

Wpłynęło 06.03.2013 r.
Zrecenzowano 30.04.2013 r.
Zaakceptowano 22.05.2013 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Wpływ nawożenia gnojówką bydlęcą na jakość runi łąkowej i jej przydatność do zakiszania

Barbara WRÓBEL^{1) ABCD}, **Krystyna ZIELIŃSKA**^{2) DF},
Agata FABISZEWSKA^{2) EF}

¹⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach

²⁾ Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego w Warszawie

Streszczenie

Badania prowadzono w latach 2008–2010 w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ (obecnie ITP) w Falentach, na doświadczeniu łąkowym na łące trwałej. W ramach doświadczenia porównywano efekty nawożenia nawozami mineralnymi (NPK) oraz gnojówką bydlęcą, stosowanymi w dwóch dawkach. Celem badań była ocena wpływu nawożenia łąki trwałej gnojówką bydlęcą na skład chemiczny runi łąkowej oraz jej przydatność do zakiszania. Powierzchnię całych łąk trzykrotnie w ciągu roku koszone kosiarką rotacyjną, a ruń łąkową po wstępnym podsuszeniu (40% s.m.) zbierano prasą rolującą i zakiszano w dużych belach cylindrycznych. W próbach zielonki i kiszonki oceniano liczebność drożdży, grzybów pleśniowych oraz bakterii potencjalnie chorobotwórczych, a także zawartość składników pokarmowych. W próbkach kiszonek ponadto oceniano poziom suchej masy, wartość pH świeżej masy kiszonki, zawartość kwasu mlekowego, lotnych kwasów tłuszczowych i udział amoniaku. Skład chemiczny runi łąkowej nawożonej gnojówką był podobny do składu runi z obiektów nawożonych mineralnie. Jakość kiszonek uzyskanych z runi łąkowej z obiektów nawożonych gnojówką była nie gorsza niż jakość kiszonki z obiektów nawożonych nawozami mineralnymi. Nawożenie gnojówką nie pogorszyło jakości mikrobiologicznej pozyskiwanych pasz. Uzyskane wyniki wskazują na zasadność stosowania gnojówki na użytki zielone, z których ruń łąkowa jest przeznaczana do zakiszania.

Słowa kluczowe: drobnoustroje patogenne, gnojówka bydlęca, kiszonka, nawożenie, ruń łąkowa



Wstęp

Do niedawna gnojówkę rzadko wykorzystywano do nawożenia użytków zielonych. Wśród rolników panował pogląd, że gnojówka jest uciążliwym odpadem. Obecnie, ze względu na wysokie ceny nawozów mineralnych, zwiększyło się zainteresowanie rolników nawozami naturalnymi, w tym gnojówką. Gnojówka jest również powszechnie stosowana przez rolników gospodarujących zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego.

Gnojówka, czyli przefermentowany mocz zwierząt gospodarskich, jest szybko działającym płynnym nawozem azotowo-potasowym, niestety, z małą zawartością fosforu oraz innych składników mineralnych, jak wapń i magnez, w związku z czym trzeba stosować uzupełniające nawożenie fosforem mineralnym. O wartości nawozowej gnojówki w dużym stopniu decyduje sposób jej gromadzenia i przechowywania. Na trwałe użytki zielone można ją stosować wyłącznie w okresie wegetacyjnym, po 5–6 miesiącach przechowywania w szczelnych zbiornikach, gdzie przechodzi proces fermentacji, ale pod warunkiem, że roczne dawki azotu zawartego w gnojówce nie będą przekraczały $170 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Dotychczasowe, nieliczne badania nad stosowaniem gnojówki na trwałych użytkach zielonych w Polsce dotyczyły wpływu nawożenia gnojówką na plonowanie, skład botaniczny, wartość pokarmową runi łąkowej oraz przenikanie składników pokarmowych do wód gruntowych [ANTONKIEWICZ, RADKOWSKI 2003; BARSZCZEWSKI i in. 2011; BOGUSZEWSKI, MAĆKOWIAK 1964; DUCKA, BARSZCZEWSKI 2011; OSTROWSKI 1986; WESOŁOWSKI 2003; 2008]. Wykazano, że roślinność łąkowo-pastwiskowa wykorzystuje azot i potas z gnojówki w podobnym stopniu jak z nawozów mineralnych, jednak jej działanie plonotwórcze jest nieco słabsze niż takiej samej ilości składników zawartych w nawozach mineralnych. Stwierdzono natomiast, że zawartość niektórych składników mineralnych w sianie była większa, niż gdy stosowano nawożenie mineralne [WESOŁOWSKI 2008].

Nawożenie trwałych użytków zielonych nawozami naturalnymi, w tym nie do końca przefermentowaną gnojówką bydlęcą, może być przyczyną skażenia materiału roślinnego bakteriami potencjalnie patogennymi [PURWIN i in. 2012; ZIELIŃSKA i in. 2011; 2012]. Jednocześnie coraz powszechniejszą metodą konserwacji runi łąkowej z użytków zielonych jest jej zakiszanie [GUS 2012]. Podjęto więc badania nad oceną wpływu nawożenia runi łąkowej gnojówką na jej przydatność do zakiszania i jakość uzyskanych kiszzonek [JANKOWSKA-HUFLEJT, WRÓBEL 2011; WRÓBEL, JANKOWSKA-HUFLEJT 2010].

Celem badań jest ocena wpływu nawożenia łąki trwałej gnojówką bydlęcą na skład chemiczny runi łąkowej oraz jej przydatność do zakiszania.

Materiał i metody badań

Badania prowadzono w latach 2008–2010 w Zakładzie Doświadczalnym byłego IMUZ (obecnie ITP) w Falentach, na doświadczeniu łąkowym na łące trwałej w warunkach grądu właściwego na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej pyłastej. W ramach badań na łące wydzielono cztery łąny (obiekty doświadczalne), każdy o powierzchni ok. 0,3 ha, na których porównywano efekty nawożenia mineralnego NPK oraz gnojówką bydlęcą, stosowanymi w dwóch dawkach. Na obiekty pierwszego poziomu nawożenia corocznie w nawozach wnoszono (w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) N – 60, P – 30, K – 60, natomiast na obiekty drugiego poziomu: N – 90, P – 45, K – 90. Nawozy mineralne stosowano w formie saletry amonowej, mączki fosforytowej oraz siarczanu potasu. Nawozy mineralne azotowe i potasowe stosowano po 1/3 rocznej dawki pod każdy pokos, a fosforowe jednorazowo wiosną. Gnojówkę, po okresie co najmniej 5–6 miesięcy fermentacji w zbiorniku, stosowano doglebowo za pomocą specjalnych redlic, w dwu równych dawkach – wiosną oraz po I pokosie. Ilość stosowanej gnojówki określano na podstawie zawartości azotu, uwzględniając odpowiednie równoważniki wykorzystania: azotu – 0,7, fosforu – 1,0 i potasu – 0,8. W zależności od zawartości poszczególnych składników w gnojówce w kolejnych latach zastosowano od 24,0 do 28,0 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ – pierwszy poziom nawożenia (N – 60) i odpowiednio o 50% nawozu więcej na obiekty drugiego poziomu (N – 90). Niedobory fosforu na obiektach nawożonych gnojówką uzupełniano mączką fosforytową.

Powierzchnię całych łąnów 3-krotnie w ciągu roku koszono kosiarką rotacyjną. Pierwszy raz koszono między 19 a 28 maja, drugi – między 13 a 22 lipca i trzeci – między 21 a 29 września. W trakcie koszenia pobierano próbki runi do analiz chemicznych i mikrobiologicznych. Skoszoną ruń łąkową, po wstępnym podsuszeniu do ok. 40% s.m., zbierano prasą rolującą i zakiszano w dużych belach cylindrycznych o masie ok. 400 kg. Z każdego łąnu sporządzano po trzy duże bele. Po uformowaniu bele transportowano na miejsce składowania, gdzie owijano je czterema warstwami folii. W listopadzie z każdej beli kiszonki za pomocą specjalnego próbnika pobierano po dwie średnie próby paszy do analiz chemicznych.

W pobranych próbkach runi łąkowej z poszczególnych pokosów po wysuszeniu i zmieleniu oceniano zawartość składników pokarmowych (metodą NIRS za pomocą aparatu NIRFlex N-500 z zastosowaniem gotowych kalibracji dla siana firmy INGOT®). W próbkach świeżej kiszonki oceniano poziom suchej masy (metodą suszarkową w temperaturze 105°C), wartość pH świeżej masy kiszonki (metodą potencjometryczną), zawartość kwasu mlekowego, lotnych kwasów tłuszczowych, udział amoniaku oraz zawartość podstawowych składników pokarmowych (metodą NIRS, aparat NIRFlex N-500 z zastosowaniem gotowych kalibracji dla kiszonek firmy INGOT®). Wartość pokarmową uzyskanych kiszonek wyrażono, obliczając wskaźnik względnej jakości paszy *RFQ* według wzoru:

$$RFQ = DMI \cdot TDN:1,23 \quad (1)$$

gdzie:

RFQ – wskaźnik względnej jakości paszy (wartość niemianowana) [UNDERSANDER, MOORE 2002];

DMI – teoretyczne pobranie suchej masy, % masy ciała [MOORE, KUNKLE 1999];

TDN – suma strawnych składników pokarmowych, % suchej masy [MOORE, UNDERSANDER 2002].

W świeżych próbkach zielonki i kiszonki oznaczano ogólną liczbę bakterii tlenowych, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, w tym bakterii z grupy coli oraz liczebność drożdży i grzybów pleśniowych, stosując metodę posiewów na płytkach Petrifilm™ 3M. W 2010 r. w runi łąkowej z I pokosu oraz w sporządzonej z niej kiszonce sprawdzano obecność pałeczek *Salmonella* spp. w 25 g badanej próbki.

Uzyskane dane poddano ocenie statystycznej, wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji. Obliczenia wykonano z zastosowaniem programu Statistica, modułu Anova. Porównania średnich i podziału na grupy jednorodnie dokonano, stosując test T-Tuckeya (HSD) na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki badań

Skład botaniczny i chemiczny runi łąkowej

Dominującą grupą roślin na wszystkich obiektach doświadczalnych były trawy. Ich udział w runi w pierwszym roku badań na obiekcie nawożonym mniejszą dawką NPK wynosił 86 i 91% na obiekcie nawożonym większą dawką NPK oraz po 92% na obu obiektach nawożonych gnojówką. Dominującymi gatunkami traw były: wyczynie łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* Huds.) i wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.). W trzecim roku badań udział traw zmalał do 74% na obiekcie nawożonym większą dawką NPK i do 82% na obiekcie nawożonym mniejszą dawką NPK. Na obiektach z nawożeniem gnojówką udział traw wynosił 71% na obiekcie nawożonym mniejszą dawką i 80% na obiekcie nawożonym większą dawką. W drugim i trzecim roku badań na części łąki nawożonej gnojówką, oprócz wcześniej wymienionych gatunków traw, stwierdzono obecność życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* L.) w ilości dochodzącej do 22% na obiekcie nawożonym mniejszą dawką gnojówki. Nawożenie gnojówką, niezależnie od jej dawki, spowodowało również niewielkie zwiększenie udziału roślin bobowatych, średnio z 2,3 do 9,0% na obiekcie nawożonym mniejszą dawką i z 5,3 do 7,0% na obiekcie nawożonym większą dawką. Jednocześnie stwierdzono kilkuprocentowe zwiększenie udziału ziół i chwastów na wszystkich obiektach.

Zastosowane nawożenie nie miało istotnego wpływu na zawartość białka ogólnego w runi łąkowej. Jego średni udział w suchej masie był dość mały, gdyż kształtował się w przedziale od 94,7 g·kg⁻¹ s.m. (ruń nawożona większą dawką gnojówki) do 102,5 g·kg⁻¹ s.m. (ruń nawożona mniejszą dawką nawozów mineralnych) i z reguły był największy w próbkach pochodzących z III pokosu, najmniejszy zaś w próbkach z II pokosu (tab. 1).

Tabela 1. Skład chemiczny runi łąkowej nawożonej gnojówką i nawozami mineralnymi, średnie z lat 2008–2010

Table 1. Chemical composition of the meadow sward fertilised with liquid manure and mineral fertilisers; mean for years 2008–2010

Badany parametr Examined parameter	Pokos Cut	Wartość parametru w runi z obiektów Value of parameter in sward from objects			
		nawożonych mineralnie fertilised with mineral fertilisers		nawożonych gnojówką fertilised with liquid manure	
		N – 60	N – 90	N – 60	N – 90
Zawartość białka ogólnego [g·kg ⁻¹ s.m.] Total protein content [g·kg ⁻¹ DM]	I	105,3	97,7	99,2	102,2
	II	90,2	73,4	84,5	80,0
	III	112,0	114,2	108,8	101,8
	średnio mean	102,5	95,1	97,5	94,7
Zawartość włókna surowego [g·kg ⁻¹ s.m.] Crude fibre content [g·kg ⁻¹ DM]	I	284,9	276,2	283,6	264,5
	II	314,2	320,0	316,7	304,7
	III	274,4	260,9	269,6	258,0
	średnio mean	291,1	285,7	290,0	275,7
Zawartość popiołu surowego [g·kg ⁻¹ s.m.] Crude ash content [g·kg ⁻¹ DM]	I	77,6	85,0	75,8	77,6
	II	78,7 ^{ab}	71,3 ^a	82,0 ^b	78,0 ^{ab}
	III	99,9	99,4	102,4	98,5
	średnio mean	85,4	82,8	86,7	87,1
Zawartość NDF [g·kg ⁻¹ s.m.] NDF content [g·kg ⁻¹ DM]	I	500,3	492,3	497,3	479,0
	II	556,4	571,8	562,9	553,1
	III	517,6	488,1	509,2	494,9
	średnio mean	524,7	517,4	523,1	509,0
Zawartość ADF [g·kg ⁻¹ s.m.] ADF content [g·kg ⁻¹ DM]	I	326,7	321,4	327,3	318,6
	II	360,7	363,8	365,9	352,9
	III	332,6	316,6	327,1	316,9
	średnio mean	340,0	333,9	340,1	329,5
Zawartość ADL [g·kg ⁻¹ s.m.] ADL content [g·kg ⁻¹ DM]	I	40,5	37,5	39,9	37,7
	II	46,9	46,7	47,8	44,3
	III	40,3	36,7	38,7	37,4
	średnio mean	42,6	40,3	42,1	39,8
Zawartość cukrów prostych [g·kg ⁻¹ s.m.] Water soluble sugars content [g·kg ⁻¹ DM]	I	156,5	177,0	167,1	184,0
	II	124,6 ^a	138,7 ^{ab}	121,1 ^a	149,3 ^b
	III	124,8 ^a	150,4 ^{bc}	133,7 ^{ab}	161,5 ^c
	średnio mean	135,3^a	155,4^{bc}	140,6^{ab}	164,9^c
Strawność suchej masy [%] Dry matter digestibility [%]	I	54,7	56,5	55,0	58,7
	II	43,9	42,4	42,9	46,4
	III	53,6 ^a	58,5 ^b	55,5 ^{ab}	57,5 ^{ab}
	średnio mean	50,8	52,5	51,1	54,2
Cukry: białko ogólne Sugars: protein	I	1,51	1,83	1,73	1,82
	II	1,47 ^a	1,94 ^b	1,47 ^a	1,89 ^{ab}
	III	1,16 ^a	1,35 ^{ab}	1,28 ^{ab}	1,60 ^b
	średnio mean	1,38^a	1,71^b	1,49^{ab}	1,77^c

Objaśnienia: a, b, c – istotność różnic, gdy $p \leq 0,05$; NDF – neutralne włókno detergentowe (hemiceluloza + celuloza + lignina); ADF – kwaśne włókno detergentowe (celuloza i lignina); ADL – frakcja ligninowa kwaśnego włókna; N – 60 – nawożenie w ilości (w kg·ha⁻¹): N – 60, P – 30, K – 60; N – 90 nawożenie w ilości (w kg·ha⁻¹): N – 90, P – 45, K – 90.

Explanations: a, b, c – significance of differences at $p \leq 0.05$; NDF – neutral detergent fibre (hemicellulose + cellulose + lignin); ADF – acid detergent fibre (cellulose and lignin); ADL – lignin; N – 60 – fertilisation in amount (in kg·ha⁻¹): N – 60, P – 30, K – 60; N – 90 – fertilisation in amount (in kg·ha⁻¹): N – 90, P – 45, K – 90.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Średnia zawartość włókna surowego oraz jego frakcji (NDF, ADF i ADL), podobnie jak zawartość białka ogólnego, nie zależały od zastosowanego nawożenia, ale raczej od pokosu, z którego pochodziła ruń łąkowa. Największe ilości włókna surowego, wynoszące ponad $300 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., obserwowano w runi II pokosu. W runi z pozostałych dwóch pokosów zawartość tego składnika na ogół nie przekraczała $280 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 1).

Średnia zawartość popiołu surowego w runi łąkowej nie zależała od zastosowanego nawożenia. Jedynie w runi II pokosu odnotowano statystycznie istotnie różnice, wskazujące na większą zawartość tego składnika w runi nawożonej gnojówką (tab. 1).

Istotne zróżnicowanie zaobserwowano w ilości cukrów prostych. Ich średnia zawartość była największa w runi łąkowej nawożonej większą dawką gnojówki ($164,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), najmniejszą zaś w runi nawożonej mniejszą dawką nawozów mineralnych ($135,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) – tabela 1. Niezależnie od formy zastosowanego nawożenia największą ilością cukrów prostych, wynoszącą średnio $171,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., charakteryzowała się ruń I pokosu. W runi z pozostałych dwóch pokosów koncentracja cukrów prostych była mniejsza średnio o $0,03 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (II pokos) i $0,37 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (III pokos).

Różnice w zawartości cukrów prostych miały wpływ na kształtowanie się wzajemnego stosunku cukrów prostych do białka ogólnego, świadczącego o przydatności materiału roślinnego do zakiszania. Stosunek ten, ze względu na średnio małą zawartość białka ogólnego i dużą cukrów prostych, we wszystkich przypadkach był dość duży, szczególnie w runi I ($1,72$) i II pokosu ($1,69$) – tabela 1. Niezależnie od pokosu, najkorzystniejszym stosunkiem cukrów do białka ogólnego, wynoszącym średnio $1,77$ dla trzech pokosów, charakteryzowała się ruń pochodząca z łąki nawożonej większą dawką gnojówki.

Jakość mikrobiologiczna runi łąkowej

Zastosowane nawozy nie miały wpływu na liczebność badanych grup mikroorganizmów znajdujących się na roślinności łąkowej przeznaczonej do zakiszania. Średnia liczebność drożdży, grzybów pleśniowych, drobnoustrojów tlenowych, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz *E. coli* na runi łąkowej nawożonej obiema dawkami gnojówki była na podobnym poziomie, jak na zielonce z obu obiektów nawożonych nawozami mineralnymi. W żadnej przebadanej próbce zielonki nie stwierdzono obecności pałeczek *Salmonella* spp. (tab. 2).

Jakość i wartość pokarmowa kiszzonek

Zawartość suchej masy w uzyskanych kiszzonekach była dość zróżnicowana, gdyż wahała się od $309,5$ do $513,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 3). Najmniej suchej masy, średnio ponad $300 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, było w kiszzonekach sporządzonych z runi łąkowej zebranej w I pokosie. Najwyższy stopień podsuszenia (średnio ok. $450 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) obserwowano w kiszzonekach z runi II pokosu. Niezależnie od pokosu stwierdzono istotny

Tabela 2. Liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów ($\log jtk \cdot g^{-1}$ s.m.) w runi łąkowej nawożonej gnojówką i nawozami mineralnymi; średnie z lat 2008–2010
 Table 2. Size of particular groups of microorganisms ($\log cfu \cdot g^{-1}$ FM) in meadow sward fertilised with liquid manure and mineral fertilisers; mean for years 2008–2010

Grupa mikroorganizmów Groups of microorganisms	Pokos Cut	Liczebność na obiektach Count on objects			
		nawożonych mineralnie fertilised with mineral fertilisers		nawożonych gnojówką fertilised with liquid manure	
		N – 60	N – 90	N – 60	N – 90
Drożdże Yeast	I	1,06	0,67	0,17	0,38
	II	3,44	1,04	1,41	0,98
	III	1,98	0,93	1,00	1,02
	średnio mean	2,16	0,88	0,86	0,80
Grzyby pleśniowe Moulds	I	4,07	4,13	4,43	4,16
	II	6,30	5,43	5,73	5,27
	III	6,00 ^{ab}	5,14 ^a	5,88 ^b	5,10 ^a
	średnio mean	5,46	4,90	5,35	4,85
Ogólna liczba bakterii tlenowych Total number of aerobic bacteria	I	6,24	6,40	7,53	6,95
	II	7,75	8,11	7,69	7,79
	III	8,79	8,26	8,03	7,67
	średnio mean	8,03	7,77	7,32	7,29
<i>Enterobacteriaceae</i>	I	6,15	4,98	5,07	4,32
	II	6,48	6,05	5,66	5,92
	III	6,73	6,54	5,15	5,88
	średnio mean	6,45	5,86	5,29	5,37
<i>E. coli</i> ¹⁾	I	4,85	–	5,60	5,15
<i>Salmonella</i> spp. ¹⁾	I	0,00	–	0,00	0,00

¹⁾ Oceniano tylko w runi łąkowej z I pokosu w 2010 r.

¹⁾ Evaluated only in meadow sward from the 1st cut in 2010.

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations, see table 1.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

wpływ nawożenia na średnią zawartość suchej masy w kiszonkach; była ona największa w kiszonkach z runi nawożonej większą dawką gnojówki ($426,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), a najmniejsza w kiszonkach z runi nawożonej mniejszą dawką nawozów mineralnych ($344,4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Podobne zależności odnotowano w III pokosie. Oznaczona zawartość suchej masy w kiszonkach w większości przypadków świadczyła o właściwym stopniu podsuszenia zielonki przed zakiszaniem, który gwarantował prawidłowy przebieg procesu zakiszania.

Udowodniono również wpływ zastosowanego nawożenia na zawartość amoniaku i lotnych kwasów tłuszczowych. Kiszonki z runi nawożonej większą dawką gnojówki zawierały średnio mniej lotnych kwasów tłuszczowych ($23,39 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) niż kiszonki z runi nawożonej nawozami mineralnymi ($32,43$ – mniejsza dawka i $30,54 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. – większa dawka) – tabela 3. Najmniejsze ilości amoniaku, świadczące o najmniejszym rozpadzie substancji azotowych w procesie fer-

Tabela 3. Jakość kiszonki z runi łąkowej nawożonej gnojówką i nawozami mineralnymi, średnie z lat 2008–2010

Table 3. Quality of grass silage from meadow fertilised with liquid manure and mineral fertilisers; mean for years 2008–2010

Badany parametr Examined parameter	Pokos Cut	Wartość parametru w kiszonce z runi z obiektów Value of parameter in grass silage from objects			
		nawożonych mineralnie fertilised with mineral fertilisers		nawożonych gnojówką fertilised with liquid manure	
		N – 60	N – 90	N – 60	N – 90
Zawartość suchej masy [g·kg ⁻¹] Dry matter content [g·kg ⁻¹]	I	309,5	326,9	330,5	347,0
	II	371,2	496,2	435,6	513,1
	III	395,9 ^{ab}	390,0 ^a	437,3 ^{ab}	462,1 ^b
	średnio mean	344,4^a	393,3^{ab}	391,1^{ab}	426,1^b
pH	I	4,25 ^b	4,16 ^{ab}	4,21 ^b	4,04 ^a
	II	5,02	5,02	4,92	5,07
	III	4,91	4,82	5,06	4,84
	średnio mean	4,58	4,57	4,65	4,55
Udział N–NH ₃ w N _{og₁} [g·kg ⁻¹] N–NH ₃ in N _{tot.} [g·kg ⁻¹]	I	116,2 ^b	80,3 ^a	85,7 ^a	80,0 ^a
	II	111,3	74,8	92,4	78,1
	III	128,4 ^b	111,6 ^b	103,0 ^b	76,2 ^a
	średnio mean	117,9^c	87,7^{ab}	92,4^b	76,7^a
Zawartość kwasu mlekowego [g·kg ⁻¹ s.m.] Lactic acid content [g·kg ⁻¹ DM]	I	41,62 ^a	56,74 ^b	51,36 ^{ab}	57,99 ^b
	II	36,54	23,21	24,01	24,01
	III	43,34	37,91	36,13	30,55
	średnio mean	40,48	41,78	38,98	42,56
Zawartość lotnych kwasów tłuszczowych [g·kg ⁻¹ s.m.] Content of volatile fatty acids [g·kg ⁻¹ DM]	I	32,05 ^b	26,31 ^{ab}	29,23 ^b	19,76 ^a
	II	36,69	37,69	34,59	30,19
	III	28,07 ^{ab}	29,71 ^b	21,68 ^a	21,84 ^{ab}
	średnio mean	32,43^b	30,54^b	28,84^b	23,39^a
Suma produktów fermentacji [g·kg ⁻¹ s.m.] Sum of fermentation products [g·kg ⁻¹ DM]	I	73,67 ^a	83,05 ^b	80,59 ^b	77,76 ^{ab}
	II	72,91	60,90	58,60	60,11
	III	71,41	67,62	57,82	52,40
	średnio mean	72,96	72,32	67,82	65,95
Udział kwasu mlekowego w sumie produktów fermentacji [%] Share of lactic acid in sum of fermentation products [%]	I	56,53 ^a	67,88 ^{bc}	62,03 ^{ab}	74,57 ^c
	II	46,50	37,58	39,87	46,93
	III	59,83	55,57	60,98	56,97
	średnio mean	54,95	55,70	55,02	61,82

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations, see table 1.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

mentacji, stwierdzono w kiszonkach nawożonych większą dawką gnojówki (76,7 g·kg⁻¹ s.m.), największe zaś w kiszonkach z runi nawożonej nawozami mineralnymi na niższym poziomie (117,9 g·kg⁻¹ s.m.).

Ilość kwasu mlekowego oraz jego udział w sumie produktów fermentacji w poszczególnych kiszonkach były różne, choć statystycznie nieistotne. Zawartość kwasu mlekowego z reguły była większa w kiszonkach z runi zebranej w I pokosie niż w kiszonkach z runi z II i III pokosu. Istotny wpływ zastosowanego nawożenia na ilość kwasu mlekowego w kiszonce oraz jego udział w sumie produktów fer-

mentacji statystycznie udowodniono tylko w odniesieniu do kiszonek z runi z I pokosu. Największe ilości kwasu mlekowego oraz największy jego udział w sumie kwasów stwierdzono w kiszoncek z runi łąkowej nawożonej większą dawką gnojówki oraz runi nawożonej większą dawką nawozów mineralnych (tab. 3).

Zawartość strawnych składników pokarmowych we wszystkich kiszoncek była taka sama i średnio wynosiła ok. 63% s.m. (tab. 4). Podobnie teoretyczne pobranie suchej masy, wynoszące średnio ponad 2,90% masy ciała, nie zależało od zastosowanego nawożenia. Również względna wartość pokarmowa wynikająca z zawartości składników pokarmowych w kiszoncek, wyrażona wskaźnikiem RFQ, kształtowała się średnio na poziomie 151–153, nie wykazując istotnego różnicowania w poszczególnych badanych paszach (tab. 4).

Tabela 4. Względna jakość kiszonek z runi łąkowej nawożonej gnojówką i nawozami mineralnymi, średnie z lat 2008–2010

Table 4. Relative Forage Quality of grass silage from the meadow fertilised with liquid manure and mineral fertilisers; mean for years 2008–2010

Badany parametr Examined parameter	Pokos Cut	Wartość parametru w runi z obiektów Value of parameter in sward from objects			
		nawożonych mineralnie fertilised with mineral fertilisers		nawożonych gnojówką fertilised with liquid manure	
		N – 60	N – 90	N – 60	N – 90
Suma strawnych składników pokarmowych [% s.m.] Total digestible nutrients [% DM]	I	63,14 ^a	64,10 ^b	63,67 ^{ab}	63,88 ^{ab}
	II	64,05 ^b	62,06 ^a	62,90 ^{ab}	62,89 ^{ab}
	III	63,69 ^{ab}	64,77 ^b	63,81 ^a	63,80 ^{ab}
	średnio mean	63,67	63,65	63,44	63,51
Pobranie suchej masy, % masy ciała Dry matter intake (DMI), % body weight	I	2,93 ^a	3,00 ^b	2,97 ^{ab}	2,99 ^{ab}
	II	2,90	2,80	2,84	2,84
	III	2,99	3,04	3,00	3,00
	średnio mean	2,94	2,95	2,93	2,94
Względna jakość paszy Relative Forage Quality (RFQ)	I	150 ^a	156 ^b	154 ^{ab}	155 ^{ab}
	II	151 ^b	142 ^a	145 ^{ab}	145 ^{ab}
	III	155	160	156	156
	średnio mean	152	153	151	152

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations, see table 1.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Jakość mikrobiologiczna kiszonek

Nie stwierdzono jednoznacznie istotnego wpływu zastosowanego nawożenia na liczebność badanych grup mikroorganizmów w kiszoncek. Liczebność drożdży średnio we wszystkich kiszoncek była podobna (średnio ok. 2,60 log jtk·g⁻¹ św.m.) – tabela 5. i w większości kiszonek większa od ich liczebności stwierdzonej na zakiszanej zielonce. Podobnie liczba grzybów pleśniowych, których aktywność enzymatyczna powoduje zmniejszenie wartości odżywczej pasz, wywołując zarazem niekorzystne zmiany organoleptyczne, we wszystkich kiszoncek, niezależnie od zastosowanego nawożenia, średnio kształtowała się na podob-

nym poziomie, jak liczebność drożdży (średnio 2,56 log jtk·g⁻¹ św.m.), ale w porównaniu z liczebnością na zielonce była mniejsza. Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych, która jest zasadniczym, choć ogólnym kryterium higienicznym informującym o stanie mikrobiologicznym paszy, w większości przebadanych kiszonek była na zbliżonym poziomie (średnio ponad 6,0 log jtk·g⁻¹ św.m.).

Tabela 5. Liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów (log jtk·g⁻¹ św.m.) w kiszonce z runi łąkowej nawożonej gnojówką i nawozami mineralnymi, średnie z lat 2008–2010

Table 5. Size of particular groups of microorganisms (log cfu·g⁻¹ FM) in grass silage from meadow fertilised with liquid manure and mineral fertilisers; mean for years 2008–2010

Grupa mikroorganizmów Groups of microorganisms	Pokos Cut	Liczebność na obiektach Count on objects			
		nawożonych mineralnie fertilised with mineral fertilisers		nawożonych gnojówką fertilised with liquid manure	
		N – 60	N – 90	N – 60	N – 90
Drożdże Yeast	I	3,03	2,64	2,15	2,90
	II	2,13 ^a	2,63 ^b	2,20 ^a	2,49 ^{ab}
	III	3,13 ^b	2,63 ^a	3,04 ^b	2,66 ^a
	średnio mean	2,76	2,63	2,46	2,68
Grzyby pleśniowe Moulds	I	3,19	2,74	3,38	3,21
	II	2,43	1,99	2,09	1,18
	III	2,52	3,53	2,43	2,07
	średnio mean	2,71	2,76	2,63	2,15
Ogólna liczba bakterii tlenowych Total number of aerobic bacteria	I	5,48 ^b	4,90 ^a	5,22 ^{ab}	5,37 ^{ab}
	II	6,41	6,32	5,85	5,89
	III	6,95	7,28	7,66	6,98
	średnio mean	6,28	6,16	6,25	6,08
<i>Enterobacteriaceae</i>	I	1,44	0,49	2,50	1,47
	II	2,23	3,58	1,64	2,20
	III	1,59 ^{ab}	0,43 ^{ab}	1,85 ^b	0,00 ^a
	średnio mean	1,75	1,50	2,00	1,22
<i>E.coli</i>	I	1,48	0,45	2,21	1,44
	II	1,98	3,19	1,49	1,83
	III	1,58 ^{ab}	0,43 ^{ab}	1,88 ^b	0,00 ^a
	średnio mean	1,68	1,36	1,86	1,09
<i>Salmonella</i> spp. ¹⁾	I	0,00	–	0,00	0,00

¹⁾ Oceniano tylko w kiszonce runi łąkowej z I pokosu w 2010 r.

¹⁾ Evaluated only in meadow sward from the 1st cut in 2010.

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations, see table 1.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Liczebność bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, których naturalnym środowiskiem bytowania jest przewód pokarmowy ludzi i zwierząt, była bardziej zróżnicowana. Średnio wahała się ona od 1,22 log jtk·g⁻¹ św.m. w kiszonce z runi nawożonej większą dawką gnojówki do 2,00 log jtk·g⁻¹ św.m. w kiszonce z runi nawożonej mniejszą dawką gnojówki (tab. 5). Podobnie jak w przypadku grzybów pleśniowych, liczebność bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* była istotnie

mniejsza niż w zakiszanej zielonce. Nie stwierdzono również istotnego zwiększenia liczebności bakterii *E. coli* w badanych kiszonkach w wyniku zastosowanego nawożenia gnojówką. Również w żadnej przebadanej próbce kiszonki, podobnie jak w zielonce, nie stwierdzono obecności pałeczek *Salmonella* spp.

Dyskusja wyników

Nawożenie łąki gnojówką nie miało istotnego wpływu na skład chemiczny runi łąkowej. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w runi łąkowej nawożonej gnojówką, bez względu na dawkę tego nawozu, była podobna do składu runi łąkowej z obiektu nawożonego nawozami mineralnymi. Dotyczyło to przede wszystkim zawartości białka ogólnego oraz włókna surowego i jego frakcji. Stwierdzono jednak, że nawożenie gnojówką miało istotny wpływ na kształtowanie się zawartości cukrów prostych, które są ważnym elementem, szczególnie w przypadku zielonek przeznaczonych do zakiszania. Stanowią one źródło energii dla bakterii kwasu mlekowego, odpowiedzialnych za prawidłowy przebieg procesu zakiszania. W runi nawożonej gnojówką średnia zawartość cukrów prostych z reguły była większa niż w runi nawożonej nawozami mineralnymi (NPK). Podobnie stosunek cukrów prostych do białka był największy i zarazem najkorzystniejszy dla procesu zakiszania w runi łąkowej pochodzącej z łąków nawożonych gnojówką. Nie stwierdzono więc niekorzystnego wpływu nawożenia gnojówką na przydatność runi łąkowej do zakiszania, jak często obserwuje się w przypadku runi łąkowej z łąk nawożonych obornikiem [BARSZCZEWSKI i in. 2010; JANKOWSKA-HUFLEJT, WRÓBEL 2011; WRÓBEL, JANKOWSKA-HUFLEJT 2010].

Nawożenie runi łąkowej gnojówką miało istotny wpływ tylko na niektóre parametry oceny chemicznej kiszonki. Kiszonki z runi nawożonej większą dawką gnojówki charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością amoniaku w azocie ogólnym oraz mniejszą ilością lotnych kwasów tłuszczowych. Świadczy to o sprawniejszym przebiegu procesu fermentacji kwasu mlekowego i lepszej jakości kiszonek z runi łąkowej nawożonej gnojówką niż z runi łąków nawożonych nawozami mineralnymi. Nie stwierdzono również niekorzystnego wpływu nawożenia gnojówką na wartość pokarmową kiszonek. Kiszonki z runi łąkowej nawożonej gnojówką średnio zawierały podobną ilość strawnych składników pokarmowych. Również teoretyczne pobranie suchej masy oraz względna wartość pokarmowa *RFQ*, obliczone na podstawie zawartości składników pokarmowych w kiszonkach, były takie same jak kiszonek z runi nawożonej nawozami mineralnymi.

Nawożenie gnojówką nie wpłynęło istotnie na zwiększenie się liczebności poszczególnych drobnoustrojów, w tym również mikroflory potencjalnie chorobotwórczej, zarówno w zielonce, jak i w uzyskanej z niej kiszonce. Stwierdzono natomiast mniejszą liczebność bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, w tym *E. coli*, oraz grzybów pleśniowych w kiszonkach niż w zielonce. Potwierdza to tezę o możliwości hamowania rozwoju bakterii patogennych i grzybów przez bakterie fermentacji mlekowej w procesach biotechnologicznych [DAVIES i in. 1996; ZIELIŃSKA i in. 2013]. Jest to również potwierdzeniem wcześniejszych wyników badań [KWIATEK 2007], wskazujących na korzystny wpływ procesu za-

kiszania na ograniczenie liczebności chorobotwórczych bakterii w kiszonkach [JANKOWSKA-HUFLEJT, WRÓBEL 2011; WRÓBEL, JANKOWSKA-HUFLEJT 2010]. Jak wykazały badania ZIELIŃSKIEJ i in. [2011; 2012], jakość mikrobiologiczną kiszonek z runi łąkowej nawożonej nawozami naturalnymi można poprawić, stosując do zakiszania kultury starterowe preparatu bakteryjnego, mające specyficzne zdolności do hamowania bakterii chorobotwórczych.

Wnioski

1. Nawożenie łąk gnojówką bydlęcą w ilości $36\text{--}42\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ nie pogarsza przydatności runi do zakiszania i umożliwia uzyskanie kiszonki o zbliżonej jakości i wartości pokarmowej do kiszonki z runi łąk nawożonych nawozami mineralnymi.
2. Stosowanie do nawożenia użytków zielonych gnojówki bydlęcej, zgodnie z zaleceniami nawozowymi co do terminów i dawek, nie zmienia znacząco jakości mikrobiologicznej pozyskiwanych pasz.
3. Uzyskane wyniki wskazują na zasadność stosowania gnojówki do nawożenia użytków zielonych, z których zielonka jest przeznaczana na kiszonkę.
4. Wykazano jednocześnie, że konserwacja runi łąkowej poprzez zakiszanie może być efektywnym sposobem ograniczania liczebności potencjalnie patogennych bakterii i grzybów w kiszonkach.

Bibliografia

- ANTONKIEWICZ J., RADKOWSKI A. 2003. Wpływ zróżnicowanych dawek gnojówki na pobranie pierwiastków przez run łąkową. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna*. Vol. 10. Nr 3–4 s. 211–215.
- BARSZCZEWSKI J., WRÓBEL B., JANKOWSKA-HUFLEJT H., MENDRA M. 2010. Wpływ zróżnicowanych sposobów nawożenia na run łąkową oraz jakość pozyskiwanych kiszonek. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży*. Nr 46 s. 7–16.
- BARSZCZEWSKI J., WRÓBEL B., SZATYŁOWICZ M. 2011. Wpływ różnych sposobów nawożenia na skład runi łąkowej oraz jej jakość. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 565 s. 15–23.
- BOGUSZEWSKI W., MAĆKOWIAK C. 1964. Nawożenie gnojówką trwałych użytków zielonych. *Pamiętnik Puławski*. Z. 4 s. 71–80.
- DAVIES D.R., MERRY R.J., BAKEWELL E.L. 1996. The effect of timing of slurry application on the microflora of grass, and changes occurring during silage fermentation. *Grass and Forage Science*. Vol. 51 s. 42–51.
- DUCKA M., BARSZCZEWSKI J. 2011. Zmiany składu gatunkowego, plonowanie oraz bilanse azotu łąki trwałej ekologicznej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 56. Nr 3 s. 65–70.
- GUS 2012. *Produkcja upraw rolniczych i ogrodniczych w 2011 r. Materiały źródłowe*. Warszawa. ISSN 1509-7099 ss. 124.
- JANKOWSKA-HUFLEJT H., WRÓBEL B. 2011. Wpływ wiosennego nawożenia obornikiem i gnojówką na plony i jakość pokarmową oraz mikrobiologiczną kiszonki z runi łąkowej w warunkach gospodarowania ekologicznego. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 56. Nr 3 s. 164–170.

- KWIATEK K (red.) 2007. Bezpieczeństwo pasz dla bezpieczeństwa żywności. Materiały z konferencji. 24–25.09.2007 Puławy. Puławy. PIH–PIB. ISBN 9788389946072 ss. 165
- MOORE J.E., KUNKLE W.E. 1999. Evaluation of equations for estimating voluntary intake of forages and forage-based diets. *Journal of Animal Science*. Vol. 77 (Suppl. 1) ss. 204.
- MOORE J.E., UNDERSANDER D.J. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index [online]. W: *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium* s. 16–31. [Dostęp 3.06.2013]. Dostępny w Internecie: <http://dairy.ifas.ufl.edu/RNS/2002/moore.pdf>
- OSTROWSKI R. 1986. Próba częściowego i całkowitego zastąpienia nawożenia mineralnego gnojowicą i gnojówką bydlęcą na deszczowanym pastwisku. W: *Wykorzystanie gnojowicy do celów nawozowych*. 7. Konferencja Naukowo-Techniczna. Kołbacz. 16.07.1984. Kraków. IŻ s. 82–89.
- PURWIN C., LIPIŃSKI K., PYSERA B. 2012. Jakość higieniczna kiszzonek. *Życie Weterynaryjne*. Nr 1 s. 37–40.
- UNDERSANDER D., MOORE J. 2002. Relative forage quality (RFQ) indexing legumes and grasses for forage quality [online]. [Dostęp 3.06.2013]. Dostępny w Internecie: <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/rfq.htm>
- WESOŁOWSKI P. 2003. Wyniki nawożenia gnojówką bydlęcą i nawozami mineralnymi łąki na glebie torfowo-murszowej. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 3. Z. 1 (7) s. 39–51.
- WESOŁOWSKI P. 2008. Nawożenie łąk nawozami naturalnymi w świetle doświadczeń Zachodniopomorskiego Ośrodka Badawczego IMUZ w Szczecinie. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 978-83-88763-74-8 ss. 56.
- WRÓBEL B., JANKOWSKA-HUFLEJT H. 2010. The influence of natural fertilisation on quality and nutritive value of grass silage. *Grassland Science in Europe*. Vol. 15 s. 581–583.
- ZIELIŃSKA K., FABISZEWSKA A., STECKA K., WRÓBEL B. 2013. Rola bakterii fermentacji mlekowej w poprawie jakości mikrobiologicznej kiszzonek z runi łąkowej w gospodarstwach ekologicznych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 13. Z. 1(41) s. 171–182.
- ZIELIŃSKA K., KAPUROWSKA A.U., STECKA K., KUPRYŚ-CARUK M.P., MIECZNIKOWSKI A.H. 2012. Ocena stopnia skażenia bakteriami potencjalnie patogennymi kiszzonek z runi łąkowej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 57. Nr 4 s. 217–222.
- ZIELIŃSKA K., STECKA K., KUPRYŚ M., KAPUROWSKA A.U., MIECZNIKOWSKI A.H. 2011. Ocena stopnia skażenia bakteriami potencjalnie patogennymi runi łąkowej i gleb nawożonych płynnymi nawozami organicznymi. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 56. Nr 4 s. 212–215.

Barbara Wróbel, Krystyna Zielińska, Agata Fabiszewska

**THE EFFECT OF FERTILISATION WITH LIQUID CATTLE MANURE
ON MEADOW SWARD QUALITY AND ITS USEFULNESS TO ENSILAGE**

Summary

Studies were carried out within 2008–2010, in Experimental Farm at Falenty, as a plot experiment situated on mineral soil. The aim of study was to assess the effect of meadow fertilisation with liquid manure on chemical composition of the meadow sward and its usefulness for ensilage. The effect of mineral NPK fertilisation and liquid cattle manure applied in two doses equivalent to two levels of mineral fertilisation

(60 and 90 kg N·ha⁻¹) were compared. Meadow sward was cut three times a year, pre-dried and ensiled in big cylindrical bales. Herbage and silage samples were tested for the count of yeast, moulds, the presence of potentially pathogenic bacteria and the content of nutrients. Moreover, in silage samples the dry matter level, pH value of fresh matter, lactic acid and volatile fatty acids contents, as well as the share of ammonia, were measured. Chemical composition of the meadow sward fertilised with liquid manure was similar to that fertilised with mineral fertilisers. The quality of silage from sward fertilised with liquid manure was not worse than that fertilised with mineral fertilisers. Application of the liquid manure did not worsen the microbiological quality of silages. Obtained results confirm the possibility of applying liquid manure on grasslands with the herbage provided for silage making.

Key words: meadow sward, fertilisation, cattle liquid manure, mineral fertilisers, silage, pathogenic bacteria

Adres do korespondencji:

dr inż. Barbara Wróbel
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Zakład Użytków Zielonych
Al. Hrabka 3, 05-90 Raszyn
tel. 22 735-75-36; e-mail: b.wrobel@itep.edu.pl