,77	4,57	5,13	4,85
NPK	7,64	8,62	10,2	8,83
Obornik – Farmyard manure	8,34	10,2	9,75	9,48
Obornik + NPK Farmyard manure + NPK	9,19	10,7	12,5	10,8
Podłoże popieczarkowe Mushroom's compost	7,01	8,15	10,9	8,68
Podłoże popieczarkowe + NPK Mushroom's compost + NPK	11,6	9,83	13,9	13,2
Średnia – Mean	8,16	8,69	10,8	

A – nawożenie – fertilization;

A = 4,68;

B – lata – years;

B = n.i. – n.s.

Średnia (z trzech lat) zawartość sodu (tab. 6) w runi łąkowej z obiektów nawożonych podłożem popieczarkowym ( $0,11 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) była większa niż w runi nawożonej obornikiem ( $0,09 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), ale nie była to różnica statystycznie istotna. Podobną tendencję stwierdzono na obiektach nawożonych badanymi materiałami organicznymi z dodatkiem nawożenia mineralnego NPK. Więcej sodu zanotowano w runi nawożonej odpadem popieczarkowym i NPK ( $0,12 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) niż w runi nawożonej obornikiem i NPK ( $0,10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

Zanotowana zawartość sodu w runi z obiektu nawożonego wyłącznie NPK ( $0,13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) była większa niż w runi zebranej z obiektu kontrolnego ( $0,11 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), jak również w runi nawożonej wyłącznie podłożem popieczarkowym i obornikiem (odpowiednio:  $0,11$  i  $0,09 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) i uzupełnionych mineralnie (odpowiednio:  $0,12$  i  $0,10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

Według Falkowskiego i in. (1990), Wasilewskiego (1997) i Domańskiego (1999), zawartość sodu w paszy wystarczająca na pokrycie zapotrzebowania przeżuwaczy na ten składnik powinna wahać się w granicach od  $1,5$  do  $2,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . W każdym roku badań ruń łąkowa ze wszystkich obiektów nawozowych wykazywała bardzo duży niedobór tego makroelementu.

Tabela 6. Średnia zawartość Na ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ ) w runi łąkowej (średnia z pokosów) nawożonej organicznie i mineralnie w trzyletnim doświadczeniu polowym  
 Table 6. The average content of Na ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}\text{D.M.}$ ) in the sward (mean from cuts) fertilized with organic and mineral in a three-year field experiment

Obiekty nawozowe Fertilization object	Lata – Years			Średnia Mean
	1999	2000	2001	
Obiekt kontrolny Control object	0,13	0,12	0,07	0,11
NPK	0,16	0,17	0,07	0,13
Obornik – Farmyard manure	0,11	0,10	0,07	0,09
Obornik + NPK				
Farmyard manure + NPK	0,12	0,10	0,09	0,10
Podłoże popieczarkowe Mushroom's compost	0,11	0,13	0,08	0,11
Podłoże popieczarkowe + NPK Mushroom's compost + NPK	0,14	0,11	0,11	0,12
Średnia – Mean	0,13	0,12	0,08	

A – nawożenie – fertilization; A = n.i. – n.s.;  
 B – lata – years; B = n.i. – n.s.

Pobranie sodu przez run łąkową było zróżnicowane w zależności od zastosowanego nawożenia (tab. 7). W przypadku obiektów nawożonych tylko organicznie, większą ilość badanego makroelementu pobrała run nawożona podłożem popieczarkowym ( $0,71 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) w stosunku do runi z obiektu gdzie zastosowano obornik ( $0,66 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Podobną tendencję, tylko większe wartości, zaobserwowano na obiektach nawożonych organicznie łącznie z nawożeniem mineralnym. Więcej sodu pobrała run nawożona podłożem po produkcji pieczarki i NPK ( $1,10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), mniej zaś run nawożona obornikiem i NPK ( $1,01 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Tabela 7. Pobranie Na ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) przez run łąkową (suma z pokosów) nawożoną organicznie i mineralnie w trzyletnim doświadczeniu polowym  
 Table 7. Cash Na ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) by the meadow sward (sum from cuts) fertilized with organic and mineral in a three-year field experiment

Obiekty nawozowe Fertilization object	Lata – Years			Średnia Mean
	1999	2000	2001	
Obiekt kontrolny Control object	0,50	0,45	0,23	0,40
NPK	1,12	1,27	0,67	1,04
Obornik – Farmyard manure	0,70	0,75	0,57	0,66
Obornik + NPK				
Farmyard manure + NPK	1,09	0,95	1,04	1,01
Podłoże popieczarkowe Mushroom's compost	0,63	0,81	0,59	0,71
Podłoże popieczarkowe + NPK Mushroom's compost + NPK	1,13	0,95	1,19	1,10
Średnia – Mean	0,87	0,86	0,68	

A – nawożenie – fertilization; A = 0,51;  
 B – lata – years; B = n.i. – n.s.

Na zawartość wapnia i sodu w paszy największy wpływ miał rodzaj zastosowanego materiału organicznego. Zmniejszenie zawartości badanych makroelementów w runi nawożonej organicznie, w porównaniu z runią z obiektów nawożonych mineralnie czy też obiektu kontrolnego, mogło być wywołane sorbcją biologiczną wynikającą z rozkładu tych materiałów w glebie. Badania Mazura (2000) dowodzą, że większa zawartość makroskładników

w nawozach stosowanych na użytki zielone sprzyja większej ich kumulacji w roślinach. Są to bardzo ważne składniki z punktu widzenia fizjologii roślin użytków zielonych. Wapń jest podstawowym składnikiem budulcowym błon komórkowych i tkanki mechanicznej, sód natomiast wpływa na gospodarkę wodną roślin oraz metabolizm azotu, a przede wszystkim poprawia smakowość runi (Czuba 1996).

## WNIOSKI

1. Podłoże popieczarkowe zastosowane w nawożeniu, w porównaniu z obornikiem, charakteryzowało się nieco większą zawartością wapnia i prawie dwukrotnie mniejszą zawartością sodu.

2. Ruń łąkowa pochodząca z obiektów nawożonych podłożem popieczarkowym wyłącznie lub z dodatkiem NPK cechowała się większą zawartością wapnia jak i sodu, w porównaniu z runią nawożoną samym obornikiem bądź w połączeniu z nawozami mineralnymi.

3. Uwzględniając potrzeby żywieniowe zwierząt, stwierdzono że badana ruń łąkowa charakteryzowała się zbyt niską zawartością obydwu badanych makroskładników.

## PIŚMIENNICTWO

- Brzózka F.** 2008. Pasze objętościowe z użytków zielonych i ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt. *Wieś Jutra* 3 (116), 28–33.
- Ciepiela G.A., Jankowska J., Jankowski K., Kolczarek R.** 2007. Wpływ niekonwencjonalnych nawozów organicznych na jakość paszy z łąki trwałej. *Fragm. Agron.* 1 (3), 14–24.
- Czuba R.** 1996. Nawożenie mineralne roślin uprawnych „Zakłady Chemiczne Police” S.A.
- Domański P.** 1999. Poradnik użytkowników łąk i pastwisk. Poznań: Agencja Reklamowa Prodrug., 180.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.** 1990. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. AR Poznań.
- Gonet S.S.** 2007. Ochrona zasobów materii organicznej gleb [w: Rola materii organicznej w środowisku]. Wydaw. PTSH, Wrocław, 7–29.
- Jankowska-Huflejt H., Niczyporuk A.** 2001. Plonowanie, skład botaniczny i chemiczny runi oraz bilans potasu na łące nawożonej obornikiem i nawozami mineralnymi. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 480, 233–243.
- Jankowska-Huflejt H., Wróbel B.** 2008. Ocena przydatności pasz z użytków zielonych do produkcji zwierzęcej w badanych gospodarstwach ekologicznych. *J. Res. Appl. Agric. Enging.* 53 (3), 103–108.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J., Sosnowski J.** 2012 a. Wpływ zróżnicowanej dawki odpadu popieczarkowego na stopień odrostu muraw trawnikowych. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric. Aliment. Pisc. Zootech.* 297 (23), 35–42.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J., Sosnowski J., Wiśniewska-Kadżajan. B.** 2012 a. Wpływ zróżnicowanej dawki odpadu popieczarkowego na stopień odrostu muraw trawnikowych. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric., Aliment. Pisc., Zootech.* 295 (23), 35–42.
- Jankowski K., Ciepiela G.A., Jodełka J., Kolczarek R.** 2004. Możliwość wykorzystania kompostu popieczarkowego do nawożenia użytków zielonych. *Ann. UMCS* 59 (4), 1763–1770.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J., Sosnowski J.** 2012 b. Kolorystyka muraw trawnikowych w wyniku zastosowania zróżnicowanych dawek odpadu popieczarkowego. *Łąk. Pol.* 15, 77–85.
- Jankowski K., Czeluściński W., Jankowska J., Sosnowski J., Wiśniewska-Kadżajan B.** 2012 c. Wpływ zróżnicowanej dawki odpadu popieczarkowego na cechy jakościowe muraw trawnikowych. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin.* 295 (22), 13–20.

- Jankowski K., Czeluściński W., Sosnowski J., Jankowska J.** 2012 d. Oddziaływanie zróżnicowanych dawek odpadu popieczarkowego na zadarnienie muraw trawnikowych. *Fragm. Agron.* 29 (3), 45–53.
- Jankowski K., Jodełka J., Ciepela G.A.** 2005. Wpływ nawożenia łąki trwałej kompostem popieczarkowym na zawartość wybranych mikroelementów w runi łąkowej. *Łąk. Pol.* 8, 81–85.
- Kalembasa D., Majchrowska-Safaryan A.** 2009. Zasobność zużytego podłoża z pieczarkarni. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 535, 195–200.
- 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 życia wielokwiatowej pod wpływem stosowania podłoża popieczarkowego. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 512, 265–276.
- Kalembasa D., Wiśniewska B.** 2008 a. Wpływ nawożenia podłożem popieczarkowym na plon i zawartość wybranych makroelementów w życiu wielokwiatowej. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 526, 191–198.
- Kalembasa D., Wiśniewska B.** 2008 b. Zawartość K, Ca, Mg, S i Na w różnych materiałach organicznych. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 526, 185–190.
- Kalembasa S., Kalembasa D., Symanowicz B., Wiśniewska B., Pieńkowska B.** 2001. Zawartość potasu i magnezu w nawozach i materiałach organicznych. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 480, 77–83.
- Kalembasa S., Wiśniewska B.** 2001. Skład chemiczny podłoży po produkcji pieczarek. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 475, 295–300.
- Maszkiewicz J.** 2010. Zużyte podłoże popieczarkowe jako nawóz i paliwo [w: *Pieczarki. Biul. Prod. Piecz.*]. Wydaw. Hortpress, 1, 59–60.
- Mazur T.** 2000. Rolnicza utylizacja stałych odpadów organicznych. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 472, 507–516.
- Rak J., Koc G., Jankowski K.** 2001. Zastosowanie kompostu popieczarkowego w regeneracji runi łąkowej zniszczonej pożarem. *Pamięt. Puł.* 125, 401–408.
- Rutkowska B.** 2009. Możliwości rolniczego wykorzystania zużytych podłoży po produkcji pieczarek. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 535, 349–354.
- Wasilewski Z.** 1997. Bilans pasz oraz podstawy letniego i zimowego żywienia bydła [w: *Produkcji pasz objętościowych w gospodarstwach specjalizujących się w integrowanym chowie bydła*]. Wydaw. IMUZ, 83–88.