

## EFFECT OF THE MANURE AND LIQUID MANURE APPLICATION IN SPRING ON YIELD, NUTRITIVE VALUE AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SILAGE FROM MEADOW SWARD IN CONDITIONS OF ORGANIC FARMING

### Summary

The aim of study was to assess the impact of spring fertilization of permanent meadow with solid manure and liquid manure on crop yields, nutritional value of meadow sward and its suitability for ensilage. The fertilization with mineral NPK fertilizers ( $N-60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $P-30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $K-60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), liquid manure (at doses of 30 and 45  $\text{m}^3 \text{ ha}$ ) and solid manure (at doses of 25 and 37  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) were compared. Meadow sward was mowed, dried and ensilaged in big cylindrical bales. In samples of applied fertilizers, soil samples and forage samples (green fodder and silage) the number of yeast, moulds, Enterobacteriaceae, coliforms, the presence of Salmonella sp and probable number of Bacillus cereus were evaluated. In green fodder and silage samples the content of nutrients was evaluated. In silage samples the dry matter level, pH value of fresh weight of silage, the share of ammonia, lactic acid content and volatile fatty acids were measured. Manure application, especially in higher doses, caused the increase of green fodder yield and facilitated obtaining a higher nutritive value of green fodder and grass silage. Nevertheless, the sward from meadow fertilized with solid manure was a worse material for ensilage (unfavorable ratio of sugars to protein) than the sward fertilized with liquid manure. Liquid manure of meadow sward let obtain forage with nutritive value similar to the forage from meadow fertilized with mineral fertilizers. Meadow sward fertilization with liquid manure did not worsen the fermentation process. The quality of silage made of sward fertilized with liquid manure was very good.

## WPLYW WIOSENNEGO NAWOŻENIA OBORNIKIEM I GNOJÓWKĄ NA PLONY I JAKOŚĆ POKARMOWĄ ORAZ MIKROBIOLOGICZNĄ KISZONKI Z RUNI ŁĄKOWEJ W WARUNKACH GOSPODAROWANIA EKOLOGICZNEGO

### Streszczenie

Celem badań była ocena wpływu wiosennego nawożenia łąki trwałej obornikiem i gnojówką na wielkość plonów, wartość pokarmową runi łąkowej i jej przydatność do zakiszania. Porównywano nawożenie nawozami mineralnymi NPK ( $N-60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $P-30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $K-60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), nawożenie gnojówką (w dawkach 30 i 45  $\text{m}^3 \text{ ha}$ ) oraz obornikiem (w dawkach 25 i 37  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Skoszoną i podsuszoną runię łąkową zakiszono w dużych belach cylindrycznych. W próbkach zastosowanych nawozów, w glebie oraz w paszach (zielonka i kiszonka) oceniano liczebność drożdży, pleśni, bakterii z rodziny Enterobacteriaceae, bakterii z grupy coli, obecność pateczek Salmonella sp., przypuszczalną liczbę Bacillus cereus. W próbkach zielonki i kiszonki oceniano zawartości składników pokarmowych, a w kiszonce także poziom suchej masy, wartość pH świeżej masy kiszonki, udział amoniaku, zawartość kwasu mlekowego i lotnych kwasów tłuszczowych. Nawożenie obornikiem, zwłaszcza w większej dawce, wpływało na zwiększenie plonów zielonki oraz sprzyjało uzyskaniu wyższej wartości pokarmowej zarówno zielonki, jak i produkowanych z niej kiszzonek. Mimo to runię łąkowa z łąki nawożonej obornikiem stanowiła gorszy materiał na kiszonki (niekorzystny stosunek cukru/białko) niż runię nawożona gnojówką. Po nawożeniu gnojówką uzyskano paszę o wartości pokarmowej zbliżonej do paszy z łąki nawożonej nawozami mineralnymi. Nawożenie gnojówką runi łąkowej nie utrudniło procesu fermentacji, z runi nawożonej tym nawozem uzyskano bardzo dobrą kiszonkę.

### 1. Wstęp

Ważnym elementem produkcji roślinnej w wielu gospodarstwach, szczególnie w gospodarstwach ekologicznych, są nawozy naturalne. Wpływają one na środowisko glebowo-roślinne wielostronnie: uczestniczą w żywieniu roślin i kształtowaniu żyzności gleby, dostarczają wszystkich niezbędnych składników pokarmowych dla roślin łącznie z mikroelementami, zwiększają zawartość substancji organicznej w glebie, działają łagodząco na zmiany pH gleby i poprawiają jej strukturę.

Jednocześnie coraz powszechniejszą metodą konserwacji runi łąkowej z użytków zielonych jest jej zakiszanie [2]. Z dotychczasowych badań naukowych wynika [4, 7, 8, 9], że nawozy naturalne, zwłaszcza świeży (nieprzefermentowany) obornik i gnojowica stosowane w wysokich dawkach do nawożenia użytków zielonych mogą mieć niekorzystny

wpływ na przebieg procesu zakiszania runi łąkowej i w konsekwencji na jakość uzyskanej kiszonki [3] oraz pośrednio na jakość pozyskiwanego mleka od krów. Oprócz formy i dawki nawożenia istotny jest również termin stosowania nawozów naturalnych, szczególnie czas pomiędzy terminem nawożenia a terminem zbioru zielonki [1], gdyż w miarę jego upływu zmniejsza się ilość mikroorganizmów niekorzystnych dla procesu zakiszania.

Celem badań była ocena wpływu wiosennego nawożenia obornikiem i gnojówką na plony oraz jakość pokarmową i mikrobiologiczną paszy z runi łąkowej w warunkach gospodarstwa ekologicznego.

### 2. Metody badań

Badania realizowano na doświadczeniu łąkowym zlokalizowanym na trwałym użytku zielonym położonym w sie-

dlisku grądu właściwego na glebie mineralnej, należącym do Zakładu Doświadczalnego ITP w Falentach. W ramach doświadczenia wydzielono 5 łąnów o powierzchni 0,3 ha, na których porównywano:

- nawożenie nawozami mineralnymi NPK (kontrola) stosowanymi corocznie w dawkach: N-60 kg·ha<sup>-1</sup> (po 20 kg wiosną oraz po I i II pokosie), P-30 kg·ha<sup>-1</sup> (jednorazowo wiosną), K-60 kg·ha<sup>-1</sup> (po 20 kg jak N) w formie saletry amonowej, mączki fosforytowej i siarczanu potasu;
- nawożenie gnojówką w dwóch dawkach: 30 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (Gnojówka I) i 45m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (Gnojówka II) stosowaną doglebowo wiosną 2010 r. i po I pokosie;
- nawożenie obornikiem zastosowanym jednorazowo wiosną 2010 r. w dawkach: 25 t·ha<sup>-1</sup> (Obornik I) i 37 t·ha<sup>-1</sup> (Obornik II).

Ustalając dawki obornika i gnojówki uwzględniono następujące równoważniki nawozowe wykorzystania poszczególnych składników: dla azotu 0,5 z obornika i 0,8 z gnojówki, dla potasu 0,8 z obu nawozów, a dla fosforu przyjęto równoważnik 1. Niedobory fosforu w gnojówce uzupełniano mączką fosforytową wysiewaną jednorazowo wiosną.

Wiosną, po zastosowaniu nawozów oraz po I pokosie pobrano próbki glebowe do analiz mikrobiologicznych. Łąkę skoszono 31 maja. Przed skoszeniem oceniono skład botaniczny runi łąkowej. Dominowały w niej trawy z udziałem od 71 do 82%, w tym na obiekcie nawożonym nawozami mineralnymi oraz obornikiem, głównie: wycyznec łąkowy (35-40%) oraz wiechlina łąkowa (18-25%), a na obu obiektach nawożonych gnojówką dodatkowo życica wielokwiatowa 18-22%. Rośliny motylkowate stanowiły w runi od 3 do 9%, a zioła i chwasty od 9 do 15%.

Ruń łąkową, po wstępnym podsuszeniu do około 40% sm., zbierano prasą rolującą i zakiszono w dużych belach cylindrycznych (po 3 duże bele z każdego łąnu). Po uformowaniu, bele transportowano na miejsce składowania, gdzie owijano je czterema warstwami folii. W październiku i listopadzie z każdej beli kiszonki pobrano po dwie próby paszy do analiz chemicznych.

W próbach zielonki i kiszonki oceniano zawartości składników pokarmowych (metoda NIRS na aparacie NIR-Flex N-500 z zastosowaniem gotowych kalibracji firmy INGOT®). W kiszonce oceniano również poziom suchej masy (metoda suszarkowa w temperaturze 105°C), wartość pH świeżej masy kiszonki (metoda potencjometryczna), zawartość kwasu mlekowego, lotnych kwasów tłuszczowych i udział amoniaku (metoda NIRS). W próbach gleby, zielonki i kiszonki oceniano liczebność drożdży, pleśni, ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych, bakterii rodziny *Enterobacteriaceae* (metoda posiewów na płytkach Petrifilm™ 3M), bakterii z grupy coli oraz sprawdzano obecność pałeczek *Salmonella* spp. w 25 g badanej próbki, przypuszczalną liczbę *Bacillus cereus* w 1 g próbki metodą posiewów na tradycyjnych podłożach selektywnych.

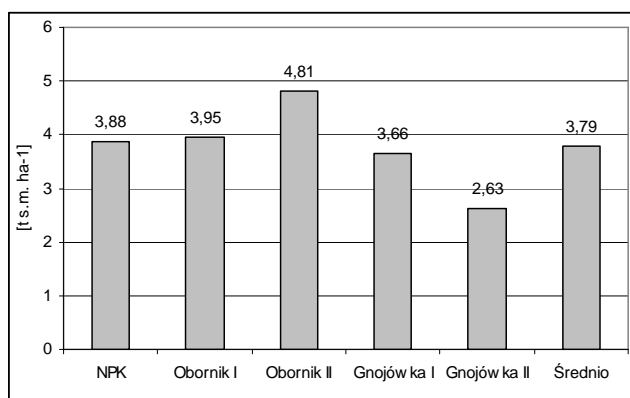
Wartość energetyczną pasz wyrażono w jednostce paszowej produkcji żywca (JPŻ), jednostce paszowej produkcji mleka (JPM), które obliczono według systemu francuskiego INRA [5] wykorzystując program komputerowy Winwar 2.

Uzyskane dane poddano ocenie statystycznej, wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji. Obliczenia wykonano programem Statistica, modułem Anova/Manova. Porównania średnich i podziału na grupy jednorodne dokonano testem T-Tukeya (HSD) na poziomie istotności p≤0,05.

### 3. Wyniki badań

#### 3.1. Plonowanie runi łąkowej

Czynnikiem istotnie różnicującym plony runi było nawożenie (rys. 1). Największe plony runi łąkowej w przeliczeniu na suchą masę (4,81 t sm z 1 ha) uzyskano na obiekcie nawożonym większą dawką obornika, najmniejsze zaś (2,63 t sm z ha) na obiekcie z nawożeniem wyższą dawką gnojówki. Na wielkość plonów w 2010 roku, oprócz zastosowanego nawożenia, wpłynęły bardzo duże opady atmosferyczne w całym sezonie wegetacyjnym, a wcześniej również duże ilości wody pozimowej ze stopienia się grubej warstwy śniegu. Duże ilości opadów powodowały okresowe podtopienia wpływające na znaczne obniżenie plonu, zwłaszcza na kwaterze z nawożeniem wyższą dawką gnojówki.



Rys. 1. Plony runi łąkowej (t sm ha<sup>-1</sup>)

Fig. 1. Meadow sward yields (t DM ha<sup>-1</sup>)

#### 3.2. Ocena mikrobiologiczna nawozów

Spśród badanych bakterii chorobotwórczych w zastosowanych nawozach najliczniej występowała bakteria *Bacillus cereus*. Liczebność mikroorganizmów z rodziny *Enterobacteriaceae* i bakterii z grupy *E. coli* wynosiła poniżej 10 jtk zarówno w oborniku, jak i gnojówce. W próbkach obu nawozów nie stwierdzono obecności pałeczek *Salmonella* spp. (tab. 1).

Tab. 1. Liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów w nawozach

Table 1. Number of individual groups of microorganisms in applied fertilizers

Oceniane mikroorganizmy	Nawóz	
	obornik	gnojówka
Ogólna liczba bakterii (jtk)	6,9 x 10 <sup>6</sup>	6,1 x 10 <sup>5</sup>
<i>Enterobacteriaceae</i> (jtk)	< 10	< 10
<i>E. coli</i> (jtk)	< 10	< 10
<i>Bacillus cereus</i> (jtk)	1,7 x 10 <sup>4</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella</i> spp. (jtk)	nieobecne w 25 g	nieobecne w 25 ml
Drożdże (jtk)	< 100	< 100
Pleśnie (jtk)	1,4 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>

#### 3.3. Ocena mikrobiologiczna gleby

Liczebność większości badanych grup mikroorganizmów w próbach gleby pobranej wiosną z poszczególnych obiektów nawozowych była na takim samym poziomie.

Wyjątek stanowiła gleba z obiektu nawożonego obornikiem w niższej dawce, gdzie stwierdzono wyższą koncentrację *Enterobacteriaceae* niż na obiekcie nawożonym obornikiem w wyższej dawce i na obiekcie kontrolnym (tab. 2).

W próbkach gleby pobranej w drugim terminie (czyli po zbiorze I pokosu oraz po zastosowaniu drugiej dawki gnojówki na obiektach z nawożeniem gnojówką) zaobserwowano zwiększenie liczebności bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* i bakterii z grupy *E. coli* oraz spadek liczebności drożdży w stosunku do terminu wiosennego. Zjawisko to dotyczyło wszystkich obiektów nawozowych. Nie stwierdzono również istotnych różnic w liczebności badanych grup mikroorganizmów pomiędzy poszczególnymi obiektami nawozowymi, z wyjątkiem obiektu z nawożeniem niższą dawką obornika. W próbce gleby pobranej z tego obiektu oznaczono wyższą liczebność bakterii rodziny *Enterobacteriaceae* i bakterii *E. coli* w stosunku do liczebności w glebie z pozostałych obiektów nawozowych. W żadnej próbce gleby, podobnie jak i zastosowanych nawozach, nie stwierdzono obecności *Salmonelli*.

### 3.4. Jakość mikrobiologiczna runi łąkowej

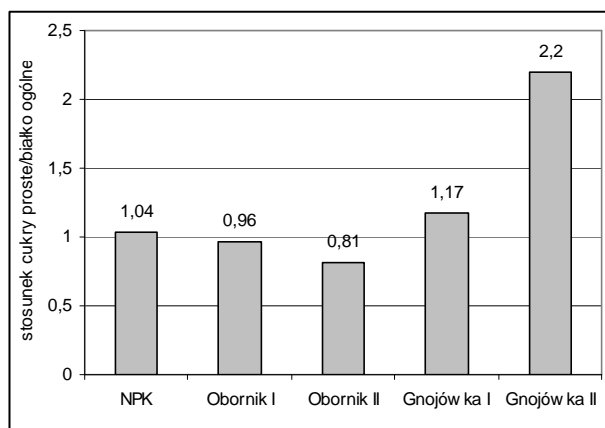
Zastosowane nawozy naturalne zarówno obornik, jak i gnojówka nie wpłynęły niekorzystnie na ocenę mikrobiologiczną runi łąkowej przeznaczoną do zakiszania. Średnia liczebność ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych, bakterii rodziny *Enterobacteriaceae*, bakterii *Bacillus cereus* oraz drożdży i pleśni na roślinności nawożonej nawozami naturalnymi była na podobnym poziomie jak na zielonce z obiektu nawożonego nawozami NPK. Jedynie na zielonce pochodzącej z runi obiektu nawożonego gnojówką liczebność *E. coli* była istotnie wyższa niż na zielonce z pozostałych obiektów, tj. obiektów nawożonych obornikiem i nawozami NPK. Próbkami zielonki były wolne od bakterii *Salmonella* spp. (tab. 3).

### 3.5. Skład chemiczny runi łąkowej

Najwyższą zawartością białka ogólnego charakteryzowała się runi nawożona wyższą dawką obornika (11,3%). Istotnie mniej białka stwierdzono w runi nawożonej nawozami mineralnymi (10,8%) oraz niższymi dawkami gnojówki

(10,7%) i obornika (10,3%). Najuboższa w białko była runi łąkowa z obiektu nawożonego większą dawką gnojówki (9,5%).

Ważnym elementem składu chemicznego, szczególnie zielonek przeznaczonych do zakiszania są cukry rozpuszczalne w wodzie. Stanowią one źródło energii dla bakterii kwasu mlekowego, odpowiedzialnych za prawidłowy przebieg procesu zakiszania. Stwierdzono, że zastosowane nawożenie miało istotny wpływ na kształtowanie się zawartości tego składnika. W runi łąkowej nawożonej obornikiem zawartość cukrów była średnio niższa niż w runi nawożonej nawozami mineralnymi (11,1%). Natomiast w runi nawożonej gnojówką zawartość cukrów była najwyższa i dochodziła nawet do 21% na obiekcie nawożonym wyższą dawką gnojówki. Najwyższym i zarazem najkorzystniejszym dla procesu zakiszania stosunkiem cukrów do białka charakteryzowała się runi łąkowa pochodząca z obiektu nawożonego gnojówką, najniższą zaś wartością – zielonka z obiektów nawożonych obornikiem, co wskazywałoby na gorszą przydatność tego materiału roślinnego do zakiszania (rys. 2).



Rys. 2. Stosunek cukrów prostych do białka w zakiszanej runi łąkowej

Fig. 2. Ratio of water soluble sugars to protein in ensiled green material

Tab. 2. Liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów w glebie z obiektów nawożonych NPK i nawozami naturalnymi  
Table 2. Number of individual groups of microorganisms in soil samples from objects fertilized with NPK and natural fertilizers

Parametry oceny mikrobiologicznej	Obiekt nawozowy				
	NPK	obornik		gnojówka	
		I	II	I	II
I termin pobrania próbek - wiosną po nawożeniu nawozami naturalnymi					
Ogólna liczba bakterii [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	5s,56	6,04	4,00	-	-
<i>Enterobacteriaceae</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	1,88	3,20	1,81	-	-
<i>E coli</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	1,65	1,88	1,70	-	-
<i>Salmonella</i> spp. [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	0	0	0	-	-
<i>Bacillus cereus</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	3,85	3,49	3,74	-	-
Drożdże [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	3,15	3,15	3,15	-	-
Pleśnie [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	2,32	2,11	2,31	-	-
II termin poboru próbek - po zbiorze I pokosu i nawożeniu drugą dawką gnojówki					
Ogólna liczba bakterii [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	6,28	6,32	6,38	6,30	6,49
<i>Enterobacteriaceae</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	4,59	4,34	3,53	3,88	3,91
<i>E coli</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	3,80	4,08	3,11	3,60	3,26
<i>Salmonella</i> spp. [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	0	0	0	0	0
<i>Bacillus cereus</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	3,72	3,54	3,59	3,67	3,70
Drożdże [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Pleśnie [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	2,51	2,85	2,73	2,49	2,54

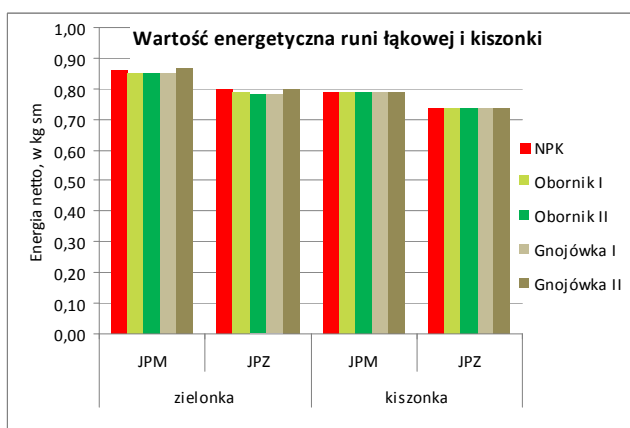
Tab. 3. Ocena mikrobiologiczna runi łąkowej z obiektów nawożonych NPK i nawozami naturalnymi  
 Table 3. Microbiological evaluation of meadow sward from objects fertilized with NPK and natural fertilizers

Parametry oceny mikrobiologicznej	Obiekt nawozowy				
	NPK	obornik		gnojówka	
		I	II	I	II
Ogólna liczba bakterii [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	7,53	7,54	7,76	7,55	7,61
<i>Enterobacteriaceae</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	6,15	6,14	6,19	5,91	6,12
<i>E coli</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	4,85ab	4,41a	4,93ab	5,60b	5,15ab
<i>Salmonella</i> spp. [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bacillus cereus</i> [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	3,99	4,47	4,23	3,21	4,17
Drożdże [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	1,06	1,65	0,0	0,33	0,77
Pleśnie [ $\log_{10}$ jtk $g^{-1}$ św. m.]	4,07	4,53	4,36	4,46	4,34

### 3.6. Wartość pokarmowa i energetyczna kiszonek

Zawartość większości składników pokarmowych w kiszonkach zależała od rodzaju zastosowanego nawożenia. Kiszonki sporządzone z runi łąkowej nawożonej obornikiem, podobnie jak i zielonka, z której je sporządzono, zawierały istotnie więcej białka ogólnego niż kiszonki z runi łąkowej nawożonej nawozami mineralnymi NPK oraz gnojówką. Zawartość popiołu surowego kształtowała się podobnie jak zawartość białka ogólnego i była największa w kiszonkach z obiektów nawożonych obornikiem. Zawartości poszczególnych frakcji włókna były bardziej wyrównane niż zawartość białka. Mimo to nawożenie obornikiem sprzyjało większej zawartości frakcji NDF i ADL. Istotnie najniższą zawartością wszystkich badanych frakcji włókna charakteryzowały się kiszonki z obiektu nawożonego wyższą dawką gnojówki (tab. 4).

Wartość energetyczna wszystkich uzyskanych kiszonek była niższa niż zielonki i wynosiła 0,79 JPM i 0,74 JPZ (rys. 3).



Rys. 3. Wartość energetyczna runi łąkowej oraz sporządzonej z niej kiszonki wyrażona w jednostkach produkcji mleka (JPM) i w jednostkach produkcji żywca (JPZ)

Fig. 3. The energetic value of meadow sward and silage expressed in Feed Units for Lactation (UFL) and Meat Production Units (UVF)

### 3.7. Jakość i ocena mikrobiologiczna kiszonek

Zastosowane nawożenie miało istotny wpływ na przebieg procesu zakiszania oraz na większość parametrów oceny jakościowej kiszonki. Oprócz nawożenia, czynnikiem wyraźnie kształtującym jakość uzyskanych kiszonek był stopień podsuszenia zakiszanej zielonki i w efekcie tego zawartość suchej masy, która wahała się od 26%

(ruń z obiektu Obornik I) do 32% (ruń z obiektu Obornik II). Poziom pH świeżej masy kiszonki najniższe wartości (4,01- 4,07 pH) przyjmował w kiszonkach z runi pochodzącej z obu obiektów nawożonych gnojówką, najwyższe zaś (maksymalnie do 4,4 pH) w kiszonkach z obu obiektów nawożonych obornikiem. Podobnie jak wartość pH kształtowała się zawartość amoniaku. Najmniejsze jego ilości stwierdzono w kiszonkach z obiektów nawożonych gnojówką (6,91-7,92% w N ogólnym), największe zaś, wynoszące od 9,17 do 10,83 % w kiszonkach z runi nawożonej nawozami naturalnymi w formie obornika.

Stwierdzono również istotny wpływ nawożenia na kształtowanie się zawartości kwasów organicznych w kiszonkach. Największy udział kwasu mlekowego, wynoszący ponad 50 g/kg sm kiszonki, zanotowano w kiszonce z runi nawożonej gnojówką. Istotnie mniejsze ilości kwasu mlekowego stwierdzono w kiszonce z obiektu nawożonego nawozami mineralnymi oraz wyższą dawką obornika. Najmniejsze ilości kwasu mlekowego (31,87 g/kg sm kiszonki) oznaczono w próbkach kiszonki z obiektu nawożonego niższą dawką obornika. Również procentowy udział kwasu mlekowego w sumie kwasów w przypadku tych kiszonek był najmniejszy, co wskazuje na gorszą jakość tej kiszonki. Zawartość lotnych kwasów tłuszczowych (octowy + masłowy + propionowy) w kiszonkach była odwrotnie proporcjonalna do zawartości kwasu mlekowego. Istotnie największe ilości lotnych kwasów tłuszczowych stwierdzono w kiszonkach z obu obiektów nawożonych obornikiem (tab. 5).

Biorąc pod uwagę kształtowanie się poszczególnych parametrów oceny jakościowej kiszonek, oceniane pasze można uszeregować od najlepszej do najgorszej w następującej kolejności: kiszonka z obiektu nawożonego wyższą dawką gnojówki, kiszonka z obiektu nawożonego niższą dawką gnojówki, kiszonka z obiektu nawożonego nawozami mineralnymi oraz kiszonka z obiektu nawożonego wyższą dawką obornika i kiszonka z obiektu nawożonego niższą dawką obornika.

Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanego nawożenia na liczebność badanych grup mikroorganizmów w kiszonkach. Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych, która jest zasadniczym, choć ogólnym kryterium higienicznym informującym o stanie mikrobiologicznym paszy, była średnio mniejsza niż w zakiszanej zielonce i w większości przebadanych kiszonek była na zbliżonym poziomie (rys. 4). Jedynie w przypadku kiszonki z runi łąkowej obiektu nawożonego wyższą dawką gnojówki stwierdzono dziesięciokrotnie mniejszą liczebność tej grupy mikroorganizmów niż w pozostałych kiszonkach (tab. 6).

Tab. 4. Zawartość składników pokarmowych w kiszonce z runi łąkowej nawożonej nawozami mineralnymi i naturalnymi  
 Table 4. Nutritive component content in grass silage from meadow fertilized with mineral and natural fertilizers

Oceniane składniki pokarmowe badanej kiszonki	Obiekt nawozowy				
	NPK	Obornik		Gnojówka	
		I	II	I	II
Masa organiczna [% sm]	91,88b	91,73ab	91,35a	92,0b	91,83b
Białko ogólne [% sm]	13,48b	14,10c	13,11ab	12,97ab	12,79a
Popiół surowy [% sm]	8,12a	8,27ab	8,65b	8,00a	8,17a
Tłuszcz surowy [% sm]	3,70	3,61	3,72	3,72	3,65
NDF [% sm]	47,21a	48,00a	47,57a	46,37ab	44,90b
ADF [% sm]	30,68a	30,78a	30,31ab	30,53ab	29,56b
ADL [% sm]	5,32ab	5,49bc	5,54c	5,23a	5,21a
Cukry [% sm]	5,65ab	6,22a	4,56b	5,12ab	5,71a

Tab. 5. Jakość kiszonki z runi łąkowej nawożonej nawozami mineralnymi i naturalnymi  
 Table 5. Quality of grass silage from meadow fertilized with mineral and natural fertilizers

Badane parametry	Obiekt nawozowy				
	NPK	Obornik I		Gnojówka I	
		I	II	I	II
Sucha masa [g kg <sup>-1</sup> ]	290ab	320b	260a	270a	267a
pH	4,20ab	4,40b	4,26ab	4,07a	4,01a
Udział amoniaku w N ogólnym [%]	9,37b	10,83c	9,17b	7,92a	6,91a
Kwas mlekowy [g kg sm]	38,78ab	31,87a	39,80abc	50,05bc	56,48c
Lotne kwasy tłuszczowe [g kg sm]	38,33b	59,33c	50,13c	30,33ab	23,93a
Suma kwasów [g kg sm]	77,11	91,20	89,93	80,38	80,41
% kwasu mlekowego w sumie kwasów	50,23ab	33,19a	43,74ab	57,33bc	70,43c

Tab. 6. Liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów w kiszonce z runi łąkowej nawożonej nawozami mineralnymi i naturalnymi  
 Table 6. Number of individual groups of microorganisms in grass silage from meadow fertilized with mineral and natural fertilizers

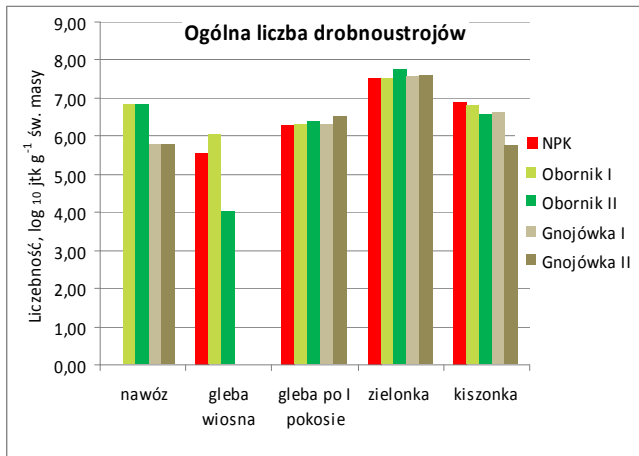
Oceniane parametry	Obiekt nawozowy				
	NPK	obornik I		gnojówka I	
		I	II	I	II
Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	6,90	6,79	6,57	6,60	5,75
<i>Enterobacteriaceae</i> [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	2,49	3,35	1,47	2,88	0,27
<i>E coli</i> [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	1,20	0,83	1,00	1,00	1,00
<i>Salmonella</i> spp. [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	0	0	0	0	0
<i>Bacillus cereus</i> [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	3,33	4,22	3,36	3,36	3,60
Drożdże [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	1,93	1,91	1,95	2,04	2,89
Pleśnie [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	4,34	3,59	4,47	3,54	4,36

Liczebność bakterii rodziny *Enterobacteriaceae*, których naturalnym środowiskiem bytowania jest przewód pokarmowy ludzi i zwierząt, była bardzo zróżnicowana. Wahala się ona od 0,27 do 3,35 log<sub>10</sub> jtk g<sup>-1</sup> św. masy i była istotnie niższa niż w zakiszanej zielonce (rys. 5), co jest zjawiskiem często opisywanym w literaturze. Mimo to nie stwierdzono istotnego wzrostu liczebności drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* pod wpływem nawożenia nawozami naturalnymi. Zaobserwowano wręcz odwrotne zjawisko - tendencję malejącą w kiszonkach z runi łąkowej nawożonej wyższymi dawkami obornika i gnojówki w stosunku do niższych dawek nawożenia nawozami naturalnymi oraz nawozami mineralnymi (tab. 6).

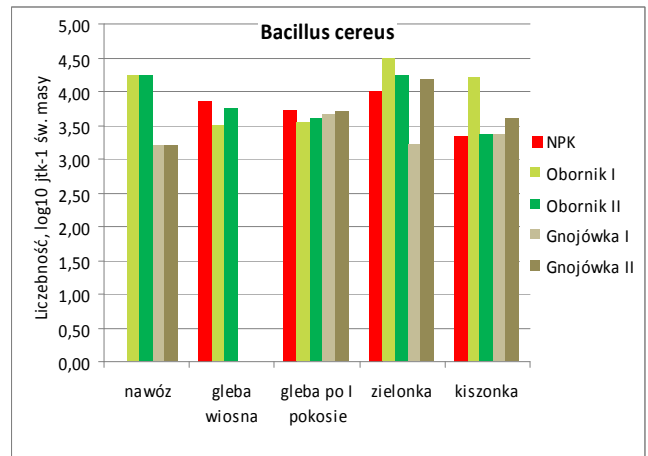
Liczba chorobotwórczych bakterii *Bacillus cereus* w kiszonkach średnio była mniejsza niż w zielonce przeznaczanej do zakiszania (rys. 7). Spośród ocenianych kiszonek najwięcej tej bakterii znaleziono w próbkach kiszonki z obiektów nawożonych niższą dawką obornika

Liczebność drożdży (rys. 8) w kiszonkach istotnie zwiększyła się w stosunku do liczebności stwierdzonej na zakiszanej zielonce, i była szczególnie duża w kiszonce z obiektu nawożonego większą dawką gnojówki i wyniosła 2,89 log<sub>10</sub> jtk g<sup>-1</sup> św. masy. W przypadku pozostałych obiektów nawozowych nie stwierdzono istotnego zróżnicowania liczebności drożdży w badanych kiszonkach.

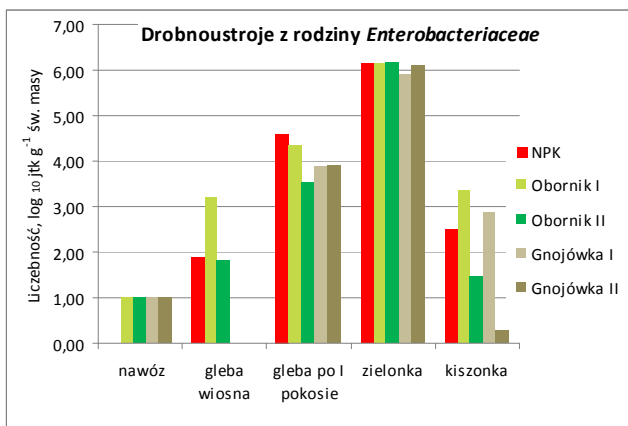
Liczba grzybów pleśniowych, których aktywność enzymatyczna powoduje obniżenie wartości odżywczej pasz, wywołując zarazem niekorzystne zmiany organoleptyczne, w kiszonce z runi nawożonej większymi dawkami nawozów naturalnych oraz nawozami naturalnymi kształtowała się na podobnym poziomie jak w zielonce (rzędu 10<sup>4</sup> jtk g świeżej masy kiszonki) (rys. 9). Natomiast w kiszonkach z runi nawożonej mniejszymi dawkami obornika i gnojówki liczebność grzybów pleśniowych była niższa niż w zielonce i kiszonce z runi nawożonej tymi nawozami w większych dawkach (tab. 6).



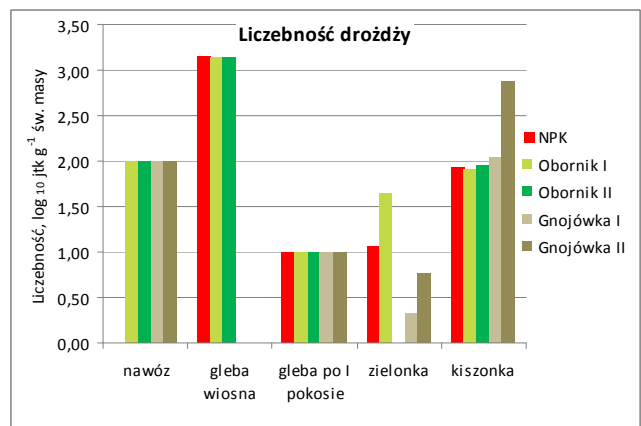
Rys. 4. Ogólna liczebność drobnoustrojów tlenowych w nawozie, glebie, zakiszonej zielonce i kiszonkach  
Fig. 4. Aerobic bacteria number in fertilizers, ensilaged material and silage



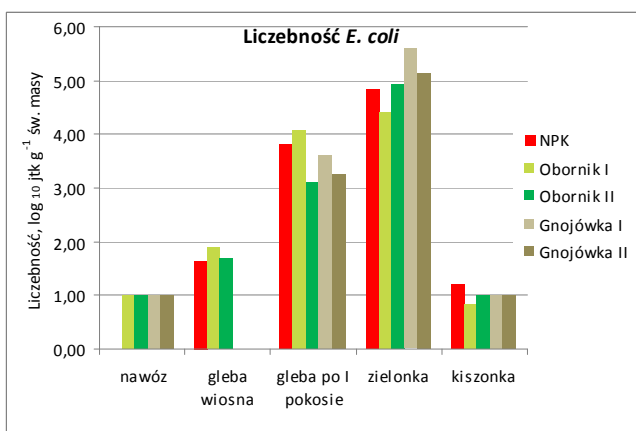
Rys. 7. Liczebność bakterii *Bacillus cereus* w nawozie, glebie, zakiszonej zielonce i kiszonkach  
Fig. 7. *Bacillus cereus* number in fertilizers, ensilaged material and silage



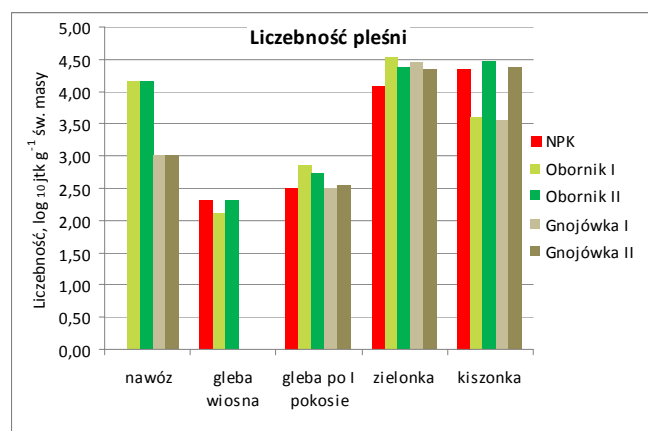
Rys. 5. Liczebność drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* w nawozie, glebie, zakiszonej zielonce i kiszonkach  
Fig. 5. *Enterobacteriaceae* spp. number in fertilizers, ensilaged material and silage



Rys. 8. Liczebność drożdży w nawozie, glebie, zakiszonej zielonce i kiszonkach  
Fig. 8. Yeast number in fertilizers, ensilaged material and silage



Rys. 6. Liczebność drobnoustrojów *E. coli* w nawozie, glebie, zakiszonej zielonce i kiszonkach  
Fig. 6. *E. coli* number in fertilizers, ensilaged material and silage



Rys. 9. Liczebność pleśni w nawozie, glebie, zakiszonej zielonce i kiszonkach  
Fig. 9. Moulds number in fertilizers, ensilaged material and silage

#### 4. Podsumowanie

Z obu rodzajów zastosowanego wiosennego nawożenia nawozami naturalnymi większe plony uzyskano po nawożeniu obornikiem, zwłaszcza w wyższej dawce, niż po nawożeniu gnojówką.

Oba zastosowane nawozy (obornik lub gnojówka) nie miały negatywnego wpływu na kształtowanie się mikroflory glebowej. Wiosną, bezpośrednio po nawożeniu, liczebność większości badanych grup mikroorganizmów w glebie nie odbiegała od liczebności w glebie nawożonej nawozami mineralnymi. Wyjątek stanowiła gleba z obiektu nawożonego niższą dawką obornika, gdzie stwierdzono wyższą koncentrację *Enterobacteriaceae* niż na pozostałych badanych obiektach. Natomiast w sezonie wegetacyjnym, po zbiorze I pokosu, we wszystkich badanych glebach łąkowych zaobserwowano wzrost liczebności bakterii rodziny *Enterobacteriaceae* i bakterii z grupy *E. coli* oraz równoczesny spadek liczebności drożdży. Najwięcej *Enterobacteriaceae* i bakterii *E. coli* stwierdzono w glebie z obiektu nawożonego niższą dawką obornika. W żadnej próbie gleby, podobnie jak i w stosowanych nawozach naturalnych, nie stwierdzono obecności pałeczek *Salmonella* spp. Stwierdzono również, że run łąkowa nawożona obornikiem, zwłaszcza w większej dawce, zawierała się więcej białka ogólnego niż run nawożona nawozami mineralnymi i gnojówką. Jednakże w runi łąkowej nawożonej obornikiem stwierdzono mniejszą zawartość cukrów i niższy stosunek cukrów do białka, co wskazuje na gorszą przydatność tego materiału roślinnego do zakiszania.

Skład chemiczny runi łąkowej nawożonej niższą dawką gnojowicy był podobny do składu runi łąkowej z obiektu nawożonego nawozami NPK. Natomiast skład chemiczny runi z obiektu nawożonego wyższą dawką gnojówki istotnie różnił się składu runi z pozostałych obiektów nawozowych. Jednak przyczyną były niekorzystne warunki wodno-powietrzne w glebie tego obiektu nawozowego.

Zarówno wartość pokarmowa, jak i jakość uzyskanych kiszzonek z runi łąkowej zależały od rodzaju zastosowanego nawożenia. Kiszsonki z runi łąkowej nawożonej obornikiem, podobnie jak zielonka, z której je sporządzono, zawierały istotnie więcej białka ogólnego niż kiszsonki z runi nawożonej nawozami mineralnymi NPK oraz gnojówką. Obornik sprzyjał też większej zawartości frakcji NDF i ADL włókna. Zawartość składników pokarmowych w runi nawożonej gnojówką była zbliżona do ich zawartości w kiszsonce z runi obiektu nawożonego nawozami mineralnymi. Wartość energetyczna wszystkich uzyskanych kiszzonek była niższa niż zielonki i w przypadku wszystkich kiszzonek wynosiła tyle samo – 0,79 JPM i 0,74 JPŻ.

Zastosowane nawożenie miało istotny wpływ na większość parametrów oceny chemicznej kiszsonki. Kiszsonki z runi nawożonej obornikiem, bez względu na jego dawkę, charakteryzowały się istotnie większą zawartością amoniaku w azocie ogólnym, większą ilością lotnych kwasów tłuszczowych oraz mniejszym udziałem kwasu mlekowego w sumie kwasów. Świadczy to o istotnie gorszej jakości kiszzonek z runi łąkowej nawożonej obornikiem. Jakość kiszsonki z runi łąkowej nawożonej gnojówką była dobra, lepsza nawet niż kiszsonki z obiektów nawożonych nawozami mineralnymi NPK. Oprócz formy nawożenia na jakość kiszsonki wpływał skład botaniczny zakiszanej runi łąkowej. Dodatkowo wpływała obecność na tych obiektach życia wielokwiatowej (w ilości 18-22%) o dużej zawartości cukrów prostych. Na pozostałych obiektach nie obserwowano tak licznych występowania tego gatunku.

Nawozy naturalne nie wpłynęły istotnie na zwiększenie się liczebności poszczególnych drobnoustrojów w kiszsonkach. W przypadku *Enterobacteriaceae* zaobserwowano wręcz odwrotne zjawisko – tendencję malejącą w kiszsonkach z runi

nawożonej większymi dawkami obornika i gnojówki niż w kiszsonkach z runi nawożonej niższymi dawkami tych nawozów, a także nawozami mineralnymi NPK. Jedynie w kiszsonce z runi nawożonej niższą dawką obornika zaobserwowano wzrost liczebności *Enterobacteriaceae* i bakterii *Bacillus cereus* w stosunku do kiszsonki nawożonej nawozami mineralnymi.

Ogólna liczba bakterii tlenowych, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, w tym *E. coli* i chorobotwórczej bakterii *Bacillus cereus* we wszystkich kiszsonkach oraz pleśni w kiszsonkach z runi nawożonych niższymi dawkami nawozów naturalnych była mniejsza niż w zielonce. Potwierdza to tezę o korzystnym wpływie procesu zakiszania na ograniczenie liczebności chorobotwórczych bakterii w kiszsonkach. Jest to również potwierdzenie wcześniejszych wyników badań wskazujących na hamowanie rozwoju bakterii patogennych i pleśni przez niektóre bakterie fermentacji mlekowej [3].

#### 5. Wnioski

Nawożenie obornikiem, zwłaszcza w większej dawce, wpłynęło na zwiększenie plonów zielonki oraz sprzyjało lepszej wartości pokarmowej zarówno zielonki, jak i wyprodukowanej z niej kiszsonki.

Jednakże zielonki z łąk nawożonych obornikiem były gorszym surowcem do kiszenia (niekorzystny stosunek cukru/białko, wynoszący 0,81-0,96) niż zielonki z łąk nawożonych gnojówką. Obornik, bez względu na dawkę, z reguły utrudniał proces zakiszania i końcowa jakość kiszzonek była istotnie gorsza.

Po nawożeniu gnojówką uzyskano paszę o wartości pokarmowej zbliżonej do pasz z łąk nawożonych nawozami mineralnymi; również proces fermentacji przebiegał bez utrudnień, i uzyskano bardzo dobrą kiszsonkę.

Nawożenie obornikiem i gnojówką zgodnie z zaleceniami co do terminów i dawek nie pogorszyło jakości mikrobiologicznej pozyskiwanych pasz.

Uzyskane wyniki dotyczące plonowania i wartości pokarmowej pasz wskazują na zasadność i przydatność tak obornika, jak i gnojówki do nawożenia użytków zielonych w systemie rolnictwa ekologicznego. Jednocześnie konserwacja runi łąkowej poprzez zakiszanie może być efektywnym narzędziem ograniczającym liczebności chorobotwórczych bakterii w kiszsonkach.

#### 6. Literatura

- [1] Davies D.R., Merry R.J., Bakewell E.L.: The effect of timing of slurry application on the microflora of grass, and changes occurring during silage fermentation. *Grass and Forage Science*, 1996, 51, 42-51.
- [2] Jankowska-Huflejt H., Domański P. J.: Aktualne i możliwe kierunki wykorzystania trwałych użytków zielonych w Polsce. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2008, t. 8, z. 2b (24), s. 31-49.
- [3] Jankowska-Huflejt, Wróbel B.: Ocena wpływu nawożenia na wartość pokarmową runi łąkowej i jej przydatność do zakiszania. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2010, Vol. 55(3), s. 133-136.
- [4] Johansen A., Todnem J.: Effects of cattle and sheep slurry on grass silage quality. In: Conference Proc. the XIIIth International Silage Conference September 11-13, 2002, Auchincruive, Scotland, 2002, 408-409.
- [5] Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. Opracowanie według INRA (1988). Praca zbiorowa. IZ Kraków, 2001, Wyd. II poprawione ss. 218.
- [6] Pauly T.M., Rodhe L.: Slurry application on ley – Effect of application method on the hygienic quality of grass silage. In: Conference Proc. the XIIIth International Silage Conference September 11-13, 2002, Auchincruive, Scotland, 410-411.
- [7] Rammer C., Lingvall P., Influence of farmyard manure on the quality of grass silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1997, 75(1), 133-140.
- [8] Rammer C., Östling C., Lingvall P., Lindgren S.: Ensiling of manured crops – effects on fermentation. *Grass and Forage Science*, 1994, 49, 343-351.