

nawozu organicznego w sadownictwie, zieleni miejskiej i warzywnictwie. Natomiast Rak i in. [2001] proponują nawożenie tym kompostem także użytków zielonych.

Ekonomicznym uzasadnieniem wykorzystania podłoża popieczarkowego, nazywanego inaczej kompostem popieczarkowym, jest jego łatwa dostępność. W literaturze niewiele jest jednak badań dotyczących rolniczego wykorzystania tego niekonwencjonalnego nawozu. Dlatego też celem podjętych badań było porównanie zmian składu botanicznego runi łąkowej i wielkości plonów pod wpływem zastosowanego kompostu popieczarkowego w aspekcie nawożenia konwencjonalnego.

METODY

Doświadczenie założono wiosną 1999 roku metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach na łące trwałej [Trętowski, Wójcik 1989]. Poletka o powierzchni 9 m^2 ($1,5 \text{ m} \times 6 \text{ m}$) oddzielone zostały ścieżkami o szerokości 1 m. Ścieżki oraz obrzeża doświadczenia koszone kilkakrotnie w celu utrzymania niskiej runi. Przedmiotem badań w doświadczeniu było nawożenie organiczne runi łąkowej, stosowane na tle nawożenia mineralnego (kontrola i NPK). W badaniach zastosowano następujące kombinacje nawozowe: kontrola – bez nawożenia; nawożenie mineralne NPK; nawożenie obornikiem, nawożenie obornikiem z NPK; nawożenie kompostem popieczarkowym; nawożenie kompostem popieczarkowym z NPK. Nawożenie organiczne zastosowano jednorazowo wczesną wiosną 1999 roku w ilości 10 ton masy organicznej na 1 hektar. Skład chemiczny tych nawozów ilustrują dane w tabeli 1. Nawożenie mineralne stosowano w każdym roku badań. Azot w dawce 60 kg N/ha (saletra amonowa), potas – $50 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$ (sól potasowa) – dostarczano pod każdy odrost. Z kolei nawożenie fosforem (superfosfat potrójny) stosowano jednorazowo wiosną w ilości $110 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$.

W każdym roku zbierano trzy pokosy. Bezpośrednio po skoszeniu zielonkę z każdego poletka ważono i pobierano 1 kg zielonej masy w celu wykonania analizy botaniczno-wagowej oraz 0,5 kg próby zielonej masy do określenia współczynnika podsuszenia, a następnie do wykonania analiz chemicznych. Analizy chemiczne siana z wszystkich odrostów na zawartość białka ogólnego, włókna surowego, tłuszczu surowego i popiołu surowego wykonano metodą bliskiej podczerwieni na aparacie InfrAlyzer 450. Opierając się na procentowej zawartości białka, wyliczono plon białka. Ponadto dla poszczególnych kombinacji we wszystkich latach badań określono koncentrację energii netto laktacji

(NEL) w paszy według systemu DLG [Zarudzki i in. 1997], której wartości przeliczono na plon energii.

Tabela 1. Skład chemiczny nawozów organicznych stosowanych w doświadczeniu

Table 1. Chemical composition of organic manures applied in the experiment

Nawóz Manure	Sub. org. w % organic matter in%	s.m. d.m. %	Zawartość w % s.m. Content in % of d.m						Zawartość w mg kg ⁻¹ Content in mg kg ⁻¹					pH
			N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr	
Obornik Farmyard manure	73,5	21,0	2,51	0,48	1,67	1,38	0,53	0,11	178	41	0,6	9	7	7,0
Kompost popieczar. Mushroom compost	36,5	54,4	0,85	1,13	0,85	2,42	0,24	0,02	59	94	0,6	7	7	6,0

Uzyskane dane poddano ocenie statystycznej, wykorzystując analizę wariancji. Obliczenia wykonano programem Statistica For Windows, modułem Anova, Manova. Porównania średnich dokonano testem T-Tuckeya (HSD) na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Doświadczenie to było zlokalizowane na glebie gruntowo-glejowej właściwej wytworzonej z piasku słabogliniastego na glinie średniej pylastej. Badana gleba w poziomie próchnicznym miała odczyn lekko zasadowy zarówno w roztworze KCl, jak i H₂O oraz wykazywała dość wysoką zawartość azotu, manganu i żelaza, średnią zawartość magnezu oraz bardzo niską zawartość fosforu i potasu. Według stacji meteorologicznej w RZD Zawady w badanych okresach wegetacyjnych (IV–IX) średnie temperatury powietrza wynosiły 16,3–16,6°C (średnia z wielolecia 12,5°C), a sumy opadów atmosferycznych wahały się w granicach 321,2–362,5 mm i były wyższe o 46–87,3 mm w stosunku do wielolecia.

WYNIKI

Zastosowany w badaniach kompost popieczarkowy wykazywał się niższą wartością nawozową w porównaniu z obornikiem (tab. 1). W kompoście tym zawartość substancji organicznej była dwukrotnie niższa niż w oborniku. Mała ilość substancji organicznej spowodowana była prawdopodobnie procesem

kompostowania, podczas którego część tej substancji uległa mineralizacji, zwiększając tym samym (prawie trzykrotnie) zawartość suchej masy. Pod względem zawartości składników nawozowych (NPK) kompost popieczarkowy w stosunku do obornika zawierał o 1,1% mniej azotu, 3 razy mniej fosforu, oraz nieco więcej potasu. Ponadto stwierdzono, że kompost ten w porównaniu z obornikiem był uboższy w wapń, magnez, sód, cynk i ołów.

Tabela 2. Różnica w procentowym udziale poszczególnych gatunków roślin runi łąkowej między rokiem 2001 a 1999

Table 2. Difference in the proportion of each plant species in meadow sward between 2001 and 1999

Gatunek i grupa roślin Species and plant group	O	NPK	Obornik Farmyard manure	Obornik + NPK Farmyard manure +NPK	Kompost popieczarkowy Mushroom compost	Kompost popieczarkowy +NPK Mushroom compost +NPK
<i>Dactylis glomerata</i>	-0,8	6,8	3,2	7,9	4,5	8,3
<i>Poa pratensis</i>	-4,3	4,1	3,8	1,8	1,0	3,5
<i>Bromus inermis</i>	-2,0	3,1	2,8	11,5	3,0	4,0
<i>Holcus lanatus</i>	-7,0	5,3	-6,0	-7,0	-2,0	-7,0
<i>Festuca pratensis</i>	-4,5	5,0	4,5	3,7	4,0	4,2
<i>Arrhenatherum elatius</i>	-4,0	-5,0	1,0	3,5	2,0	4,0
<i>Other grasses</i>	-4,2	-1,4	-2,2	-9,8	-3,0	-3,5
<i>Grasses</i>	-13,4	7,3	7,1	5,1	9,5	13,5
<i>Trifolium hybridum</i>	-0,5	-0,2	2,0	1,5	0,5	0,7
<i>Lathyrus pratensis</i>	-0,7	-0,5	-1,0	1,5	0,2	-0,2
<i>Vicia cracca</i>	-0,5	-0,4	0,5	0,2	0,6	0,2
<i>Medicago lupulina</i>	-0,5	-0,9	-0,7	0,5	0,5	0,3
<i>Legumes</i>	-2,8	0,8	4,3	2,7	1,8	1,0
<i>Taraxacum officinale</i>	-0,7	-1,5	-0,5	-1,5	-1,8	0,5
<i>Achillea millefolium</i>	-2,0	-1,0	-0,5	-1,7	-1,8	0,7
<i>Plantago lanceolata</i>	-0,5	-1,5	-0,6	-1,7	0,7	0,9
<i>Other herbs</i>	-4,0	-3,0	-2,5	-4,0	1,8	0,5
<i>Herbs</i>	-7,2	-9,5	2,1	-0,9	1,1	3,8
<i>Weeds</i>	-3,4	1,4	-8,2	-6,9	-10,2	-18,3

Analizując oddziaływanie poszczególnych rodzajów nawozów na run łąkową, należy stwierdzić, że zastosowane nawożenie organiczne, a zwłaszcza kompost popieczarkowy korzystnie wpłynął na skład botaniczny runi łąkowej (tab. 2). W trzecim roku badań udział traw w runi nawożonej kompostem popieczarkowym z NPK zwiększył się w porównaniu z rokiem pierwszym o 13,5%, a nawożonej samym kompostem o 9,5%. Należy także stwierdzić, że w następstwie nawożenia kompostem popieczarkowym zarówno z NPK, jak i bez wzrost procentowego udziału tej grupy roślin był znacznie wyższy niż przy nawożeniu obornikiem. Spośród traw w badanej runi dominowała kupkówka pospolita, sto-

kłosa bezostna, kostrzewa łąkowa oraz rajgras wyniosły. Ponadto wykazano spadek procentowego udziału kłósówki wełnistej (7%) na obiektach nawożonych zarówno obornikiem z NPK, jak też kompostem popieczarkowym z NPK.

Stosowane w doświadczeniu nawożenie organiczne wpłynęło także na zwiększenie udziału roślin motylkowatych w runi łąkowej. Szczególnie korzystne zmiany wystąpiły na poletkach nawożonych obornikiem, gdzie zanotowano wzrost udziału tych roślin o 4,3%, podczas gdy przy nawożeniu kompostem popieczarkowym wynosił on tylko 1,8%.

Kompost popieczarkowy korzystniej jednak niż obornik wpłynął na wzrost udziału ziół, który wynosił 3,8% przy nawożeniu kompostem popieczarkowym z NPK oraz 1,1% przy nawożeniu samym kompostem. Spośród ziół, zwłaszcza przy nawożeniu kompostem popieczarkowym z NPK, zwiększył się udział babki lancetowatej (0,9%), krwawnika pospolitego (0,7%) oraz mniszka pospolitego (0,5%). W pozostałych kombinacjach nawozowych (poza kompostem popieczarkowym) nastąpiła redukcja wszystkich ziół. Ponadto na uwagę zasługuje bardzo duży spadek udziału chwastów w runi łąkowej nawożonej kompostem popieczarkowym z NPK lub samym kompostem. Spadek udziału tej grupy roślin wynosił odpowiednio 18,3 % i 10,2 %. W kombinacjach z obornikiem redukcja chwastów była znacznie mniejsza i kształtowała się na poziomie 6,9%, przy dodatkowym stosowaniu NPK i 8,2% przy nawożeniu wyłącznie obornikiem.

Podstawowym wskaźnikiem oceny gospodarowania na użytkach zielonych jest poziom plonowania. W prowadzonych badaniach wykazano, że zastosowane warianty nawozowe istotnie różnicowały plony suchej masy runi łąkowej w poszczególnych sezonach wegetacyjnych (tab. 3). Analizując lata badań, można stwierdzić, że generalnie najwyższe plony uzyskano w roku 2001 i były one wyższe w porównaniu z latami poprzednimi średnio o 1,28–1,79 t/ha. Niezależnie od lat badań na plonowanie łąki trwałej najkorzystniej wpłynęło łączne nawożenie organiczno-mineralne, a szczególnie obornik z NPK. Przy tym nawożeniu średni plon suchej masy runi łąkowej z trzech lat badań wynosił 10,1 t/ha, podczas gdy przy nawożeniu kompostem popieczarkowym z NPK był on o około 1 t/ha niższy (9,19 t/ha). Należy jednak uznać, że w obu przypadkach plonowanie roślin było wysokie. Porównując wyłącznie nawożenie organiczne (obornik lub kompost popieczarkowy), należy stwierdzić, że we wszystkich latach badań istotnie wyższe plony z łąki trwałej uzyskano przy nawożeniu obornikiem.

Zastosowane w doświadczeniu nawożenie organiczne istotnie wpływało także na plon białka z łąki trwałej (tab. 4). Najwyższy plon białka (średnio 1,68 t/ha) otrzymano w warunkach nawożenia runi obornikiem z NPK. Nieco niższy, choć równie wysoki plon białka (1,50 t/ha) zebrano z poletek nawożo-

Tabela 3. Plon suchej masy z łąki trwałej w zależności od rodzaju nawożenia i lat badań
 Table 3. Yield of dry matter from permanent meadow in relation to the kind of manuring and studied years

Kombinacje nawozowe Fertilizer combination	Rok badań Investigated year			Średnio Mean
	1999	2000	2001	
O	3,88	3,75	3,31	3,65
NPK	7,01	7,50	9,57	8,03
Obornik Farmyard manure	6,37	7,55	8,13	7,35
Obornik + NPK Farmyard manure + NPK	9,10	9,55	11,65	10,10
Kompost popieczarkowy Mushroom compost	5,70	6,22	7,38	6,43
Kompost popieczarkowy + NPK Mushroom compost + NPK	8,09	8,62	10,86	9,19
Średnio Mean	6,69	7,20	8,48	7,46

NIR $p \leq 0,05$ LSD $p \leq 0,05$

kombinacji (A) 0,67, lat (B) 0,50 współdziałania (A × B) 0,36

combinations (A) 0.67, years (B) 0.50, interaction (A × B) 0.36

Tabela 4. Plon białka (w t/ha) z łąki trwałej w zależności od rodzaju nawożenia i lat badań
 Table 4. Yield of total protein (in t/ha) from permanent meadow in relation to kind of manuring and studied years

Kombinacje nawozowe Fertilizer combination	Rok badań Investigated year			Średnio Mean
	1999	2000	2001	
O	0,55	0,57	0,43	0,52
NPK	1,11	1,40	1,41	1,31
Obornik Farmyard manure	0,94	1,30	1,14	1,13
Obornik + NPK Farmyard manure + NPK	1,59	1,69	1,76	1,68
Kompost popieczarkowy Mushroom compost	0,90	0,92	1,03	0,95
Kompost popieczarkowy + NPK Mushroom compost + NPK	1,28	1,64	1,57	1,50
Średnio Mean	1,06	1,25	1,22	1,18

NIR $p \leq 0,05$ LSD $p \leq 0,05$

kombinacji (A) 0,17, lat (B) 0,15, współdziałania (A × B) 0,12

combinations (A) 0.17; years (B) 0.15, interaction (A × B) 0.12

nych kompostem popieczarkowym z NPK. Różnica w poziomie plonowania (0,18 t/ha) pomiędzy tymi kombinacjami nawozowymi może być spowodowana mniejszą (1,1%) zawartością azotu w kompoście popieczarkowym niż w oborniku. Podobne zależności udowodniono także dla plonu suchej masy runi łąkowej nawożonej wyłącznie obornikiem lub kompostem popieczarkowym.

Ocena jakości pasz pochodzących z użytków zielonych uwzględnia obok wartości poszczególnych składników pokarmowych również jej wartość energetyczną, a szczególnie wielkość NEL. Energię netto laktacji (NEL) krowy wykorzystują na produkcję mleka (po pokryciu potrzeb bytowych) jak też może ona zostać odłożona w postaci tłuszczu zapasowego jako rezerwa energetyczna [Klocek, Osek 2001]. Według Krzywieckiego [1987] optymalna wartość NEL potrzebna do prawidłowego rozwoju zwierząt wynosi 6 MJ/kg s.m. Badana pasza wykazywała się dość wysoką ilością energii netto laktacji NEL, wahającą się w granicach 5,77–5,95 MJ/kg s.m.

Tabela 5. Energia netto laktacji NEL paszy zbieranej w latach 1999–2001

Table 5. Lactation energy NEL of fodder harvested in 1999–2001

Kombinacje nawozowe Fertilizer combination	Rok badań Investigated year			Średnio Mean
	1999	2000	2001	
	MJ/ha			
O	22737	22275	21499	22171
NPK	41430	44475	47217	44374
Obornik Farmyard	37456	43545	42410	41471
Obornik + NPK Farmyard +NPK	53963	56250	58883	55366
Kompost popieczarkowy Mushroom compost	33687	37009	37166	35954
Kompost popieczarkowy + NPK Mushroom compost + NPK	47812	50772	53027	50537
Średnio Mean	39514	42388	43367	41756

NIR $p \leq 0,05$ LSD $p \leq 0,05$

kombinacja (A) 2902, lata (B) – 978, współdziałanie (A × B) 2064

combinations (A) 2902, years (B) 978, interaction (A × B) 2064

W przypadku prowadzenia badań określających wpływ różnych wariantów nawozowych na produktywność użytków zielonych bardziej miarodajna wydaje się analiza plonu energii netto (NEL) niż ocena wartości energetycznej określonej jednostki wagowej paszy. Dane zamieszczone w tabeli 5 wskazują na to, że w zależności od lat badań istotnie najwyższy plon energii (NEL) uzyskiwano z obiektów nawożonych obornikiem z NPK (53963–58883 MJ/ha). Drugi pod względem wielkości plon energii otrzymano z poletek nawożonych kompostem popieczarkowym z NPK. W obu kombinacjach nawozowych stwierdzono również istotną statystycznie tendencję wzrostową plonu energii NEL w kolejnych latach badań, co mogło mieć związek ze znaczną poprawą składu botanicznego runi łąkowej pod wpływem zastosowania tego rodzaju nawozów (wzrost udziału szlachetnych gatunków traw, roślin motylkowatych i ziół). Z kolei nawożenie runi wyłącznie obornikiem jak i kompostem popieczarkowym we wszystkich latach badań przyczyniło się do istotnego wzrostu plonu energii netto NEL

w porównaniu z obiektami kontrolnymi, natomiast w odniesieniu do nawożenia nawozami mineralnymi NPK poziom tego plonowania dla większości przypadków był istotnie niższy. Wyjątek stanowił rok 2000, gdzie plon energii uzyskiwanej z obiektów nawożonych NPK nie różnił się istotnie od plonu otrzymanego pod wpływem nawożenia samym obornikiem.

WNIOSKI

1. Badany kompost popieczarkowy posiadał wysoką wartość nawozową, chociaż w porównaniu z obornikiem bydlęcym miał on nieco niższą zawartość większości analizowanych składników pokarmowych.
2. Zastosowany kompost popieczarkowy korzystnie wpłynął na poprawę składu botanicznego runi łąkowej, powodując wzrost udziału traw (kupkówka pospolita, stokłosa bezostna, kostrzewa łąkowa, rajgras wyniosły) roślin motylkowatych oraz ziół.
3. Poziom plonowania runi łąkowej suchej masy, białka ogólnego czy energii netto laktacji NEL, niezależnie od lat badań, najwyższy był na obiektach nawożonych obornikiem z NPK, zaś nieco niższy przy nawożeniu kompostem popieczarkowym z NPK.
4. Uwzględniając korzystne oddziaływanie kompostu popieczarkowego na runi łąkową oraz jednoczesną możliwość jego rolniczej utylizacji, wskazana jest popularyzacja dalszych badań nad bardziej powszechnym wykorzystaniem tego kompostu w rolnictwie.

PIŚMIENNICTWO

- Kłoczek B., Osek M. 2001. Wartość pokarmowa zielonek regionu środkowowschodniej Polski na tle nowoczesnych systemów wartościowania pasz. *Pam. Puł.* 125, 215–224.
- Krzywiecki S. 1987. Badania nad wartością pokarmową traw w uprawie polowej. *Biul. IHAR* 132, 23–35.
- Rak J., Koc G., Jankowski K. 2001. Zastosowanie kompostu popieczarkowego w regeneracji runi łąkowej zniszczonej pożarem. *Pam. Puł.* 125, 401–408.
- Szudyga K. 1998. Stare i nowe metody sporządzania podłoży do uprawy pieczarek. *Hasło Ogrodnicze* 9, 96–97.
- Szudyga K., Maszkiewicz J. 1987. *Uprawa grzybów*. PWRiL, Warszawa.
- Szudyga K. 1982. *Pieczarka*. PWRiL, Warszawa.
- Szymański J., Grajek W. 1998. Właściwości sorbcyjne podłoża popieczarkowego w czasie fermentacji i ich znaczenie praktyczne. *Rocz. AR Poznań* 304, *Ogrod.* 27, 311–316.
- Trętowski J., Wójcik A.R. 1988. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. WSRP Siedlce.
- Zarudzki R., Tarczykowski A., Mroczko L. 1997. *DLG – Tabele wartości pokarmowej pasz i norm żywienia przeżuwaczy*. Wyd. Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe VIT-TRA.