

## EVALUATION OF BIOLOGICAL ADDITIVES EFFECTIVENESS IN ENSILAGE PROCESS OF MEADOW SWARD

### Summary

During the years 1999-2008 the study in production conditions was conducted. The aim of this study was to assess the impact of selected commercial bacterial inoculants containing lactic acid bacteria on quality and aerobic stability of grass silage. Pre-wilted meadow sward was ensilaged in big cylindrical bales wrapped with plastic film with three different microbiological additives and three enzyme-microbiological additives. In order to assess the effectiveness of used additives, from the same plant material control silages (without any additives) were prepared. In obtained silages dry matter content, pH, lactic acid, acetic acid, butyric acid concentration and the number of yeasts, moulds and lactic acid bacteria were evaluated. Also the tests of aerobic stability of silage by measuring the temperature for 12 days were conducted. Effectiveness of the biological additives used in the process of meadow sward ensiling was varied and resulted primarily from their composition. Greater efficiency in terms of positive impact on the fermentation process and silage quality was demonstrated by microbiological-enzymatic additives. Silage made with these additives had average less acetic acid and butyric acid content so obtained more points in the Flieg-Zimmer scale than silage made with microbiological additives. More evident improvement of aerobic stability of grass silage was obtained as a result of application of microbiological additives containing heterofermentative strain *Lactobacillus buchnerii*. These silages contained more acetic acid, which significantly limited the number of yeasts and moulds.

**Key words:** greens; meadow sward; ensilage; biological additives; experimentation; methods

## OCENA EFEKTYWNOŚCI STOSOWANIA DODATKÓW BIOLOGICZNYCH W PROCESIE ZAKISZANIA RUNI ŁĄKOWEJ

### Streszczenie

Badania prowadzono w latach 1999-2008 w warunkach produkcyjnych. Celem badań była ocena wpływu wybranych komercyjnych preparatów bakteryjnych zawierających kultury bakterii kwasu mlekowego na jakość i stabilność tlenową kiszzonek z runi łąkowej. Kiszonki sporządzano z podsuszonej runi łąkowej zakiszanej w dużych belach cylindrycznych owijanych folią z dodatkiem trzech różnych preparatów mikrobiologicznych oraz trzech dodatków mikrobiologiczno-enzymatycznych. Celem oceny efektywności zastosowanych dodatków równolegle z tego samego materiału roślinnego sporządzano kiszonki bez dodatku (kiszonki kontrolne). W uzyskanych kiszonkach oceniano zawartości suchej masy, pH, koncentracje kwasów mlekowego, octowego i masłowego oraz liczebność drożdży, pleśni i bakterii kwaszających. Badano również stabilność tlenową kiszzonek metodą pomiaru temperatury przez 12 dni. Efektywność zastosowanych dodatków biologicznych w procesie zakiszania runi łąkowej była zróżnicowana, co wynikało przede wszystkim z ich składu. Większą efektywnością pod względem pozytywnego oddziaływania na proces zakiszania i jakość kiszzonek wykazały się preparaty mikrobiologiczno-enzymatyczne. Kiszonki sporządzone z tymi preparatami średnio zawierały mniej kwasu octowego i masłowego, dzięki czemu uzyskały więcej punktów w skali Fliega-Zimmera niż kiszonki z preparatami mikrobiologicznymi. Większą poprawę stabilności tlenowej kiszzonek z runi łąkowej uzyskano w efekcie zastosowania preparatów mikrobiologicznych zawierających w swym składzie heterofermentacyjny szczep *Lactobacillus buchnerii*. Kiszonki te zawierały więcej kwasu octowego, który istotnie ograniczał liczebność drożdży i pleśni.

**Słowa kluczowe:** trawy; runi łąkowa; kiszzenie; dodatki biologiczne; badania; metody

### 1. Wstęp

Ważnym elementem nowoczesnych technologii produkcji kiszzonek z podsuszonej runi łąkowej jest stosowanie dodatków kiszonkarskich pochodzenia bakteryjnego. Konieczność ich stosowania wynika z faktu, że skład i liczebność populacji epifitycznej flory bakteryjnej występującej na zakiszanych roślinach uniemożliwiają zainicjowanie wytworzenia kwasu mlekowego przez bakterie kwasu mlekowego obecne w zakiszonym surowcu [4]. Również wstępne podsuszenie zakiszane surowca nie zawsze gwarantuje prawidłowy przebieg procesu zakiszania oraz uzyskanie dobrej i stabilnej tlenowo kiszonki.

Do zakiszania runi łąkowej najczęściej stosowane są preparaty mikrobiologiczne. Ich zadaniem jest stymulacja,

czyli ukierunkowanie przebiegu procesu fermentacji w zakiszonym surowcu [5, 16, 21]. Ich dodatek zapewnia dostateczną ilość bakterii kwasu mlekowego w zakiszonym materiale, co stwarza możliwość modyfikacji procesu zakiszania i poprawę jakości kiszzonek poprzez ograniczenie koncentracji lotnych kwasów tłuszczowych, azotu amoniakalnego oraz zwiększenie zawartości cukrów prostych i białka ogólnego w kiszonkach [1, 3, 9, 19].

Preparaty te występują pod postacią inokulantów, czyli szczepionek bakteryjnych, zawierających szczepy liofilizowanych lub suszonych bakterii kwasu mlekowego osadzonych na nośnikach mineralnych lub węglowodanowych. Pierwotnie inokulanty bakteryjne zawierały w swym składzie wyłącznie homofermentatywne szczepy bakterii kwasu

mlekowego, tj.: *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. (*Streptococcus*), *Pediococcus* spp., *Lactococcus* spp., *Leuconostoc* spp. [12]. Często aktywność bakterii w preparatach wspomagana jest odpowiednimi enzymami, które zwiększają ilość cukrów rozpuszczalnych [13].

Jednak zwiększona koncentracja kwasu mlekowego w kiszonkach produkowanych z dodatkiem inokulantów stanowi równocześnie czynnik zwiększający stopień rozkładu tlenowego kiszonek [6, 14, 18, 10]. Dlatego skład stymulatorów mikrobiologicznych zawierających szczepy bakterii homofermentatywnych coraz częściej uzupełnia się gatunkami heterofermentacyjnymi, głównie *Lactobacillus bichneri* oraz *Lactobacillus brevis* [21]. Dotychczasowe badania dotyczące *Lactobacillus buchneri* [6, 8, 15] wykazały, że jest to szczep bakteryjny wytwarzający związki hamujące rozwój drożdży, co może sprzyjać poprawie stabilności tlenowej kiszonek [2, 20].

Celem badań była ocena wpływu wybranych komercyjnych preparatów bakteryjnych zawierających kultury bakterii kwasu mlekowego na jakość i stabilność tlenową kiszonek z runi łąkowej sporządzanych w technologii dużych bel.

## 2. Metodyka badań

Badania prowadzono w latach 1999-2008 w warunkach produkcyjnych w Zakładzie Doświadczalnym ITP w Falentach. Do badań wytypowano łąkę trwałą, o powierzchni 9 ha, położoną na glebie mineralnej (czarnej ziemi zdegradowanej) w siedlisku gądku właściwego. W skład runi łąkowej w 80% wchodziły trawy (*Poa pratensis* L., *Alopecurus pratensis* L., *Dactylis glomerata* L., *Arrhenaterum etatius* (L.) P. Beauv., *Lolium perenne* L.). Resztę, tj. 20% składu runi, stanowiły zioła i chwasty oraz występujące w ilości kilku procent rośliny motylkowate. Łąkę koszono trzykrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego. Po raz pierwszy koszenie wykonywano ok. 20 maja w fazie kłoszenia się dominujących gatunków traw, a kolejne dwa pokosy w 9-tygodniowych odstępach. Koszenie wykonywano kosiarką rotacyjną wyposażoną w spulchniacz pokosów, co przyspieszało proces utraty wody przez skoszoną masę roślinną. Następnie skoszona masa roślinna, po osiągnięciu zawartości suchej masy około 30-40%, była zbierana prasą zwijającą i zakiszana w postaci dużych bel cylindrycznych o wa-

dze około 400 kg. W trakcie zbioru do zakiszanej runi łąkowej dodawano jeden z sześciu porównywanych preparatów. Badaniami objęto trzy dodatki mikrobiologiczne: M1, M2 i M3 oraz trzy dodatki mikrobiologiczno-enzymatyczne: ME1, ME2 i ME3. Charakterystykę poszczególnych dodatków przedstawiono w tab. 1. Preparaty, w ilości zalecanej przez producentów, stosowano za pomocą specjalnego aplikatora zamontowanego na prasie rolniczej. W celu oceny efektywności zastosowanych dodatków, sporządzano kiszonki z tego samego materiału roślinnego bez dodatku (kiszonki kontrolne). Sprasowane bele w ciągu 2-4 godzin transportowano na teren gospodarstwa, gdzie za pomocą owijkarki stacjonarnej były owijane 4 warstwami folii o szer. 500 mm. W sezonie jesienno-zimowym z losowo wybranych bel pobierano próby świeżej kiszonki do analiz chemicznych oraz do oceny stabilności tlenowej.

W trakcie badań przetestowano 195 prób kiszonki, w tym 65 prób kiszonki kontrolnej oraz 66 prób kiszonki z dodatkami mikrobiologicznymi i 64 próby kiszonki z dodatkami mikrobiologiczno-enzymatycznymi. W świeżych próbkach kiszonek oceniano zawartość suchej masy (metodą suszarkową), pH świeżej masy kiszonki (metodą potencjometryczną) oraz ilość kwasu mlekowego, octowego i masłowego (metodą enzymatyczną). Na podstawie udziału poszczególnych kwasów w sumie kwasów oceniano jakość kiszonek, którą wyrażano w punktach według 100-punktowej skali Fliega-Zimmera. W próbach kiszonek oceniano również liczebność drożdży, pleśni i bakterii kwaszących metodą posiewów na podłożach selektywnych.

Do oceny stabilności tlenowej pobierano około 20 kg próby kiszonek, które umieszczano w ażurowych koszach o pojemności 60 l i przetrzymywano w stałej temperaturze pokojowej przez okres 12 dni. Dwa razy dziennie mierzono termometrem rtęciowym temperaturę wewnątrz prób kiszonek oraz temperaturę zewnętrzną. Do oceny stabilności przyjęto czas (w dniach) potrzebny do wzrostu temperatury w próbkach kiszonek o 1°C powyżej temperatury otoczenia.

Uzyskane dane, dotyczące jakości i stabilności tlenowej, poddano ocenie statystycznej, wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji. Obliczenia wykonano w programie Statistica, modułem Anova/Manova. Porównania średnich i podziału na grupy jednorodne dokonano testem T-Tuckey'a (HSD) na poziomie istotności  $p \leq 0,05$ .

Tab. 1. Charakterystyka zastosowanych dodatków  
Table 1. Profile of used additives

Dodatek	Charakterystyka	Skład preparatu
M1	Dodatek mikrobiologiczny	<i>Lactobacillus plantarum</i> (CCM 3769), <i>Lactobacillus casei</i> (CCM 3775), <i>Enterococcus faecium</i> (CCM 6226), <i>Pediococcus pentosaceus</i> (CCM 3770)
M2	Dodatek mikrobiologiczny zawierający m.in. <i>Lactobacillus buchneri</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> C KKP/788/p, <i>Lactobacillus plantarum</i> K KKP/593/p, <i>Lactobacillus brevis</i> KKP 839, <i>Lactobacillus buchneri</i> KKP/907/p
M3	Dodatek mikrobiologiczny zawierający m.in. <i>Lactobacillus buchneri</i>	<i>Enterococcus faecium</i> M74, <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Enterococcus acididati</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i>
ME1	Dodatek mikrobiologiczno-enzymatyczny	<i>Lactobacillus plantarum</i> (CCM 3769), <i>Lactobacillus casei</i> (CCM 3775), <i>Enterococcus faecium</i> (CCM 6226), <i>Pediococcus pentosaceus</i> (CCM 3770), celuloza, hemiceluloza, glukozaoksydaza
ME2	Dodatek mikrobiologiczno-enzymatyczny zawierający m.in. <i>Lactobacillus buchneri</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> C KKP/788/p, <i>Lactobacillus plantarum</i> K KKP/593/p, <i>Lactobacillus brevis</i> KKP 839, <i>Lactobacillus buchneri</i> KKP/907/p, kompleks enzymów paszowych
ME3	Dodatek mikrobiologiczno-enzymatyczny zawierający m.in. <i>Lactobacillus buchneri</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> C KKP/788/p, <i>Lactobacillus plantarum</i> K KKP/593/p, <i>Lactobacillus buchneri</i> KKP/907/p, kompleks enzymów paszowych z przewagą glukoamylazy

### 3. Wyniki badań

#### 3.1. Jakość kiszonek

Średnia zawartość suchej masy w ocenianych kiszonkach kształtowała się na poziomie około 400 g·kg<sup>-1</sup>, co było wartością typową dla kiszonek z materiału przewiedniętego. Zastosowanie preparatów wpłynęło istotnie na kształtowanie się większości parametrów oceny jakościowej kiszonek. Kiszonki do produkcji, których zastosowano dodatek preparatów mikrobiologicznych charakteryzowały się istotnie niższym pH. Zawierały również więcej kwasu mlekowego, przy czym wzrost ten został udowodniony statystycznie tylko w przypadku dodatku preparatu M3. Nie stwierdzono również istotnego wpływu dodatku badanych preparatów na kształtowanie się zawartości kwasu octowego i masłowego, co wynikało prawdopodobnie z bardzo dużej zmienności uzyskanych wyników dotyczących badanych parametrów oceny jakościowej kiszonek. Mimo to zaobserwowano tendencję do ograniczania koncentracji kwasu octowego w kiszonkach po zastosowaniu preparatów M1 i M2 oraz kwasu masłowego - po zastosowaniu preparatów M2 i M3 (tab. 2).

W przypadku wszystkich ocenianych kiszonek do produkcji, których zastosowano dodatek preparatów mikrobiologiczno-enzymatycznych stwierdzono istotny wzrost koncentracji kwasu mlekowego przy równoczesnym spadku ilości kwasu masłowego. We wszystkich kiszonkach zanotowano również wzrost ilości kwasu octowego, przy czym wzrost ten był istotny tylko w przypadku kiszonki z preparatem ME1. Ponadto w kiszonkach z dodatkiem preparatów ME1 i ME2 stwierdzono istotny spadek wartości pH w stosunku do kiszonki kontrolnej (tab. 3).

Opisywane zmiany w zakresie koncentracji kwasów tłuszczowych miały bezpośredni wpływ na końcową ocenę punktową kiszonek. Średnio wszystkie kiszonki z wyjątkiem kiszonki sporządzonej z dodatkiem inokulanta M1 uzyskały istotnie więcej punktów w skali Fliega-Zimmera niż kiszonki kontrolne. Wzrost ten wynosił średnio o ok. 20 punktów i wahał się od 13,3 punktów w przypadku kiszonki M1 do 29,4 punktów w przypadku kiszonki M2.

Większą skutecznością pod względem poprawy jakości kiszonki wykazały się dodatki ME1, ME2 i ME3, należące do grupy dodatków mikrobiologiczno-enzymatycznych. Aż 98% z ocenianych kiszonek sporządzonych z tymi dodatkami uzyskało ocenę bardzo dobrą i dobrą. W przypadku kiszonek sporządzonych z dodatkami mikrobiologicznymi (M1, M2 i M3) 80% z ocenianych kiszonek uzyskało ocenę bardzo dobrą i dobrą. Dla porównania wśród kiszonek kontrolnych większość prób uzyskało ocenę dobrą i zadowalającą. Zaledwie 22% prób kiszonek kontrolnych było bardzo dobrej jakości (rys. 1).

#### 3.2. Jakość mikrobiologiczna kiszonek

Zastosowanie dodatku preparatów mikrobiologicznych i mikrobiologiczno-enzymatycznych wpłynęło również istotnie na liczebność badanych mikroorganizmów kiszonkowych. We wszystkich kiszonkach, do produkcji których zastosowano omawiane preparaty zaobserwowano korzystne zjawisko polegające na istotnym zwiększeniu liczebności bakterii kwaszących. Równocześnie we wszystkich kiszonkach z wyjątkiem kiszonki ME1 zanotowano istotne ograniczenie liczebności pleśni oraz, z wyjątkiem kiszonek M1 i ME1, ograniczenie liczebności drożdży (tab. 2 i 3).

#### 3.3. Stabilność tlenowa kiszonek

Ważnym elementem przy ocenie skuteczności dodatków kiszonkarskich jest ich pozytywny wpływ na tlenową stabilność kiszonki, która odzwierciedla jej odporność na psucie się wywołane dostępem powietrza po otwarciu silosu lub beli. Stabilność tlenowa kiszonek kontrolnych średnio wynosiła od 6,9 do 8,1 dnia. Najdłużej zachowywały stabilność kiszonki sporządzone z dodatkami M1 (9,7 dnia) i M2 (9,8 dnia). W stosunku do kiszonki kontrolnej zastosowanie tych dodatków wydłużyło czas stabilności tlenowej odpowiednio o 2,3 i 2,4 dnia, jednak różnice te nie zostały udowodnione statystycznie.

W przypadku kiszonek wyprodukowanych z dodatkiem preparatów ME1, ME2 i ME3 poprawa stabilności tlenowej była mniejsza i w porównaniu z kiszonką kontrolną wynosiła od 0,5 do 1,1 dnia (tab. 2 i 3).

Tab. 2. Ocena jakości kiszonek sporządzonych z dodatkiem preparatów mikrobiologicznych  
Table 2. Quality of grass silage made with microbiological additives

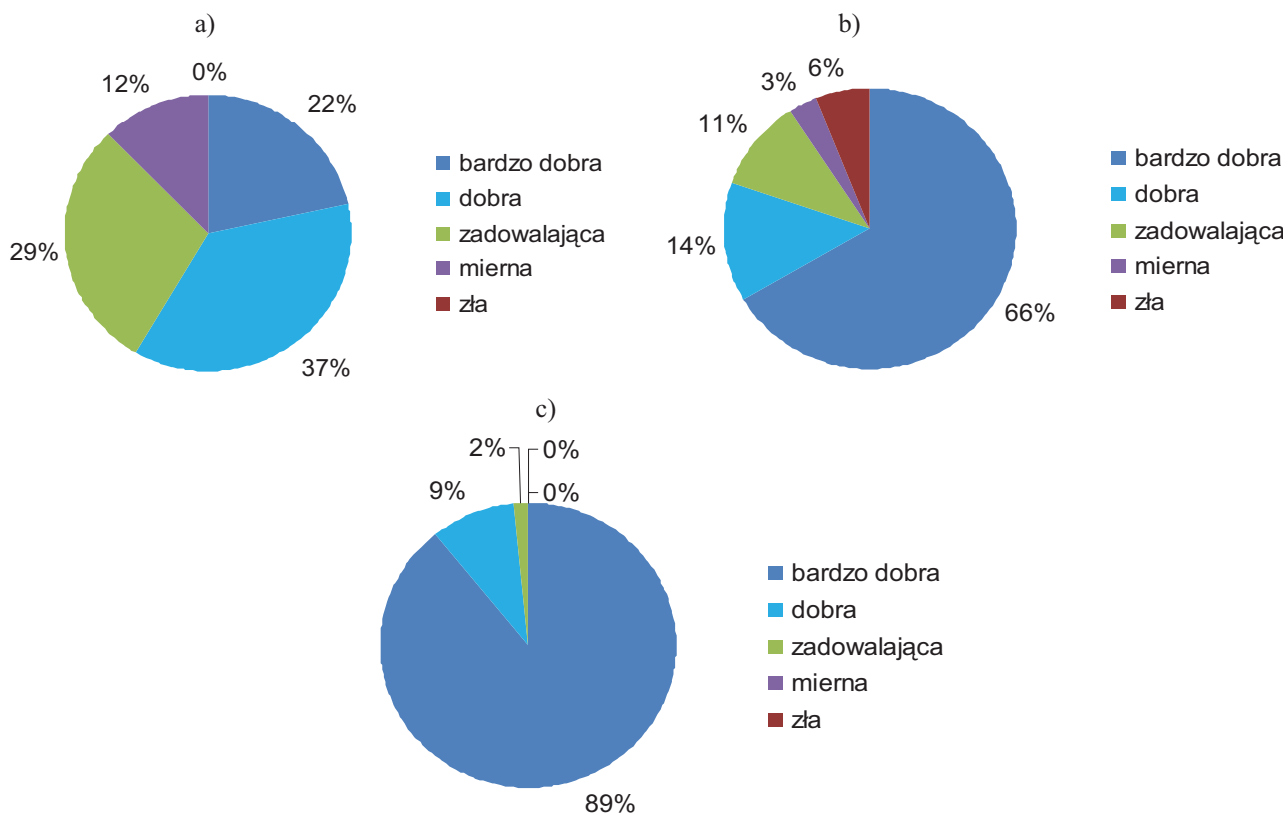
		Kontrola n=20	M1 n=20	Kontrola n=20	M2 n=19	Kontrola n=27	M3 n=27
Sucha masa [g kg <sup>-1</sup> ]	x	419,2	375,5	419,2	415,3	456,0	424,6
	SD	140,4	87,0	140,4	100,7	97,4	75,6
pH	x	5,15 <sup>b</sup>	4,86 <sup>a</sup>	5,15 <sup>b</sup>	4,78 <sup>a</sup>	5,10 <sup>b</sup>	4,66 <sup>a</sup>
	SD	0,45	0,27	0,45	0,42	0,46	0,44
Kwas mlekowy [g kg <sup>-1</sup> sm]	x	32,8	42,1	32,8	47,5	24,4	36,6
	SD	12,7	17,1	12,7	16,1	10,1	8,9
Kwas octowy [g kg <sup>-1</sup> sm]	x	10,7	9,9	10,7	8,8	8,6	12,4
	SD	6,3	2,8	6,3	2,9	6,2	6,3
Kwas masłowy [g kg <sup>-1</sup> sm]	x	4,4	4,7	4,4	1,9	1,0	0,4
	SD	6,4	0,2	6,4	0,1	0,7	0,6
Punkty w skali Fliega-Zimmera	x	57,6	70,9	57,6 <sup>a</sup>	86,8 <sup>b</sup>	66,5 <sup>a</sup>	86,9 <sup>b</sup>
	SD	17,7	5,6	17,7	1,16	25,6	15,8
Stabilność [dni]	x	7,4	9,7	7,4	9,8	6,9	8,7
	SD	4,1	4,4	4,1	3,6	3,23	2,81
Drożdże [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	x	3,33	2,48	3,33 <sup>b</sup>	1,98 <sup>a</sup>	2,41 <sup>b</sup>	1,55 <sup>a</sup>
	SD	1,54	0,87	1,54	1,16	0,36	0,38
Pleśnie [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	x	2,87 <sup>b</sup>	1,40 <sup>a</sup>	2,87 <sup>b</sup>	1,34 <sup>a</sup>	3,50 <sup>b</sup>	2,16 <sup>a</sup>
	SD	0,9	0,96	0,9	0,74	0,98	0,96
Bakterie kwaszące [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	x	2,02 <sup>a</sup>	3,77 <sup>b</sup>	2,02 <sup>a</sup>	4,33 <sup>b</sup>	3,70 <sup>a</sup>	5,09 <sup>b</sup>
	SD	1,36	1,10	1,36	0,92	1,08	0,57

x- wartość średnia, SD – odchylenie standardowe

Tab. 3. Ocena jakości kiszonek sporządzonych z dodatkiem preparatów mikrobiologiczno-enzymatycznych  
 Table 3. *Quality of grass silages made with microbiological-enzymatic additives*

		Kontrola n=18	ME1 n=18	Kontrola n=18	ME2 n=19	Kontrola n=27	ME3 n=27
Sucha masa [g kg <sup>-1</sup> ]	x	411,1	367,8	411,1	412,1	456,0	443,0
	SD	80,9	87,0	80,9	107,0	97,4	108,4
pH	x	4,86 <sup>b</sup>	4,38 <sup>a</sup>	4,86 <sup>b</sup>	4,51 <sup>a</sup>	5,10	4,8
	SD	0,37	0,27	0,37	0,42	0,46	0,32
Kwas mlekowy [g kg <sup>-1</sup> sm]	x	31,6 <sup>a</sup>	43,6 <sup>b</sup>	31,6 <sup>a</sup>	44,0 <sup>b</sup>	24,4 <sup>a</sup>	36,7 <sup>b</sup>
	SD	11,4	17,1	11,4	16,1	10,1	11,4
Kwas octowy [g kg <sup>-1</sup> sm]	x	6,2 <sup>a</sup>	8,5 <sup>b</sup>	6,2	7,9	8,6	10,1
	SD	2,3	2,8	2,3	2,9	6,2	3,9
Kwas masłowy [g kg <sup>-1</sup> sm]	x	1,4 <sup>b</sup>	0,4 <sup>a</sup>	1,4 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>b</sup>	0,3 <sup>a</sup>
	SD	1,3	0,2	1,3	0,1	0,7	0,4
Punkty w skali Fliega-Zimmera	x	75,3 <sup>a</sup>	96,7 <sup>b</sup>	75,3 <sup>a</sup>	98,6 <sup>b</sup>	66,5 <sup>a</sup>	88,8 <sup>b</sup>
	SD	16,6	5,6	16,6	1,16	25,6	12,7
Stabilność [dni]	x	8,1	8,7	8,1	8,6	6,9	8,0
	SD	3,5	4,4	3,5	3,6	3,23	2,8
Drożdże [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	x	1,79	1,23	1,79 <sup>b</sup>	0,74 <sup>a</sup>	2,41 <sup>b</sup>	1,44 <sup>a</sup>
	SD	0,85	0,87	0,85	1,16	0,36	0,39
Pleśnie [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	x	2,11	1,74	2,11 <sup>b</sup>	1,31 <sup>a</sup>	3,50 <sup>b</sup>	1,69 <sup>a</sup>
	SD	0,48	0,96	0,48	0,74	0,98	0,79
Bakterie kwaszące [log <sub>10</sub> jtk g <sup>-1</sup> św. m.]	x	3,65 <sup>a</sup>	5,02 <sup>b</sup>	3,65 <sup>a</sup>	5,30 <sup>b</sup>	3,70 <sup>a</sup>	4,97 <sup>b</sup>
	SD	0,98	1,10	0,98	0,92	1,08	0,90

x- wartość średnia, SD – odchylenie standardowe

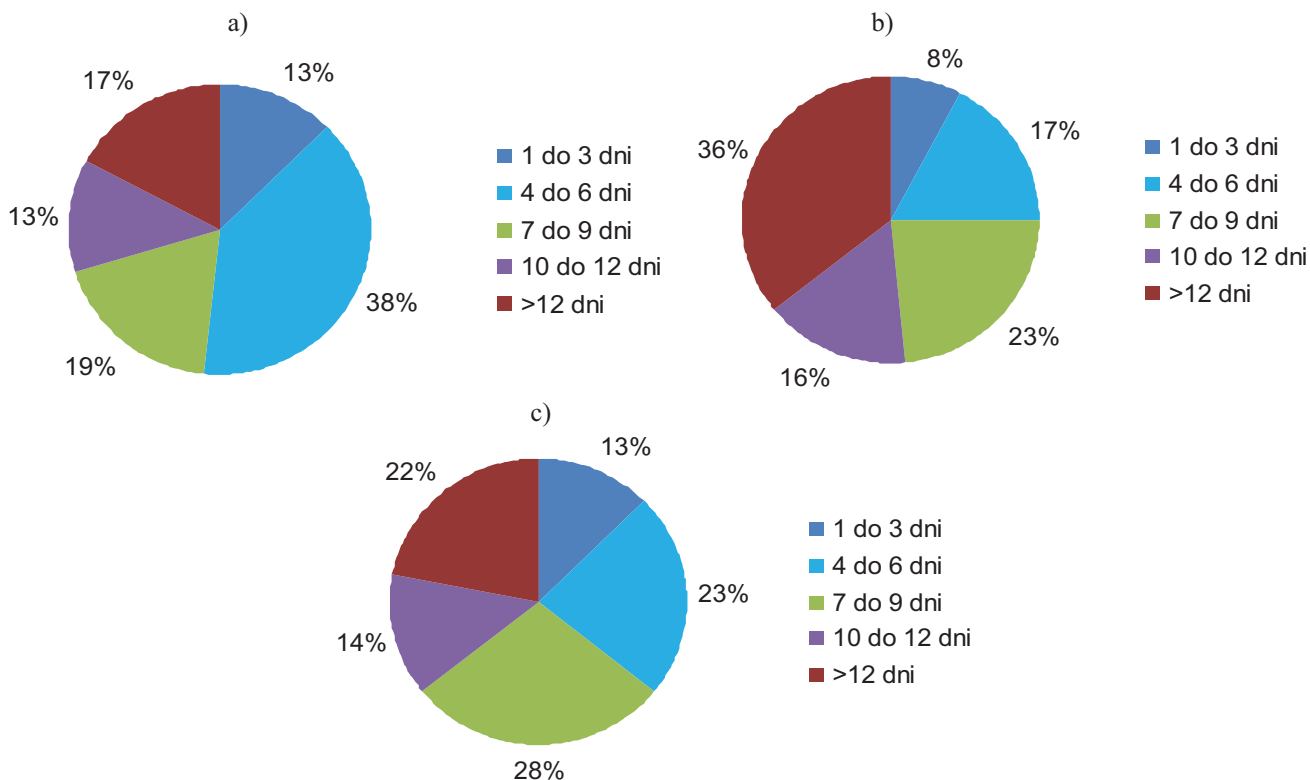


Rys. 1. Procentowy udział prób a) kiszonek kontrolnych, b) kiszonek wyprodukowanych z dodatkami mikrobiologicznymi M1, M2 i M3, c) kiszonek wyprodukowanych z dodatkami mikrobiologiczno-enzymatycznymi ME1, ME2 i ME3 mieszczących się w poszczególnych przedziałach oceny jakościowej wg skali Fliega-Zimmera

Fig. 1. Percentage share of a) control silage samples, b) silages made with addition of microbiological additives M1, M2 and M3, c) silages made with microbiological-enzymatic additives ME1, ME2 and ME3 located in a particular quality classes acc. to Flieg-Zimmer scale

Mimo braku udowodnionych statystycznie różnic stwierdzono, że procentowy udział prób kiszonek stabilnych (czyli takich, które poddane ekspozycji tlenowej przez okres 12 dni nie uległy procesowi wtórnej fermentacji) wzrósł z 17% w przypadku kiszonek kontrolnych do 22%

i 36% odpowiednio dla kiszonek z dodatkiem preparatów mikrobiologiczno-enzymatycznych i kiszonek z dodatkiem preparatów mikrobiologicznych (rys. 2). Świadczy to o korzystnym oddziaływaniu tych preparatów na stabilność tlenową kiszonek z runi łąkowej.



Rys. 2. Procentowy udział prób a) kiszonek kontrolnych, b) kiszonek wyprodukowanych z dodatkami mikrobiologicznymi M1, M2 i M3, c) kiszonek wyprodukowanych z dodatkami mikrobiologiczno-enzymatycznymi ME1, ME2 i ME3 mieszczących się w poszczególnych przedziałach oceny stabilności tlenowej

Fig. 2. Percentage share of a) control silage samples, b) silages made with addition of microbiological additives M1, M2 and M3, c) silages made with microbiological-enzymatic additives ME1, ME2 and ME3 located in a particular classes of air stability assessment

#### 4. Podsumowanie

Efektywność stosowania dodatków do kiszonek należy rozumieć jako skuteczność ich pozytywnego oddziaływania na proces zakiszenia, tlenową nietrwałość kiszonek, rozkład białka w zwaczu, strawność składników pokarmowych, smakowitość i pobranie kiszonek, produkcję mleka, jego skład oraz jakość [7]. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że efektywność zastosowanych dodatków biologicznych była zróżnicowana, co wynikało przede wszystkim z ich składu. Dwa z nich (M1 i ME1) zawierały wyłącznie kultury starterowe homofermentacyjnych bakterii kwasu mlekowego. Skład pozostałych preparatów uzupełniono jednym szczepem heterofermentacyjnym *Lactobacillus buchneri* (preparaty M3 i ME3) lub dwoma szczepami heterofermentacyjnymi *Lactobacillus buchneri* i *Lactobacillus brevis* (preparaty M2 i ME2). Preparaty ME1, ME2 i ME3, oprócz bakterii kwasu mlekowego zawierały kompleksy enzymów paszowych (tab. 1).

Obecność homofermentacyjnych szczepów bakterii kwasu mlekowego, czyli zdolnych do produkcji wyłącznie kwasu mlekowego, we wszystkich omawianych preparatach przyczyniła się do ukierunkowania procesu fermentacji mlekowej w zakiszonym materiale roślinnym. Wyrażało się to obniżonym pH, zwiększoną zawartością kwasu mlekowego przy mniejszej ilości kwasu masłowego, co zaowocowało istotną poprawą jakości wszystkich kiszonek w stosunku do kiszonek kontrolnych.

Pośród omawianych dodatków większą efektywnością pod względem pozytywnego oddziaływania na proces zakiszenia i jakość kiszonek charakteryzowały się preparaty mikrobiologiczno-enzymatyczne. Większą efektywność

tych preparatów należy tłumaczyć obecnością odpowiednich enzymów, które wspomagają aktywność bakterii poprzez zwiększenie ilości cukrów rozpuszczalnych będących substratem do produkcji kwasu mlekowego [13].

Ważnym elementem w ocenie skuteczności dodatków kiszonkarskich jest ich wpływ na tlenową stabilność kiszonek, co jest szczególnie istotne przy całorocznym żywieniu zwierząt kiszonkami. Tlenowe psucie się kiszonek, którego objawem jest m.in. wzrost temperatury w kiszonce, jest procesem szkodliwym i wywierającym niekorzystny wpływ na stan higieniczny kiszonek, a tym samym na ich przydatność do skarmiania [14, 16]. Istnieje powszechne przekonanie, że ważnym czynnikiem wpływającym na poprawę tlenowej trwałości kiszonek jest wysoka koncentracja kwasu octowego [11], którą można uzyskać poprzez inokulację zakiszanej masy szczepami heterofermentacyjnymi, np. *Lactobacillus buchneri* [20]. Bakteria ta, dzięki zdolności do beztlenowego rozkładu kwasu mlekowego do kwasu octowego i 1,2-propandiolu [15], jest w stanie ograniczać rozwój drożdży – mikroorganizmów odpowiedzialnych za proces wtórnej fermentacji [2]. Zostało to częściowo potwierdzone w przeprowadzonych badaniach. Trzy spośród czterech preparatów zawierających *Lactobacillus buchneri* przyczyniły się do wzrostu koncentracji kwasu octowego, choć różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie. Stwierdzono natomiast istotne ograniczenie liczebności drożdży i pleśni, zwłaszcza w przypadku kiszonek sporządzonych z dodatkami preparatów, których skład uzupełniono szczepami *Lactobacillus buchneri*. Miało to również odzwierciedlenie w poprawie stabilności tlenowej kiszonek. Kiszonki kontrolne, w których koncentracja drożdży była istotnie wyższa, zagrzewały się w krótszym czasie niż kiszonki sporządzone z dodatkiem

rządzone z dodatkiem preparatów.

Pozytywne rezultaty stosowania dodatków biologicznych często mogą dotyczyć tylko niektórych parametrów jakościowych kiszonki. Często również jedną z konsekwencji poprawy jakości kiszonki jest ujemny wpływ na ich tlenową stabilność [17]. Podobne zjawisko stwierdzono w wyniku przeprowadzonych badań. Kiszonki, które były jakościowo lepsze, w tym przypadku kiszonki sporządzone z dodatkiem preparatów mikrobiologiczno-enzymatycznych, charakteryzowały się większą podatnością na zagrzewanie w warunkach tlenowych niż kiszonki z preparatami mikrobiologicznymi. Stosowanie dodatków kiszonkarskich jednak nie zawsze gwarantowało uzyskanie dobrej kiszonki. Wśród przebadanych prób kiszonek wyprodukowanych z dodatkami były próby, których jakość była na tym samym poziomie co jakość kiszonki kontrolnej, a nawet gorsza. Potwierdza to często powtarzane stwierdzenie, że stosowanie dodatków nie jest w stanie zniwelować błędów technologicznych popełnianych w trakcie sporządzania kiszonki.

## 5. Wnioski

Efektywność zastosowanych dodatków biologicznych w procesie zakiszania runi łąkowej była zróżnicowana, co wynikało przede wszystkim z ich składu.

Większą efektywnością pod względem pozytywnego oddziaływania na proces zakiszania i jakość kiszonek wykazały się preparaty mikrobiologiczno-enzymatyczne. Kiszonki sporządzone z tymi preparatami średnio zawierały mniej kwasu octowego i masłowego, dzięki czemu uzyskały więcej punktów w skali Fliega-Zimmera niż kiszonki z preparatami mikrobiologicznymi.

Większą poprawę stabilności tlenowej kiszonek z runi łąkowej uzyskano w efekcie zastosowania preparatów mikrobiologicznych zawierających w swym składzie heterofermentacyjny szczep *Lactobacillus buchnerii*. Kiszonki te zawierały więcej kwasu octowego, który istotnie ograniczał liczebności drożdży i pleśni.

## 6. Bibliografia

- [1] Cussen R.F., Merry R.J., Williams A.P., Tweed J.K.S.: The effect of additives on the ensilage of forage of different perennial ryegrass and white clover content. *Grass and Forage Science*, 1995, 50, s. 249-258.
- [2] Danner H., Holzer M., Mayrhuber E., Braun R.: Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 2003, vol. 69, s. 562-567.
- [3] Davies D.R., Merry R.J., Williams A.P., Bakewell E.L., Leemans D.K., Tweed J.K.S.: Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. *Journal of Dairy Science*, 1998, 81, s. 444-453.
- [4] Davies Z.S., Gilbert R.J., Merry R.J., Kell D.B., Theodorou M.K., Griffith G.W.: Efficient improvement of silage additives by using genetic algorithms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2000, 66(4), s. 1435-1443.
- [5] Dorszewski P.A., Efektywność stosowania dodatków kiszonkarskich w konserwacji zielonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy. *UT-P Bydgoszcz, rozprawy*, 2009, nr 136.
- [6] Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H., Van Wikselaar P.G.: Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass and Forage Science*, 2001, 56, s. 330-343.
- [7] Gąsior R., Brzóska F.: Wpływ sposobu konserwowania traw na efektywność żywienia i skład mleka krów. *Mat. konf. XXVIII Sesja Naukowa Komisji Żywienia Zwierząt KNZ PAN Potrzeby pokarmowe wysokowydajnych zwierząt fermowych*, AR Kraków, Krynica, 1999, s. 143-146.
- [8] Holzer M., Mayrhuber E., Danner H., Braun R.: The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. *Trends in Biotechnology*, 2003, pp. 21 (6), s. 282-287.
- [9] Jalc D., Laukova-Simonova M., Varadyova Z., Homolka P.: The use of bacterial inoculants for grass silage: their effects on nutrient composition and fermentation parameter in grass silage. *Czech Journal of Animal Science*, 2009, 54, s. 84-91.
- [10] Kung L. Jr.: Silage fermentation and additives. In: *Science and Technology in the Feed Industry. Proc. Alltech's Seventeenth Annual Symp.* (Lyons T.P. and Jacques K.A., eds.) Nottingham University Press, 2001, s. 145-159.
- [11] Mayrhuber E., Holzer M., Danner H., Madzingaidzo L., Braun R., Comparison of homofermentative *Lactobacillus* strains as silage inoculants to improve aerobic stability. *Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf.*, Uppsala, Sweden, 1999, s. 276-277.
- [12] McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E.: *The biochemistry of silage*. Chalcombe Publications, Bucks, 1991, ss. 340.
- [13] Miecznikowski A., Zielińska K., Suterska A.: Poprawa jakości kiszonek z traw i roślin motylkowatych poprzez zastosowanie biopreparatu Lactacel-L. W: *Nowoczesne metody produkcji pasz na użytkach zielonych i ocena ich wartości pokarmowej*. Pod red. H. Jankowska-Huflejt, J. Zastawny. Wydaw. Falenty IMUZ, 2000, s. 182-188.
- [14] Mikołajczak J., Podkówa W. 1986. Czynniki wpływające na wtórną fermentację w kiszonce. *Post. Nauk Roln.*, 4, s. 95-109.
- [15] Oude Elferink S.J.W.H., Krooneman J., Gottschal J.C., Spoelstra S.F., Faber F., Driehuis F.: Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Applied and Environmental Microbiology*, 2001, vol. 67, s. 125-132.
- [16] Purwin C., Łaniewska-Trokenheim Ł., Warmińska-Radyko I., Tywończuk J.: Jakość kiszonek – aspekty mikrobiologiczne, zdrowotne i produkcyjne. *Medycyna Wet.*, 2006, 62(8), s. 865-869.
- [17] Weinberg Z.G., Ashbell G., Hen Y., Azrieli A.: The effect of applying lactic acid bacteria at ensiling on the aerobic stability of silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 1993, 75, s. 512-518.
- [18] Weinberg Z., G., Muck R.E.: New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.*, 1996, 19, s. 53-68.
- [19] Winters A.L., Fychan R., Jones R.: Effect of formic acid and a bacterial inoculant on the amino acid composition of grass silage and on animal performance. *Grass and Forage Science*, 2001, 56, s. 181-192.
- [20] Wróbel B.: Quality and aerobic stability of big bale silage treated with bacterial inoculants containing *Lactobacillus buchneri*. *Grassland Science in Europe*, 2008, vol. 13, s. 651-653.
- [21] Zielińska K.J., Stecka K.M., Suterska A.M., Miecznikowski A.H.: Ekologiczna metoda kiszenia pasz objętościowych. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2006, Vol. 51(2), s. 219-223.