

EVALUATION OF BACTERIAL INOCULATION EFFECTIVENESS IN ENSILAGE OF MEADOW SWARD FERTILIZED WITH NATURAL FERTILIZERS

Summary

The aim of this study was to evaluate the effect of bacterial inoculate treatment of sward from grassland fertilized with solid manure and liquid manure on quality, nutritive value and microflora of grass silage. Three fertilizers were compared: mineral NPK (control), solid manure (50 t ha⁻¹) and liquid manure (30 m³ ha⁻¹). Pre-wilted herbage (40% DM) from the first cut of grassland was ensilaged in big cylindrical bales with and without addition of bacterial inoculate containing lactic acid bacteria. In herbage and silage samples the content of nutritive components was evaluated. In obtained silages the dry matter content, pH, fermentation products, yeasts, moulds and some bacteria count were evaluated. Significant influence of fertilization and inoculate treatment on silage quality was stated. Silages made from sward fertilized with manure had significantly higher ammonia concentration, lower content of lactic acid and fatty acids than silages from objects fertilized with NPK. The addition of bacterial inoculants to sward from objects fertilized with natural fertilizers improved quality and nutritive value of silages. TDN, DMI and RFQ values were higher in inoculated silages than in untreated silages.

Key words: meadows, meadow sward, fertilizing, natural fertilizers, ensilaging, lactic acid bacteria, silage, nutritional value, ammonia, yeasts, moulds, field experimentation

OCENA EFEKTYWNOŚCI STOSOWANIA DODATKU BAKTERYJNEGO DO ZAKISZANIA RUNI ŁĄKOWEJ NAWOŻONEJ NAWOZAMI NATURALNYMI

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu stosowania dodatku bakteryjnego zawierającego kultury bakterii kwasu mlekowego do zakiszanej runi łąkowej z łąki nawożonej nawozami naturalnymi na jakość, wartość pokarmową i obecność szkodliwych mikroorganizmów. Porównywano trzy formy nawożenia: nawozami mineralnymi NPK (kontrola), obornikiem (50 t ha⁻¹) i gnojówką (30 m³ ha⁻¹). Ruń łąkową z I pokosu po wstępnym podsuszeniu (40% sm) zakiszano w dużych belach cylindrycznych z dodatkiem i bez dodatku preparatu bakteryjnego zawierającego wyselekcjonowane szczepy bakterii fermentacji mlekowej. W próbach kiszonki podobnie jak w zielonce oceniano zawartości składników pokarmowych. W próbach kiszzonek ponadto oceniano poziom suchej masy, wartość pH świeżej masy kiszonki, zawartość kwasu mlekowego, lotnych kwasów tłuszczowych i udział amoniaku, liczebność drożdży i grzybów pleśniowych i innych drobnoustrojów. Stwierdzono istotny wpływ nawożenia i stosowania dodatku bakteryjnego na jakość kiszonki. Kiszonki z runi nawożonej obornikiem charakteryzowały się istotnie wyższym stężeniem amoniaku, niższą zawartością kwasu mlekowego i kwasów tłuszczowych niż kiszonki z obiektów nawożonych NPK. Zastosowanie dodatku bakteryjnego do runi z obiektów nawożonych nawozami naturalnymi poprawiło jakość i wartość pokarmową kiszzonek. Wartości TDN, DMI i RFQ w kiszonkach sporządzonych z dodatkiem bakteryjnym były wyższe niż w kiszonce kontrolnej.

Słowa kluczowe: łąki, ruń łąkowa, nawożenie, nawozy naturalne, zakiszanie, bakterie kwasu mlekowego, kiszonka, wartość pokarmowa, amoniak, drożdże, grzyby pleśniowe, badania polowe

1. Wstęp

Ważnym elementem produkcji roślinnej w wielu gospodarstwach, szczególnie w gospodarstwach ekologicznych, są nawozy naturalne. Z dotychczasowych badań wynika, że nawozy te, zwłaszcza świeży (nieprzefermentowany) obornik i gnojowica, stosowane w wysokich dawkach do nawożenia użytków zielonych mogą wywierać niekorzystny wpływ na przebieg procesu zakiszania runi łąkowej i w konsekwencji na jakość uzyskanej kiszonki [2-6]. Nawożenie trwałych użytków zielonych nawozami naturalnymi może być przyczyną skażenia materiału roślinnego oraz produkowanych z nich pasz bakteriami potencjalnie patogennymi [7-9].

Niekorzystne oddziaływanie nawozów naturalnych na proces fermentacji można ograniczyć między innymi przez stosowanie różnych dodatków ułatwiających proces zakiszania [10-11]. Zasadność ich stosowania wynika z faktu,

że skład i liczebność populacji epifitycznej flory bakteryjnej, występującej na zakiszanych roślinach, ograniczają zainicjowanie wytwarzania kwasu mlekowego przez bakterie obecne w zakiszonym surowcu. Również wstępne podsuszenie zakiszanego surowca nie zawsze gwarantuje prawidłowy przebieg procesu fermentacji mlekowej oraz uzyskanie dobrej i stabilnej tlenowo kiszonki.

W procesie zakiszania runi łąkowej najczęściej stosowane są biologiczne dodatki o właściwościach stymulujących fermentację. Mogą to być kultury bakteryjne, enzymy i substraty do fermentacji. Najczęściej wykorzystywane są dodatki mikrobiologiczne pod postacią inokulantów bakteryjnych [12-15]. W rolnictwie ekologicznym, zgodnie z Rozporządzeniem Rady (WE) nr 834/2007 mogą być stosowane wyłącznie preparaty zawierające bakterie wyizolowane ze środowiska naturalnego. Ich zadaniem jest zapewnienie dostatecznej ilości bakterii fermentacji mlekowej w zakiszonym materiale. Stwarza to możliwość modyfikacji

procesu zakiszania i poprawę jakości kiszonek, poprzez ograniczenie rozkładu białka do azotu amoniakalnego oraz zwiększenie zawartości cukrów prostych i białka ogólnego w kiszonkach [16-18].

Celem badań było określenie wpływu stosowania dodatków bakteryjnych zawierających kultury starterowe bakterii fermentacji mlekowej do zakiszanej runi łąkowej, z użytku nawożonego nawozami naturalnymi na jakość, wartość pokarmową i obecność szkodliwych mikroorganizmów w kiszonkach.

2. Metodyka badań

Badania przeprowadzono w 2011 roku w Zakładzie Doświadczalnym ITP w Falentach, w doświadczeniu łąkowym na łące trwałej w warunkach grądu właściwego na czarnej ziemi zdegradowanej (głina lekka pylasta). W ramach badań na łące wydzielono 3 łąki (obiekty doświadczalne) o powierzchni 0,6 ha, na których stosowano nawożenie obornikiem bydłowym, gnojówką bydłą oraz nawozami mineralnymi NPK.

Obornik (20% s.m.) zastosowano w marcu 2011 r., po około 6 miesiącach składowania na płycie obornikowej, w ilości 50 t ha⁻¹ przy pomocy rozrzutnika obornika. Gnojówkę bydłą (4% s.m.), również po jej co najmniej 5-6 miesięcznym przefermentowaniu w zbiorniku, zastosowano dogłębowo za pomocą specjalnych redlic, w dwu równych dawkach po 30 m³ ha⁻¹ - wiosną (kwiecień 2011) oraz po I pokosie. Niedobory fosforu w gnojówce uzupełniano mączką fosforytową. Dawki nawozów naturalnych, tj. obornika i gnojówki, określono na podstawie zawartości w nich azotu oraz wartości równoważnika jego wykorzystania. Przyjęto, że w przypadku obornika wynosi on 0,5 zaś w warunkach dogłębowej aplikacji gnojówki - 0,8. Założono, że równoważnik wykorzystania fosforu z obu nawozów wynosi 1. Nawożenie mineralne (N: 120 kg ha⁻¹, P: 60 kg ha⁻¹, K: 120 kg ha⁻¹) stosowano w formie saletry amonowej, mączki fosforytowej oraz siarczanu potasu. Stosowano je wiosną (1/3 rocznej dawki N i K oraz cała dawka P) oraz po I i II pokosie (pozostałe dwie części rocznej dawki N i K).

Powierzchnię całych łąk skoszone 20 maja 2011 r. kosiarzką rotacyjną. W trakcie koszenia pobierano próbki runi do analiz chemicznych i mikrobiologicznych. W dniu następnym podsuszona do około 40% s.m. zielonkę, zebrano prasą rolującą i zakiszono w technologii dużych bel cylindrycznych. Z każdego łąki sporządzano po 6 dużych bel o masie około 400 kg. Do połowy bel z każdego łąki zastosowano dodatek bakteryjno-enzymatyczny Lactosil-Plus, zawierający kultury bakterii: *Lactobacillus plantarum* K KKP/593/p, *Lactobacillus plantarum* C KKP/788/p, *Lactobacillus brevis* KKP 839 i *Lactobacillus buchneri* KKP 907/p [19] oraz odpowiednio dobra-

ny kompleks enzymów paszowych. Bele po uformowaniu przetransportowano na miejsce składowania, gdzie owinięto je czterema warstwami folii.

W listopadzie z każdej beli kisonki przy pomocy specjalnego próbnika pobrano po dwie średnie próby paszy do analiz chemicznych i mikrobiologicznych. W próbkach runi łąkowej oznaczono zawartości składników pokarmowych (metoda NIRS na aparacie NIRFlex N-500 z zastosowaniem gotowych kalibracji dla siana firmy INGOT®). W próbkach świeżej kisonki oceniono poziom suchej masy (metoda suszarkowa w temperaturze 105°C), wartość pH świeżej masy kisonki (metoda potencjometryczna), zawartość kwasu mlekowego, lotnych kwasów tłuszczowych, udział amoniaku oraz zawartość podstawowych składników pokarmowych (metoda NIRS na aparacie NIRFlex N-500 z zastosowaniem gotowych kalibracji dla kisonki firmy INGOT). Ponadto w świeżych próbkach zielonki i kisonki oceniano ogólną liczbę bakterii tlenowych, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz liczebność drożdży i grzybów pleśniowych metodą posiewów na płytkach Petrifilm™ 3M.

Wartość pokarmową uzyskanych kisonek wyrażono wskaźnikiem względnej jakości paszy RFQ obliczonym według wzoru:

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

gdzie:

RFQ - wskaźnik względnej jakości paszy (wartość niemianowana) [20],

DMI - pobranie suchej masy, % masy ciała [21],

TDN - suma strawnych składników pokarmowych, % suchej masy [22].

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

3. Wyniki

3.1. Jakość runi łąkowej przeznaczony do zakiszania

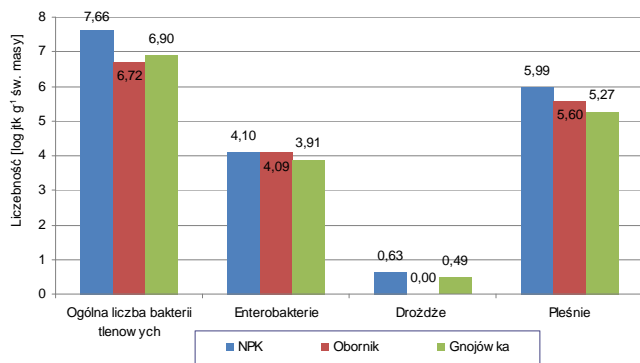
Zawartość większości badanych składników pokarmowych w runi łąkowej istotnie zależała od rodzaju zastosowanego nawozu (tab. 1). Runi łąkowa nawożona nawozami naturalnymi charakteryzowała się niższą zawartością włókna surowego i wyższą zawartością popiołu surowego niż runi łąkowa z obiektu nawożonego nawozami mineralnymi. Nawożenie kształtowało również udział poszczególnych frakcji włókna. W runi z obiektów nawożonych zarówno obornikiem jak i gnojówką stwierdzono istotnie mniej ADF i NDF, co może wskazywać na lepszą strawność tego materiału. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy obiektami w zawartości białka ogólnego i cukrów prostych.

Tab. 1. Wpływ nawożenia na skład chemiczny runi łąkowej w I pokosie

Table 1. The influence of fertilization on chemical composition of meadow sward in the 1st cut

| Badane parametry | Rodzaj nawozu | | |
|---------------------------------------|----------------------|---------|----------|
| | nawozy mineralne NPK | obornik | gnojówka |
| Białko ogólne [g kg ⁻¹ sm] | 102,7 | 106,0 | 112,5 |
| Włókno surowe [g kg ⁻¹ sm] | 332,9b | 320,6a | 314,4a |
| Popiół surowy [g kg ⁻¹ sm] | 79,1a | 89,2b | 102,1c |
| NDF [g kg ⁻¹ sm] | 570,1b | 546,9a | 540,6a |
| ADF [g kg ⁻¹ sm] | 365,8b | 360,6ab | 357,2a |
| Cukry [g kg ⁻¹ sm] | 102,7 | 105,4 | 106,9 |
| Stosunek cukry/białko ogólne | 1,00 | 0,99 | 0,97 |

Objaśnienia: a, b, c – istotność różnic, gdy p ≤ 0,05



Rys. 1. Wpływ formy nawożenia na liczebność wybranych grup mikroorganizmów na runi łąkowej
 Figure 1. The impact of fertilization on number of some groups of microorganisms on meadow sward

Liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów obecnych na materiale roślinnym przeznaczonym do zakiszenia była podobna. Jedynie ogólna liczba bakterii tlenowych w zielonce z obiektu nawożonego nawozami mineralnymi była wyższa niż w zielonce z obiektów nawożonych nawozami naturalnymi (rys. 1).

3.2. Ocena chemiczna kiszonek z runi łąkowej zakiszonej z dodatkiem kultury starterowej bakterii fermentacji mlekowej

Zastosowane nawożenie miało znaczący wpływ na kształtowanie się parametrów oceny jakościowej kiszonek. Najbardziej niekorzystny wpływ na jakość kiszonki wywarło nawożenie obornikiem. Kiszonka z runi nawożonej obornikiem charakteryzowała się znacznie większym stężeniem amoniaku oraz niższą zawartością produktów fermentacji, w tym znacznie niższą zawartością kwasu mlekowego i lotnych kwasów tłuszczowych w suchej masie kiszonki niż kiszonki z obiektu nawożonego NPK. Nawożenie gnojówką w mniejszym stopniu obniżyło jakość kiszonki niż nawożenie obornikiem. Koncentracja amoniaku i kwasu mlekowego w tej kiszonce była podobna, zaś lotnych kwasów tłuszczowych, niższa niż w kiszonce z obiektu nawożonego nawozami mineralnymi NPK.

Bakterie fermentacji mlekowej są powszechnie stosowane w produkcji kiszonek ze względu na zdolność do wykorzystywania cukrów prostych zawartych w zakiszonym materiale roślinnym do syntezy kwasu mlekowego (szczypty homofermentatywne) i octowego (szczypty heterofermentatywne), a tym samym jak najszybszego obniżenia wartości pH do poziomu hamującego rozwój szkodliwej dla przebie-

gu procesu zakiszenia mikroflory [15, 18]. Zastosowanie preparatu bakteryjnego, zawierającego wyselekcjonowane szczepy bakterii fermentacji mlekowej i enzymy, do zakiszanego materiału roślinnego poprawiło niektóre parametry oceny jakościowej kiszonek z runi nawożonej nawozami naturalnymi. Kiszonki te cechowały się niższym poziomem pH, niższą zawartością amoniaku i wyższą zawartością kwasu mlekowego. Obserwowano również wzrost ilości lotnych kwasów tłuszczowych. Jednakże nie wszystkie te różnice były istotne statystycznie (tab. 2).

3.3. Wartość pokarmowa kiszonek

Kiszonki sporządzone z runi łąkowej nawożonej nawozami naturalnymi zawierały więcej białka ogólnego, popiołu surowego oraz mniej frakcji włókna NDF i ADF niż kiszonki sporządzone z runi nawożonej nawozami mineralnymi NPK. Zastosowanie dodatku bakteryjnego do zakiszonej runi łąkowej uprzednio nawożonej nawozami naturalnymi istotnie poprawiło wartość pokarmową uzyskanej z niej kiszonki. Pasze sporządzone z runi łąkowej nawożonej gnojówką z dodatkiem preparatu bakteryjnego zawierały więcej cukrów prostych oraz mniej włókna surowego i jego frakcji NDF i ADF. Stwierdzono również wzrost wartości TDN i DMI oraz wskaźnika wartości pokarmowej RFQ z 148 do 154. W kiszonce sporządzonej z runi nawożonej obornikiem dodatek bakteryjny spowodował spadek koncentracji popiołu surowego oraz, podobnie jak w przypadku kiszonki z runi nawożonej gnojówką, wzrost wartości TDN i DMI. Stwierdzono również wzrost wartości pokarmowej paszy wyrażonej wskaźnikiem RFQ z 147 do 152 punktów. Nie stwierdzono korzystnego wpływu dodatku bakteryjnego na wartość pokarmową kiszonek z runi łąkowej nawożonej nawozami mineralnymi (tab. 3).

3.4. Ocena mikrobiologiczna kiszonek

Zastosowane nawożenie miało istotny wpływ na większość badanych parametrów oceny mikrobiologicznej kiszonek. Największą liczbą drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* charakteryzowały się kiszonki sporządzone z runi łąkowej nawożonej obornikiem. Natomiast najwięcej bakterii tlenowych stwierdzono w kiszonkach z runi nawożonej nawozami mineralnymi. Liczebność drożdży i pleśni była podobna. Zastosowanie dodatku bakteryjnego istotnie ograniczyło liczebność drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* i grzybów pleśniowych w przypadku kiszonki z runi nawożonej obornikiem. W pozostałych kiszonkach róż-

Tab. 2. Skład chemiczny kiszonki z runi łąkowej nawożonej obornikiem i gnojówką zakiszonej bez dodatku (kontrola) i z dodatkiem preparatu bakteryjnego

Table 2. Chemical composition of grass silage from sward fertilized with manure and liquid manure ensilaged without (control silage) and with addition of bacterial inoculate

| Badane parametry | Rodzaj nawozu | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | nawozy mineralne NPK | | obornik | | gnojówka | |
| | kontrola | dodatek | kontrola | dodatek | kontrola | dodatek |
| Sucha masa (g kg ⁻¹) | 470cd | 427a | 430ab | 435ab | 457bc | 490d |
| pH | 4,66b | 4,53a | 4,61ab | 4,60ab | 4,82c | 4,65ab |
| NH ₃ -N (g kg ⁻¹ N ogólnego) | 68,0b | 78,6bc | 80,3c | 85,1c | 68,6b | 56,3a |
| Kwas mlekowy (g kg ⁻¹ s.m.) | 32,1bc | 24,2ab | 22,6a | 32,0bc | 33,9cd | 42,3d |
| Lotne kwasy tłuszczowe (g kg ⁻¹ s.m) | 38,7bc | 46,6c | 29,9a | 36,7ab | 28,5a | 29,2a |
| Suma kwasów (g kg ⁻¹ s.m) | 70,8b | 70,7b | 52,5a | 68,7b | 62,4ab | 71,6b |
| Udział kwasu mlekowego w sumie kwasów (%) | 45,3ab | 33,8a | 43,8ab | 45,8abc | 54,0bc | 58,4c |

Objaśnienia: a, b, c – istotność różnic, gdy $p \leq 0,05$

Tab. 3. Wartość pokarmowa kiszonki z runi łąkowej nawożonej obornikiem i gnojówką zakiszanej bez dodatku (kontrola) i z dodatkiem preparatu bakteryjnego

Table 3. Nutritive value of grass silage from sward fertilized with manure and liquid manure ensilaged without (control silage) and with addition of bacterial inoculate

| Badane parametry | Rodzaj nawozu | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | nawożenie mineralne NPK | | obornik | | gnojówka | |
| | kontrola | dodatek | kontrola | dodatek | kontrola | dodatek |
| Białko ogólne (g kg ⁻¹ DM) | 109,7a | 111,3a | 112,7ab | 115,8b | 115,5b | 116,8b |
| Włókno surowe (g kg ⁻¹ DM) | 294,2cd | 300,0d | 285,9c | 286,4c | 271,6b | 255,8a |
| Popiół surowy (g kg ⁻¹ DM) | 73,2a | 79,2b | 89,6d | 84,4c | 92,7d | 89,0d |
| Cukry (g kg ⁻¹ DM) | 101,7bc | 92,1ab | 87,0a | 91,0a | 109,6c | 128,3d |
| NDF (g kg ⁻¹ DM) | 510,5c | 523,9d | 504,9bc | 497,6b | 500,7bc | 480,7a |
| ADF (g kg ⁻¹ DM) | 343,2c | 338,0c | 336,9c | 336,4c | 319,3b | 306,3a |
| ADL (g kg ⁻¹ DM) | 44,5c | 38,6b | 38,5b | 40,4b | 32,2a | 30,0a |
| TDN (% DM) | 64,52c | 63,42ab | 63,08a | 63,83b | 62,91a | 63,99bc |
| DMI (% body weight) | 2,92c | 2,87a | 2,87a | 2,92bc | 2,88ab | 2,95c |
| RFQ | 153b | 148a | 147a | 152b | 148a | 154b |

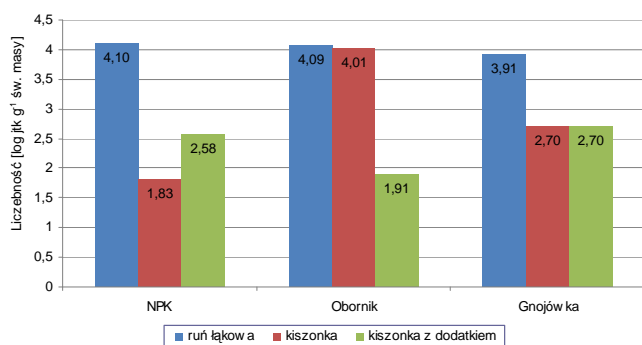
Objaśnienia: a, b, c – istotność różnic, gdy $p \leq 0,05$

Tab. 4. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w kiszonce z runi łąkowej nawożonej obornikiem i gnojówką zakiszanej bez dodatku (kontrola) i z dodatkiem preparatu bakteryjnego

Table 4. Number of some groups of microorganisms in grass silage from sward fertilised with manure and liquid manure ensilaged without (control silage) and with addition of bacterial inoculate

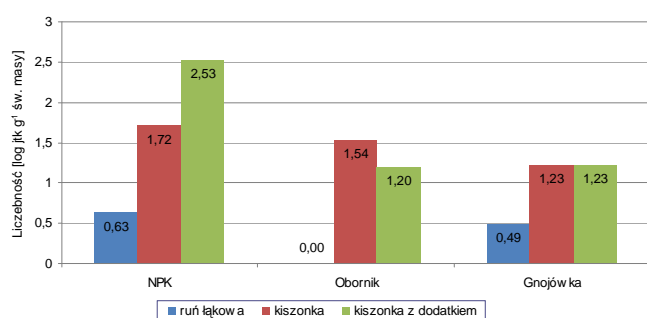
| Badane parametry | Rodzaj nawozu | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | nawozy mineralne NPK | | obornik | | gnojówka | |
| | kontrola | dodatek | kontrola | dodatek | kontrola | dodatek |
| Bakterie tlenowe (log jtk g ⁻¹ ś.m.) | 7,18b | 7,69b | 6,72ab | 6,70ab | 5,68a | 5,71a |
| <i>Enterobacteria</i> (log jtk g ⁻¹ ś.m.) | 1,83a | 2,58ab | 4,01b | 1,91a | 2,80ab | 2,70ab |
| Drożdże (log jtk g ⁻¹ ś.m.) | 1,72ab | 2,53b | 1,54a | 1,20a | 1,30a | 1,23a |
| Grzyby pleśniowe (log jtk g ⁻¹ ś.m.) | 4,60ab | 4,58ab | 4,91b | 3,37a | 5,36b | 4,50ab |

Objaśnienia: a, b, c – istotność różnic, gdy $p \leq 0,05$



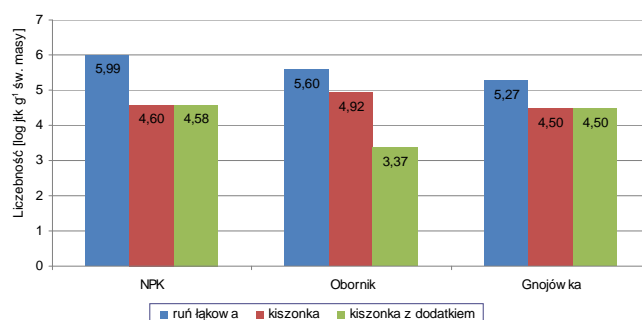
Rys. 2. Wpływ formy nawożenia na liczebność *Enterobacterii* w runi łąkowej oraz kiszonce

Figure 2. The impact of fertilization on the number of *Enterobacteria* on meadow sward and grass silage



Rys. 3. Wpływ formy nawożenia na liczebność drożdży w runi łąkowej oraz kiszonce

Figure 3. The impact of fertilization on the number of yeast on meadow sward and grass silage



Rys. 4. Wpływ formy nawożenia na liczebność grzybów pleśniowych w runi łąkowej oraz kiszonce

Figure 4. The impact of fertilization on the number of moulds on meadow sward and grass silage

nice te nie były statystycznie istotne (tab. 4). Brak skutecznego działania zastosowanego dodatku na liczbę drożdży i grzybów pleśniowych w kiszonce z runi obiektu nawożonego nawozami NPK może wskazywać na zbyt wolne obniżenie pH w początkowej fazie zakiszania.

Porównując liczebność badanych drobnoustrojów w runi łąkowej i w kiszonkach, gdzie przebieg fermentacji nie był stymulowany przez dodatek preparatu bakteryjnego, stwierdzono, że liczebność bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* i grzybów pleśniowych w kiszonkach z runi łąkowej nawożonej zarówno nawozami mineralnymi NPK jak i naturalnymi z reguły była mniejsza niż w zielonce przeznaczonej do zakiszania (rys. 2 i 4). Zastosowanie dodatku preparatu bakterii fermentacji mlekowej, szczególnie do runi nawożonej obornikiem, ograniczyło liczebność *Enterobacterii* z 4,90 log j.t.k/g w zielonce do 1,91 log j.t.k/g

w kiszonce, a grzybów pleśniowych odpowiednio z 5,60 log j.t.k/g do 3,37 log j.t.k/g. Podobnego zjawiska nie obserwowano w przypadku liczebności drożdży (rys. 3).

4. Podsumowanie

Kiszonki z runi łąkowej nawożonej nawozami naturalnymi, zwłaszcza z łąki nawożonej obornikiem charakteryzowały się gorszymi wartościami wskaźników oceny chemicznej, niż kiszonki z runi łąkowej nawożonej NPK. Jednak, pomimo wiosennego terminu i wysokich dawek zastosowanych nawozów naturalnych (50 t ha⁻¹ obornika i 30 m³·ha⁻¹ gnojówki), ich niekorzystny wpływ na proces fermentacji i jakość kiszonki był mniej wyraźny niż to obserwowano we wcześniejszych badaniach autorów [2, 3].

Szczepki bakterii fermentacji mlekowej, wchodzące w skład kultury starterowej zastosowanej w doświadczeniu zostały wyizolowane z materiału roślinnego ekosystemów Polski, następnie selekcyjonowane w celu uzyskania pożądanych cech użytkowych. Najważniejsze z nich to synteza enzymów amylolitycznych i celulolitycznych, synteza metabolitów poprawiających zdrowie zwierząt, jak również poprawiających jakość pasz, dzięki zdolności do hamowania wzrostu pleśni i bakterii patogennych oraz zdolności do ograniczania, a nawet eliminowania ze środowiska aflatoksyn [15, 24]. Stosując dodatek bakteryjny z wybranymi szczepami bakterii fermentacji mlekowej do zakiszane materiału roślinnego założono, że ukierunkuje on proces zakiszania i poprawi jakość kiszonki. Obecność szczepów *Lactobacillus buchneri* dodatkowo miała za zadanie redukcję liczebności drożdży i grzybów pleśniowych w kiszonce. Zastosowany dodatek okazał się efektywny tylko w przypadku kiszonek z runi pochodzącej z obiektów nawożonych nawozami naturalnymi i tylko w stosunku do niektórych parametrów oceny chemicznej kiszonek sporządzonych z runi łąkowej nawożonej nawozami naturalnymi. Poprawił również istotnie ich wartość pokarmową wyrażoną wskaźnikiem względnej jakości pasz RFQ. Pozwolił również na ograniczenie liczby szkodliwych bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* i grzybów pleśniowych. Tym samym potwierdzono wykazane we wcześniejszych badaniach autorów antybakteryjne i antypleśniowe zdolności bakterii wchodzących w skład preparatu bakteryjnego [24].

Nie udowodniono jednak korzystnego wpływu dodatku bakteryjnego na jakość i wartość kiszonek z runi łąkowej nawożonej nawozami mineralnymi. Brak zadowalającego efektu stosowania dodatku bakteryjnego w tym przypadku może wynikać z wielu przyczyn m.in. ze zmienności materiału biologicznego, za małej dawki preparatu lub niedostatecznego odcięcia tlenu, o czym świadczy wysoka liczba bakterii tlenowych i drożdży w tych kiszonkach, w stosunku do pozostałych wariantów doświadczeń. W celu wyjaśnienia wątpliwości w kolejnych etapach badań doświadczenia będą powtórzone.

5. Wnioski

1. Nawożenie runi łąkowej obornikiem, w większym stopniu utrudnia proces zakiszania i pogarsza końcową jakość kiszonek niż nawożenie gnojówką.
2. Stosowanie dodatku bakteryjnego do zakiszanej runi łąkowej uprzednio nawożonej nawozami naturalnymi istotnie poprawia jakość, wartość pokarmową kiszonek oraz ogranicza liczebność niepożądanych mikroorganizmów. Może więc być ono efektywnym narzędziem ograniczającym niekorzystny wpływ nawożenia nawozami naturalnymi na przebieg procesu zakiszania.

6. Bibliografia

- [1] Produkcja upraw rolniczych i ogrodnich w 2011 r. Materiały źródłowe. Warszawa. Główny Urząd Statystyczny. Departament Rolnictwa, 2012, ss. 124.
- [2] 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), 133-136.
- [3] Jankowska-Huflejt H., Wróbel B.: Wpływ wiosennego nawożenia obornikiem i gnojówką na plony i jakość pokarmową oraz mikrobiologiczną paszy z runi łąkowej w warunkach gospodarowania ekologicznego. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2011, vol. 56 (3), 164-170.
- [4] Östling C., Lindgren S.: Bacteria in manure and on manured and NPK-fertilized silage crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1991, v. 55 issue 4, 579-588.
- [5] 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.
- [6] Rammer C., Östling C., Lingvall P., Lindgren S.: Ensiling of manured crops - effects on fermentation. *Grass and Forage Science*, 1994, 49, 343-351.
- [7] Purwin C., Lipiński K., Pysera B.: Jakość higieniczna kiszonek. *Życie weterynaryjne*, 2012, 87 (1). 37-40.
- [8] Zielińska K., Kapturowska A. U., Stecka K., Kupryś-Caruk M. P., Miecznikowski A., H.: Ocena stopnia skażenia bakteriami potencjalnie patogennymi kiszonek z runi łąkowej, 2012, vol. 57 (4), s217-222.
- [9] Zielińska K., Stecka K., Kupryś M., Kapturowska A. U., Miecznikowski A., H.: Ocena stopnia skażenia bakteriami potencjalnie patogennymi runi łąkowej i gleb nawożonych płynnymi nawozami organicznymi. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2011, vol. 56 (4), s. 212-215.
- [10] Rammer C.: Manure in grass silage production. Effects on silage fermentation and its hygienic quality. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria (Sweden)*, 1996, no. 2. ss. 47.
- [11] Wróbel B.: The effect of manure fertilization and inoculate treatment on quality and nutritive value of grass silage. *Grassland Science in Europe*, 2012, vol. 17 s. 397-399.
- [12] Davies D. R.: Silage inoculants - Where next? Conf. Proc. 14th International Symposium Forage Conservation, Brno, Czech Republic, Mendel University Brno, March 17-19, 2010, 32-39.
- [13] Dorszewski P.A.: Efektywność stosowania dodatków kiszonkarskich w konserwacji zielonek z mieszanki motylkowato-trawistej oraz z całych roślin kukurydzy. *UT-P Bydgoszcz. Rozprawy nr 136*, 2009, ss. 125.
- [14] Purwin C.: Jakość kiszonek z traw i mieszanek traw z roślinami motylkowatymi produkowanych prasami zwijającymi. *Rozprawy i monografie nr 127 Olsztyn. Wydaw. UWM*, 2007, ss. 125.
- [15] Zielińska K.J., Stecka K.M., Sutarska A.M., Miecznikowski A.H.: Ekologiczna metoda kiszenia pasz objętościowych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2006, vol. 51, nr 2, 219-223
- [16] Wróbel B.: Quality and aerobic stability of big-bale silage treated with bacterial inoculants containing *Lactobacillus buchneri*. *Grassland Science in Europe*, 2008, vol. 13, 651-653.
- [17] Wróbel B.: Jakość kiszonek z runi łąkowej z dodatkiem biologicznych stymulatorów fermentacji. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2012, t. 12 z. 3(39), 211-225.
- [18] Wróbel B.: Ocena efektywności stosowania dodatków biologicznych w procesie zakiszania runi łąkowej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2012, vol. 57(4), 193-198.
- [19] Zielińska K., Miecznikowski A., Sutarska A., Czarniecka H., Karas J.: Bakteryjny preparat do kiszenia zielonek oraz sposób wytwarzania bakteryjnego preparatu do kiszenia zielonek. Warszawa. Polska. Opis patentowy 208392. Zgłoszenie patentowe 380358 z 02.08.2006. Opubl. 04.02.2008.
- [20] Undersander D., Moore J.: Relative forage quality (RFQ) Indexing Legumes and Grasses for Forage Quality, 2002, <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/rfq.htm>
- [21] Moore, J. E., Undersander D. J.: Relative Forage Quality: An alternative to relative feed value and quality index. In: Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium, January 10-11, University of Florida, Gainesville, 2002, 16-31.
- [22] Moore, J.E., Kunkle W.E.: Evaluation of equations for estimating voluntary intake of forages and forage-based diets. *J. Animal Sci. (Suppl. 1)*, 1999, 204.
- [23] Wróbel B., Jankowska-Huflejt H.: The influence of natural fertilization on quality and nutritive value of grass silage. *Grassland Science in Europe* vol. 15, 2010, 581-583.
- [24] Zielińska K., Grzybowski J., Stecka K.M., Sutarska A., Miecznikowski A.H.: Wpływ preparatu bakteryjno-mineralno-witaminowego w procesie kiszenia runi łąkowej na hamowanie rozwoju pleśni toksynotwórczych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2007, vol. 52, nr 4, 114-118.