

ECOLOGICAL METHOD OF SILAGE MAKING FROM ROUGHAGE OF FEEDS

Summary

Silages from meadow grasses, produced in ecological farms which do not employ mineral fertilizers, are characterized by a low content of calcium, phosphorus, magnesium, manganese, zinc and beta-carotene as compared to the requirements of the ruminants. The preparations of lactic acid bacteria were utilized as biological substances which strengthen natural cycle of lactic fermentation, and mineral-vitamin additives were employed for enrichment of the silages' composition.

*Starter culture of the administrated preparation Lactosil, consisted of conventional (genetically non-modified) bacterial strains from species: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus brevis*, being isolated from natural plant environment.*

In ecological farms, experimental silages from meadow grasses, produced with the participation of Lactosil, supplemented with the mineral-vitamin mixture, were characterized by higher nutritional value, very good evaluation of quality, higher calcium content by 26% , and higher level of zinc by 75%, manganese by 38% , phosphorus by 86% , magnesium by 73% , with somewhat increased level of carotenoids by 27%, and longer by 9-11 days oxygen stability, as compared to the silages without the additives stimulating fermentation process.

EKOLOGICZNA METODA KISZENIA PASZ OBJĘTOŚCIOWYCH

Streszczenie

Kiszonki z traw łąkowych w gospodarstwach ekologicznych, w których nie stosuje się nawozów mineralnych, charakteryzują się niską zawartością wapnia, fosforu, magnezu, manganu, cynku oraz beta karotenu, w stosunku do zapotrzebowania zwierząt przeżuwających. Preparaty bakterii fermentacji mlekowej zastosowano jako biologiczne substancje, wzmacniające naturalny cykl fermentacji mlekowej, a dodatki mineralno-witaminowe do wzbogacenia składu kiszonek.

*W skład kultury starterowej preparatu nowej generacji Lactosil, wchodzi, nie poddane modyfikacjom genetycznym, wyizolowane z naturalnego środowiska roślinnego szczepy bakterii z gatunków: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri* i *Lactobacillus brevis*.*

W gospodarstwach ekologicznych kiszonki doświadczalne z runi łąkowej wykonane z preparatem Lactosil, uzupełnionym mieszanką mineralno-witaminową, charakteryzowały się: wyższą zawartością składników pokarmowych, bardzo dobrą jadalnością, wyższą zawartością wapnia o 26% , cynku o 75% , manganu o 38% , fosforu o 86% i magnezu o 73% , przy wyższej zawartości związków karotenoidowych o 27% , ponadto dłuższą o 9-11 dni stabilnością tlenową, w stosunku do kiszonek bez dodatków stymulujących proces fermentacji.

Wprowadzenie

Pasze objętościowe stanowią około 60% dawki pokarmowej w żywieniu zwierząt przeżuwających. Konieczność stosowania dodatków mineralnych i witaminowych wynika z ich niedoboru w paszach gospodarskich w stosunku do zapotrzebowania zwierząt hodowlanych. W niektórych paszach ogólna ilość danego składnika może być wystarczająca z punktu widzenia potrzeb zwierząt, jednak forma w jakiej on występuje sprawia, że jego dostępność dla zwierząt jest niewielka, wówczas mamy do czynienia z niedoborem danego makro lub mikroelementu. [1, 2].

W oparciu o dane z literatury wiadomo, że w Polsce ruń łąkowa i siano łąkowe charakteryzuje się niskim poziomem wapnia, fosforu, magnezu i cynku oraz prowitaminy A czyli beta-karotenu [1, 8].

Opracowanie ekologicznych metod produkcji rolnej w dużej mierze jest możliwe poprzez wykorzystywanie w praktyce gospodarczej wyników badań jednostek naukowo-badawczych pracujących na rzecz rolnictwa. Jednym z istotnych obszarów badawczych są badania nad biologicznymi preparatami do kiszenia pasz objętościowych. Zachowanie czystego, nieskażonego środowiska naturalnego

wymaga wyeliminowania w rolnictwie, zwłaszcza ekologicznym, stosowania kwasów, zwłaszcza nieorganicznych do konserwowania pasz. Rozwiązaniem uwzględniającym wymogi gospodarstw ekologicznych i ochrony środowiska, dla zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i strawności sporządzanych kiszonek, jest stosowanie preparatów zawierających kultury starterowe bakterii fermentacji mlekowej, odpowiednio dobrane do rodzaju kiszonych roślin [9, 10]. Preparaty te, zawierające wyselekcjonowane szczepy bakterii fermentacji mlekowej, są stosowane jako biologicznie czynne substancje wzmacniające naturalny cykl biologiczny produkcji kiszonek [7, 9]. Szczególną cechą wyselekcjonowanych szczepów *Lactobacillus plantarum* wchodzących w skład opracowanych przez Instytut preparatów jest szybka adaptacja do zmieniających się warunków środowiska, związana ze zdolnością do wytwarzania kwasu mlekowego z cukrów prostych, zapasowych i strukturalnych, znajdujących się w roślinach, dzięki zdolności do biosyntezy enzymów amylolitycznych i celulolitycznych [9, 10].

Wieloszczepowe kultury starterowe bakterii fermentacji mlekowej, wchodzące w skład nowej generacji preparatów przeznaczonych do stymulowania procesu kiszenia pasz,

oprócz wcześniej wymienionych cech charakteryzują się zdolnością do biosyntezy metabolitów o aktywności antibakteryjnej, antygrzybowej oraz przeciwdziałających procesom wtórnej fermentacji tlenowej kiszonek [3,4,5,6].

Niektóre szczepy bakterii fermentacji mlekowej, wykorzystywane jako kultury starterowe do kiszenia żywności i pasz, poprawiają ich jakość i stan higieniczny, a także przeciwdziałają fermentacji wtórnej, powodując przedłużenie tlenowej trwałości kiszonek po otwarciu zbiorników [4, 5]. Najnowsze wyniki badań Instytutu, nad wpływem różnych gatunków bakterii fermentacji mlekowej z rodzaju *Lactobacillus spp.* na proces kiszenia pasz, sugerują, że obecność bakterii heterofermentatywnych w kulturach starterowych, a zwłaszcza gatunku *Lactobacillus buchneri* i *Lactobacillus brevis*, przyczynia się do poprawy stabilności tlenowej wytworzonych kiszonek [9, 10, 11].

Cel

Celem badań było opracowanie metody, sporządzania wysokiej jakości kiszonek o przedłużonej stabilności tlenowej, uzupełnionych w niezbędne dla zwierząt makro- i mikroelementy, do stosowania w gospodarstwach ekologicznych.

Założenia badawcze

1. Poprawa jakości, stabilności tlenowej i wartości pokarmowej kiszonek sporządzanych z runi łąkowej w gospodarstwach ekologicznych.
2. Opracowanie metody sporządzania kiszonek przy zastosowaniu preparatu bakteryjnego i mieszanki makro-, mikroelementów oraz beta-karotenu, celem uzupełnienia niższej ich zawartości w runi łąkowej.

Wyniki

W latach 2004 i 2005 prowadzono badania w gospodarstwach ekologicznych położonych na terenie województwa mazowieckiego, nad wpływem preparatu bakteryjnego nowej generacji – Lactosil z dodatkiem lub bez dodatku mieszanki mineralnej oraz beta karotenu, na zawartość składników pokarmowych i jakość kiszonek przeznaczonych do żywienia bydła. Runi łąkowa do produkcji kiszonek pochodziła z użytków zielonych, położonych na glebach lekkich VI klasy, wymagających nawożenia i wapnowania. Wyniki analizy dotyczącej zawartości najważniejszych z punktu żywienia zwierząt makro- i mikroelementów oraz związków karotenoidowych w runi łąkowej, przedstawiono w tab. 1.

Wyniki analiz dotyczące zawartości podstawowych makro- i mikroelementów w suchej masie runi łąkowej, zależnie od stanu użytków zielonych w danym gospodarstwie ekologicznym, mieszczą się w następujących granicach: wapń od 0,86 do 0,90% , fosfor od 0,22 do 0,28% , magnez od 0,15 do 0,23% , mangan od 46 do 227 mg/kg, cynk od 17,1 do 43,2 mg/kg oraz związki karotenoidowe od 9,0 do 15,0 mg/kg. Stwierdzono, że w runi łąkowej pochodzącej ze wszystkich badanych gospodarstw przeznaczonej do kiszenia, występują niedobory fosforu oraz wapnia: przy założeniu, że może on być nie w pełni wykorzystywany przez zwierzęta, przy stałym niedoborze fosforu, a z mikroelementów występuje niedobór cynku. W runi łąkowej (III po-

kos), stwierdzono również niski poziom związków karotenoidowych (beta-karoten i ksantofile), średnio 12,7 mg/kg suchej masy, przy zapotrzebowaniu krów mlecznych na prowitaminę A, w ilości co najmniej 40 mg/kg suchej masy paszy [1, 2, 8]. Zawartość wapnia, fosforu a zwłaszcza cynku w trawach łąkowych może pokrywać nieznaczną część zapotrzebowania dziennego zwierząt żywionych kiszoncek wykonaną z tych roślin i stosowaną jako pasza podstawowa.

W oparciu o uzyskane wyniki badań, opracowano skład mieszanki mineralno-witaminowej przeznaczonej do wzbogacenia kiszonki i poprawy działania preparatu bakteryjnego. W skład mieszanki mineralno-witaminowej wchodzi następujące związki: glukoza, glukonian wapnia, sproszkowany wapień, kreda fosforanowo-magnezowa, kreda fosforanowo-manganowa oraz beta-karoten (z marchwi i owoców). (*Pochodzenie surowcowe związków jest zgodne z Rozporządzeniem Rady 2092/91/EWG w sprawie wytycznych dla gospodarstw ekologicznych*).

W kolejnym etapie pracy sporządzono kiszonki z runi łąkowej III pokosu w belach o masie a' 500 kg (w ilości od 10 do 20 bel, zależnie od potrzeb danego gospodarstwa). Porost łąkowy kiszonek bez dodatków i z dodatkiem preparatu bakteryjnego, uzupełnionego lub nie mieszanką mineralno-witaminową. Czas kiszenia wynosił około 6 tygodni. Mieszanek mineralno-witaminową stosowano w ilości 1kg/tonę kiszonek roślin w formie sypkiej, bezpośrednio na 30 cm warstwy zielonki, równolegle podawany był preparat bakteryjny w postaci oprysku w ilości 5 g/1tonę zielonki, po rozpuszczeniu w wodzie. W 1 g preparatu zawarte było około 2×10^9 j.t.k. (jednostek tworzących kolonie) bakterii.

Wyniki średnie z dwóch lat badań prowadzonych w siedmiu gospodarstwach ekologicznych dotyczące zawartości składników pokarmowych, zawartości kwasów organicznych, oceny jakości i stabilności tlenowej kiszonek, przedstawiono w tab. 2 i 3. W tabelach podano wartości średnie, liczby podane w nawiasach dotyczą zakresu najniższej i najwyższej zawartości danego składnika.

W procesie kiszenia działanie preparatu bakteryjnego powoduje zachowanie, a nawet wzrost zawartości składników pokarmowych, wyrażony podwyższeniem zawartości białka i obniżeniem zawartości włókna surowego w kiszonkach w stosunku do materiału wyjściowego.

Kiszonki i sianokiszonki z runi łąkowej sporządzone bez dodatków charakteryzowały się jakością dostateczną względnie dobrą, ocenioną według skali Fliega-Zimmera, na podstawie zawartości i proporcji kwasów organicznych, a ich stabilność tlenowa, po otwarciu silosów lub pryzm, wynosiła zaledwie 3 do 4 dni. Kiszonki doświadczalne wykonane z dodatkiem preparatu bakteryjnego i/lub z dodatkiem opracowanej mieszanki mineralno-witaminowej, odznaczały się bardzo dobrą jakością. Pozytywny wpływ preparatu Lactosil zaznaczył się zwiększeniem zawartości kwasu mlekowego i wyeliminowaniem obecności kwasu masłowego, jak również przedłużeniem stabilności tlenowej badanych kiszonek do 14 dni po rozpoczęciu ich skarmiania.

W celu określenia wpływu preparatu bakteryjnego i dodatku mieszanki mineralno-witaminowej na zmiany poziomu makro- i mikroelementów oraz związków karotenoidowych w kiszonkach poddano je analizie na zawartość tych składników. Wyniki z tej części badań przedstawiono na rys. 1, 2.

Tab. 1. Zawartości makro- i mikroelementów oraz związków karotenoidowych w suchej masie runi łąkowej
 Table 1. Contents of macro- and microelements and carotenoids in dry matter of meadow grasses

Nr gospodarstwa ekologicznego	sucha masa zielonki, %	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Związki karotenoidowe (mg/kg)
1	27,2	0,88	0,22	0,18	99,0	35,5	12,0
2	21,4	0,90	0,28	0,23	227,0	43,2	15,0
3	41,4	0,89	0,28	0,27	84,0	36,1	13,0
4	40,5	0,88	0,27	0,17	106,0	25,5	13,0
5	69,0	0,87	0,22	0,15	46,0	17,1	9,0
6	28,1	0,86	0,27	0,17	117,0	29,3	13,0
7	38,2	0,88	0,25	0,21	112,0	24,3	13,9
Średnia	38,0	0,88	0,26	0,20	113,0	30,1	12,7

Oznaczanie zawartości suchej masy - metodą wagową wg normy (PN-ISO 6496:2002)

Oznaczenie zawartości pierwiastków - metodą spektrometrii absorpcji atomowej przy zastosowaniu aparatu Perkin Elmer 1100.

Oznaczenie zawartości karotenoidów - metodą kolorymetryczną wg normy PN-90/A-75101/12.

Tab. 2. Porównanie zawartości składników pokarmowych w zielonce i kiszoncek sporządzonych bez dodatków i z dodatkami stymulującymi proces kiszenia

Table 2. Comparison of nutritional value of green fodder and silages made without and with additives stimulating silaging process

Rodzaj paszy	pH	Średnia zawartość suchej masy, %	Średnia zawartość w suchej masie, %		
			białko ogólne	włókno surowe	tłuszcz surowy
Zielonka z runi łąkowej	5,8-6,0	38,1	15,5 (12,0-20,8)	26,4 (23,6-32,5)	3,0 (2,6-3,8)
Kiszonka bez dodatków	5,0-5,1	35,8	15,0 (12,2-20,4)	26,2 (23,0-31,2)	3,1 (2,6-3,3)
Kiszonka z dodatkiem preparatu bakteryjnego	4,4-4,5	38,0	15,8 (12,3-22,8)	25,2 (22,8-30,2)	3,0 (2,7-9,5)
Kiszonka z dodatkiem preparatu bakteryjnego i mieszanki mineralno-witaminowej	4,3-4,4	38,0	16,2 (12,8-24,6)	25,2 (22,6-29,7)	3,2 (2,8-3,6)

Oznaczenie zawartości białka ogólnego, włókna surowego i tłuszczu surowego - metodą analizy w bliskiej podczerwieni z zastosowaniem aparatu Infratec

Tab. 3. Porównanie jakości i stabilności tlenowej, kiszonek sporządzonych bez dodatków i z dodatkami stymulującymi procesy kiszenia

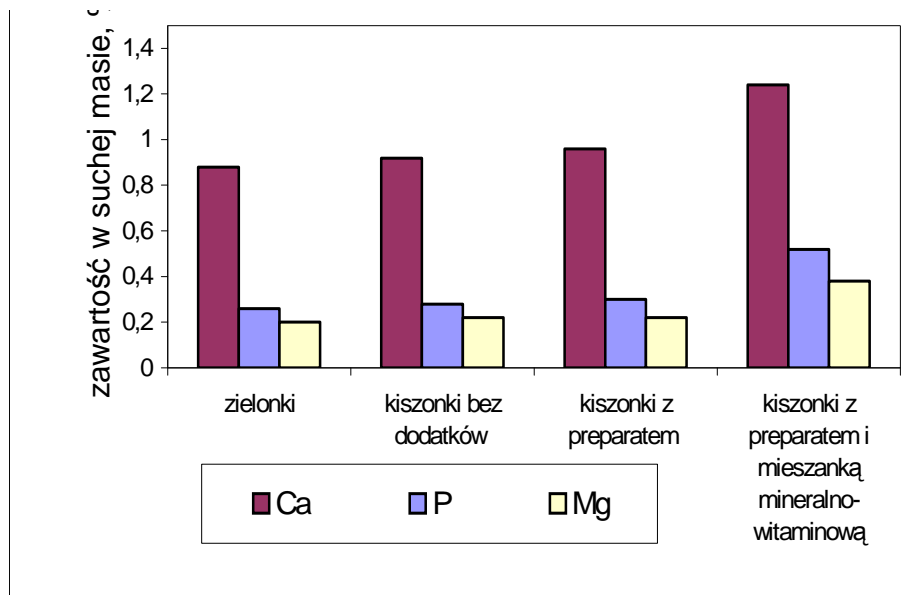
Table 3. Comparison of quality and oxygen stability of silages made without and with additives stimulating silaging processes

Rodzaj kiszonki	Średnia zawartość kwasów organicznych, %			Ocena jakości	Stabilność tlenowa w dniach
	mlekowy	octowy	masłowy		
Kiszonka bez dodatków	1,48 (1,2-1,5)	0,28 (0,26-0,29)	0,12 (0,10-0,16)	dostateczna/ dobra	3-4
Kiszonka z dodatkiem preparatu bakteryjnego	1,95 (1,9-2,0)	0,35 (0,30-0,40)	ślady	bardzo dobra	12-14
Kiszonka z dodatkiem preparatu bakteryjnego i mieszanki mineralno-witaminowej	1,95 (1,8-2,1)	0,35 (0,30-0,40)	ślady	bardzo dobra	12-14

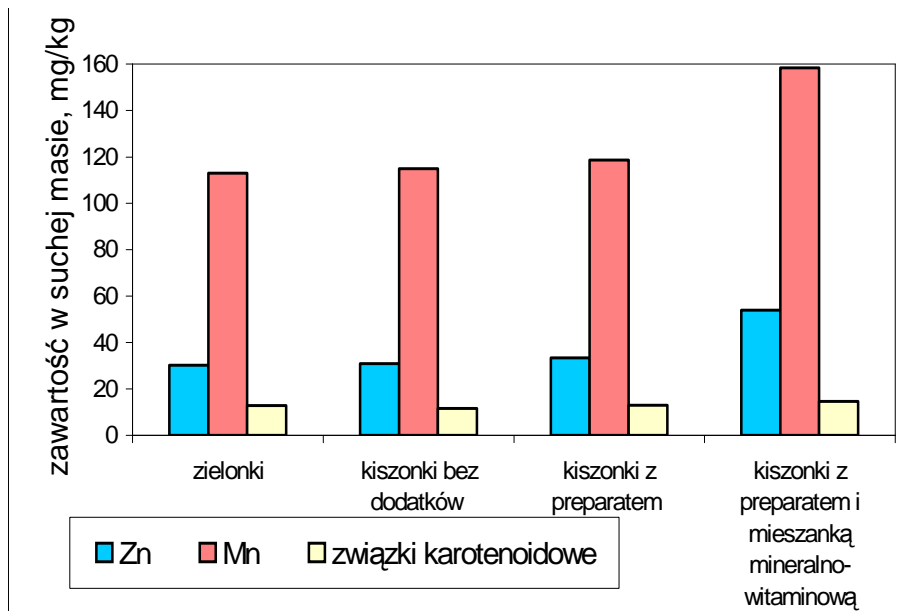
Oznaczenie zawartości kwasu L i D mlekowego, kwasu octowego i kwasu masłowego - metodą enzymatyczną (Test-UV Boehringer Mannheim).

Ocena jakości wg skali Fliega-Zimmera

Ocena stabilności tlenowej kiszonek - metodą pomiarów zmian temperatury i pH w czasie przechowywania kiszonki w warunkach tlenowych w temperaturze pokojowej.



Rys. 1. Średnia zawartość wapnia, fosforu i magnezu w suchej masie zielonki runi łąkowej i kiszonek
 Fig. 1. Average content of calcium, phosphorus and magnesium in dry matter of green fodder of meadow grasses and in silages



Rys. 2. Średnia zawartość cynku, manganu i karotenoidów w suchej masie zielonki runi łąkowej i kiszonek
 Fig. 2. Average content of zinc, manganese and carotenoids in dry matter of green fodder of meadow grasses and in silages

Na rys. 1 i 2 podano wartości średnie z dwóch lat badań, prowadzonych w siedmiu gospodarstwach ekologicznych.

W procesie kiszenia runi łąkowej bez dodatku lub z dodatkiem samego preparatu różnice w zawartości analizowanych pierwiastków w materiale wyjściowym przeznaczonym do kiszenia i gotowymi kiszonkami wynosiły od 5 do 10% wartości początkowej. Wyższa zawartość makro- i mikroelementów w kiszonkach mogła być spowodowana zmiennością materiału roślinnego pochodzącego z użytków zielonych, jak również mogła być wynikiem metabolizmu bakterii fermentacji mlekowej.

W wyniku zastosowania do kiszenia runi łąkowej preparatu Lactosil uzupełnionego mieszanką mineralno-witaminową, nastąpiły istotne zmiany poziomu zawartości makro- i mikroelementów wynoszące dla poszczególnych

pierwiastków od 26 do 86%, a zawartość związków karotenoidowych wzrosła średnio o 27% w stosunku do ich zawartości w kiszonkach kontrolnych.

W kiszonkach bez dodatku preparatu bakteryjnego i mieszanki uzupełniającej zawartość karotenoidów była niższa o 10% w stosunku do materiału wyjściowego.

Dyskusja wyników

Rolnictwo ekologiczne różni się od rolnictwa konwencjonalnego tym, że produkcja roślinna prowadzona jest bez użycia środków chemicznych w tym syntetycznych nawozów mineralnych, a produkcja zwierzęca z użyciem pasz wytworzonych metodami ekologicznymi. Siano i ruń łąkowa pochodząca z użytków zielonych w Polsce charaktery-

zują się niedostateczną ilością fosforu, cynku i beta-karotenu, a w niektórych przypadkach wapnia i magnezu, w stosunku do zapotrzebowania zwierząt przeżuwających [8].

Kiszonki z runi łąkowej stanowią zwłaszcza w okresie zimy podstawę żywienia bydła opasowego i krów mlecznych i powinny być bogate w beta-karoten, witaminy, enzymy i mikroelementy katalizujące przemianę pasz objętościowych na produkty pochodzenia zwierzęcego [1, 2].

Opracowana metoda kiszenia runi łąkowej dla gospodarstw ekologicznych, z zastosowaniem najnowszej generacji preparatu bakteryjnego Lactosil, bez i z uzupełniającą mieszanką mineralno-witaminową, zapewniła wysoką jakość kiszonek, a dodatkowo zwiększyła zawartość ważnych z punktu żywienia zwierząt makro- i mikroelementów i związków karotenoidów w zakiszonym materiale roślinnym do poziomu średniej krajowej zawartości tych pierwiastków w sianie i runi łąkowej [1].

Kiszonki z runi łąkowej sporządzone bez dodatków bakterii, stymulujących naturalną fermentację mlekową roślin, odznaczają się zawartością składników pokarmowych zbliżoną lub niższą do ich zawartości w materiale wyjściowym [8, 9].

Wydłużenie stabilności tlenowej kiszonek po ich otwarciu i rozpoczęciu skarmiania jest obecnie przedmiotem badań prowadzonych w licznych ośrodkach badawczych pracujących na rzecz rolnictwa [3, 4, 5, 6, 7].

W wyniku badań prowadzonych na świecie i badań Instytutu okazało się, że uzupełnienie preparatów bakterii fermentacji mlekowej przeznaczonych do poprawy procesu kiszenia pasz o szczepy heterofermentatywne, a zwłaszcza z gatunków *Lactobacillus buchneri* i *Lactobacillus brevis*, przyczynia się do przedłużenia stabilności tlenowej kiszonek z różnych roślin [9, 10, 11].

Zgodnie z pierwszym założeniem badawczym, dzięki zastosowaniu do kiszenia roślinności łąkowej wyselekcjonowanych szczepów bakterii fermentacji mlekowej z gatunku *Lactobacillus plantarum*, o szczególnej zdolności do biosyntezy enzymów amylolitycznych i celulolitycznych oraz z gatunków *Lactobacillus buchneri* i *Lactobacillus brevis*, kiszonki doświadczalne charakteryzowały się wysoką zawartością składników pokarmowych, bardzo dobrą jakością i stabilnością tlenową [10, 11]. Kiszonki z runi łąkowej wykonane z dodatkiem preparatu bakteryjnego i mieszanki mineralno-witaminowej charakteryzowały się ponadto wyższą zawartością makro- i mikroelementów oraz związków karotenoidowych w stosunku do materiału wyjściowego i kiszonek bez dodatku i z dodatkiem samego preparatu bakteryjnego.

Spełniony został również cel drugiego założenia badawczego, dotyczący opracowania metody sporządzania kiszonek do stosowania w gospodarstwach ekologicznych, która gwarantowałaby wzbogacenie ich w związki mineralne, a zwłaszcza fosforu i cynku oraz związki karotenoidowe, występujące w niedoborze w runi łąkowej.

Wnioski

1. W procesie kiszenia runi łąkowej, pod wpływem działania nowej generacji preparatu bakteryjnego Lactosil, nastąpił wzrost średniej zawartości białka o 5% i obniżenie średniej zawartości włókna o 4%, podwyższenie jakości do bardzo dobrej i wydłużenie o 9 dni stabilności tlenowej kiszonek, w stosunku do kiszonek kontrolnych.

2. Kiszonki z runi łąkowej, wykonane zgodnie z opracowaną metodą dla gospodarstw ekologicznych, z dodatkiem preparatu Lactosil uzupełnionego mieszanką mineralno-witaminową, zawierały w stosunku do kiszonek kontrolnych więcej o: 26% wapnia, 86% fosforu, 73% magnezu, 38% manganu i 75% cynku oraz 27% związków karotenoidowych, w stosunku do ich zawartości w kiszonkach kontrolnych.
3. Opracowaną metodę kiszenia runi łąkowej z zastosowaniem preparatu bakteryjnego Lactosil i mieszanki mineralno-witaminowej, wdrożono w wybranych gospodarstwach ekologicznych.

Literatura

- [1] Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: Właściwości chemiczne roślin. Skrypt Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań 1990.
- [2] Karaś J.: Zielonki i ich konserwowanie. Pasze. Praca zbiorowa. Wydawnictwo Rozwój SGGW, Warszawa 1997.
- [3] Kung, L., Jr., and N. K. Ranjit.: The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. J. Dairy Sci. 84:1149-1155, 2001.
- [4] Kung, L., Jr., C. C. Taylor, M. P. Lynch, and J. M. Neylon.: The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86:336-343, 2003.
- [5] Maki M.: The isolation and characterisation of a heterofermentative inoculant and its effect on silage quality and aerobic stability. Finnish Journal of Dairy Science, 53, 173, 1996.
- [6] Oude Elferink S.J.W.H., Driehuis F., Kroomean J., Gottschal J.C., Spoestra S.F.: *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the aerobe degradation of lactic acid to acetic and acid to 1,2 propanediol, Conference Proceedings The XII th International Silage Conference, 5-7 July, Uppsala Sweden, p. 266-267, 1999.
- [7] Potkański A., Zielińska K.: Wpływ synergicznego działania LAB i enzymów na przemiany węglowodanów w czasie kiszenia pasz. I Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Wykorzystanie bakterii mlekowych do otrzymywania produktów żywnościowych wysokiej jakości i o podwyższonej wartości odżywczej”, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Warszawa, 2005.
- [8] Ruszczyc Z.: Żywienie zwierząt i paszoznawstwo. PWRiL, Warszawa 1985.
- [9] Stecka K.: Opracowanie metod sporządzania kiszonek dla gospodarstw ekologicznych. IBPRS, Warszawa (niepublikowane), 2004.
- [10] Zielińska K., Miecznikowski A., Suterska A.: Sprawozdanie z pracy pt.: Badanie wpływu szczepów *Lactobacillus plantarum* o zdolności do biosyntezy enzymów amylolitycznych i celulolitycznych, na trwałość tlenową kiszonych pasz. IBPRS, Warszawa (niepublikowane), 2000.
- [11] Zielińska K., Zastawny J., Wróbel B.: Materiały z XIII th International Silage Conference, Auchincruive, 204-206, Scotland 2002.