



UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY  
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH  
W BYDGOSZCZY

## **ROZPRAWY NR 136**

Piotr Andrzej Dorszewski

**EFEKTYWNOŚĆ STOSOWANIA  
DODATKÓW KISZONKARSKICH  
W KONSERWACJI ZIELONEK  
Z MIESZANKI MOTYLKOWATO-TRAWIASTEJ  
ORAZ Z CAŁYCH ROŚLIN KUKURYDZY**

BYDGOSZCZ – 2009

REDAKTOR NACZELNY  
prof. dr hab. inż. Janusz Prusiński

REDAKTOR DZIAŁOWY  
dr hab. inż. Jerzy Nowachowicz, prof. UTP

OPINIODAWCY  
prof. zw. dr hab. Stanisław Krzywiecki  
prof. dr hab. Jan Tywończuk

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE  
mgr Dorota Ślachciak, inż. Edward Gołata

© Copyright  
Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego  
Bydgoszcz 2009

ISSN 0209-0597

Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego  
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, tel. (052) 3749482, 3749426  
e-mail: [wydawucz@utp.edu.pl](mailto:wydawucz@utp.edu.pl) <http://www.utp.edu.pl/~wyd>

---

Wyd. I. Nakład 120 egz. Ark. aut. 7.1. Ark. druk. 7,8.  
Oddano do druku i druk ukończono w kwietniu 2009 r.  
Zakład Poligraficzny ARGONEX ZPChr  
ul. Przemysłowa 34, 85-758 Bydgoszcz, tel. 052 348 93 11

„ (...) bardzo iest zdrowo dla bydła, gdy liście pozostałe kapuściane i koniczyna zielona, razem usiekaną i kiszoną zostanie, iak kapusta. (\*\*\*) (...) każdy gospodarz, to łatwo uskutecznić może, gdy w której kolwiek komorze, zrobi dół w ziemi, (...) i w nim koniczynę zieloną w ladzie porzniętą liście kapuściane posiekane zakisi, i (...) w czasie zimy (...) przymiesza do sieczki; bydło się bardzo prędko do téy przyzwyczai pożywności, krowy nawet lepéy doią, i przy zdrowiu dobrém bydło się utrzymuie. Piszę to bowiem z doświadczenia, i sam co rok tym sposobem moje hoduję bydło.

*(\*\*\*) Jak każdego czasu kiszone żury są zdrowe tak tym bardziéy dawane w czasach mglistych i wilgotnych gdzie służą jako skuteczne lekarstwo przeciw zgniłym febrom żółciowym, wielko-żółci i zatkaniu książek.*

(ROZPRAWA o przyczynach CZĘSTEGO POMORU w POLSZCZE, y o SPOSOBACH HODOWANIA BYDŁA, dla uniknienia zarazy na potém przez P. Głotza pismo uwieńczone przez towarzystwo królewskie Warszawskie przyjaciół nauk w WARSZAWIE 1812, w Drukarni Rządowéy.)



## Spis treści

Skróty i symbole .....	7
1. WSTĘP .....	9
2. PRZEGLĄD LITERATURY .....	10
2.1. Podział dodatków kiszonkarskich .....	10
2.2. Zarys historii stosowania dodatków kiszonkarskich .....	10
2.3. Skuteczność dodatków kiszonkarskich .....	13
3. CEL PRACY .....	18
4. MATERIAŁ I METODY .....	19
4.1. Czas i miejsce doświadczeń .....	19
4.2. Materiał doświadczalny .....	19
4.2.1. Warunki uprawy i charakterystyka zielonek .....	19
4.2.2. Zakres doświadczeń kiszonkarskich .....	21
4.3. Zakres badań .....	25
4.3.1. Skład chemiczny i straty fermentacyjne .....	25
4.3.2. Jakość i tlenowa nietrwałość .....	27
4.3.3. Strawność <i>in vivo</i> i dowolne pobranie .....	27
4.3.4. Rozkład w żwaczu ( <i>in sacco</i> ) .....	27
4.3.5. Doświadczenie żywieniowe .....	28
4.4. Metody analityczne .....	30
4.5. Obliczenia statystyczne .....	31
5. WYNIKI BADAŃ .....	32
5.1. Doświadczenie I .....	32
5.1.1. Mieszanka motylkowato-trawiasta .....	32
5.1.1.1. Skład chemiczny .....	32
5.1.1.2. Straty fermentacyjne .....	34
5.1.1.3. Jakość i tlenowa nietrwałość .....	35
5.1.2. Całe rośliny kukurydzy .....	39
5.1.2.1. Skład chemiczny .....	39
5.1.2.2. Straty fermentacyjne .....	39
5.1.2.3. Jakość i tlenowa nietrwałość .....	41
5.2. Doświadczenie II .....	45
5.2.1. Mieszanka motylkowato-trawiasta .....	45
5.2.1.1. Skład chemiczny .....	45
5.2.1.2. Straty fermentacyjne .....	47
5.2.1.3. Jakość i tlenowa nietrwałość .....	48
5.2.1.4. Rozkład w żwaczu ( <i>in sacco</i> ) i strawność <i>in vivo</i> oraz pobranie i wartość pokarmowa kiszonek .....	52

5.2.2. Całe rośliny kukurydzy .....	56
5.2.2.1. Skład chemiczny .....	56
5.2.2.2. Straty fermentacyjne .....	58
5.2.2.3. Jakość i tlenowa nietrwałość .....	58
5.2.2.4. Rozkład w żwaczu ( <i>in sacco</i> ) i strawność <i>in vivo</i> oraz pobranie i wartość pokarmowa kiszzonek.....	63
5.3. Doświadczenie III .....	66
5.3.1. Skład chemiczny .....	66
5.3.2. Straty fermentacyjne .....	66
5.3.3. Jakość i tlenowa nietrwałość .....	68
5.3.4. Rozkład w żwaczu ( <i>in sacco</i> ) .....	73
5.3.5. Badanie żywieniowe na krowach mlecznych .....	73
6. DYSKUSJA .....	75
6.1. Skład chemiczny .....	75
6.2. Straty fermentacyjne .....	80
6.3. Jakość i tlenowa nietrwałość .....	81
6.4. Rozkład w żwaczu ( <i>in sacco</i> ) i strawność <i>in vivo</i> oraz pobranie i wartość pokarmowa .....	95
6.5. Badanie żywieniowe na krowach mlecznych .....	99
6.6. Podsumowanie .....	100
7. WNIOSKI .....	103
LITERATURA .....	104
STRESZCZENIA .....	120

### Skróty i symbole (Abbreviations and symbols)

- ADF – kwaśne włókno detergentowe (acid detergent fiber)
- ALP – fosfataza alkaliczna (alkaline phosphatase)
- ALT – aminotransferaza alaninowa (alanine aminotransferase)
- AST – aminotransferaza asparagininowa (aspartate aminotransferase)
- BNW (NfE) – bezazotowe związki wyciągowe (N-free extracts)
- BO (CP) – białko ogólne (crude protein)
- BTJE (PDIE) – białko właściwe rzeczywiście trawione w jelicie cienkim ze względu na zawartość energii (true protein digested in the small intestine depending on rumen fermented organic matter)
- BTJN (PDIN) – białko właściwe rzeczywiście trawione w jelicie cienkim ze względu na zawartość azotu (true protein digested in the small intestine depending on rumen degraded protein)
- BTJP (PDIF) – białko właściwe rzeczywiście trawione w jelicie cienkim (true protein digested in the small intestine)
- D I – doświadczenie I (experiment I)
- D II – doświadczenie II (experiment II)
- D III – doświadczenie III (experiment III)
- ECM – mleko o skorygowanej zawartości energii (energy-corrected milk)
- FCM – mleko o skorygowanej zawartości tłuszczu (fat-corrected milk (4%))
- GGT – gamma-glutamylotranspeptydaza (gamma-glutamylotranspeptidase)
- JPM (UFL) – jednostka paszowa produkcji mleka (feed unit energy for lactation)
- JPŻ (UFC) – jednostka paszowa produkcji żywca (feed unit energy for cattle)
- jtk (cfu) – jednostki tworzące kolonie (colony forming units)
- JWB (CFU) – jednostka wypełnieniowa dla bydła (fill unit for cattle)
- JWK (LFU) – jednostka wypełnieniowa dla krów (fill unit for lactation)
- JWO (SFU) – jednostka wypełnieniowa dla owiec (fill unit for sheep)
- K0 – po ekspozycji tlenowej (after aerobic exposition)
- $MC^{0,75}$  ( $BW^{0,75}$ ) – metaboliczna masa ciała (metabolic body weight)

NDF	–	neutralne włókno detergentowe (neutral detergent fiber)
P0	–	przed ekspozycją tlenową (before aerobic exposition)
PB (BC)	–	pojemność buforowa (buffer capacity)
PMR K/D	–	dawka wymieszana częściowo kontrolna/doświadczalna (partly mixed ration control/experimental)
PS (CA)	–	popiół surowy (crude ash)
S	–	skrobia (starch)
SM (DM)	–	sucha masa (dry matter)
SO (OM)	–	substancja organiczna (organic matter)
TMR	–	dawka wymieszana całkowicie (total mixed ration)
TS (CFa)	–	tłuszcz surowy (crude fat)
WF (FC)	–	współczynnik fermentacji (fermentation coefficient)
WS (CF)	–	włókno surowe (crude fiber)
WSC	–	węglowodany rozpuszczalne w wodzie (water-soluble carbohydrates)

Skróty oznaczające zastosowane w niniejszych badaniach dodatki kiszonkarskie wyjaśniono w tabeli 5.

Abbreviations of silage additives used in the present studies are explained in Table 5.



## 1. WSTĘP

Kiszenie pasz objętościowych jest popularnym sposobem konserwacji i przechowywania masy roślinnej, znanym od ponad 2000 lat, ściśle związanym z gospodarką paszową i systemem żywienia zwierząt przeżuwających [142, 160, 192, 193, 195].

Wyprodukowanie dobrej i bezpiecznej dla zdrowia zwierząt kiszonki zależy od wielu czynników. Jednym z nich jest zastosowanie różnego rodzaju dodatków do zakiszania, które mają przyspieszyć i ukierunkować proces fermentacji, poprawić jakość i tlenową nietrwałość kiszonek oraz ograniczyć straty składników pokarmowych i energii [104, 147, 192].

Całoroczne żywienie, zwłaszcza krów mlecznych, dawkami wymieszany mi całkowicie (TMR) lub częściowo (PMR), których głównym składnikiem są pasze kiszone [93, 96, 98, 102, 103, 121, 179, 184] podatne na zepsucie pod wpływem tlenu, szczególnie w okresie letnim [112], powoduje, że wzrasta zainteresowanie dodatkami kiszonkarskimi. Oferta preparatów o zróżnicowanych kierunkach działania jest bardzo duża. Efektywność stosowania dodatków kiszonkarskich należy rozumieć jako skuteczność ich pozytywnego oddziaływania na proces fermentacji podczas zakiszania, tlenową nietrwałość kiszonek, rozkład białka w żwaczu, strawność składników pokarmowych, smakowitość i pobranie kiszonek, produkcję mleka, jego skład oraz jakość [61, 147]. Pozytywny rezultat zastosowania dodatku nie dotyczy zazwyczaj wszystkich parametrów kiszonek [147]. Z punktu widzenia użytkownika najlepiej byłoby, aby wybór preparatu do zakiszania dokonywany był na podstawie możliwości użycia określonego dodatku w celu rozwiązania konkretnego problemu, np. zmniejszenia strat fermentacyjnych, poprawienia tlenowej nietrwałości kiszonek.

## 2. PRZEGLĄD LITERATURY

### 2.1. PODZIAŁ DODATKÓW KISZONKARSKICH

Celem stosowania dodatków do zakiszania jest przede wszystkim uzyskanie prawidłowej fermentacji [153]. W warunkach praktyki rolniczej skład i liczebność populacji epifitycznej flory bakteryjnej występującej na roślinach, a także niska zawartość suchej masy (poniżej 20%) nie umożliwiają zainicjowania wytwarzania kwasu mlekowego przez homofermentacyjne bakterie kwasu mlekowego w zakiszonym surowcu [32]. W kiszonkach mogą także występować przetrwalniki niektórych szkodliwych bakterii, dlatego istotne jest umiejętne stworzenie takich warunków procesu fermentacji, aby ich liczebność była jak najmniejsza. Mogą w tym być pomocne preparaty chemiczne lub biologiczne [42, 62, 193].

Dodatki do zakiszania dzieli się na stymulatory fermentacji i inhibitory fermentacji [88, 107, 153, 173, 193]. Aktualny podział sporządzony przez Niemieckie Towarzystwo Rolnicze (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft – DLG), uwzględniający kierunki działania, przedstawiono w tabeli 1.

### 2.2. ZARYS HISTORII STOSOWANIA DODATKÓW KISZONKARSKICH

W latach trzydziestych ubiegłego wieku Virtanen (cyt. za McDonald i in. [107]) opracował metodę stosowania kwasów mineralnych jako zakwaszaczy. Produkt handlowy (AIV – kwasy), zawierający kwas solny i siarkowy, obniżał pH zakiszanego surowca i hamował działalność enzymów roślinnych i mikroorganizmów. Przed zastosowaniem należało rozcieńczyć go wodą. W latach sześćdziesiątych XX wieku do kiszenia zielonek zastosowano również kwasy organiczne. Pierwotnie wykorzystywano kwas mrówkowy oraz propionowy. Pierwszy z nich cechuje się najlepszym działaniem antibakteryjnym przy pH 4,0, natomiast drugi jest efektywniejszy przy pH 5-6 [181, 193]. Skuteczność działania preparatu chemicznego użytego do konserwacji pasz zależy od zdolności do zakwaszenia oraz selektywnego i hamującego działania na niepożądaną florę bakteryjną [19].

Powodowanie korozji oraz agresywność kwasów mineralnych i organicznych była przyczyną zastosowania preparatów złożonych z ich soli, na przykład mrówczanów: amonu, sodu i wapnia, benzoesu sodu, propionianu sodu, a także heksaminy, azotanu i azotynu sodu, siarczanów: magnezu i miedzi [10, 18, 19, 88, 89, 107, 181, 193]. Mieszaniny azotanu sodu i mrówczanu wapnia [10, 107] oraz mrówczanu sodu, kwaśnego siarczanu sodu i azotynu sodu wykazywały [19] działanie prewencyjne przeciw wzrostowi *Clostridium*, a także *Listeria monocytogenes*.

Tabela 1. Podział dodatków do zakiszenia według DLG [77, 139, 172, 173]  
 Table 1. Division of ensilaging additives according to DLG [77, 139, 172, 173]

Grupa Group	Kierunek działania	Effects
1	Dodatki polepszające przebieg procesu fermentacji w: – surowcu trudno zakiszającym się o niskiej zawartości cukru, zwiększonej pojemności buforowej, zwykle niskiej zawartości suchej masy, WF < 35% (motylkowate i trawy), – surowcu średnio i łatwo zakiszającym się o niższej zawartości suchej masy, SM < 35%, WF > 35%, wystarczającej zawartości cukru, ograniczonej pojemności buforowej (trawy, motylkowate, kukurydza, całe rośliny zbożowe, prasowane wysłodki), – surowcu średnio i łatwo zakiszającym się o wyższej zawartości suchej masy, SM > 35%, WF > 35%, wystarczającej zawartości cukru, ograniczonej pojemności buforowej (trawy, motylkowate, kukurydza, całe rośliny zbożowe, prasowane wysłodki), – surowcach specjalnych (buraki pastewne, pulpy, prasowane wysłodki).	Additives enhancing the fermentation process in: – hard-ensilaged material, low sugar content, increased buffer capacity, usually low dry matter content, FC < 35% (leguminous plants and grasses), – medium- and easily-ensilaged material of a lower dry matter content, DM < 35%, FC > 35%, sufficient sugar content, limited buffer capacity (grasses, leguminous plants, maize, whole cereal plants, pressed pulps), – medium- and easily-ensilaged material of a higher dry matter content, DM > 35%, FC > 35%, sufficient sugar content, limited buffer capacity (grasses, leguminous plants, maize, whole cereal plants, pressed pulps), – special material (fodder beet, pulps, pressed pulps).
2	Dodatki polepszające trwałość tlenową kiszonek podatnych na zmiany jakościowe podczas ich wybierania ze stosu kiszonkowego, spowodowane dostępem tlenu z powietrza atmosferycznego (trawy, motylkowate, kukurydza, całe rośliny zbożowe, prasowane wysłodki).	Additives enhancing the aerobic stability of silages susceptible to qualitative changes when being taken out due to the oxygen access from the atmospheric air (grasses, leguminous plants, maize, whole cereal plants, pressed pulps).
3	Dodatki redukujące wytwarzanie soków kiszonkowych w surowcu zawierającym < 30% SM (trawy, motylkowate, kukurydza).	Additives reducing the production of silage juices in the material containing < 30% DM (grasses, leguminous plants, maize).
4	Dodatki poprawiające wartość pokarmową pasz i wydajność zwierząt:	Additives enhancing the feeding value of fodders and animal performance:
4a	– stymulacja pobierania paszy,	– fodder intake stimulation,
4b	– poprawa strawności,	– digestibility enhancement,
4c	– C <sub>opas</sub> – poprawa wydajności opasowej, C <sub>mleko</sub> – poprawa wydajności mlecznej.	– C <sub>fattening</sub> – fattening efficiency enhancement, C <sub>milk</sub> – milk efficiency enhancement.
5	Dodatki o działaniu specyficznym zmniejszające liczebność bakterii <i>Clostridium</i> w kiszonce.	Additives demonstrating an additional effect limiting the <i>Clostridium</i> bacteria count in the silage.

Dodatki chemiczne zawierające benzoesan sodu, propionian sodu, heksamienę i azotyn sodu miały natomiast pozytywny wpływ na jakość i stabilność kiszonek z całych roślin zbożowych i z podsuszanej zielonki koniczyny z trawami [88, 89].

McDonald i in. [107] podkreślają jednak, że efekt stosowania tych soli jest dyskusyjny, a uzyskane wyniki zróżnicowane. Zwraca się również uwagę na fakt, że azotany i azotyny mogą być prekursorami kancerogennych nitrozoamin [87, 107]. Proponuje się z tego powodu zastępować azotyn sodu siarczanem magnezu bądź miedzi w ilości poniżej 15%. W przypadku kiszonek z koniczyny czerwonej przy takiej substytucji uzyskano ich zbliżoną jakość do kiszonek z kwasem mrówkowym stosowanym w ilości  $3,5 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$  zielonki [18].

Korozję można również ograniczyć poprzez wykorzystanie kwasów zbuforowanych. Zastosowanie dodatku zawierającego zbuforowany kwas propionowy może częściowo zrekompensować niewłaściwe postępowanie podczas zakiszania, jednak zasad prawidłowego kiszenia nie uda się zastąpić konserwantem [115].

Istotną grupą dodatków stosowanych przy zakiszaniu zielonek okazały się preparaty mikrobiologiczne. W stosunku do chemicznych są one wygodniejsze w użyciu, nie wywołują korozji oraz nie wpływają negatywnie na środowisko [50, 181, 185, 193]. Pierwsze próby ich użycia wykonał w latach dwudziestych XX wieku Kuchler, który zastosował inokulanty do zakiszania pasz. Późniejsze doświadczenia z tymi dodatkami nie dały pozytywnych rezultatów ze względu na stosowanie nieodpowiednich szczepów bakterii [170]. W ostatnich latach oferta takich preparatów stała się bogatsza, co wynika między innymi z większej efektywności zastosowanych szczepów bakteryjnych, jak i technologii produkcji, głównie liofilizacji [107, 181].

Bardzo istotna jest również ilość dodawanych bakterii. W przypadku przeważającej liczebności heterofermentatywnej mikroflory epifitycznej ( $10^6 \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ) najczęściej zaleca się do kiszenia dawkę bakterii homofermentatywnych na poziomie  $10^3 \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$  świeżej masy zielonki. Uwzględniając jednak poprawioną aktywność preparatów i przeżywalność zawartych w nich bakterii, taka koncentracja mikroorganizmów nie musi być bezwzględnie przestrzegana [119].

Niejednoznaczne wyniki badań dotyczących stosowania bakterii mlekowych homofermentatywnych, a zwłaszcza ich oddziaływania na jakość fermentacji i stabilność kiszonek wskazują na możliwość wykorzystania w tym celu również bakterii kwasu propionowego, a także bakterii mlekowych heterofermentatywnych, głównie *Lactobacillus buchneri* oraz *Lactobacillus brevis* [2, 3, 4, 27, 31, 33, 40, 43, 44, 45, 50, 51, 70, 84, 85, 86, 99, 101, 117, 122, 123, 130, 131, 133, 158, 159, 161, 179, 180, 185, 203]. Warto jednak podkreślić, że psucie się kiszonek z roślin motylkowatych pod wpływem tlenu jest związane z aktywnością bakterii [106], a zatem stosowanie *Lactobacillus buchneri* nie zawsze daje pożądany efekt, gdyż hamuje rozwój drożdży. W badaniach Adesogana i in. [2] kiszonki bez dodatku wykazywały wyższą liczebność drożdży i niższą zawartość kwasów hamujących rozwój grzybów oraz były bardziej stabilne niż kiszonki sporządzone z tym gatunkiem bakterii. Zdaniem McDonalda i in. [107]

przy dużej obecności tlenu inokulacja bakteriami kwasu mlekowego w celu zwiększenia stabilności kiszonek nie jest efektywna.

Różna, często niska skuteczność dodatków biologicznych wykorzystywanych do zakiszania pasz skłoniła do łączenia ich z preparatami chemicznymi lub enzymami. Także połączenia z benzoesanem sodu lub z enzymami hydrolitycznymi wpływały pozytywnie na kierunek fermentacji i wartość pokarmową kiszonek z koniczyny czerwonej [57]. Podobnie pozytywny efekt uzyskano w przypadku traw „słodkich” i ich mieszanki z lucerną, które zakiszano z dodatkami z *Lactobacillus plantarum* i benzoesanem sodu oraz sorbinianem potasu [134]. Zdaniem Kunga i in. [97], połączenie zbuforowanych związków kwasu propionowego z inokulantem (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*) jest korzystne, bowiem może właściwie ukierunkować fermentację i poprawić stabilność tlenową kiszonek. Można więc zgodzić się z tezą, że dodatki chemiczne (np. kwas mrówkowy) i mikrobiologiczne mogą być promotorami sprzyjającymi fermentacji [146], a w konsekwencji prowadzić do produkcji kiszonek o wysokiej jakości mikrobiologicznej [153]. Sugeruje się także, że preparaty biologiczne zawierające kultury starterowe bakterii fermentacji mlekowej poprawiają naturalny proces fermentacji kiszonek, a więc mogą mieć istotne znaczenie przy takiej konserwacji pasz w gospodarstwach ekologicznych [203].

### 2.3. SKUTECZNOŚĆ DODATKÓW KISZONKARSKICH

W badaniach nad wykorzystaniem preparatów chemicznych w zakiszaniu pasz wykazano, że dodatki zawierające zbuforowany kwas mrówkowy lub propionowy miały pozytywny wpływ na zawartość kwasu mlekowego i propionowego w kiszonkach. Powodowały obniżenie zawartości niekorzystnych kwasów, zmniejszały skutecznie liczebność drożdży i pleśni oraz poprawiały tlenową trwałość tych pasz [88, 100, 166, 167, 168, 181, 193]. Niemniej jednak stwierdzono, że skuteczność kwasu mrówkowego zależy od jego ilości oraz rozdrobnienia zakiszane surowca [88, 181].

Dynamiczny rozwój biotechnologii oraz rosnące wymagania związane z ochroną środowiska przyczyniły się do szerokiego rozpowszechnienia dodatków biologicznych. Mikroorganizmy w idealnym inokulancie kiszonkarskim powinny charakteryzować się dopasowaniem do zakiszane surowca oraz szybkim wzrostem i konkurencyjnością w stosunku do innych mikroorganizmów pasz. Powinny one hamować rozwój drożdży i pleśni w warunkach tlenowych i być kwasoodporne. Istotna jest również szybka produkcja kwasu mlekowego podczas homofermentacji bądź heterofermentacji, wpływająca na wytworzenie lotnych kwasów tłuszczowych. Duże znaczenie ma zdolność do produkcji kwasu mlekowego powodującego obniżenie pH do 4,0 w jak najkrótszym czasie. Niezwykle ważna jest możliwość wzrostu w materiale o niskiej aktywności wodnej oraz przeżywanie w temperaturze powyżej 50°C. Zasadniczą rolę odgrywa zdolność do rozkładania polisacharydów w paszach o niskim udziale węglowo-

danów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) oraz wytrzymałość i trwałość w formie liofilizowanej [107, 160, 174, 185].

Dodatki biologiczne wspomagające proces fermentacji w zbyt małym stopniu chronią białko w kiszonkach przed nadmierną degradacją [124, 146]. W związku z tym zapoczątkowano badania dotyczące możliwości zahamowania rozpadu białka podczas fermentacji. Nsereko i in. [124] stwierdzili, że białko traw ulega rozkładowi podczas kiszenia na skutek działania metaloproteaz i proteaz cystynowych. Przeciwdziałać temu można stosując kwas mrówkowy, chelaty, a także inhibitor chymotrypsyny, jakim jest keton N-tosylo-L-feniloalanilo-chlorometylowy (skrót angielski TPCK). Polan i in. [146] wykazali, że termizowanie zielonki z jęczmienia lub lucerny parą wodną bądź promieniowaniem mikrofalowym przed zakiszeniem może zapobiec hydrolizie białka. Nie jest to jednak praktyczny sposób ograniczenia degradacji tego składnika podczas fermentacji. W przypadku pasz trudnych w zakiszaniu (np. lucerny) inokulant lub kwas mrówkowy mogą być promotorami pożądanej fermentacji [146].

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 do stosu kiszonkowego. Jednakże – jak stwierdził Wyss [198], stabilność kiszonek z traw bądź motylkowatych zależy również od gatunku roślin i pokosu. W badaniach przeprowadzonych przez powyższego autora zagrzewały się tylko kiszonki z rajgrasu włoskiego i angielskiego sporządzone z pierwszego pokosu. W przypadku drugiego pokosu zagrzewały się kiszonki z obu rajgrasów, a także z tymotki, kupkówki, kostrzewy łąkowej, wyczyńca łąkowego, koniczyny czerwonej i białej oraz lucerny. Kiszonki z czwartego pokosu zagrzewały się nieco szybciej niż z drugiego, a z rajgrasów nie zagrzały się wcale przez 240 godzin. Kiszonki z roślin motylkowatych nie zagrzewały się szybciej niż kiszonki z traw [198].

Panuje przekonanie, że na tlenową trwałość kiszonek pozytywnie wpływa kwas octowy [109]. Z tego względu skuteczny w działaniu może być *Lactobacillus buchneri* powodujący pojawienie się w kiszonkach kwasu octowego i etanolu oraz 1,2-propandiolu. Kwas octowy i 1,2-propandiol mogą wpływać na pobieranie i wykorzystanie dawek zawierających kiszonki [122, 123], działają także hamująco na rozwój drożdży [2, 31, 43, 84, 85, 99, 122, 123, 130, 133, 159, 161]. Jednakże w kiszonkach z kukurydzy stwierdzono występowanie 1-propanolu [43, 44], powstającego z 1,2-propandiolu na skutek działania *Lactobacillus diolivorans* [94].

Wielu autorów, którzy oceniali różne dodatki biologiczne do zakiszania [12, 13, 34, 50, 51, 54, 67, 84, 85, 86, 98, 100, 101, 102, 105, 117, 122, 123, 134, 137, 158, 159, 179, 180] wykazało ich korzystne oddziaływanie na stabilność kiszonek. W niektórych jednak badaniach nie stwierdzono takiego efektu [2, 23, 27, 32, 39, 40, 48, 49, 53, 56, 69, 97, 99, 104, 106, 109, 138, 170, 176, 177, 181, 182, 185, 186, 188, 199], bądź też, jak w przypadku samych homofermentatywnych bakterii kwasu mlekowego, wykazano, że dodatek osłabił tlenową stabilność kiszonek [31, 49, 54, 75, 81, 146, 159, 177, 190]. Jones i in.

[80] podają, że bakterie homofermentatywne *Streptococcus bovis* charakteryzują się większą efektywnością niż *Enterococcus faecium*, a więc mogą wzbogacić inokulanty służące do zakiszania lucerny o niskiej zawartości suchej masy. Przy zakiszaniu traw można stosować dodatki złożone z bakterii homo- i heterofermentatywnych (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus brevis*) [203]. W doświadczeniach Zielińskiej i in. [203] stwierdzono, że stabilność kiszonek sporządzonych z tym dodatkiem wynosiła 14 dni, natomiast kiszonki bez dodatków – 3-4 dni.

Z niektórych badań wynika [56], że zastosowanie do kiszenia wilgotnej kukurydzy i sorga *Propionibacterium acidipropionici* nie poprawia tlenowej stabilności kiszonek, bowiem szybki spadek pH powoduje, że w takim środowisku bakterie te nie mogą się rozwijać. Sugeruje się jednak, że w przypadku wolniejszego obniżania się pH dodatek *Propionibacterium acidipropionici* mógłby być stosowany do poprawiania stabilności kiszonek [56]. Poprawę stabilności kiszonek odnotowali natomiast Filya i in. [55], stosując dodatek bakteryjny *Propionibacterium acidipropionici* w ilości  $1,0 \cdot 10^6$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  do zakiszania pszenicy, sorga i kukurydzy. Bakterie te obniżyły produkcję dwutlenku węgla podczas ekspozycji tlenowej. Jednak próba połączenia *Propionibacterium acidipropionici* z *Lactobacillus plantarum* nie powiodła się, gdyż stabilność kiszonek nie uległa poprawie. Podsumowując wyniki badań autorzy stwierdzili, że *Propionibacterium acidipropionici* bardzo skutecznie chroni przed tlenowym psuciem się kiszonek z pszenicy, sorga i kukurydzy, które poddane zostały działaniu powietrza. Higginbotham i in. [69] zaobserwowali, że kiszonki z całych roślin kukurydzy traktowane *Propionibacterium acidipropionici* ( $1 \cdot 10^5$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  świeżej masy) lub *Propionibacterium acidipropionici* z *Pediococcus cerevisiae* ( $3 \cdot 10^5$  i  $1 \cdot 10^5$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  świeżej masy) cechowały się statystycznie istotnie ( $P \leq 0,05$ ) lepszą stabilnością, jednak dłuższą zaledwie o 2-3 godziny w stosunku do kiszonki kontrolnej i około 1-2 godzin w stosunku do innych wariantów doświadczalnych (*Pediococcus cerevisiae* –  $3 \cdot 10^5$  z *Lactobacillus plantarum* –  $1,5 \cdot 10^4$ ; *Pediococcus cerevisiae* –  $1 \cdot 10^5$  z *Propionibacterium acidipropionici* –  $3 \cdot 10^5$ ; *Propionibacterium acidipropionici* –  $1 \cdot 10^6$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  świeżej masy). Autorzy uznali, że dodatki mikrobiologiczne nie działały prewencyjnie na zmiany jakości kiszonek wystawionych na działanie powietrza.

Ostatnio wykazano, że w konserwacji zielonek istotne znaczenie może mieć homofermentatywny szczep osmotolerancyjny *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393, który wytwarza kwas fenylmlekowy poprawiający stabilność tlenową kiszonek poprzez ograniczenie rozwoju pleśni oraz powoduje zmniejszenie strat składników pokarmowych podczas fermentacji. Jest więc efektywniejszy w porównaniu z bakteriami heterofermentatywnymi [174]. Próby zastosowania niektórych bakterii heterofermentatywnych (*Weissella paramesenteroides* FG 5 i *Leuconostoc pseudomesenteroides* FG 13) udowodniły, że nie poprawiają one jakości kiszonek, a nawet mogą być przyczyną niewielkich strat fermentacyjnych [24].

Jakość higieniczna kiszonek zależy przede wszystkim od występowania w nich drożdży i pleśni. Działanie fungistatyczne w dodatkach kiszonkarskich przejawia *Propionibacterium schermanii* [185]. Można też wykorzystać zmodyfikowany genetycznie szczep *Kluveromyces lactis* PCK 27, który zastosowany wraz z laktozą opóźnia psucie się kiszonek z kukurydzy pod wpływem powietrza [83]. Działanie tego szczepu jest jednak ograniczone ze względu na zmienność gatunkową drożdży i innych mikroorganizmów odpowiedzialnych za rozkład tlenowy pasz kiszonych [83].

Warto podkreślić, że skuteczność działania biopreparatu w procesie fermentacji kiszonek należy przetestować w warunkach produkcyjnych [111]. Wskazują na to wyniki badań dotyczące kukurydzy zakiszanej z identycznymi preparatami w warunkach laboratoryjnych oraz w gospodarstwie rolnym, które wykazały ich zróżnicowany wpływ na stabilność i jakość kiszonek [140]. Pflaum [138], przeprowadzając doświadczenia w dwóch różnych gospodarstwach, zakiszał kukurydzę z różnymi dodatkami chemicznymi i biologicznymi. Stwierdził, że na zwiększenie stabilności kiszonek miał także wpływ czas, jaki upłynął od momentu ich sporządzenia do rozpoczęcia skarmiania. Te z nich, które były dłużej przechowywane w warunkach beztlenowych, wykazywały większą stabilność nawet wówczas, gdy sporządzono je bez dodatków. Autor uznał, że lepsze działanie preparatów, szczególnie z *Lactobacillus buchneri*, było związane z czasem przechowywania kiszonek [138]. Znalazło to potwierdzenie w badaniach Wyssa i in. [200], którzy stwierdzili, że dłuższe przechowywanie zmniejszało podatność kiszonek na stres tlenowy, a także ograniczało liczebność drożdży. Przeciwnie wyniki uzyskali Nishino i in. [123]. Przedłużenie okresu kiszenia nie wpłynęło na tempo zagrzewania się kiszonek poddanych ekspozycji tlenowej w temperaturze otoczenia wynoszącej 25°C.

Istotne jest także oddziaływanie dodatków kiszonkarskich na wartość pokarmową kiszonek. Daenicke i in. [30] nie odnotowali istotnych różnic w strawności składników pokarmowych, zawartości energii i pobraniu pasz przez zwierzęta, oceniając kisonkę z kukurydzy sporządzoną bez dodatku i z inokulantem zawierającym bakterie fermentacji mlekowej.

Brak pozytywnego efektu stosowania dodatków biologicznych może być spowodowany niewystarczającym poziomem inokulacji, kiedy liczebność zastosowanych bakterii nie przewyższa liczby epifitycznych bakterii mlekowych [184]. Przyczyną niewielkiego wpływu tych dodatków może też być dobra jakość kisonki kontrolnej. Nie można również wykluczyć porażenia inokulantów bakteriofagami i niezdolności bakterii mlekowych do życia w momencie ich zastosowania [185].

Trzeba mieć świadomość, że nie ma możliwości otrzymania jednego inokulantu, który byłby skuteczny w produkcji wszystkich typów kiszonek. Racjonalnym rozwiązaniem byłoby stworzenie różnych inokulantów, które wykazywałyby skuteczność w odniesieniu do rodzaju zakiszane surowca [174].

Zróżnicowane wyniki oceny efektywności dodatków kiszonkarskich mogą być skutkiem niejednakowych warunków prowadzonych doświadczeń [84, 85,



88, 154, 171]. Badania wykonywane są najczęściej w warunkach doświadczalnych, rzadziej produkcyjnych, dlatego ich wyniki mogą nie sprawdzić się w warunkach gospodarstwa rolniczego [154, 171]. Jest to zrozumiałe, bowiem w eksperymentach terenowych nie ma możliwości dokładnego monitorowania wpływu tak istotnych czynników jak powietrze atmosferyczne czy temperatura w konserwowanym materiale. Istotny jest również czas trwania fermentacji, który w poszczególnych badaniach wynosi 60 do 120 dni, a w praktyce rolniczej kiszonka, którą skarmia się latem, z reguły jest przygotowywana 8-9 miesięcy wcześniej [84, 85].

Wyniki wielu badań nad zastosowaniem w konserwacji pasz różnych preparatów wykazały ich niejednoznaczny wpływ na parametry kiszonek, co skłania do podjęcia badań nad oceną efektywności dodatków stosowanych w konserwacji zielonek.

### **3. CEL PRACY**

Celem pracy było porównanie skuteczności dodatków kiszonkarskich o różnych kierunkach działania, stosowanych przy zakiszaniu zielonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy na podstawie parametrów jakościowych kiszzonek, wydajności mlecznej i składu mleka oraz wskaźników biochemicznych krwi krów mlecznych. Podjęto również próbę ustalenia, który dodatek kiszonkarski w największym zakresie wpływa na poprawę analizowanych parametrów kiszzonek.

## 4. MATERIAŁ I METODY

### 4.1. CZAS I MIEJSCE DOŚWIADCZEŃ

Badania realizowano w latach 2002-2006. Część eksperymentalną przeprowadzono w Stacji Badawczej w Mochelku, należącej do Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Część analityczną wykonano w laboratoriach:

- Katedry Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy (skład chemiczny zielonek, kiszzonek i kału, analiza jakości kiszzonek, tlenowa trwałość kiszzonek),
- Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy (analiza mikrobiologiczna zielonek i kiszzonek),
- Polskiej Federacji Hodowców Bydła i Producentów Mleka, Laboratorium Oceny Mleka w Bydgoszczy (skład mleka),
- Wojewódzkiego Szpitala im. dr. Jana Bizuela (analiza surowicy krwi).

### 4.2. MATERIAŁ DOŚWIADCZALNY

#### 4.2.1. Warunki uprawy i charakterystyka zielonek

W poszczególnych doświadczeniach (D I, D II i D III) materiał badawczy stanowiły zielonki: z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy, z których sporządzono kiszzonek, uprawiane na terenie Stacji Badawczej w Mochelku na glebach płowych (pseudobielicowych) klasy IVa.

W skład mieszanki motylkowatej z trawami (udział nasion w wysiewanej mieszance podano w %) wchodziła koniczyna czerwona (*Trifolium pratense* L.) (32%), lucerna siewna (*Medicago sativa* L.) (40%), tymotka łąkowa (*Phleum pratense* L.) (12%), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.) (12%) i wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) (4%). Przedplonem były buraki pastewne. Nawożenie mineralne przed rozpoczęciem wegetacji i po zbiorze każdego pokosu wynosiło: N – 50 kg·ha<sup>-1</sup>, P – 40 kg·ha<sup>-1</sup>, K – 90 kg·ha<sup>-1</sup>. Zielonkę drugiego pokosu zbierano w fazie pączkowania lucerny i przed kłoszeniem traw.

Kukurydzę odmiany Magellan (FAO 280) wysiano w ilości 95000 ziaren·ha<sup>-1</sup>, przy rozstawie międzyrzędzi wynoszącym 75 cm. Przedplon stanowiła pszenica. Zastosowano nawożenie organiczne – obornik (30 t·ha<sup>-1</sup>) i mineralne (N – 90 kg·ha<sup>-1</sup>, P – 50 kg·ha<sup>-1</sup>, K – 90 kg·ha<sup>-1</sup>). Wykonano następujące zabiegi agrotechniczne: chemiczne zwalczanie chwastów – preparatem Antrasan 500 SC w dawce 2,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> i mechaniczne zwalczanie chwastów – opielanie w fazie 5. liścia kukurydzy. Całe rośliny kukurydzy zebrano w fazie dojrzałości szklistej.

W trakcie przygotowywania kiszzonek pobierano próby zakiszzonego surowca w celu ustalenia składu chemicznego, przydatności do zakiszczania oraz wykonania analizy mikrobiologicznej.

W tabelach 2 i 3 podano charakterystykę zakiszczanych zielonek w poszczególnych doświadczeniach.

Tabela 2. Skład chemiczny i przydatność zielonek do zakiszenia  
 Table 2. Chemical composition of green forages and their applicability to ensiling

Doświadczenie Experiment	SM DM (%)	Zawartość w % SM – Content in % of DM										PB* BC*	NO <sub>3</sub> **	WF FC
		PS CA	SO OM	BO CP	TS CFa	WS CF	BNW NfE	WSC	NDF	ADF				
Mieszanka motylkowato-trawista – Legumineous-grass mixture														
D I (n = 24)	25,16 ±0,19	9,93 ±0,19	90,07 ±0,19	18,58 ±0,91	2,38 ±0,29	29,82 ±2,08	39,29 ±1,73	2,45 ±0,19	51,77 ±1,09	35,95 ±0,62	7,66 ±0,45	3,23 ±0,22	27,72 ±0,31	
D II (n = 36)	21,84 ±0,82	11,31 ±1,23	88,69 ±1,23	19,76 ±0,85	2,62 ±0,31	26,14 ±0,98	40,17 ±1,84	2,49 ±0,66	51,27 ±3,11	31,17 ±1,07	7,15 ±0,67	3,59 ±0,40	24,63 ±1,48	
D III (n = 36)	23,32 ±1,16	10,64 ±0,08	89,36 ±0,08	20,22 ±0,82	2,86 ±0,13	27,40 ±1,34	38,88 ±1,51	2,80 ±0,67	54,05 ±1,19	30,39 ±0,94	6,21 ±0,39	5,96 ±0,84	26,93 ±1,31	
Całe rośliny kukurydzy – Whole maize plants														
D I (n = 24)	33,93 ±1,40	3,70 ±0,33	96,30 ±0,33	9,03 ±0,55	2,54 ±0,21	18,39 ±2,50	66,34 ±2,21	4,66 ±0,80	38,73 ±3,18	20,88 ±2,17	2,34 ±0,34	0,82 ±0,24	49,86 ±2,85	
D II (n = 36)	32,51 ±1,91	4,43 ±1,08	95,57 ±1,08	8,05 ±0,36	2,65 ±0,31	19,48 ±2,04	65,39 ±2,32	4,14 ±0,75	40,14 ±2,96	22,51 ±1,56	2,31 ±0,61	0,90 ±0,20	46,85 ±1,43	
D III (n = 36)	34,59 ±0,71	4,03 ±0,53	95,97 ±0,53	7,61 ±0,73	2,49 ±0,40	22,65 ±2,42	63,22 ±2,68	4,59 ±1,10	43,88 ±3,73	25,13 ±2,97	2,25 ±0,32	0,90 ±0,22	50,91 ±2,26	

\* – g kwasu mlekowego·100 g<sup>-1</sup> SM

g lactic acid·100 g<sup>-1</sup> DM

\*\* – g·kg<sup>-1</sup> SM

g·kg<sup>-1</sup> DM

Zielonki z mieszanki motylkowato-trawiastej charakteryzowały się niskim współczynnikiem fermentacji (WF), niewielką zawartością węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) oraz wysoką pojemnością buforową (PB). Zawierały dużo azotanów (NO<sub>3</sub>). Całe rośliny kukurydzy były dobrym materiałem kiszonkarskim, na co wskazują: wysoki współczynnik fermentacji (WF), niska pojemność buforowa (PB) i duża zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC). Zawartość azotanów (NO<sub>3</sub>) była niewielka.

Tabela 3. Analiza mikrobiologiczna zielonek  
Table 3. Microbiological analysis of green forages

Doświadczenie Experiment	Bakterie mlekowe (log jtk·g <sup>-1</sup> ) Lactic acid bacteria (log cfu·g <sup>-1</sup> )	Drożdże (log jtk·g <sup>-1</sup> ) Yeasts (log cfu·g <sup>-1</sup> )	Pleśnie (log jtk·g <sup>-1</sup> ) Moulds (log cfu·g <sup>-1</sup> )
Mieszanka motylkowato-trawiasta – Legumineous-grass mixture			
D I (n = 32)	6,2155 ± 0,5108	6,2748 ± 0,4086	6,5638 ± 0,1135
D II (n = 36)	8,6541 ± 0,5376	4,9477 ± 0,6073	5,4125 ± 0,2895
D III (n = 24)	8,6541 ± 0,2959	4,9477 ± 0,6723	5,4125 ± 0,1963
Całe rośliny kukurydzy – Whole maize plants			
D I (n = 32)	5,8983 ± 0,2082	6,7670 ± 0,1710	6,5472 ± 0,2261
D II (n = 36)	5,5973 ± 0,2039	7,2089 ± 0,0626	4,3699 ± 0,0542
D III (n = 24)	4,7977 ± 0,4919	6,2118 ± 0,4689	5,8777 ± 0,4315

Zielonki z mieszanki motylkowato-trawiastej wyróżniały się większą liczbą epifitycznych bakterii mlekowych niż zielonki z całych roślin kukurydzy, na których stwierdzono większą liczebność drożdży. W doświadczeniu pierwszym i drugim (D I i D II) liczba pleśni była niższa na zielonkach z kukurydzy w porównaniu z mieszanką motylkowato-trawiastą.

#### 4.2.2. Zakres doświadczeń kiszonkarskich

Zbiór zielonek przeprowadzono przy użyciu siewczarni samobieżnej Fortschritt E 281. Rozdrobnioną na sieczkę 2,5 cm długości mieszankę motylkowato-trawiastą i całe rośliny kukurydzy (rozdrobienie – 1 cm) zakiszono z różnymi dodatkami według schematu podanego w tabeli 4.

Charakterystkę poszczególnych dodatków przedstawiono w tabeli 5. Do zakiszania zielonek zastosowano płynny konserwant chemiczny (C), którego głównymi składnikami były kwasy organiczne (mlekowy, mrówkowy, propionowy) i kwas mineralny – ortofosforowy. Dodatkami biologicznymi były dwa preparaty mikrobiologiczne (M1, M2) i dwa dodatki kombinowane (mikrobiologiczno-enzymatyczny – ME i mikrobiologiczno-chemiczny – MC). Inokulanty (M1 i M2) zawierały bakterie homofermentatywne *Lactobacillus*, *Pediococcus* i *Enterococcus*; w składzie drugiego z nich występowały dodatkowo bakterie heterofermentatywne *Lactobacillus buchneri*. Preparat mikrobiologiczno-enzymatyczny

matyczny (ME) zawierał bakterie *Lactobacillus* i *Pediococcus* oraz celulazę. Skład dodatku mikrobiologiczno-chemicznego (MC) był następujący: bakterie *Lactobacillus*, *Pediococcus* i *Enterococcus* oraz komponent chemiczny (sorbian potasu).

Tabela 4. Schemat zakiszania surowców

Table 4. Ensilaging scheme

Dodatek Additive	Zakiszany surowiec – Ensilaged material	
	Mieszanka motylkowato-trawiasta Leguminous-grass mixture	Całe rośliny kukurydzy Whole maize plants
D I zbiorniki doświadczalne – experimental silos		
K	+	+
C	+	+
M1	+	+
M2	+	+
ME	+	+
MC	+	+
D II zbiorniki betonowe – concrete silos		
K	+	+
C	+	+
M1	+	+
M2	+	+
ME	+	+
MC	+	+
D III zbiorniki przejazdowe – bunker silos		
K	+	+
MC	+	+

K – kiszonka kontrolna (bez dodatku)  
control silage (without additive)

W doświadczeniu pierwszym (D I) kiszonki sporządzono w mikrosilosach z PCV (każdy o wymiarach: średnica – 15 cm, wysokość – 49 cm). Po załadowaniu i dokładnym ugnieceniu zielonki, zbiorniki zważono i szczelnie zamknięto gumowymi korkami. W każdym korku umieszczono rurkę fermentacyjną w celu odprowadzenia gazów fermentacyjnych. Rurki te wypełniono gliceryną zabezpieczającą w ten sposób zbiorniki przed dostępem powietrza. Zielonki zakiszono bez dodatku (wariant kontrolny K) i z 5 dodatkami (każdy wariant w 4 powtórzeniach) (tab. 4).

Tabela 5. Charakterystyka zastosowanych dodatków  
Table 5. Profile of the additives used

Dodatek/Dawka Additive/Dose	Charakterystyka Profile	Skład preparatów Composition of additives
<b>C</b> 6 l·t <sup>-1</sup> zielonki – green forage	dodatek chemiczny, płynny liquid chemical additive	kwas mlekowy (22,5-27,5%), kwas ortofosforowy (26,2-33,7%), kwas mrówkowy (3,8-5,1%), kwas propionowy (3,8-5,1%), lactic acid (22,5-27,5%), orthophosphoric acid (26,2-33,7%), formic acid (3,8-5,1%), propionic acid (3,8-5,1%)
<b>M1</b> 100 g·10 t <sup>-1</sup> zielonki – green forage	dodatek mikrobiologiczny zawierający między innymi dwa gatunki <i>Lactobacillus</i> two <i>Lactobacillus</i> species	<i>Enterococcus faecium</i> M74, <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Pediococcus</i> spp. 10 <sup>8</sup> jtk/cfu·g <sup>-1</sup> preparatu/agent
<b>M2</b> 100 g·10 t <sup>-1</sup> zielonki – green forage	dodatek mikrobiologiczny zawierający między innymi <i>Lactobacillus buchneri</i> microbiological additive containing e.g. <i>Lactobacillus buchneri</i>	<i>Enterococcus faecium</i> CCM 6226, <i>Lactobacillus casei</i> CCM 3725, <i>Lactobacillus plantarum</i> CCM 3769, <i>Pediococcus pentosaceus</i> CCM 3776, <i>Lactobacillus buchneri</i> CCM 1819 10 <sup>11</sup> jtk/cfu·g <sup>-1</sup> nośnik: sacharoza – carrier: saccharose
<b>ME</b> 150 g·10 t <sup>-1</sup> zielonki – green forage	dodatek mikrobiologiczno-enzymatyczny microbiological-enzymatic additive	<i>Lactobacillus plantarum</i> (NCIB 30083, 30084) <i>Pediococcus acidilactici</i> (NCIB 30085, 30086) 6, 7·10 <sup>9</sup> jtk/cfu·g <sup>-1</sup> celulaza – cellulase (43000 HEC·g <sup>-1</sup> )
<b>MC</b> (10 kg dodatku chemicznego + 100 g dodatku mikrobiologicznego)·25 t <sup>-1</sup> mieszanki motylkowato-trawiastej lub 50 t <sup>-1</sup> całych roślin kukurydzy, 50 l wody, 1-2 l·t <sup>-1</sup> (10 kg chemical additive + 100 g microbiological additive)·25 t <sup>-1</sup> leguminous-grass mixture or 50 t <sup>-1</sup> whole maize plants, 50 l water, 1-2 l·t <sup>-1</sup>	dodatek mikrobiologiczno-chemiczny, do traw, motylkowatych i kukurydzy microbiological-chemical additive, to grasses, leguminous plants and maize	<i>Lactobacillus plantarum</i> LSI, NCIMB30083 <i>Enterococcus faecium</i> M74, NCIMB 11181 <i>Lactobacillus plantarum</i> L-256, NCIMB 30084 <i>Pediococcus acidilactici</i> 33-06, NCIMB 30086 <i>Pediococcus acidilactici</i> 33-11, NCIMB 30085 5·10 <sup>4</sup> jtk/cfu·g <sup>-1</sup> kiszonki – silage sorbinian potasu – potassium sorbate

Tabela 6. Wpływ dodatków kiszonkarskich na parametry kiszzonek (D II)  
 Table 6. Effect of silage additives on the silage parameters (D II)

Kierunek działania – Effects	Dodatek – Additive												
	C		M1		M2		ME		MC				
	MT	K	MT	K	MT	K	MT	K	MT	K			
Poprawa procesu fermentacji – Fermentation proces improvement													
• straty fermentacyjne – fermentation losses													
• jakość – quality					+							+	+
Poprawa trwałości tlenowej – Aerobic stability improvement													
• stabilność – stability													
• liczebność mikroorganizmów – count of microorganisms					+								
Poprawa wartości pokarmowej – Nutritive value improvement													
• pobranie paszy – fodder intake													
• strawność – digestibility					+								
• wartość białkowa – protein value					+				+				
Liczba cech, na które pozytywnie oddziaływał dodatek Number of characters enhanced by the additive	2	1	2	2	3	–	–	1	–	4	–	3	3

+ – pozytywny wpływ ( $P \leq 0,05$ ) dodatku na parametry kiszzonek w porównaniu z kiszzonką kontrolną  
 positive effect ( $P \leq 0,05$ ) of the additive on the silage parameters as compared with the control silage

MT – mieszanka motylkowato-trawiaста  
 legumineous-grass mixture

K – całe rośliny kukurydzy  
 whole maize plants



W doświadczeniu drugim (D II) sporządzono kiszonki na skalę półprodukcyjną w zadaszonych, zagłębionych zbiornikach betonowych (każdy o pojemności 6 m<sup>3</sup>). Dla obu surowców przygotowano 6 wariantów kiszonek – 1 kontrolny (K) i 5 doświadczalnych (tab. 4). W trakcie napełniania zbiorników w każdym z nich umieszczono na 3 poziomach: dolnym, środkowym i górnym po dwa worki kontrolne z zakiszczonym surowcem o masie zielonki wynoszącej po 20 kg. Wszystkie worki oznaczono numerami identyfikacyjnymi. Zakiszczony surowiec dokładnie ugnieciono w zbiorniku przez udeptanie, a następnie okryto folią i obciążono bloczkami betonowymi.

Uwzględniając kryteria podziału dodatków według DLG, w doświadczeniu trzecim (D III, skala produkcyjna) użyto preparatu mikrobiologiczno-chemicznego (MC), który w doświadczeniu drugim (D II) w największym zakresie wpłynął na poprawienie analizowanych parametrów kiszonek (tab. 6 i 7).

Zielonki z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy zakiszczono bez dodatków (K) oraz z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) w zadaszonych zbiornikach przejazdowych z pionowymi ścianami bocznymi (150 t) (tab. 4). W trakcie napełniania zbiorników na trzech poziomach stosu kiszonkowego (dolnym, środkowym i górnym) umieszczono po 12 worków kontrolnych oznakowanych numerem identyfikacyjnym i wypełnionych 20 kg zielonki – w celu określenia strat fermentacyjnych [189]. Zakiszczane zielonki ugnieciono ciągnikiem, następnie okryto folią i obciążono balotami sprasowanej słomy.

Z materiału wyjściowego przed kiszeniem pobierano po 2 próby zielonek do analiz – w przypadku mikrosilosów – z każdego zbiornika, natomiast w przypadku zbiorników betonowych i przejazdowych – z każdego worka kontrolnego. Jedną z nich przechowywano w stanie podsuszonym w celu oznaczenia składu chemicznego (tab. 2). Świeże próby zielonek przeznaczono do analizy mikrobiologicznej (tab. 3).

### **4.3. ZAKRES BADAŃ**

#### **4.3.1. Skład chemiczny i straty fermentacyjne**

Zakres badań wykonanych w poszczególnych doświadczeniach przedstawiono w tabeli 7.

Po upływie 4 miesięcy od momentu zakiszenia zielonek pobierano reprezentatywne próby kiszonek do badań laboratoryjnych.

Zbiorniki doświadczalne (D I) ważono, a następnie otwierano je systematycznie i z każdego pobierano próby do analiz. Poszczególne próby dzielono na dwie części. Jedną, po podsuszeniu, wykorzystano do oznaczenia składu chemicznego kiszonek. Drugą, w stanie świeżym, przeznaczono do oceny jakości, tlenowej trwałości i analizy mikrobiologicznej.

Określono straty suchej masy i substancji organicznej na podstawie różnicy (%) bezwzględnej ilości załadowanej zielonki i wybranej kiszonki [189].

Tabela 7. Zakres przeprowadzonych badań  
Table 7. Scope of studies

Doswiadczenie Experiment	Warianty doświadczalne Experiment variants	Badane parametry Parameters studied
D I	Kiszonki z mieszanek moylkowato-trawistej oraz kiszonki z całych roślin kukurydzy Leguminous-grass mixture silages and whole maize plant silages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skład chemiczny kiszzonek – chemical composition of silages</li> <li>• straty SM i SO po fermentacji – dry matter and organic matter losses after fermentation</li> <li>• jakość kiszzonek – silage quality</li> <li>• tlenowa nietrwałość kiszzonek – aerobic silage instability</li> </ul>
D II	Kiszonki z mieszanek moylkowato-trawistej oraz kiszonki z całych roślin kukurydzy Leguminous-grass mixture silages and whole maize plant silages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skład chemiczny kiszzonek – chemical composition of silages</li> <li>• straty SM i SO po fermentacji – dry matter and organic matter losses after fermentation</li> <li>• jakość kiszzonek – silage quality</li> <li>• tlenowa nietrwałość kiszzonek – aerobic silage instability</li> <li>• dowolne pobranie kiszzonek – voluntary silage intake</li> <li>• strawność <i>in vivo</i>, rozkład <i>in sacco</i> (SM, SO, BO) – digestibility <i>in vivo</i>, degradability <i>in sacco</i> (DM, OM, CP)</li> </ul>
D III	Kiszonki z mieszanek moylkowato-trawistej oraz kiszonki z całych roślin kukurydzy Leguminous-grass mixture silages and whole maize plant silages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skład chemiczny kiszzonek chemical – composition of silages</li> <li>• straty SM i SO po fermentacji – dry matter and organic matter losses after fermentation</li> <li>• jakość kiszzonek – silage quality</li> <li>• tlenowa nietrwałość kiszzonek i dawek PMR – aerobic silage instability and PMR</li> <li>• rozkład <i>in sacco</i> (SM, SO, BO) – degradability <i>in sacco</i> (DM, OM, CP)</li> <li>• żywienie krów mlecznych – dairy cow feeding: <ul style="list-style-type: none"> <li>- efekty produkcyjne i skład mleka – production effects and milk composition</li> <li>- analiza surowicy krwi – blood serum analysis</li> </ul> </li> </ul>

#### 4.3.2. Jakość i tlenowa nietrwałość

Świeży materiał kiszonkowy bezpośrednio po wyjęciu ze zbiorników wykorzystano do oceny jakości i tlenowej nietrwałości. Jakość kiszonek oceniono według zmodyfikowanej skali Fliega-Zimmera [148]. Oznaczono również wartość pH i poziom azotu amoniakalnego (N-NH<sub>3</sub>).

Nietrwałość tlenową oceniano na podstawie zmian pH oraz zawartości kwasów: mlekowego, octowego i masłowego, zagrzewania się kiszonek, a także analizy mikrobiologicznej przed ekspozycją tlenową oraz po niej. Stabilność tlenową kiszonek określono na podstawie testu temperaturowego według metody opisaną przez Honiga [72, 73]. Temperaturę podczas 7-dobowej ekspozycji tlenowej rejestrowano w odstępach godzinowych, jako średnią z dwóch pomiarów wykonywanych co pół godziny, za pomocą rejestratora Squirrel 2000. Przy opracowaniu wyników wykorzystano program komputerowy Squirrel for Windows. Test temperaturowy przeprowadzono w klimatyzowanym pomieszczeniu w temperaturze otoczenia 20±1°C. Z materiału wyjściowego i końcowego pobierano próby kiszonek w celu określenia zawartości suchej masy (próby podsuszone) i zmian wartości pH oraz zawartości kwasu mlekowego, octowego i masłowego.

W kiszonkach przed ekspozycją tlenową oznaczono liczebność bakterii mlekowych, drożdży i pleśni, a po ekspozycji – liczebność drożdży i pleśni.

#### 4.3.3. Strawność *in vivo* i dowolne pobranie

Kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej i z całych roślin kukurydzy wyprodukowane w zbiornikach betonowych (D II) wykorzystano do oceny strawności *in vivo* klasyczną metodą bilansową [149]. Każda kiszonka była testowana na 4 trykach rasy czarnogłówka × merynos polski. W okresie wstępnym (15 dni) owce żywiono do woli. W tym czasie pobierano próby skarmianych pasz i pozostawionych niewyjadów oraz rejestrowano ich ilości. W poduszonych próbach oznaczono zawartość suchej masy i popiołu surowego w celu określenia dowolnego pobrania suchej masy i substancji organicznej. W okresie właściwym (10 dni) zmniejszono dawki kiszonek o 10% ich maksymalnego pobrania. W tym czasie kolekcjonowano próby pasz i kału. Próby kiszonek po podsuszeniu przeznaczono do analizy chemicznej na zawartość składników pokarmowych. Próby zbiorcze kału dzielono na dwie części (podsuszone, świeże). W kale świeżym oznaczono zawartość azotu, a w poduszonym – zawartość pozostałych składników pokarmowych.

#### 4.3.4. Rozkład w żwaczu (*in sacco*)

Dla kiszonek z doświadczenia drugiego (D II) oraz trzeciego (D III), a także dawek PMR z udziałem badanych kiszonek (D III) określono rozkład w żwaczu suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego metodą *in sacco* [110]. W doświadczeniu wykorzystano jednocześnie 3 jałówki rasy Jersey w wieku

2,5-3 lat (przeciętna masa ciała 350 kg) z założonymi trwałymi przetokami żwaczowymi. Zwierzęta żywione były standardową dawką pokarmową o stosunku wagowym suchej masy pasz objętościowych do treściwych wynoszącym 70:30. Paszę objętościową stanowiło siano łąkowe. Mieszanka treściwa zawierała 0,9-1,0 JPM i 13-15% białka ogólnego (110-120 g BTJ) w suchej masie. Pasze zadawano dwa razy dziennie (rano i po południu, z uwzględnieniem 8-godzinnej przerwy między odpasami). Żywienie paszami standardowymi rozpoczęto 30 dni przed doświadczeniem właściwym.

#### 4.3.5. Doświadczenie żywieniowe

Kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy wyprodukowane w zbiornikach przejazdowych (D III) wykorzystano w doświadczeniu żywieniowym na krowach mlecznych. Przez okres 100 dni badano wpływ dawek PMR z udziałem badanych kiszonek na wyniki produkcyjne krów mlecznych. Badania przeprowadzono w oborze uwięziowej, płytkiej (dojarnia przewodowa, mechaniczne usuwanie obornika, poidła automatyczne), w Stacji Badawczej w Mochelku. Obora objęta była kontrolą użytkowości mlecznej, prowadzoną przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka, oddział w Bydgoszczy. Krowy raz dziennie przebywały przez 4 godziny na okólniku.

Utworzono dwie grupy żywieniowe, po 10 sztuk w każdej. Do badań przeznaczono krowy polskiej rasy holsztyńsko-fryzyjskiej czarno-białej, o średniej masie ciała 650 kg, które dobrano metodą analogów. Zwierzęta żywiono paszami w systemie PMR. Schemat żywienia krów przedstawiono w tabeli 8.

Dawki PMR zadawano do woli, a ich skład wystarczał na produkcję 15 kg mleka. Przy wydajnościach wyższych, na każdy dodatkowy kilogram mleka krowy otrzymywały indywidualnie 0,4 kg mieszanki treściwej. Zwierzęta miały nieograniczony dostęp do wody i lizawek. Dawki pokarmowe zbilansowano według systemu INRA [150]. Skład chemiczny oraz wartość pokarmową PMR i mieszanki treściwej przedstawiono w tabelach 9 i 10.

W trakcie doświadczenia żywieniowego, raz w miesiącu, pobierano próby skarmianych pasz oraz dawek PMR. Dodatkowo czterokrotnie testowano dawki PMR z udziałem kiszonek na tlenową trwałość według wcześniej opisaney metody.

Kontrolne udoje przeprowadzano raz w miesiącu, równolegle pobierając próbki mleka do analiz. Dwukrotnie – na początku i na końcu doświadczenia – od każdej krowy pobrano próby krwi. Na podstawie wyników produkcyjnych i składu mleka obliczono ilość mleka o skorygowanej zawartości tłuszczu (FCM) oraz o skorygowanej zawartości energii (ECM) [22, 149]. W surowicy krwi oznaczono następujące wskaźniki: glukozę, białko, mocznik, kreatyninę, cholesterol całkowity, triacyloglicerole, bilirubinę ogólną, AST, ALT, ALP, GGT.

Tabela 8. Schemat żywienia krów mlecznych  
Table 8. Cows feeding chart

Pasza – Fodder	Grupy żywieniowe Feeding groups	
	PMR K (kg)	PMR D (kg)
Kiszonka z mieszanki motylkowato-trawiastej bez dodatku Leguminous-grass mixture silage without additive	22	–
Kiszonka z mieszanki motylkowato-trawiastej z dodatkiem MC Leguminous-grass mixture silage with MC additive	–	22
Kiszonka z całych roślin kukurydzy bez dodatku Whole maize plants silage without additive	25	–
Kiszonka z całych roślin kukurydzy z dodatkiem MC Whole maize plants silage with MC additive	–	25
Siano (lucerna z tymotką łąkową) Hay (alfalfa with timothy grass)	3	3
Mieszanka treściwa Concentrate	1	1
Mieszanka mineralna* Mineral mixture*	0,2	0,2

\* Ca – 0,80%; P – 0,50%; Na – 0,40%

Tabela 9. Skład chemiczny dawek PMR i mieszanki treściwej  
Table 9. Chemical composition of PMR and concentrate

Wyszczególnienie Item	SM DM (%)	Zawartość w % SM – Content in % of DM							
		PS CA	SO OM	BO CP	TS CFa	WS CF	BNW NfE	NDF	ADF
PMR K	33,19 ±0,88	5,70 ±0,41	94,31 ±0,41	11,14 ±0,34	2,84 ±0,15	23,88 ±1,19	56,45 ±0,46	46,42 ±1,73	26,86 ±0,64
PMR D	32,81 ±0,34	5,74 ±0,24	94,26 ±0,24	10,76 ±0,34	3,07 ±0,24	23,71 ±0,91	56,73 ±0,32	45,23 ±0,88	26,75 ±0,90
Mieszanka treściwa Concentrate	88,34 ±0,39	7,00 ±0,11	93,00 ±0,11	22,78 ±1,61	3,98 ±0,11	8,20 ±0,81	58,04 ±0,99	nie oznaczano non-determined	

Tabela 10. Wartość pokarmowa dawek PMR i mieszanki treściwej  
Table 10. Feeding value of PMR and concentrate

Wyszczególnienie Item	W 1 kg – In 1 kg				W 1 kg SM – In 1 kg DM			
	JPM UFL	BTJP PDIF	BTJN PDIN	BTJE PDIE	JPM UFL	BTJP PDIF	BTJN PDIN	BTJE PDIE
	(g·kg <sup>-1</sup> )				(g·kg <sup>-1</sup> )			
PMR K	0,27	7,89	22,71	20,73	0,81	23,79	68,42	72,34
PMR D	0,28	7,15	21,60	19,72	0,85	21,79	65,83	66,60
Mieszanka treściwa Concentrate	0,94	61,0	132,0	113,00	1,06	69,05	149,42	127,91

Badania na zwierzętach zostały zaakceptowane przez Lokalną Komisję Etyczną ds. Doświadczeń na Zwierzętach, działającą w Bydgoszczy (Opinia Lokalnej Komisji Etycznej w Bydgoszczy nr 10/04).

#### 4.4. METODY ANALITYCZNE

Zawartość podstawowych składników pokarmowych w zielonkach, kiszonkach, dawkach PMR i kale określono według metody weendeńskiej [7]. Do oznaczania białka surowego, włókna surowego i tłuszczu surowego wykorzystano urządzenia firmy Tecator (Kjeltec Auto Distillation, Fibertec System 1010 Het Extraction, Soxtec System HT 1043 Extraction Unit). Dodatkowo oznaczono zawartość neutralnego (NDF) i kwaśnego (ADF) włókna detergentowego metodą van Soesta [63], przy użyciu aparatu ANKOM 220.

Przydatność zielonek do zakiszania oceniono na podstawie zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) (PN-R-64784), pojemności buforowej (PB) [149], współczynnika fermentacji (WF) [136] i zawartości azotanów (NO<sub>3</sub>) [151].

Pozostałe analizy pasz wykonano, stosując niżej podane metody:

- kwas mlekowy, octowy, masłowy – metodą Leppera [149],
- N-NH<sub>3</sub> – metodą Conweya [149],
- pH kiszonek – pH-metrem N 5172,
- bakterie mlekowe kwaszące – PN-90/A-75052/07; PN-ISO 15214,
- drożdże – PN-90/A-75052/08,
- pleśnie – PN-ISO 7954.

Analizę surowicy krwi wykonano aparatem Olympus AU 400:

- białko ogólne – metodą ilościowego oznaczania kolorymetrycznego,
- bilirubina ogólna – za pomocą ilościowego oznaczania kolorymetrycznego,
- mocznik – metodą kinetycznego oznaczania ilościowego z detekcją w ultrafiolecie,

- glukoza – metodą fotometrii w ultrafiolecie z wykorzystaniem reakcji enzymatycznych katalizowanych przez heksokinazę,
  - AST – za pomocą kinetycznego oznaczania ilościowego z detekcją w ultrafiolecie,
  - ALT – za pomocą kinetycznego oznaczania ilościowego z detekcją w ultrafiolecie,
  - ALP – metodą kinetycznego ilościowego oznaczania kolorymetrycznego,
  - GGT – metodą ilościowego oznaczania kolorymetrycznego,
  - triacyloglicerole – barwnym testem enzymatycznym do oznaczania ilościowego,
  - cholesterol całkowity – enzymatycznym testem kolorymetrycznym.
- Skład mleka określono następująco:
- białko, tłuszcz i sucha masa – aparatem Combifoss (Milkoscan) (PN ISO 9622:2006, Procedura 11/01.02.2007),
  - mocznik – aparatem Combifoss (Milkoscan) (Procedura 11/01.02.2007).

#### 4.5. OBLICZENIA STATYSTYCZNE

Wszystkie wyniki opracowano statystycznie za pomocą pakietu SAS [165]. Obliczono podstawowe miary położenia i zmienności w badanych grupach dla poszczególnych zmiennych.

Analizę wpływu dodatku kiszonkarskiego w badanych kiszonkach przeprowadzono z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancji według modelu:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$$

gdzie:

- Y – wartość cechy,
- $\mu$  – średnia,
- $A_i$  – wpływ grupy,
- $e_{ij}$  – błąd doświadczenia.

Zgodność rozkładu cech z rozkładem normalnym sprawdzono testem Kołmogorowa-Smirnowa, a homogeniczność wariancji – za pomocą testu Browna-Forsythe'a. Istotności różnic między grupami oceniano testem Duncana lub t-Studenta na poziomie  $P \leq 0,05$ .

## 5. WYNIKI BADAŃ

### 5.1. DOŚWIADCZENIE I

#### 5.1.1. Mieszanka motylkowato-trawiasta

##### 5.1.1.1. Skład chemiczny

Najwyższą zawartością suchej masy charakteryzowała się kiszonka z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) – 24,30% (tab. 11). W pozostałych wariantach poziom suchej masy był niższy ( $P \leq 0,05$ ) i zawierał się w przedziale od 22,82% (MC) do 23,71% (M1).

Ilość popiołu surowego w suchej masie kiszonek kształtowała się na poziomie od 11,72% (ME) do 12,83% (C). Odwrotne zależności odnotowano odnośnie substancji organicznej. Statystycznie istotne różnice ( $P \leq 0,05$ ) dotyczące zawartości tych składników stwierdzono jedynie między kiszoncek z dodatkiem chemicznym (C) a kiszoncek kontrolną (K) oraz z dodatkiem mikrobiologicznym (M1) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME).

Koncentracja białka ogólnego w suchej masie wahała się od 17,92% (K) do 19,65% (C). W kiszonce kontrolnej (K) oraz z dodatkiem mikrobiologicznym (M2) udział białka ogólnego w suchej masie był niższy ( $P \leq 0,05$ ) w stosunku do pozostałych kiszonek doświadczalnych.

Zawartość tłuszczu surowego w suchej masie badanych pasz była największa w kiszonce z dodatkiem chemicznym (C) – 4,62%. Pozostałe dodatki nie miały wpływu na zawartość tego składnika (2,60-3,25%).

Zawartość włókna surowego w suchej masie kiszonek – kontrolnej (K) oraz z dodatkami mikrobiologicznymi (M1, M2) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC) była zbliżona (31,95-32,40%), a w kiszoncek sporządzonych z dodatkami: chemicznym (C) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) (odpowiednio 26,80 i 30,02%) odnotowano istotnie niższą zawartość tego składnika.

Udział związków bezazotowych wyciągowych (BNW) w suchej masie analizowanych kiszonek kształtował się w przedziale od 33,55% (MC) do 36,11% (C). Statystycznie istotne różnice odnotowano między kiszoncek z dodatkami mikrobiologiczno-chemicznym (MC) i mikrobiologicznym (M1) a z preparatem chemicznym (C) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME).

Niewielkie zróżnicowanie zaobserwowano w ilości węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) i skrobi. Zawartość wyżej wymienionych składników kształtowała się w przedziałach od 0,53% (MC) do 0,63% (C) ( $P \leq 0,05$ ) w przypadku węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC), a dla skrobi – od 15,34% (ME) do 16,24% (K) ( $P \leq 0,05$ ).



Tabela 11. Skład chemiczny kiszzonek z mieszanek motylikowato-trawiaстей (D I)  
 Table 11. Chemical composition of leguminous-grass mixture silages (D I)

Dodatek Additive	SM DM (%)	Zawartość w % SM – Content in % of DM										
		PS CA	SO OM	BO CP	TS CFa	WS CF	BNW NFE	WSC	S	NDF	ADF	
K	23,22 <sup>abc</sup> ±0,04	11,81 <sup>a</sup> ±0,35	88,19 <sup>a</sup> ±0,35	17,92 <sup>c</sup> ±0,31	2,60 <sup>a</sup> ±0,25	32,40 <sup>c</sup> ±0,26	35,28 <sup>ab</sup> ±0,94	0,57 <sup>a</sup> ±0,02	16,24 <sup>b</sup> ±0,39	49,89 <sup>c</sup> ±0,41	36,29 <sup>a</sup> ±0,16	
C	23,16 <sup>ab</sup> ±0,24	12,83 <sup>b</sup> ±0,20	87,18 <sup>b</sup> ±0,20	19,65 <sup>a</sup> ±0,41	4,62 <sup>b</sup> ±0,18	26,80 <sup>a</sup> ±0,90	36,11 <sup>b</sup> ±1,02	0,63 <sup>b</sup> ±0,06	15,37 <sup>ab</sup> ±0,29	47,03 <sup>ab</sup> ±1,10	35,26 <sup>ab</sup> ±0,71	
M1	23,71 <sup>bc</sup> ±0,13	11,88 <sup>a</sup> ±0,40	88,12 <sup>a</sup> ±0,40	19,11 <sup>a</sup> ±0,34	3,18 <sup>a</sup> ±0,10	31,95 <sup>c</sup> ±0,81	33,89 <sup>a</sup> ±0,85	0,55 <sup>a</sup> ±0,03	15,57 <sup>ab</sup> ±0,30	47,15 <sup>ab</sup> ±0,16	37,52 <sup>c</sup> ±0,38	
M2	23,01 <sup>a</sup> ±0,23	12,29 <sup>ab</sup> ±0,24	87,71 <sup>ab</sup> ±0,24	18,26 <sup>c</sup> ±0,10	2,87 <sup>a</sup> ±0,40	31,99 <sup>c</sup> ±0,64	34,59 <sup>ab</sup> ±0,56	0,54 <sup>a</sup> ±0,03	15,82 <sup>ab</sup> ±0,11	46,68 <sup>a</sup> ±0,28	38,46 <sup>c</sup> ±0,45	
ME	24,30 <sup>d</sup> ±0,12	11,72 <sup>a</sup> ±0,19	88,29 <sup>a</sup> ±0,19	19,00 <sup>ab</sup> ±0,24	3,25 <sup>a</sup> ±0,11	30,02 <sup>b</sup> ±0,07	36,02 <sup>b</sup> ±0,21	0,54 <sup>a</sup> ±0,02	15,34 <sup>a</sup> ±0,33	48,26 <sup>c</sup> ±0,70	35,58 <sup>ab</sup> ±0,26	
MC	22,82 <sup>a</sup> ±0,37	12,45 <sup>ab</sup> ±0,36	87,55 <sup>ab</sup> ±0,36	18,89 <sup>ab</sup> ±0,03	3,04 <sup>a</sup> ±0,34	32,07 <sup>c</sup> ±0,33	33,55 <sup>a</sup> ±0,37	0,53 <sup>a</sup> ±0,03	15,48 <sup>ab</sup> ±0,28	49,15 <sup>c</sup> ±0,24	36,38 <sup>a</sup> ±0,57	

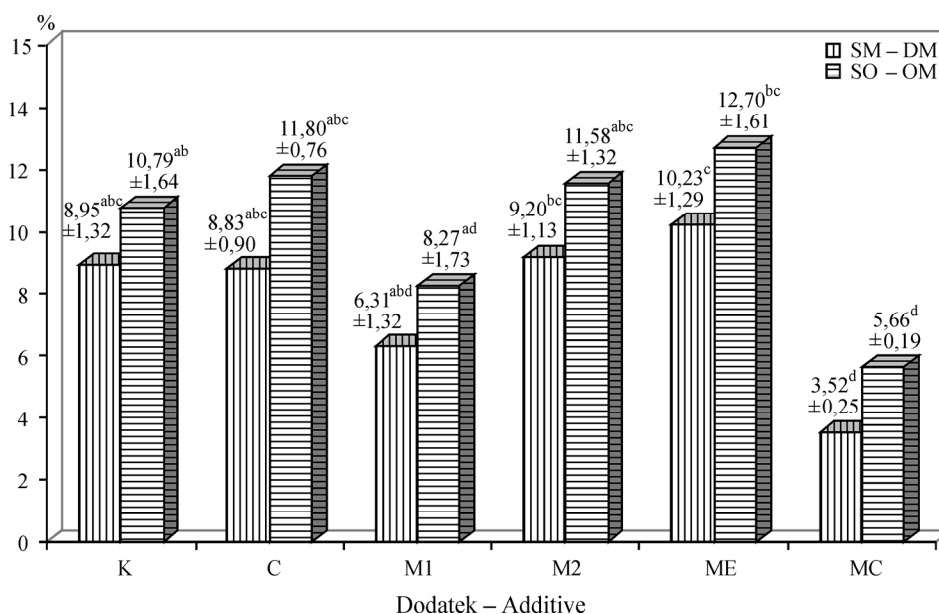
a,b, – wartości między grupami doświadczalnymi oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie ( $P \leq 0,05$ )  
 values between experimental groups with different superscripts differ significantly ( $P \leq 0,05$ )

Udział włókna neutralnodetergentowego (NDF) w suchej masie kiszonki kontrolnej (K), z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC) wahał się od 48,26% (MC) do 49,89% (K) i był istotnie wyższy niż w trzech pozostałych wariantach (46,68-47,15%).

Kiszonki z dodatkami mikrobiologicznymi (M1 i M2) charakteryzowały się wyższym ( $P \leq 0,05$ ) poziomem włókna kwaśnodetergentowego (ADF) w suchej masie (37,52; 38,46%) w porównaniu z pozostałymi wariantami (35,26-36,38%).

### 5.1.1.2. Straty fermentacyjne

Wysokość strat składników pokarmowych (rys. 1) wahała się w zakresie od 3,52% (MC) do 10,23% (ME) w przypadku suchej masy oraz od 5,66% (MC) do 12,70% (ME) dla substancji organicznej.



wartości między grupami doświadczalnymi oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie ( $P \leq 0,05$ )  
 a,b, — values between experimental groups with different superscripts differ significantly ( $P \leq 0.05$ )

Rys. 1. Straty SM i SO w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej po fermentacji (D I)

Fig. 1. Losses of DM and OM in leguminous-grass mixture silages after fermentation (D I)

Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) w największym stopniu ograniczył straty zarówno suchej masy, jak i substancji organicznej, natomiast preparat mikrobiologiczny (M1) obniżył takie straty tylko w porównaniu z ki-

szonką z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) ( $P \leq 0,05$ ). W przypadku pozostałych kiszonek nie wykazano istotnego wpływu stosowanych dodatków na wysokość strat fermentacyjnych.

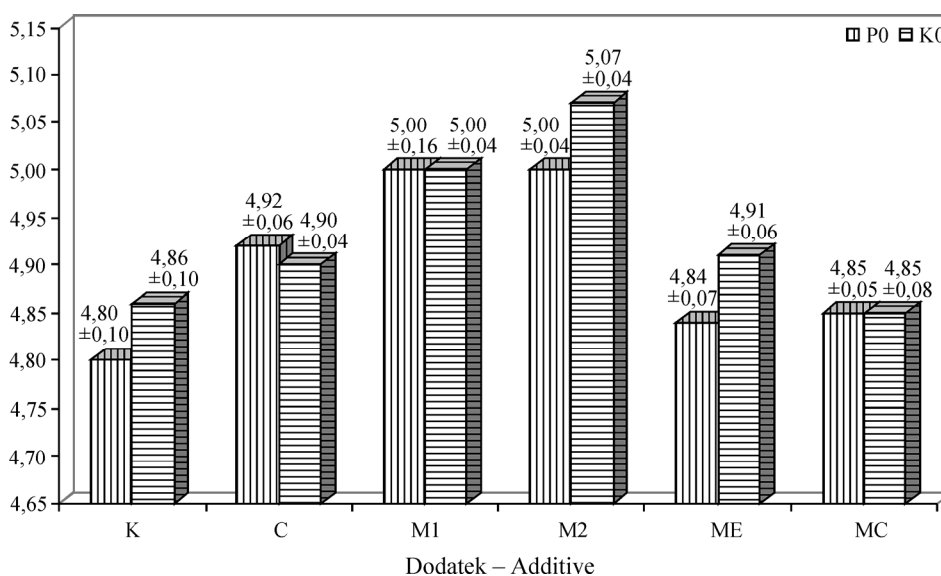
### 5.1.1.3. Jakość i tlenowa nietrwałość

Zawartość azotu amoniakalnego ( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ N}_{\text{ogólnego}}$ ) (tab. 12) wynosiła od 6,55 (ME) do 10,14 (M2).

Zawartość kwasu mlekowego w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej wahała się od 1,50% (M2 i ME) do 2,18% (K). Najmniej kwasu octowego stwierdzono w kiszonce z płynnym dodatkiem chemicznym (C) – 0,96%, a najwięcej – w wariancie z inokulantem (M2) – 1,60%. Po otwarciu mikrosilosów w żadnej z kiszonek nie stwierdzono obecności kwasu masłowego.

Jakość kiszonki kontrolnej (K) była bardzo dobra (85 punktów), a pozostałych kiszonek dobra (od 62 punktów – M2 do 77 punktów – C).

Wartości pH kiszonek (rys. 2) po wyjęciu ze zbiorników kształtowały się w przedziale od 4,80 (K) do 5,00 (M1 i M2). Po ekspozycji tlenowej wartości tego parametru były podobne i wahały się od 4,86 (K) do 5,07 (M2).



nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie – non-significant differences

Rys. 2. Zmiany pH w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej po ekspozycji tlenowej (D I)

Fig. 2. Changes of pH in leguminous-grass mixture silages after aerobic exposition (D I)

Tabela 12. Jakość kiszzonek z mieszanki motylikowato-trawiaistej (D I)  
 Table 12. Quality of leguminoeous-grass mixture silages (D I)

Wyszczególnienie Item	N-NH <sub>3</sub> (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>ogólnego</sub> ) NH <sub>3</sub> -N (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>total</sub> )	Kwasy – Acids (%)			Jakość według skali Fliega-Zimmera Quality according to Flieg-Zimmer scale	
		mlekowy lactic	octowy acetic	masłowy butyric	punkty – score	ocena – grade
K	8,52 ±1,01	2,18 ±0,30	1,09 <sup>b</sup> ±0,14	0,00 ±0,00	85	bardzo dobra very good
C	7,75 ±1,02	1,76 ±0,15	0,96 <sup>a</sup> ±0,12	0,00 ±0,00	77	dobra good
M1	7,91 ±0,89	2,17 ±0,04	1,34 <sup>b</sup> ±0,14	0,00 ±0,00	72	dobra good
M2	10,14 ±2,16	1,50 ±0,27	1,60 <sup>b</sup> ±0,22	0,00 ±0,00	62	dobra good
ME	6,55 ±0,45	1,50 ±0,26	1,32 <sup>b</sup> ±0,24	0,00 ±0,00	64	dobra good
MC	7,96 ±1,36	2,08 ±0,15	1,53 <sup>b</sup> ±0,16	0,00 ±0,00	68	dobra good

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Zawartość kwasu mlekowego w kiszonkach po siedmiodniowej ekspozycji tlenowej zmniejszyła się (tab. 13) z wyjątkiem dwóch kiszonek (M2 i ME), w których stwierdzono wzrost (odpowiednio z 65,03 do 66,51 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy oraz z 61,86 do 71,96 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy). Najmniej kwasu mlekowego po ekspozycji tlenowej stwierdzono w kiszonce z dodatkiem chemicznym (C) – 58,92 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy.

Po teście stabilnościowym we wszystkich kiszonkach, z wyjątkiem kiszonek kontrolnych (K) (P0 – 46,84 g·kg<sup>-1</sup> i K0 – 42,70 g·kg<sup>-1</sup>), wzrosła zawartość kwasu octowego. Warto podkreślić, że najwięcej tego kwasu (79,97 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy) odnotowano w kiszonce sporządzonej z dodatkiem zawierającym *Lactobacillus buchneri* (M2).

Tabela 13. Zmiany zawartości kwasów po ekspozycji tlenowej i stabilność tlenowa kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej (D I)

Table 13. Changes of acids content after aerobic exposition and aerobic stability of leguminous-grass mixture silages (D I)

Wyszczególnienie Item	Kwasy (g·kg <sup>-1</sup> SM) – Acids (g·kg <sup>-1</sup> DM)						Stabilność tlenowa (godziny) Aerobic stability (hours)
	mlekowy lactic		octowy acetic		masłowy butyric		
	P0	K0	P0	K0	P0	K0	
K	93,87 ±12,99	70,50 <sup>b</sup> ±5,74	46,84 <sup>b</sup> ±6,08	42,70 <sup>a</sup> ±8,32	0,00* ±0,00	0,43 <sup>a*</sup> ±0,22	168±0
C	75,90 ±6,65	58,92 <sup>a</sup> ±6,23	41,38 <sup>a</sup> ±5,66	42,27 <sup>a</sup> ±4,08	0,00* ±0,00	2,77 <sup>d*</sup> ±0,52	168±0
M1	91,54 ±1,86	73,50 <sup>b</sup> ±15,84	56,31 <sup>b</sup> ±5,77	63,01 <sup>a</sup> ±8,63	0,00* ±0,00	1,34 <sup>abc*</sup> ±0,18	168±0
M2	65,03 ±12,23	66,51 <sup>b</sup> ±14,08	69,47 <sup>b</sup> ±8,92	79,97 <sup>b</sup> ±5,37	0,00* ±0,00	1,26 <sup>a*</sup> ±0,41	168±0
ME	61,86 ±11,03	71,96 <sup>b</sup> ±15,84	54,31 <sup>b</sup> ±9,69	66,49 <sup>a</sup> ±20,92	0,00* ±0,00	2,28 <sup>bcd*</sup> ±0,83	168±0
MC	91,04 ±8,16	83,64 <sup>b</sup> ±20,99	67,09 <sup>b</sup> ±7,35	67,92 <sup>a</sup> ±11,15	0,00* ±0,00	1,42 <sup>ab*</sup> ±0,28	168±0

wartości między grupami doświadczalnymi oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie ( $P \leq 0,05$ )  
a,b, – values between experimental groups with different superscripts differ significantly ( $P \leq 0,05$ )

\* – wartości w grupie doświadczalnej różnią się istotnie statystycznie ( $P \leq 0,05$ )  
values in experimental group differ significantly ( $P \leq 0,05$ )

W kiszonkach poddanych ekspozycji tlenowej stwierdzono występowanie kwasu masłowego. Interesujące może być to, że najmniej tego kwasu zawierała kiszonka kontrolna (K) –  $0,43 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy, a najwięcej – z dodatkiem płynnym zawierającym kwasy organiczne (C) –  $2,77 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy.

Podczas ekspozycji tlenowej w żadnej kiszonce nie odnotowano wzrostu temperatury powyżej  $3^{\circ}\text{C}$  w stosunku do otoczenia ( $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Wszystkie kiszonki, bez względu na zastosowany dodatek do kiszenia były stabilne przez 168 godzin.

Populacja bakterii mlekowych (tab. 14) w badanych kiszonkach kształtowała się na poziomie od  $8,3842 \text{ log jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (K) do  $9,1064 \text{ log jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (ME), natomiast liczebność drożdży w kiszonkach mieściła się w przedziale od  $1,5000 \text{ log jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (C) do  $2,4822 \text{ log jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (M2). Po ekspozycji tlenowej nie stwierdzono występowania drożdży tylko w kiszonkach z dodatkami mikrobiologicznym (M1) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC). Znacznie gorszy pod tym względem okazał się płynny dodatek chemiczny (C), w natlenianych zawierających go kiszonkach znajdowało się najwięcej drożdży –  $5,5573 \text{ log jtk}\cdot\text{g}^{-1}$ .

Tabela 14. Liczebność bakterii mlekowych, drożdży i pleśni w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej (D I)

Table 14. Count of lactic acid bacteria, yeasts and moulds in leguminous-grass mixture silages (D I)

Dodatek Additive	Bakterie mlekowe Lactic acid bacteria	Drożdże Yeasts		Pleśnie Moulds	
	P0	P0	K0	P0	K0
	(log jtk·g <sup>-1</sup> ) – (log cfu·g <sup>-1</sup> )				
K	8,3842 ±0,1611	2,1449 ±0,0855	1,9375 <sup>ab</sup> ±0,1948	2,4643 ±0,4411	2,1814 <sup>ab</sup> ±0,0956
C	8,6813 ±0,0448	1,5000* ±0,4082	5,5573 <sup>d*</sup> ±0,0538	2,6925* ±0,2648	6,0808 <sup>d*</sup> ±0,2768
M1	8,6614 ±0,1822	2,1491* ±0,1229	0,0000 <sup>a*</sup> ±0,0000	1,8157 ±0,2370	2,1590 <sup>ab</sup> ±0,2249
M2	8,5897 ±0,1739	2,4822 ±0,1556	2,5240 <sup>c</sup> ±0,7411	2,4544 ±0,3804	3,0678 <sup>abc</sup> ±0,2544
ME	9,1064 ±0,3222	1,7570 ±0,1740	1,9413 <sup>bc</sup> ±0,0830	2,0742 ±0,0753	2,0895 <sup>ab</sup> ±0,1207
MC	8,3946 ±0,1420	2,0323* ±0,1067	0,0000 <sup>a*</sup> 0,0000	2,2528 ±0,6540	3,3947 <sup>bc</sup> ±0,1232

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

W analizowanych kiszonkach stwierdzono również kolonie pleśni. Ich liczebność nie zależała od stosowanych dodatków i kształtowała się na poziomie od  $1,8157 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$  (M1) do  $2,6925 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$  (C). Po teście stabilnościowym we wszystkich kiszonkach, z wyjątkiem kiszonki bez dodatku (K), odnotowano wzrost kolonii pleśni. Najgorsze pod tym względem okazały się kiszonki z płynnym dodatkiem kwasów organicznych (C) –  $6,0808 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$  ( $P \leq 0,05$ ).

### **5.1.2. Całe rośliny kukurydzy**

#### **5.1.2.1. Skład chemiczny**

Zawartość suchej masy w kiszonkach z całych roślin kukurydzy była wyrównana i mieściła się w przedziale od 32,02% (M2) do 33,01% (MC) (tab. 15). Nie stwierdzono również istotnych różnic w zawartości popiołu surowego, substancji organicznej, białka ogólnego i tłuszczu surowego w tych paszach.

Ilość włókna surowego w suchej masie kiszonek wahała się od 17,72% (MC) do 20,63% (C), a istotne różnice w zawartości tego składnika wystąpiły tylko między kiszonką kontrolną bez żadnych dodatków (K) – 17,99% a kiszonką z płynnym dodatkiem kwasów organicznych (C) – 20,63%.

Zawartość związków bezazotowych wyciągowych (BNW) w suchej masie kiszonek wahała się od 62,92% (C) do 66,77% (MC) ( $P \leq 0,05$ ). W porównaniu z kiszonką kontrolną (K) istotnie mniej BNW odnotowano jedynie w kukurydzy zakiszanej z dodatkiem kwasów organicznych (C), odpowiednio 66,73% i 62,92%.

Ilość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) była podobna we wszystkich kiszonkach. Nieznacznie niższa zawartość tych węglowodanów w kiszonkach z dodatkami mikrobiologicznymi (M1 i M2) nie została potwierdzona statystycznie. Podobne zależności wystąpiły w odniesieniu do skrobi.

Zawartość włókna neutralnodetergentowego w kiszonkach z kukurydzy wahała się od 36,25% (MC) do 39,36% (K), a kwaśnodetergentowego – od 19,66% (ME) do 20,84% (K).

#### **5.1.2.2. Straty fermentacyjne**

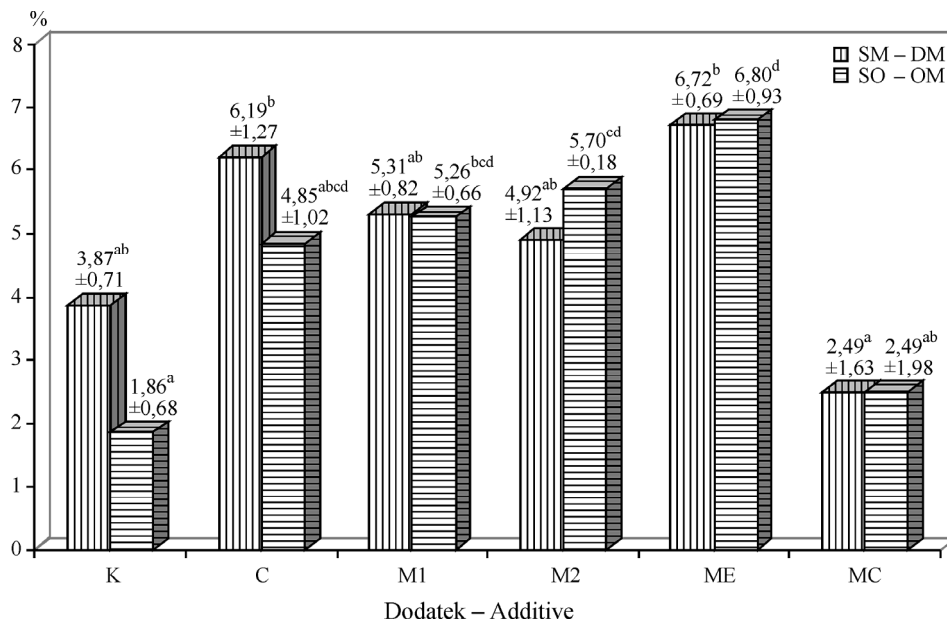
Straty fermentacyjne (rys. 3) suchej masy kształtowały się na poziomie od 2,49% (MC) do 6,72% (ME), a substancji organicznej od 1,86% (K) do 6,80% (ME). Żaden z zastosowanych do zakiszania preparatów nie obniżył istotnie strat fermentacyjnych w stosunku do kukurydzy zakiszanej bez dodatków (K).

Tabela 15. Skład chemiczny kiszonek z całych roślin kukurydzy (D I)  
 Table 15. Chemical composition of whole maize plant silages (D I)

Dodatek Additive	SM DM (%)	Zawartość w % SM – Content in % of DM												
		PS CA	SO OM	BO CP	TS CFa	WS CF	BNW NfE	WSC	S	NDF	ADF			
K	32,70 ±0,31	3,62 ±0,28	96,38 ±0,28	8,67 ±0,15	2,99 ±0,24	17,99 <sup>a</sup> ±1,71	66,73 <sup>b</sup> ±1,63	2,45 ±0,60	50,51 ±1,02	39,36 ±1,73	20,84 ±1,39			
C	32,72 ±0,46	4,30 ±0,53	95,70 ±0,53	8,87 ±0,15	3,28 ±0,02	20,63 <sup>b</sup> ±0,61	62,92 <sup>a</sup> ±0,48	1,87 ±0,29	48,94 ±0,38	37,68 ±1,52	20,49 ±0,74			
M1	32,50 ±1,70	3,72 ±0,27	96,28 ±0,27	8,82 ±0,32	3,11 ±0,26	20,29 <sup>ab</sup> ±1,53	64,06 <sup>b</sup> ±1,35	1,74 ±0,34	50,30 ±1,86	37,71 ±1,62	20,77 ±1,54			
M2	32,02 ±0,55	3,70 ±0,21	96,30 ±0,21	8,61 ±0,28	2,96 ±0,29	18,00 <sup>ab</sup> ±1,08	66,73 <sup>b</sup> ±0,92	1,70 ±0,63	49,99 ±1,49	38,35 ±1,15	20,52 ±0,58			
ME	32,20 ±0,18	3,60 ±0,25	96,40 ±0,25	9,14 ±0,27	2,99 ±0,39	19,04 <sup>ab</sup> ±0,96	65,23 <sup>b</sup> ±0,54	2,31 ±1,05	52,64 ±1,79	37,06 ±1,78	19,66 ±0,95			
MC	33,01 ±0,67	3,70 ±0,28	96,30 ±0,28	8,79 ±0,36	3,02 ±0,25	17,72 <sup>a</sup> ±0,96	66,77 <sup>b</sup> ±1,19	2,86 ±0,33	52,04 ±1,76	36,25 ±1,53	19,98 ±0,67			

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11





Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanations, see Figure 1

Rys. 3. Straty SM i SO w kiszoncek z całych roślin kukurydzy po fermentacji (D I)  
Fig. 3. Losses of DM and OM in whole maize plant silages after fermentation (D I)

### 5.1.2.3. Jakość i tlenowa nietrwałość

Najwyższą zawartość azotu amoniakalnego odnotowano w kiszonce z dodatkiem chemicznym (C) – 7,86 g·100 g<sup>-1</sup> N<sub>ogólnego</sub>, a najniższą z preparatem mikrobiologicznym (M1) – 5,74 g·100 g<sup>-1</sup> N<sub>ogólnego</sub> (tab. 16). W żadnej z kiszonek sporządzonych z dodatkami zawartość azotu amoniakalnego nie różniła się istotnie w stosunku do kiszonki bez dodatków (K).

Zawartość kwasu mlekowego kształtowała się w przedziale od 1,67% (ME) do 2,28% (K). Istotnie mniej tego kwasu w porównaniu z wariantem kontrolnym (K) stwierdzono w kiszoncek z dodatkami mikrobiologicznymi (M1, M2) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME), odpowiednio: 1,83, 1,99 i 1,67%. Zawartość kwasu octowego osiągnęła poziom od 0,40% (M1 i MC) do 0,56% (C). Różnice w jego ilości w kiszoncek z dodatkami w porównaniu z kiszoncek sporządzoną bez dodatków (K) nie były istotne. Zastosowane dodatki nie miały wpływu na ilość kwasu octowego w badanych paszach. W kiszoncek nie stwierdzono obecności kwasu masłowego.

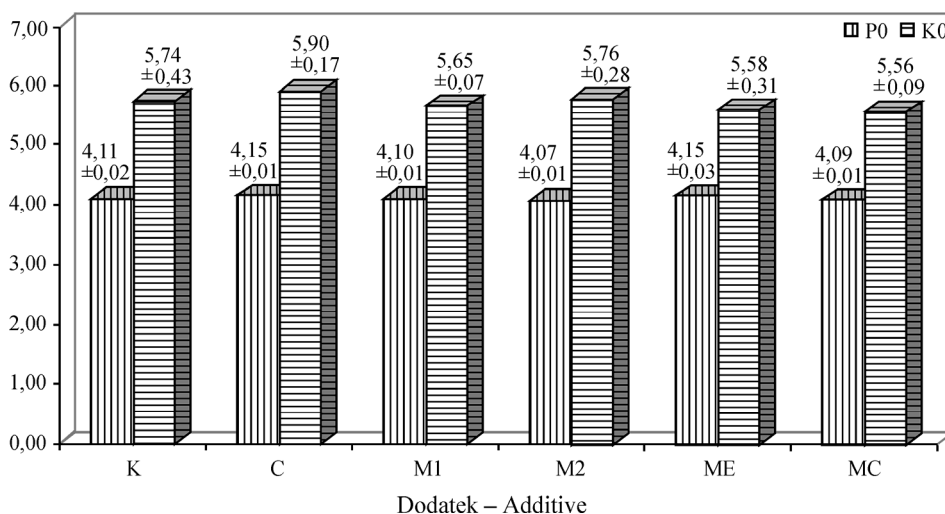
Tabela 16. Jakość kiszzonek z całych roślin kukurydzy (D I)  
Table 16. Quality of whole maize plant silages (D I)

Wyszczególnienie Item	N-NH <sub>3</sub> (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>ogólnego</sub> ) NH <sub>3</sub> -N (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>total</sub> )	Kwasy – Acids (%)			Jakość wg skali Fliega-Zimmera Quality according to Flieg-Zimmer scale	
		mlekowy lactic	octowy acetic	masłowy butyric	punkty – score	ocena – grade
K	7,46 <sup>ab</sup> ±0,35	2,28 <sup>c</sup> ±0,06	0,52 <sup>ab</sup> ±0,05	0,00 ±0,00	98	bardzo dobra very good
C	7,86 <sup>b</sup> ±0,35	2,35 <sup>cd</sup> ±0,02	0,56 <sup>b</sup> ±0,04	0,00 ±0,00	98	bardzo dobra very good
M1	5,74 <sup>a</sup> ±0,28	1,83 <sup>ab</sup> ±0,08	0,40 <sup>a</sup> ±0,05	0,00 ±0,00	98	bardzo dobra very good
M2	6,79 <sup>ab</sup> ±0,65	1,99 <sup>b</sup> ±0,04	0,44 <sup>ab</sup> ±0,09	0,00 ±0,00	98	bardzo dobra very good
ME	6,60 <sup>ab</sup> ±0,46	1,67 <sup>a</sup> ±0,11	0,41 <sup>a</sup> ±0,05	0,00 ±0,00	98	bardzo dobra very good
MC	5,85 <sup>a</sup> ±0,36	2,27 <sup>c</sup> ±0,02	0,40 <sup>a</sup> ±0,04	0,00 ±0,00	100	bardzo dobra very good

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Wszystkie badane kiszonki ocenione według skali Fliega-Zimmera uzyskały oceny bardzo dobre. Maksymalną ilość punktów (100) otrzymała kiszona z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC).

Wartości pH kiszonek były zbliżone (4,07-4,15) (rys. 4). Po ekspozycji tlenowej pH ukształtowało się na poziomie od 5,56 (MC) do 5,90 (C). Nie odnotowano różnic istotnych statystycznie w wartościach pH przed ekspozycją tlenową i po jej zakończeniu.



nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie – non-significant differences

Rys. 4. Zmiany pH w kiszonkach z całych roślin kukurydzy po ekspozycji tlenowej (D I)  
Fig. 4. Changes of pH in whole maize plant silages after aerobic exposition (D I)

Ilość kwasu mlekowego w suchej masie kiszonek po ekspozycji tlenowej wahała się między 11,62 (M1) a 16,64 g·kg<sup>-1</sup> (K) (tab. 17). Nieznacznie mniej tego kwasu w porównaniu z kisonką bez dodatków (K) było w kukurydzy zakiszzonej z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – 15,16 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy. Porównując ilość kwasu mlekowego w suchej masie kiszonek przed ekspozycją tlenową i po niej, stwierdzono istotnie mniejsze jego ilości po teście stabilnościowym. Najmniej kwasu octowego po ekspozycji tlenowej odnotowano w kisonce z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – 6,09 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy, a najwięcej w kisonce z preparatem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) – 8,35 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy. We wszystkich badanych kisonkach po ekspozycji tlenowej nie stwierdzono obecności kwasu masłowego.

Stabilność kiszonek była zróżnicowana. Temperatura kisonki kontrolnej (K) oraz z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) wzrosła o 3°C powyżej temperatury otoczenia (20°C) po 55 godzinach ekspozycji tlenowej. W pozostałych kisonkach temperatura wzrosła szybciej. Najszybciej ( $P \leq 0,05$ ) – w po-

równaniu z kiszonką kontrolną (K) – stabilność utraciła kiszonka z dodatkiem mikrobiologicznym (M1) – po 32 godzinach.

Tabela 17. Zmiany zawartości kwasów po ekspozycji tlenowej i stabilność tlenowa kiszonek z całych roślin kukurydzy (D I)

Table 17. Changes in the acids content after aerobic exposition and aerobic stability of whole maize plant silages (D I)

Wyszczególnienie Item	Kwasy ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM) – Acids ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)						Stabilność tlenowa (godziny) Aerobic stability (hours)
	mlekowy lactic		octowy acetic		masłowy butyric		
	P0	K0	P0	K0	P0	K0	
K	69,66 <sup>c*</sup> ±2,08	16,64 <sup>c*</sup> ±1,60	15,98 <sup>ab*</sup> ±1,36	7,93 <sup>ab*</sup> ±1,41	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	55 <sup>b</sup> ±9
C	71,83 <sup>cd*</sup> ±0,78	12,58 <sup>ab*</sup> ±1,32	17,72 <sup>b*</sup> ±1,22	6,85 <sup>ab*</sup> ±0,49	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	46 <sup>ab</sup> ±13
M1	56,35 <sup>ab*</sup> ±3,83	11,62 <sup>a*</sup> ±0,90	12,36 <sup>a*</sup> ±1,00	8,00 <sup>ab*</sup> ±0,41	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	32 <sup>a</sup> ±3
M2	62,24 <sup>b*</sup> ±2,65	13,81 <sup>ab*</sup> ±2,07	13,64 <sup>ab*</sup> ±1,95	7,97 <sup>ab*</sup> ±1,24	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	34 <sup>ab</sup> ±5
ME	51,96 <sup>a*</sup> ±3,66	13,13 <sup>ab*</sup> ±1,51	12,65 <sup>a*</sup> ±1,38	8,35 <sup>b*</sup> ±0,91	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	36 <sup>ab</sup> ±8
MC	68,70 <sup>c*</sup> ±1,21	15,16 <sup>bc*</sup> ±2,48	12,05 <sup>a*</sup> ±1,31	6,09 <sup>a*</sup> ±0,51	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	55 <sup>b</sup> ±7

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

Liczebność bakterii mlekowych w świeżej masie kiszonek (tab. 18) nie zależała od zastosowanych dodatków i wahała się w granicach od 6,8758  $\log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (M2) do 7,8618  $\log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy (K).

Liczba drożdży w badanych kiszonkach wynosiła od 5,5160  $\log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy kiszonki sporządzonej z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) do 6,7072  $\log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy kiszonki z preparatem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) ( $P \leq 0,05$ ). W porównaniu z liczbą drożdży przed ekspozycją tlenową liczebność tych mikroorganizmów po teście stabilnościowym – niezależnie od zastosowanego dodatku – istotnie wzrosła i ukształtowała się na poziomie od 8,9540  $\log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy (ME) do 9,4369  $\log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy (C).

W kiszonce kontrolnej (K) bez żadnych dodatków i kukurydzy zakiszanej z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) stwierdzono nieco więcej pleśni niż w pozostałych kiszonkach (odpowiednio: K – 3,9907; ME – 3,9558  $\log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy). Te niewielkie różnice okazały się nieistotne. W czasie

7-dniowej ekspozycji tlenowej, niezależnie od zastosowanych dodatków, nastąpił istotny wzrost pleśni we wszystkich kiszonkach do poziomu od 7,2791 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy (M2) do 7,5317 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy (C).

Tabela 18. Liczebność bakterii mlekowych, drożdży i pleśni w kiszonkach z całych roślin kukurydzy (D I)

Table 18. Count of lactic acid bacteria, yeasts and moulds in whole maize plant silages (D I)

Dodatek Additive	Bakterie mlekowe Lactic acid bacteria	Drożdże Yeasts		Pleśnie Moulds	
	P0	P0	K0	P0	K0
	(log jtk·g <sup>-1</sup> ) – (log cfu·g <sup>-1</sup> )				
K	7,8618 ±0,1879	5,7225 <sup>ab*</sup> ±0,3291	9,0189 <sup>*</sup> ±0,0322	3,9907 <sup>*</sup> ±1,2925	7,5156 <sup>*</sup> ±0,1815
C	7,6044 ±0,1012	6,0384 <sup>ab*</sup> ±0,7002	9,4369 <sup>*</sup> ±0,4441	2,7857 <sup>*</sup> ±0,5037	7,5317 <sup>*</sup> ±0,1452
M1	7,5370 ±0,3552	6,5395 <sup>ab*</sup> ±0,1365	9,0650 <sup>*</sup> ±0,0477	2,6330 <sup>*</sup> ±0,5595	7,3844 <sup>*</sup> ±0,0457
M2	6,8758 ±0,2105	6,4444 <sup>ab*</sup> ±0,2026	9,0901 <sup>*</sup> ±0,0342	2,0000 <sup>*</sup> ±0,0000	7,2791 <sup>*</sup> ±0,0938
ME	7,7890 ±0,1859	6,7072 <sup>b*</sup> ±0,5006	8,9540 <sup>*</sup> ±0,0970	3,9558 <sup>*</sup> ±1,3096	7,3732 <sup>*</sup> ±0,0909
MC	7,0561 ±0,1822	5,5160 <sup>a*</sup> ±0,2350	8,9780 <sup>*</sup> ±0,0569	2,1450 <sup>*</sup> ±0,1240	7,4635 <sup>*</sup> ±0,1029

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

## 5.2. DOŚWIADCZENIE II

### 5.2.1. Mieszanka motylkowato-trawiasta

#### 5.2.1.1. Skład chemiczny

Zawartość suchej masy (tab. 19) w badanych kiszonkach mieściła się w granicach od 20,09% (C) do 21,00% (M2). Istotne różnice w ilości suchej masy odnotowano między kiszonkami z dodatkiem chemicznym (C) – 20,09%, mikrobiologicznym (M2) – 21,00% i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) – 20,99%.

Udział popiołu surowego w suchej masie kiszonek kształtował się na poziomie między 11,78% (C) a 12,36% (K), natomiast odwrotne zależności stwierdzono w przypadku substancji organicznej.

Tabela 19. Skład chemiczny kiszzonek z mieszanki motylikowo-trawiaistej (D II)  
 Table 19. Chemical composition of leguminous-grass mixture silages (D II)

Dodatek Additive	SM DM (%)	Zawartość w % SM – Content in % of DM												
		PS CA	SO OM	BO CP	TS CFa	WS CF	BNW NfE	WSC	S	NDF	ADF			
K	20,79 <sup>ab</sup> ±0,76	12,36 ±0,55	87,64 ±0,55	18,89 <sup>ab</sup> ±0,43	4,48 <sup>a</sup> ±0,30	28,13 <sup>ab</sup> ±1,02	36,14 <sup>b</sup> ±1,23	0,54 <sup>b</sup> ±0,03	16,51 <sup>ab</sup> ±0,25	49,75 <sup>b</sup> ±3,05	34,46 ±2,62			
C	20,09 <sup>a</sup> ±0,09	11,78 ±0,34	88,22 ±0,34	19,40 <sup>bc</sup> ±0,35	5,11 <sup>ab</sup> ±0,39	30,18 <sup>c</sup> ±0,29	33,53 <sup>a</sup> ±0,46	0,49 <sup>a</sup> ±0,05	16,08 <sup>a</sup> 0,65	44,84 <sup>a</sup> ±2,31	32,84 ±1,50			
M1	20,36 <sup>ab</sup> ±0,18	11,99 ±0,35	88,01 ±0,35	19,94 <sup>c</sup> ±0,35	5,40 <sup>b</sup> ±0,44	28,53 <sup>ab</sup> ±0,92	34,14 <sup>c</sup> ±0,73	0,50 <sup>a</sup> ±0,02	16,11 <sup>ab</sup> 0,40	46,81 <sup>ab</sup> ±1,84	32,57 ±1,15			
M2	21,00 <sup>b</sup> ±0,17	12,21 ±0,38	87,79 ±0,38	20,05 <sup>c</sup> ±0,31	5,30 <sup>b</sup> ±0,21	27,72 <sup>a</sup> ±0,69	34,72 <sup>bc</sup> ±1,03	0,49 <sup>a</sup> ±0,04	16,94 <sup>b</sup> 0,11	46,26 <sup>ab</sup> ±1,41	31,84 ±1,01			
ME	20,99 <sup>b</sup> ±0,30	11,91 ±0,52	88,09 ±0,52	19,54 <sup>bc</sup> ±0,66	4,53 <sup>a</sup> ±0,19	27,86 <sup>ab</sup> ±0,60	36,16 <sup>b</sup> ±0,96	0,53 <sup>ab</sup> ±0,01	16,85 <sup>ab</sup> 0,42	48,89 <sup>ab</sup> ±2,75	33,16 ±1,88			
MC	20,68 <sup>ab</sup> ±0,10	12,33 ±0,23	87,67 ±0,23	18,27 <sup>a</sup> ±0,35	5,35 <sup>b</sup> ±0,47	29,16 <sup>bc</sup> ±0,32	34,89 <sup>ab</sup> ±0,43	0,49 <sup>a</sup> ±0,04	16,31 <sup>ab</sup> 0,38	45,34 <sup>a</sup> ±2,88	32,62 ±1,25			

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Zawartość białka ogólnego w suchej masie badanych kiszonek wahała się od 18,27% (MC) do 20,05% (M2) ( $P \leq 0,05$ ). Warto podkreślić, że kiszonki z dodatkami mikrobiologicznymi (M1 i M2) zawierały więcej tego składnika niż mieszanka motylkowato-trawiasta zakiszona z pozostałymi dodatkami.

W przypadku tłuszczu surowego uwagę zwraca jego wyższa zawartość w kiszoncek doświadczalnych niż w kiszonce kontrolnej (K) bez żadnych dodatków (4,48%). Najwięcej tego składnika zawierały kiszonki z dodatkami mikrobiologicznymi (M1, M2) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC).

Zawartość włókna surowego w kiszoncek ukształtowała się na poziomie od 27,72% (M2) do 30,18% (C) ( $P \leq 0,05$ ). Warto podkreślić, że ilości tego składnika w kiszoncek z płynnym dodatkiem chemicznym (C) – 30,18% oraz z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – 29,16% były zbliżone. Ilość włókna surowego w pozostałych kiszoncek była podobna.

Stosunkowo wyrównany był udział związków bezazotowych wyciągowych (BNW). W porównaniu z kiszoncek kontrolną (K) stwierdzono mniej tych węglowodanów jedynie w kiszoncek z dodatkiem chemicznym (C) i mikrobiologicznym (M1) ( $P \leq 0,05$ ).

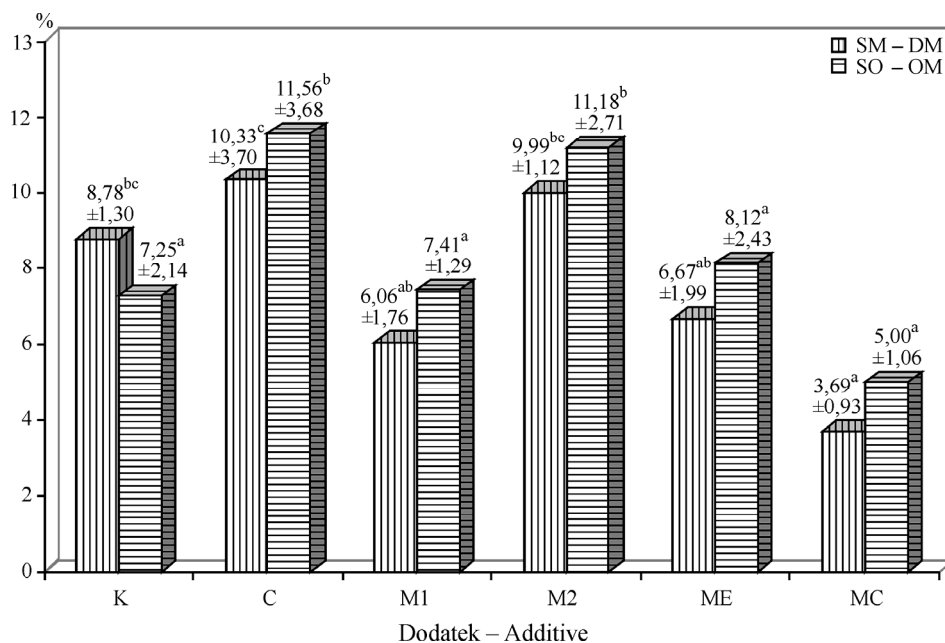
Ilość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) w kiszoncek bez żadnych dodatków (K) była istotnie wyższa (0,54%) niż w pozostałych, oprócz kiszonek z preparatem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) – 0,53%.

Udział skrobi w suchej masie kiszonek sporządzonych z dodatkami wahał się od 16,08% (C) do 16,94% (M2) ( $P \leq 0,05$ ). W kiszoncek kontrolnej (K) wynosił on natomiast 16,51%. Te niewielkie różnice okazały się nieistotne.

Nieco większe zróżnicowanie między kiszoncekami stwierdzono w odniesieniu do zawartości neutralnego włókna detergentowego (NDF). Najwięcej włókna tej frakcji zawierała kiszoncek kontrolna (K) bez dodatków (49,75%), a najmniej – kiszoncek z dodatkiem chemicznym (C) – 44,84% i mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – 45,34%. Kiszoncek kontrolna (K) charakteryzowała się także nieznacznie wyższą zawartością kwaśnego włókna detergentowego (ADF) – 34,46% aniżeli pozostałe. Te niewielkie różnice okazały się nieistotne (tab. 19).

#### **5.2.1.2. Straty fermentacyjne**

Spośród stosowanych dodatków, straty suchej masy i substancji organicznej w kiszoncek w największym stopniu ograniczył preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) (rys. 5). Wielkość tych strat wynosiła odpowiednio 3,69 i 5,00%. Były one wyraźnie niższe w porównaniu ze stratami w pozostałych kiszoncek. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice między kiszoncekami z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) i kiszoncek kontrolną (K) oraz z dodatkami chemicznym (C) i mikrobiologicznym (M2).



Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanations, see Figure 1

Rys. 5. Straty SM i SO w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej po fermentacji (D II)

Fig. 5. Losses of DM and OM in leguminous-grass mixture silages after fermentation (D II)

### 5.2.1.3. Jakość i tlenowa nietrwałość

W stosunku do azotu ogólnego najmniej N-NH<sub>3</sub> zawierała kiszonka z dodatkiem chemicznym (C) – 7,75 g·100 g<sup>-1</sup> N<sub>ogólnego</sub>, a najwięcej – kiszonka bez żadnych dodatków (K) – 10,84 g·100 g<sup>-1</sup> N<sub>ogólnego</sub> (tab. 20).

Ilość kwasu mlekowego w poszczególnych kiszonkach była zróżnicowana, najmniej stwierdzono go w kiszonce z dodatkiem chemicznym (C) – 1,52%, a najwięcej – z dodatkiem mikrobiologicznym (M2) – 2,73%. Zawartość kwasu octowego w kiszonkach kształtowała się na podobnym poziomie, od 0,83% (C) do 0,92% (K). Mniej tego kwasu ( $P \leq 0,05$ ) odnotowano w kiszonce z inokulantem (M2). Kwas masłowy występował tylko w kiszonce kontrolnej (K) – 0,04%, natomiast w kiszonkach z dodatkami mikrobiologicznym (M2) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC) stwierdzono tylko jego śladowe ilości (0,01%). Warto podkreślić, że kiszonki z preparatami chemicznym (C), mikrobiologicznym (M1) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) nie zawierały tego kwasu i charakteryzowały się dobrą jakością.

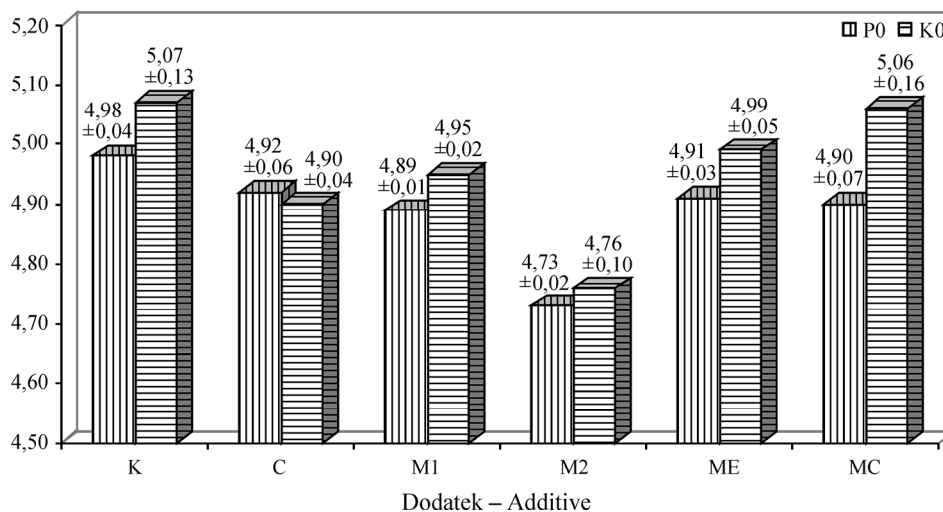


Tabela 20. Jakość kiszzonek z mieszanki motylikowato-trawiastej (D II)  
 Table 20. Quality of leguminoeous-grass mixture silages (D II)

Wyszczególnienie Item	N-NH <sub>3</sub> (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>ogólnego</sub> ) NH <sub>3</sub> -N (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>total</sub> )	Kwasy – Acids (%)			Jakość według skali Fliega-Zimmera Quality according to Flieg-Zimmer scale	
		mlekowy lactic	octowy acetic	masłowy butyric	punkty – score	ocena – grade
K	10,84 <sup>b</sup> ±2,13	1,60 <sup>a</sup> ±0,51	0,92 <sup>b</sup> ±0,27	0,04 <sup>b</sup> ±0,02	79	dobra good
C	7,75 <sup>a</sup> ±1,02	1,52 <sup>a</sup> ±0,15	0,83 <sup>ab</sup> ±0,12	0,00 <sup>a</sup> ±0,00	77	dobra good
M1	8,02 <sup>ab</sup> ±0,80	1,73 <sup>ab</sup> ±0,34	0,92 <sup>b</sup> ±0,15	0,00 <sup>a</sup> ±0,00	77	dobra good
M2	8,76 <sup>ab</sup> ±0,74	2,73 <sup>c</sup> ±0,28	0,77 <sup>a</sup> ±0,06	0,01 <sup>ab</sup> ±0,01	96	bardzo dobra very good
ME	10,14 <sup>ab</sup> ±0,80	1,86 <sup>ab</sup> ±0,17	0,91 <sup>b</sup> ±0,06	0,00 <sup>a</sup> ±0,00	79	dobra good
MC	8,99 <sup>ab</sup> ±0,82	1,94 <sup>b</sup> ±0,12	0,91 <sup>b</sup> ±0,03	0,01 <sup>ab</sup> ±0,01	82	bardzo dobra very good

Objasnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Natlenienie kiszonek (rys. 6) nie miało wpływu na wartość pH, która mieściła się w przedziale od 4,73 (M2) do 5,07 (K).



nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie – non-significant differences

Rys. 6. Zmiany pH w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej po ekspozycji tlenowej (D II)

Fig. 6. Changes of pH in leguminous-grass mixture silages after aerobic exposition (D II)

Po ekspozycji tlenowej w kiszonkach obserwowano nieznaczne obniżenie ilości kwasu mlekowego (tab. 21). Wyraźnie mniejsza jego ilość w natlenionej kiszonce z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) okazała się istotna statystycznie. Ekspozycja tlenowa nie miała wpływu na poziom kwasu octowego. Obserwowany niewielki wzrost jego ilości mieścił się w granicach błędów statystycznego.

Po ekspozycji tlenowej zwiększyła się ilość kwasu masłowego we wszystkich kiszonkach. Najwięcej stwierdzono go w kiszonce z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) –  $3,86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  suchej masy. W porównaniu z kiszonce kontrolną (K) najmniej tego kwasu po ekspozycji tlenowej zawierały kisonki z dodatkami mikrobiologicznym (M2) i mikrobiologiczno-chemicznym (ME).

Stabilność kiszonek nie zależała od zastosowanego dodatku. Ich temperatura podczas siedmiodniowej ekspozycji tlenowej nie wzrosła powyżej  $23^{\circ}\text{C}$ .

Tabela 21. Zmiany zawartości kwasów po ekspozycji tlenowej i stabilność tlenowa kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej (D II)

Table 21. Changes of acids content after aerobic exposition and aerobic stability of leguminous-grass mixture silages (D II)

Wyszczególnienie Item	Kwasy ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM) – Acids ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)						Stabilność tlenowa (godziny) Aerobic stability (hours)
	mlekowy lactic		octowy acetic		masłowy butyric		
	P0	K0	P0	K0	P0	K0	
K	76,95 <sup>a</sup> ±9,34	66,46 <sup>bc</sup> ±2,81	44,17 <sup>b</sup> ±5,26	54,97 <sup>bc</sup> ±9,29	1,72 <sup>b</sup> ±0,35	2,62 <sup>c</sup> ±0,22	168±0
C	75,99 <sup>a</sup> ±6,65	58,56 <sup>ab</sup> ±6,40	41,45 <sup>ab</sup> ±5,66	42,33 <sup>ab</sup> ±3,94	0,00 <sup>a*</sup> ±0,00	2,22 <sup>bc*</sup> ±0,55	168±0
M1	84,96 <sup>ab</sup> ±10,42	69,87 <sup>bc</sup> ±6,64	45,39 <sup>b</sup> ±2,14	45,03 <sup>abc</sup> ±5,19	0,00 <sup>a*</sup> ±0,00	3,19 <sup>cd*</sup> ±0,78	168±0
M2	130,15 <sup>c</sup> ±10,79	130,62 <sup>c</sup> ±3,99	36,81 <sup>a</sup> ±1,94	33,78 <sup>a</sup> ±5,97	0,66 <sup>ab</sup> ±0,17	0,95 <sup>a</sup> ±0,36	168±0
ME	88,57 <sup>ab</sup> ±6,67	86,47 <sup>d</sup> ±1,08	43,44 <sup>b</sup> ±2,63	49,89 <sup>bc</sup> ±6,78	0,00 <sup>a*</sup> ±0,00	1,36 <sup>ab*</sup> ±0,07	168±0
MC	93,70 <sup>b*</sup> ±2,78	53,56 <sup>a*</sup> ±5,11	44,23 <sup>b</sup> ±0,66	57,36 <sup>c</sup> ±8,00	0,60 <sup>ab*</sup> ±0,21	3,86 <sup>d*</sup> ±0,61	168±0

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

Liczba bakterii mlekowych (tab. 22) we wszystkich kiszonkach była podobna i wahała się od 7,8483 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy (K) do 8,1694 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy (M2).

Liczebność drożdży kształtowała się na poziomie powyżej 2,0000 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy i była zróżnicowana w poszczególnych kiszonkach. Najwięcej tych drobnoustrojów stwierdzono w kiszonce z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) – 4,3171 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy, a najmniej – w mieszance motylkowato-trawiastej zakiszonej z inokulantem (M2) – 2,3138 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy. Niewielkie różnice liczby drożdży w kiszonkach z dodatkami chemicznym (C), mikrobiologicznymi (M1, M2) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC) w stosunku do kiszonki kontrolnej (K) były nieistotne.

Po ekspozycji tlenowej istotnie wyższą liczebność drożdży w porównaniu z ich liczbą sprzed testu stabilnościowego odnotowano w kiszonkach sporządzonych z dodatkami chemicznym (C) i mikrobiologicznym (M1) oraz w wariancie kontrolnym (K). Zmniejszenie liczby drożdży odnotowano w kiszonce z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC), co nie zostało jednak potwierdzone statystycznie.

Tabela 22. Liczebność bakterii mlekowych, drożdży i pleśni w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej (D II)

Table 22. Count of lactic acid bacteria, yeasts and moulds in legumineous-grass mixture silages (D II)

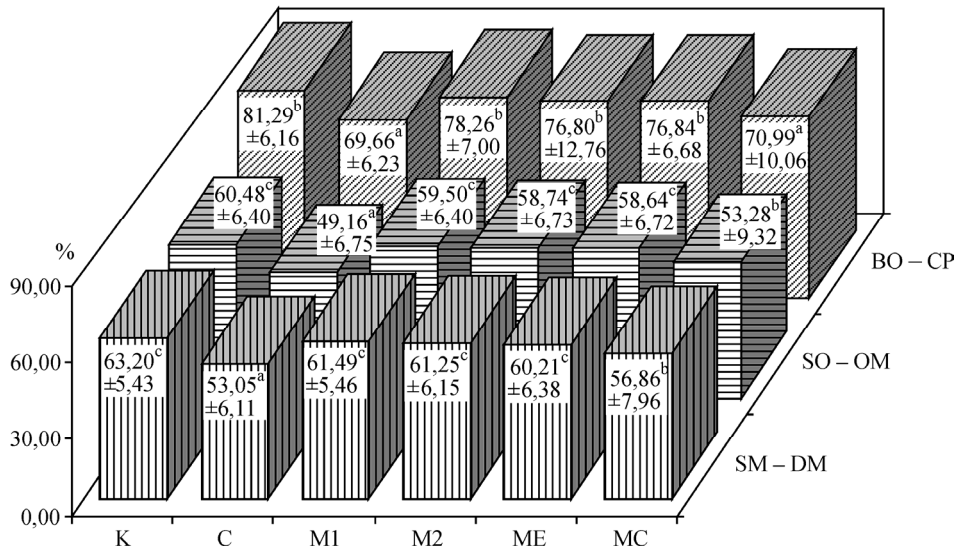
Dodatek Additive	Bakterie mlekowe Lactic acid bacteria	Drożdże Yeasts		Pleśnie Moulds	
	P0	P0	K0	P0	K0
	(log jtk·g <sup>-1</sup> ) – (log cfu·g <sup>-1</sup> )				
K	7,8483 ±0,2746	2,4892 <sup>a*</sup> ±0,4193	6,6826 <sup>cd*</sup> ±0,4727	2,0611 <sup>a*</sup> ±0,0832	6,3940 <sup>c*</sup> ±0,4420
C	8,1604 ±0,1576	2,8285 <sup>ab*</sup> ±0,0688	6,4421 <sup>c*</sup> ±0,1237	4,9400 <sup>b</sup> ±1,7247	6,2149 <sup>c</sup> ±1,6611
M1	8,0510 ±0,1681	3,3247 <sup>ab*</sup> ±0,8941	7,7144 <sup>d*</sup> ±0,6905	2,3489 <sup>a</sup> ±0,4313	4,0000 <sup>b</sup> ±0,0000
M2	8,1694 ±0,3031	2,3138 <sup>a</sup> ±0,6277	5,0514 <sup>b</sup> ±0,8569	2,2500 <sup>a*</sup> ±0,5000	5,4301 <sup>bc*</sup> ±0,8570
ME	8,1045 ±0,3439	4,3171 <sup>b</sup> ±1,5512	5,7443 <sup>bc</sup> ±0,4526	2,0000 <sup>a*</sup> ±0,0000	6,4800 <sup>c*</sup> ±0,4161
MC	8,0682 ±0,0744	2,6045 <sup>a</sup> ±0,4209	2,4005 <sup>a</sup> ±0,4902	3,9836 <sup>ab</sup> ±1,3300	2,9717 <sup>a</sup> ±0,0406

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

Najwięcej pleśni było w mieszance motylkowato-trawiastej zakiszonej z dodatkiem chemicznym (C) – 4,9400 log·jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy, a najmniej – w kiszonce sporządzonej z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) – 2,0000 log·jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy. Po ekspozycji tlenowej liczebność pleśni istotnie zwiększyła się w trzech przypadkach (K – 6,3940; M2 – 5,4301; ME – 6,4800 log·jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy). W kiszonce z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) liczebność pleśni (2,9717 log·jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy) była istotnie statystycznie mniejsza niż w pozostałych wariantach. Spośród badanych dodatków, jedynie preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) ograniczył rozwój drożdży i pleśni w kiszonkach w trakcie natleniania.

#### 5.2.1.4. Rozkład w żwaczu (*in sacco*) i strawność *in vivo* oraz pobranie i wartość pokarmowa kiszonek

W kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej zastosowane dodatki: chemiczny (C) i mikrobiologiczno-chemiczny (MC) wpłynęły istotnie na stopień rozkładu suchej masy i substancji organicznej kiszonek (rys. 7).



Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanations, see Figure 1

Rys. 7. Rozkład w zwaczu SM, SO i BO kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej (D II)

Fig. 7. Rumen degradability of DM, OM and CP of leguminous-grass mixture silages (D II)

Różnice między kiszonkami wykazano również w odniesieniu do stopnia rozkładu białka. Najniższym rozkładem tego składnika charakteryzowały się kiszonki z dodatkiem chemicznym (C), a także mikrobiologiczno-chemicznym (MC). Wartość tego parametru dla pozostałych kiszonek była wyższa ( $P \leq 0,05$ ) i kształtowała się w przedziale od 81,29% (K) do 78,26% (M1).

Strawność suchej masy (tab. 23) wahała się od 58,87% (MC) do 71,06% (M2). Przy skarmianiu kiszonki sporządzonej z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) odnotowano istotnie niższe współczynniki strawności w porównaniu z kiszonkami z dodatkiem mikrobiologicznym (M2) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME). Pozostałe różnice były nieistotne.

Kiszonki z dodatkami mikrobiologicznym (M2) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) charakteryzowały się wyższą ( $P \leq 0,05$ ) strawnością substancji organicznej i białka ogólnego aniżeli kiszonki z pozostałymi preparatami.

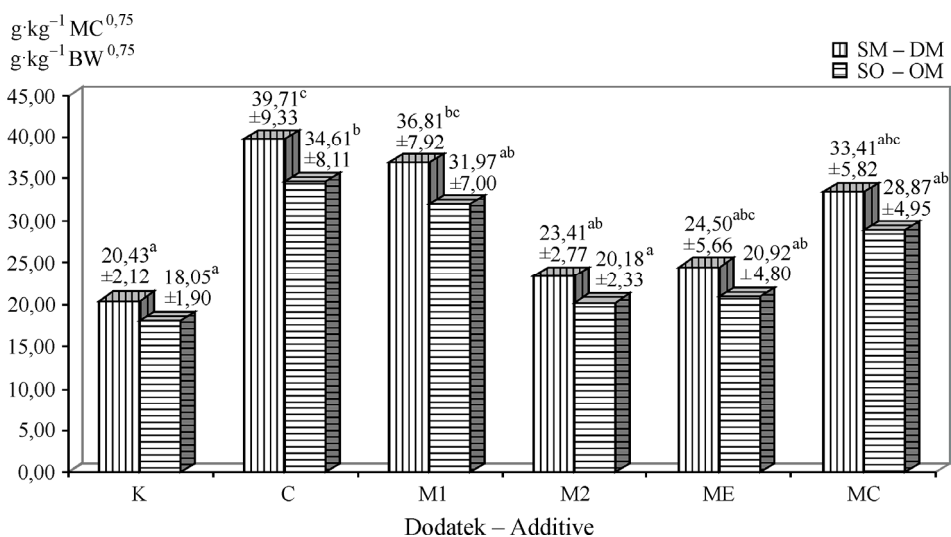
Tabela 23. Współczynniki strawności składników pokarmowych kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej (D II)

Table 23. Nutrient digestibility coefficients for leguminous-grass mixture silages (D II)

Dodatek Additive	SM DM	SO OM	BO CP	TS CFa	WS CF	BNW NfE	NDF	ADF
	(%)							
K	67,29 <sup>ab</sup> ±7,53	69,43 <sup>ab</sup> ±7,50	60,92 <sup>ab</sup> ±1,23	63,05 <sup>ab</sup> ±6,31	71,15 ±10,09	73,81 ±9,97	62,95 ±10,84	57,70 ±12,36
C	62,24 <sup>ab</sup> ±5,90	63,40 <sup>a</sup> ±6,50	53,65 <sup>a</sup> ±2,04	59,86 <sup>ab</sup> ±4,94	62,80 ±10,20	68,99 ±6,09	60,97 ±7,51	54,43 ±9,80
M1	61,40 <sup>ab</sup> ±7,34	61,76 <sup>a</sup> ±7,12	49,68 <sup>a</sup> ±11,10	58,62 <sup>ab</sup> ±8,56	62,92 ±8,65	67,21 ±9,77	60,23 ±8,00	54,40 ±9,09
M2	71,06 <sup>b</sup> ±4,48	73,81 <sup>b</sup> ±3,98	71,49 <sup>b</sup> ±3,40	69,97 <sup>b</sup> ±3,95	74,32 ±4,43	75,19 ±6,59	68,63 ±5,02	63,16 ±6,01
ME	70,32 <sup>b</sup> ±2,83	73,51 <sup>b</sup> ±1,25	74,68 <sup>b</sup> ±4,04	64,21 <sup>ab</sup> ±2,03	71,89 ±2,96	75,17 ±1,85	66,45 ±3,70	60,03 ±4,93
MC	58,87 <sup>a</sup> ±3,20	61,46 <sup>a</sup> ±3,97	55,64 <sup>a</sup> ±5,46	55,12 <sup>a</sup> ±5,50	60,76 ±5,63	65,51 ±4,27	57,71 ±4,31	50,15 ±4,09

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Pobranie przez owce suchej masy i substancji organicznej ocenianych kiszzonek było niskie (rys. 8).



Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanations, see Figure 1

Rys. 8. Dowolne pobranie SM i SO kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej (D II)

Fig. 8. Voluntary intake of DM and OM of leguminous-grass mixture silages (D II)

W przypadku suchej masy dowolne jej pobranie w przeliczeniu na 1 kg metabolicznej masy ciała mieściło się w przedziale od 20,43 g (K) do 39,71 g (C) ( $P \leq 0,05$ ). W odniesieniu do substancji organicznej wahało się ono natomiast w granicach od 18,05 g (K) do 34,61 g (C) ( $P \leq 0,05$ ). W porównaniu z kiszonką bez dodatku (K) oraz z kiszonkami sporządzonymi z preparatami mikrobiologicznym (M2) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) większe dowolne pobranie wyżej wymienionych składników odnotowano w kiszonkach z dodatkami: chemicznym (C), mikrobiologicznym (M1) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC).

Wartość pokarmowa kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej była zróżnicowana (tab. 24). W przypadku energii kształtowała się na poziomie od 0,67 JPM i 0,62 JPŻ (MC) do 0,91 JPM i 0,86 JPŻ (M2) ( $P \leq 0,05$ ). Nieznacznie więcej energii w porównaniu z wariantem kontrolnym (K) odnotowano w kiszonkach z inokulantem (M2) i preparatem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME).

Tabela 24. Wartość pokarmowa kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej (D II)  
Table 24. Nutritive value of leguminous-grass mixture silages (D II)

Dodatek Additive	Zawartość w 1 kg SM – Content in 1 kg of DM							
	JPM UFL	JPŻ UFC	BTJP PDIF (g)	BTJN PDIN (g)	BTJE PDIE (g)	JWO SFU	JWB CFU	JWK LFU
K	0,82 <sup>ab</sup> ±0,12	0,77 <sup>ab</sup> ±0,12	24,21 <sup>b</sup> ±0,69	111,19 <sup>b</sup> ±3,13	72,89 <sup>b</sup> ±0,60	3,67 <sup>b</sup> ±0,38	2,28 <sup>c</sup> ±0,11	1,48 <sup>c</sup> ±0,03
C	0,76 <sup>ab</sup> ±0,09	0,65 <sup>ab</sup> ±0,12	35,37 <sup>a</sup> ±0,90	98,12 <sup>a</sup> ±2,52	82,30 <sup>a</sup> ±1,04	1,89 <sup>a</sup> ±0,45	1,56 <sup>a</sup> ±0,23	1,26 <sup>a</sup> ±0,09
M1	0,72 <sup>a</sup> ±0,11	0,61 <sup>a</sup> ±0,11	25,41 <sup>b</sup> ±0,36	95,04 <sup>a</sup> ±1,36	70,62 <sup>b</sup> ±1,40	2,04 <sup>a</sup> ±0,43	1,64 <sup>ab</sup> ±0,22	1,29 <sup>ab</sup> ±0,08
M2	0,91 <sup>b</sup> ±0,08	0,86 <sup>b</sup> ±0,08	32,09 <sup>a</sup> ±0,39	115,01 <sup>b</sup> ±1,42	78,84 <sup>a</sup> ±0,52	3,20 <sup>ab</sup> ±0,39	2,11 <sup>bc</sup> ±0,13	1,44 <sup>bc</sup> ±0,03
ME	0,87 <sup>b</sup> ±0,03	0,83 <sup>ab</sup> ±0,03	32,66 <sup>a</sup> ±0,78	116,99 <sup>b</sup> ±2,78	80,64 <sup>a</sup> ±2,24	3,06 <sup>ab</sup> ±1,49	2,06 <sup>abc</sup> ±0,25	1,43 <sup>abc</sup> ±0,07
MC	0,67 <sup>a</sup> ±0,06	0,62 <sup>a</sup> ±0,07	33,99 <sup>a</sup> ±3,47	97,12 <sup>a</sup> ±9,91	79,28 <sup>a</sup> ±2,90	2,24 <sup>a</sup> ±0,41	1,73 <sup>abc</sup> ±0,18	1,33 <sup>abc</sup> ±0,06

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Zawartość białka BTJP w suchej masie wahała się od 24,21 g w kiszonce bez dodatków (K) do 35,37 g w kiszonce z dodatkiem chemicznym (C) ( $P \leq 0,05$ ). Warto podkreślić, że wszystkie kiszonki z dodatkami cechowały się wyższą zawartością BTJP niż wariant kontrolny (K). Zawartość BTJN kształtowała się na poziomie od 95,04 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy (M1) do 116,99 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy (ME). W przypadku kiszonek z dodatkami: chemicznym (C), mikrobiologicznym (M1)

i mikrobiologiczno-chemicznym (MC) odnotowano istotnie mniej tego składnika w stosunku do kiszonki kontrolnej (K). Stwierdzono również, że w kiszonce kontrolnej (K) i z dodatkiem mikrobiologicznym (M1) było istotnie mniej BTJE niż w pozostałych paszach.

Wartości wypełnieniowe kiszzonek (JWO, JWB i JWK) były zróżnicowane. Najlepsza pod tym względem okazała się kiszonna kontrolna (K): 3,67 JWO, 2,28 JWB, 1,48 JWK, natomiast najgorsza – kiszonna sporządzona z dodatkiem chemicznym (C): 1,89 JWO, 1,51 JWB, 1,26 JWK. Dodatki – chemiczny (C) oraz mikrobiologiczny (M1) wpłynęły na obniżenie ( $P \leq 0,05$ ) wartości wypełnieniowej kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej w porównaniu z kiszonce sporządzoną z tego samego surowca bez żadnych dodatków (K).

## **5.2.2. Całe rośliny kukurydzy**

### **5.2.2.1. Skład chemiczny**

Zawartość suchej masy w kiszonce z kukurydzy była podobna (tab. 25). Istotne różnice odnotowano tylko między kiszonce z dodatkami: mikrobiologicznym (M1) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME).

Ilość popiołu surowego w suchej masie tych pasz mieściła się w przedziale od 4,02% (ME) do 4,90% (M1) ( $P \leq 0,05$ ), natomiast substancji organicznej więcej zawierała kukurydza zakiszona z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME). Zawartość obu tych składników w suchej masie kiszzonek z dodatkami nie różniła się istotnie od ich poziomu w kiszonce bez dodatków (K).

Poziom białka ogólnego oraz tłuszczu surowego kształtowały się podobnie, a drobne różnice w ich zawartości były nieistotne.

Najmniej włókna surowego w suchej masie zawierała kiszonna bez dodatków (K) – 22,90%, a najwięcej – przygotowana z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) – 24,55%. Niewielkie różnice w ilości tego składnika w kiszonce z dodatkami były nieistotne.

Zawartość związków bezazotowych wyciągowych (BNW) w suchej masie była zbliżona i kształtowała się na poziomie od 59,24% (M1) do 60,59% (K).

Ilość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) w suchej masie kiszzonek wynosiła od 0,77% (MC) do 1,50% (M1) ( $P \leq 0,05$ ). Różnice w zawartości tego składnika w kiszonce z dodatkami w porównaniu z kiszonce kontrolną bez dodatków (K) były nieistotne.

Zawartość skrobi w suchej masie wahała się od 42,62% (C) do 46,87% (K) ( $P \leq 0,05$ ). Kiszonce z dodatkiem chemicznym (C) i mikrobiologicznym (M1) zawierały mniej ( $P \leq 0,05$ ) tego składnika niż kukurydza zakiszona bez dodatków (K) (tab. 25).



Tabela 25. Skład chemiczny kiszonek z całych roślin kukurydzy (D II)  
Table 25. Chemical composition of whole maize plant silages (D II)

Dodatek Additive	SM DM (%)	Zawartość w % SM – Content in % of DM												
		PS CA	SO OM	BO CP	TS CFa	WS CF	BNW NfE	WSC	S	NDF	ADF			
K	30,48 <sup>ab</sup> ±0,56	4,57 <sup>ab</sup> ±0,33	95,43 <sup>ab</sup> ±0,33	8,09 ±0,24	3,85 ±0,39	22,90 <sup>a</sup> ±0,52	60,59 ±0,56	1,05 <sup>ab</sup> ±0,27	46,87 <sup>bc</sup> ±1,30	38,04 <sup>a</sup> ±0,64	23,20 <sup>a</sup> ±1,22			
C	30,68 <sup>ab</sup> ±1,12	4,85 <sup>ab</sup> ±0,50	95,15 <sup>ab</sup> ±0,50	8,39 ±0,60	3,72 ±0,22	23,48 <sup>ab</sup> ±0,54	59,56 ±1,45	0,85 <sup>a</sup> ±0,29	42,62 <sup>a</sup> ±1,94	43,63 <sup>bc</sup> ±0,83	25,78 <sup>c</sup> ±0,38			
M1	30,17 <sup>a</sup> ±0,76	4,90 <sup>b</sup> ±0,20	95,10 <sup>a</sup> ±0,20	8,05 ±0,47	3,68 ±0,39	24,13 <sup>ab</sup> ±0,73	59,24 ±1,13	1,50 <sup>b</sup> ±0,40	42,89 <sup>a</sup> ±1,91	43,50 <sup>b</sup> ±1,06	25,42 <sup>bc</sup> ±0,92			
M2	31,40 <sup>ab</sup> ±0,35	4,87 <sup>ab</sup> ±0,66	95,13 <sup>ab</sup> ±0,66	8,13 ±0,48	3,51 ±0,45	23,85 <sup>ab</sup> ±1,58	59,64 ±1,60	0,95 <sup>ab</sup> ±0,12	46,70 <sup>bc</sup> ±1,69	44,69 <sup>c</sup> ±0,58	24,71 <sup>ab</sup> ±0,52			
ME	31,81 <sup>b</sup> ±0,38	4,02 <sup>a</sup> ±0,13	95,98 <sup>b</sup> ±0,13	8,14 ±0,49	3,59 ±0,61	24,55 <sup>b</sup> ±0,95	59,70 ±1,68	0,93 <sup>ab</sup> ±0,16	45,41 <sup>ab</sup> ±1,41	41,78 <sup>bc</sup> ±1,22	23,53 <sup>ab</sup> ±0,82			
MC	31,44 <sup>ab</sup> ±0,59	4,85 <sup>ab</sup> ±0,58	95,15 <sup>ab</sup> ±0,58	8,37 ±0,36	2,98 ±0,59	23,77 <sup>ab</sup> ±1,44	60,03 ±1,03	0,77 <sup>a</sup> ±0,15	44,83 <sup>ab</sup> ±0,72	40,16 <sup>b</sup> ±1,20	23,85 <sup>ab</sup> ±1,24			

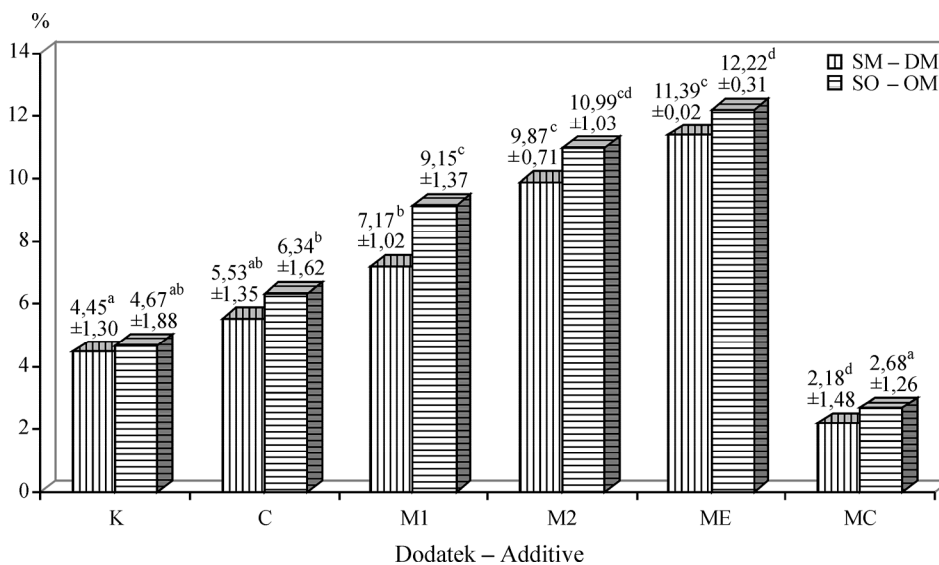
Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Badane kiszonki różniły się też zawartością frakcji włókna. Najniższą zawartość neutralnego włókna detergentowego (NDF) w suchej masie stwierdzono w przypadku wariantu kontrolnego (K) – 38,04%, a najwyższą – w kiszonce z dodatkiem mikrobiologicznym (M2) – 44,69%. Kukurydza zakiszona z dodatkami zawierała więcej NDF, natomiast w przypadku ADF takiej zależności nie stwierdzono. Najwięcej NDF odnotowano w kiszonce z preparatem mikrobiologicznym (M2), a ADF – z dodatkiem chemicznym (C).

### 5.2.2.2. Straty fermentacyjne

Straty suchej masy w procesie fermentacji w największym stopniu obniżył dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) (rys. 9); w kiszonce z tym preparatem wynosiły one 2,18%, a w pozostałych wariantach kształtowały się na poziomie od 4,45% (K) do 11,39% (ME).

Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) obniżył także straty substancji organicznej. W kiszonce z tym preparatem wynosiły one 2,68%, natomiast w kiszonkach z innymi dodatkami kształtowały się na poziomie od 6,34% (C) do 12,22% (ME).



Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanations, see Figure 1

Rys. 9. Straty SM i SO w kiszonkach z całych roślin kukurydzy po fermentacji (D II)  
Fig. 9. Losses of DM and OM in whole maize plant silages after fermentation (D II)

### 5.2.2.3. Jakość i tlenowa nietrwałość

Zawartość azotu amoniakalnego nie zależała od stosowanych dodatków i kształtowała się na poziomie od 9,19 g·100 g<sup>-1</sup> N<sub>ogólnego</sub> (ME) do 11,89 g·100 g<sup>-1</sup> N<sub>ogólnego</sub> (C) (tab. 26).

Tabela 26. Jakość kiszzonek z całych roślin kukurydzy (D II)  
Table 26. Quality of whole maize plant silages (D II)

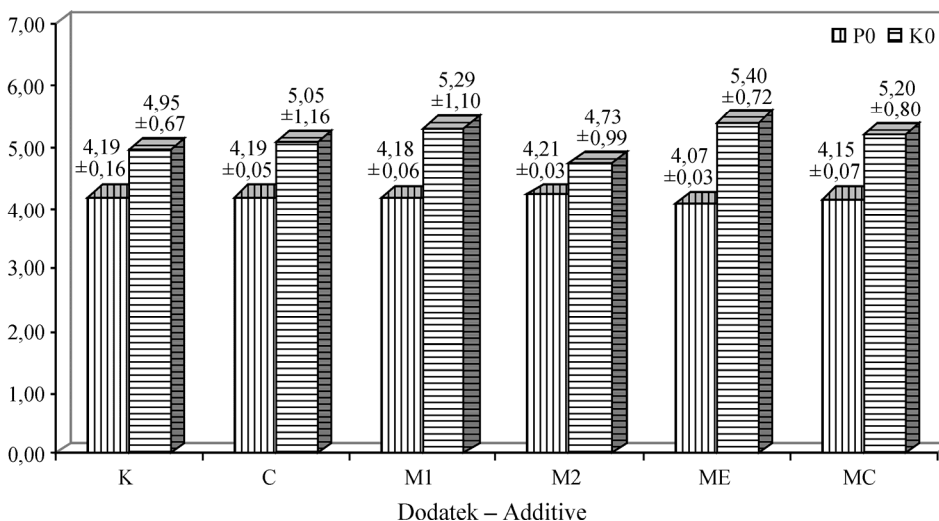
Wyszczególnienie Item	N-NH <sub>3</sub> (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>ogólnego</sub> ) NH <sub>3</sub> -N (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>total</sub> )	Kwasy – Acids (%)			Jakość według skali Fliega-Zimmera Quality according to Flieg-Zimmer scale	
		mlekowy lactic	octowy acetic	masłowy butyric	punkty – score	ocena – grade
K	10,43 ±1,28	2,59 ±0,11	0,79 <sup>b</sup> ±0,06	0,00 ±0,00	96	bardzo dobra very good
C	11,89 ±1,55	2,50 ±0,19	0,65 <sup>a</sup> ±0,04	0,00 ±0,00	96	bardzo dobra very good
M1	10,91 ±2,92	2,39 ±0,15	0,67 <sup>ab</sup> ±0,07	0,00 ±0,00	96	bardzo dobra very good
M2	10,93 ±1,05	2,40 ±0,22	0,81 <sup>b</sup> ±0,03	0,00 ±0,00	91	bardzo dobra very good
ME	9,19 ±1,73	2,60 ±0,22	0,60 <sup>a</sup> ±0,09	0,00 ±0,00	98	bardzo dobra very good
MC	10,41 ±1,10	2,38 ±0,16	0,60 <sup>a</sup> ±0,10	0,00 ±0,00	96	bardzo dobra very good

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Zastosowane dodatki nie miały wpływu na ilość powstającego w kiszonkach kwasu mlekowego. Jego poziom wahał się od 2,38% (MC) do 2,60% (ME). Stwierdzono jednak zróżnicowaną ilość kwasu octowego; w zależności od dodatku wahała się ona od 0,60% (ME i MC) do 0,81% (M2) ( $P \leq 0,05$ ). Warto podkreślić, że w stosunku do kukurydzy zakiszanej bez dodatku (K) mniej ( $P \leq 0,05$ ) tego kwasu zawierały kiszonki z dodatkami: chemicznym (C), mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC). W kiszonkach nie stwierdzono obecności kwasu masłowego.

Jakość wszystkich kiszonek oceniona w skali Fliega-Zimmera była bardzo dobra.

Wartość pH kiszonki bez dodatków (K) wynosiła 4,19, a kiszonek z dodatkami mieściła się w przedziale od 4,07 (ME) do 4,21 (M2) (rys. 10). Po ekspozycji tlenowej pH wzrosło (4,73 – M2 do 5,40 – ME). Z analizy statystycznej wynika, że ten wzrost mieścił się w granicach błęd.



nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie – non-significant differences

Rys. 10. Zmiany pH w kiszonkach z całych roślin kukurydzy po ekspozycji tlenowej (D II)

Fig. 10. Changes of pH in whole maize plant silages after aerobic exposition (D II)

Ekspozycja tlenowa miała wpływ na zawartość kwasu mlekowego (tab. 27). Najmniej odnotowano go w kiszonce z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – 12,77 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy, a najwięcej – z preparatem mikrobiologicznym (M2) – 71,87 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy. Najmniejsze zmiany w ilości kwasu mlekowego po ekspozycji tlenowej stwierdzono w kiszonce z dodatkiem mikrobiologicznym (M2): przed ekspozycją 76,37 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy, po – 71,87 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy, a największe ( $P \leq 0,05$ ) – z preparatem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME): przed ekspozycją 81,62 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy, po – 16,98 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy.

Tabela 27. Zmiany zawartości kwasów po ekspozycji tlenowej i stabilność tlenowa kiszzonek z całych roślin kukurydzy (D II)

Table 27. Changes in acids content after aerobic exposition and aerobic stability of whole maize plant silages (D II)

Wyszczególnienie Item	Kwasy ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM) – Acids ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)						Stabilność tlenowa (godziny) Aerobic stability (hours)
	mlekowy lactic		octowy acetic		masłowy butyric		
	P0	K0	P0	K0	P0	K0	
K	84,93* ±3,90	20,20 <sup>a*</sup> ±8,44	25,88 <sup>b</sup> ±1,92	20,90 ±5,79	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	60 <sup>a</sup> ±55
C	81,77* ±8,52	51,35 <sup>a*</sup> ±9,92	21,05 <sup>a</sup> ±1,18	13,70 ±5,43	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	93 <sup>ab</sup> ±50
M1	79,25* ±4,17	19,67 <sup>a*</sup> ±8,82	22,13 <sup>ab</sup> ±2,69	16,65 ±4,21	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	83 <sup>ab</sup> ±60
M2	76,37 ±6,83	71,87 <sup>b</sup> ±5,49	25,70 <sup>b</sup> ±0,68	21,08 ±6,87	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	86 <sup>ab</sup> ±49
ME	81,62* ±6,62	16,98 <sup>a*</sup> ±3,24	18,78 <sup>a</sup> ±2,81	18,38 ±7,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	92 <sup>ab</sup> ±62
MC	75,77* ±5,19	12,77 <sup>a*</sup> ±5,31	19,15 <sup>a</sup> ±3,03	13,98 ±3,87	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	136 <sup>b</sup> ±50

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

Po ekspozycji tlenowej zawartość kwasu octowego ukształtowała się na poziomie od  $13,70 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy (C) do  $21,08 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy (M1).

Po ekspozycji tlenowej w kiszzonek nie stwierdzono obecności kwasu masłowego.

Tlenowa trwałość kiszzonek była zróżnicowana. W wariancie bez dodatków (K) temperatura  $23^{\circ}\text{C}$  została przekroczona już po 60 godzinach. Najpóźniej – po 136 godzinach – podniosła się temperatura w kiszonce sporządzonej z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC). Tlenowa trwałość pozostałych kiszzonek wahała się od 83 (M1) do 93 godzin (C).

Liczba bakterii fermentacji mlekowej w poszczególnych kiszzonek była podobna (tab. 28) i mieściła się w przedziale od  $6,8508 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy (M1) do  $7,6436 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy (MC).

Tylko w wariantach z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) nie stwierdzono kolonii drożdży ( $P \leq 0,05$ ). W pozostałych kiszzonek występowały one w różnych ilościach. Niestotnie więcej tych mikroorganizmów zaobserwowano w kukurydzy zakiszzonej z dodatkiem mikrobiologicznym (M2) –  $7,1702 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy niż w kiszonce kontrolnej (K) –  $7,1015 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy. Po ekspozycji tlenowej najmniej drożdży odnotowano w kiszonce

z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – 5,8773 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy. W pozostałych paszach liczba drożdży była podobna.

Liczba kolonii pleśni w kiszonkach oraz ich rozwój po ekspozycji tlenowej zależały od zastosowanego dodatku. Istotnie statystycznie wyższą liczebnością pleśni w porównaniu z kiszonką kontrolną (K) i z dodatkiem chemicznym (C) (odpowiednio 2,0587 i 2,0731 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy) charakteryzowała się kiszonka wyprodukowana z preparatem mikrobiologicznym (M1) – 3,7649 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy. Nie stwierdzono natomiast występowania pleśni w wariantach z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC).

Liczba kolonii pleśni w kiszonkach po ekspozycji tlenowej była trzykrotnie większa niż przed testem tlenowym. Trzeba jednak podkreślić, że najmniejszą ilością pleśni cechowała się pasza sporządzona z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC). W pozostałych paszach ich liczebność była większa ( $P \leq 0,05$ ) i wahała się od 6,1074 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy (C) do 7,4829 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy (M2).

Tabela 28. Liczebność bakterii mlekowych, drożdży i pleśni w kiszonkach z całych roślin kukurydzy (D II)

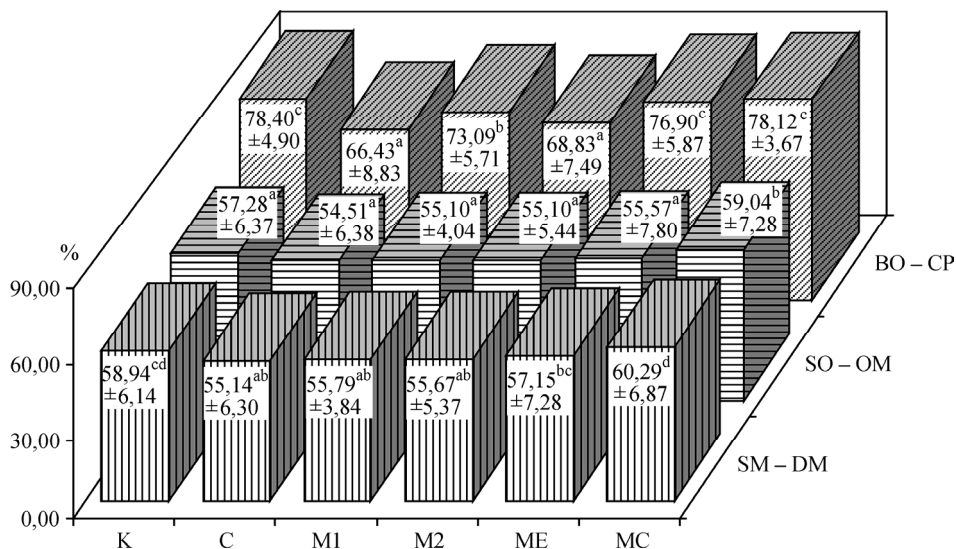
Table 28. Count of lactic acid bacteria, yeasts and moulds in whole maize plant silages (D II)

Dodatek Additive	Bakterie mlekowe Lactic acid bacteria	Drożdże Yeasts		Pleśnie Moulds	
	P0	P0	K0	P0	K0
	(log jtk·g <sup>-1</sup> ) – (log cfu·g <sup>-1</sup> )				
K	7,5178 ±0,2056	7,1015 <sup>c*</sup> ±0,7127	8,7448 <sup>b*</sup> ±0,2046	2,0587 <sup>b*</sup> ±0,0830	7,3494 <sup>b*</sup> ±0,2875
C	7,3930 ±0,4752	4,4786 <sup>b*</sup> ±0,3118	7,4249 <sup>b*</sup> ±0,1562	2,0731 <sup>b*</sup> ±0,0596	6,1074 <sup>b*</sup> ±1,0077
M1	6,8508 ±0,1752	6,3132 <sup>bc*</sup> ±0,1172	8,5126 <sup>b*</sup> ±0,2678	3,7649 <sup>c*</sup> ±0,5213	7,0617 <sup>b*</sup> ±0,0656
M2	6,9985 ±0,3619	7,1702 <sup>c</sup> ±0,8253	7,9860 <sup>b</sup> ±0,3669	2,5445 <sup>bc*</sup> ±0,3968	7,4829 <sup>b*</sup> ±0,0291
ME	7,2341 ±0,0650	6,1322 <sup>bc*</sup> ±0,5060	8,6230 <sup>b*</sup> ±0,0189	2,8997 <sup>bc*</sup> ±0,8287	7,2886 <sup>b*</sup> ±0,1991
MC	7,6436 ±0,5641	0,0000 <sup>a*</sup> 0,0000	5,8773 <sup>a*</sup> ±1,0182	0,0000 <sup>a*</sup> ±0,0000	2,7670 <sup>a*</sup> ±0,3295

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

#### 5.2.2.4. Rozkład w żwaczu (*in sacco*) i strawność *in vivo* oraz pobranie i wartość pokarmowa kiszonek

Analizując rozkład kiszonek z całych roślin kukurydzy w żwaczu stwierdzono, że w przypadku suchej masy ukształtował się on na poziomie od 55,14% (C) do 60,29% (MC) ( $P \leq 0,05$ ) (rys. 11). Wartość rozkładu substancji organicznej wynosiła od 54,51% (C) do 59,04% (MC) ( $P \leq 0,05$ ), natomiast białka ogólnego od 66,43% (C) do 78,40% (K) ( $P \leq 0,05$ ). Preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) zwiększył istotnie rozkład substancji organicznej w żwaczu w porównaniu z pozostałymi wariantami. Dodatki – chemiczny (C) i mikrobiologiczne (M1 i M2) skuteczniej obniżyły rozkład białka ogólnego kiszonek z całych roślin kukurydzy w porównaniu z pozostałymi preparatami.



Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanations, see Figure 1

Rys. 11. Rozkład w żwaczu SM, SO i BO kiszonek z całych roślin kukurydzy (D II)  
Fig. 11. Rumen degradability of DM, OM and CP of whole maize plant silages (D II)

Zaobserwowano zróżnicowane współczynniki strawności składników pokarmowych w zależności od zastosowanego preparatu (tab. 29). Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) wpłynął na obniżenie strawności włókna surowego, neutralnego i kwaśnego włókna detergentowego w stosunku do kiszonki sporządzonej bez dodatków (K). Pasza z tym dodatkiem charakteryzowała się też niższymi współczynnikami strawności składników pokarmowych, oprócz tłuszczu surowego, w porównaniu z pozostałymi kiszonkami z dodatkami. Wariant z preparatem mikrobiologicznym (M1) wyróżniał się wyższą strawnością niż pozostałe. Białko kiszonki z tym dodatkiem było trawione najlepiej (65,96%).

Tabela 29. Współczynniki strawności składników pokarmowych kiszonek z całych roślin kukurydzy (D II)

Table 29. Digestibility coefficients of nutrients of whole maize plant silages (D II)

Dodatek Additive	SM	SO	BO	TS	WS	BNW	NDF	ADF
	DM	OM	CP	CFa	CF	NfE		
(%)								
K	80,92 <sup>ab</sup> ±3,53	82,29 <sup>ab</sup> ±3,23	60,24 <sup>ab</sup> ±7,24	86,13 ±2,86	79,27 <sup>b</sup> ±6,96	86,96 ±2,06	73,53 <sup>b</sup> ±7,44	71,44 <sup>b</sup> ±10,10
C	77,39 <sup>a</sup> ±4,00	78,77 <sup>a</sup> ±3,23	53,80 <sup>a</sup> ±11,02	85,97 ±3,01	74,66 <sup>ab</sup> ±4,93	83,47 ±3,55	64,84 <sup>ab</sup> ±6,44	62,73 <sup>ab</sup> ±6,97
M1	83,82 <sup>b</sup> ±3,97	84,53 <sup>b</sup> ±3,95	65,96 <sup>b</sup> ±7,99	85,42 ±2,72	82,28 <sup>b</sup> ±4,63	87,50 ±4,30	76,86 <sup>b</sup> ±5,94	74,25 <sup>b</sup> ±6,80
M2	81,70 <sup>b</sup> ±4,41	83,10 <sup>b</sup> ±3,96	57,41 <sup>ab</sup> ±8,89	89,94 ±2,71	82,74 <sup>b</sup> ±6,68	87,80 ±3,21	71,93 <sup>ab</sup> ±8,44	70,72 <sup>ab</sup> ±7,61
ME	78,61 <sup>a</sup> ±6,49	80,11 <sup>ab</sup> ±5,89	60,72 <sup>ab</sup> ±14,83	88,57 ±5,04	72,82 <sup>ab</sup> ±6,12	85,71 ±4,81	66,81 <sup>ab</sup> ±8,20	65,35 <sup>ab</sup> ±8,81
MC	75,03 <sup>a</sup> ±0,89	76,81 <sup>a</sup> ±0,68	46,98 <sup>a</sup> ±10,51	90,11 ±2,13	65,82 <sup>a</sup> ±6,99	83,37 ±2,43	60,64 <sup>a</sup> ±3,94	55,83 <sup>a</sup> ±4,78

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Dowolne pobranie przez owce suchej masy ( $63,35 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ MC}^{0,75}$ ) i substancji organicznej ( $60,45 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ MC}^{0,75}$ ) kiszonek sporządzonych bez żadnych dodatków (K) było mniejsze niż kukurydzy zakiszonej z dodatkami (rys. 12).

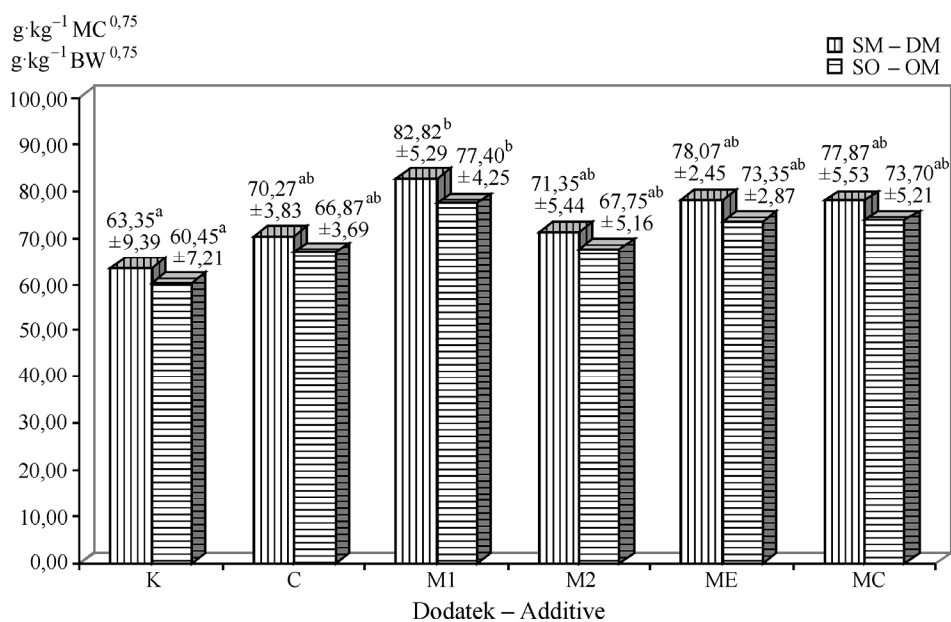
Zwierzęta najwięcej pobierały kiszonki z dodatkiem mikrobiologicznym (M1) – odpowiednio  $82,82$  i  $77,40 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ MC}^{0,75}$ . Pozostałe kiszonki były pobierane na poziomie zbliżonym.

Koncentracja JPM w suchej masie kisonki kontrolnej (K) wynosiła 1,12, a w kisonkach doświadczalnych wahała się od 1,00 (MC) do 1,10 (M1, ME) (tab. 30). Kukurydza zakiszona z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) charakteryzowała się nieco niższą zawartością JPŻ (0,95) niż pozostałe kisonki.

Istotnym parametrem oceny wartości pokarmowej kisonki jest zawartość białka. W analizowanych paszach stwierdzono różnicowaną koncentrację białka paszowego trawionego w jelicie cienkim (BTJP). W kisonkach kontrolnej (K) i z dodatkiem chemicznym (C) zawartość BTJP była wyższa (18,41 i 18,37%) w stosunku do pozostałych (12,55-16,79%). Istotne różnice w zawartości tego składnika odnotowano jedynie między kisonką z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) a kukurydzą zakiszoną bez dodatków (K).

W kisonkach z dodatkami odnotowano wyższy udział BTJN w suchej masie (49,08-58,21%) niż w wariacie kontrolnym (K) – 47,52%. Różnice nie były istotne statystycznie.





Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanations, see Figure 1

Rys. 12. Dowlone pobranie SM i SO kiszzonek z całych roślin kukurydzy (D II)

Fig. 12. Voluntary intake of DM and OM of whole maize plant silages (D II)

Tabela 30. Wartość pokarmowa kiszzonek z całych roślin kukurydzy (D II)

Table 30. Nutritive value of whole maize plant silages (D II)

Dodatek Additive	Zawartość w 1 kg SM – Content in 1 kg of DM							
	JPM UFL	JPŻ UFC	BTJP PDIF (g)	BTJN PDIN (g)	BTJE PDIE (g)	JWO SFU	JWB CFU	JWK LFU
K	1,12 ±0,05	1,09 ±0,07	18,41 <sup>b</sup> ±1,06	47,52 ±2,02	83,22 <sup>b</sup> ±2,29	1,21 <sup>b</sup> ±0,22	1,15 <sup>b</sup> ±0,15	1,08 <sup>b</sup> ±0,08
C	1,03 ±0,06	1,00 ±0,08	18,37 <sup>ab</sup> ±3,14	49,08 ±0,57	80,63 <sup>ab</sup> ±2,39	1,07 <sup>ab</sup> ±0,07	1,06 <sup>ab</sup> ±0,05	1,03 <sup>ab</sup> ±0,03
M1	1,10 ±0,07	1,10 ±0,08	16,79 <sup>ab</sup> ±1,93	50,63 ±1,34	83,84 <sup>ab</sup> ±3,01	0,91 <sup>a</sup> ±0,06	0,93 <sup>a</sup> ±0,05	0,96 <sup>a</sup> ±0,03
M2	1,09 ±0,07	1,09 ±0,08	15,55 <sup>ab</sup> ±3,82	58,21 ±6,54	81,44 <sup>ab</sup> ±4,50	0,97 <sup>ab</sup> ±0,10	0,98 <sup>ab</sup> ±0,06	0,99 <sup>ab</sup> ±0,04
ME	1,10 ±0,10	1,10 ±0,11	12,55 <sup>a</sup> ±1,02	49,17 ±3,51	77,87 <sup>ab</sup> ±4,45	0,96 <sup>ab</sup> ±0,04	0,98 <sup>ab</sup> ±0,03	0,99 <sup>ab</sup> ±0,02
MC	1,00 ±0,03	0,95 ±0,03	14,61 <sup>ab</sup> ±3,44	50,94 ±0,91	75,75 <sup>a</sup> ±2,03	1,06 <sup>ab</sup> ±0,08	1,04 <sup>ab</sup> ±0,07	1,02 <sup>ab</sup> ±0,04

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11

Poziom BTJE w suchej masie mieścił się w przedziale od 75,75% (MC) do 83,84% (M1). Tylko kiszonka z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) charakteryzowała się istotnie niższą zawartością tego składnika w porównaniu z kukurydzą zakiszoną bez dodatków (K).

Wartość wypełnieniowa kiszzonek – wyrażona w  $\text{JWO} \cdot \text{kg}^{-1}$  suchej masy,  $\text{JWB} \cdot \text{kg}^{-1}$  suchej masy i  $\text{JWK} \cdot \text{kg}^{-1}$  suchej masy – różniła się istotnie statystycznie między wariantem z preparatem mikrobiologicznym (M1): 0,91 JWO, 0,93 JWB i 0,96 JWK, a kiszonką kontrolną (K): 1,21 JWO, 1,15 JWB i 1,08 JWK. Nie odnotowano istotnych statystycznie różnic wartości wypełnieniowej kiszzonek doświadczalnych.

### **5.3. DOŚWIADCZENIE III**

#### **5.3.1. Skład chemiczny**

Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) miał niewielki wpływ na zmianę składu chemicznego kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy.

Pasze z mieszanki motylkowato-trawiastej charakteryzowały się podobnym składem chemicznym (tab. 31). Istotne różnice odnotowano jedynie w przypadku zawartości popiołu surowego i substancji organicznej między kiszonką bez dodatków (K) a kiszonką z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC). Kiszonce z całych roślin kukurydzy charakteryzowały się zbliżoną zawartością suchej masy oraz białka ogólnego, tłuszczu surowego, włókna surowego, węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie, skrobi, neutralnego i kwaśnego włókna detergentowego. Zastosowany dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) wpłynął istotnie tylko na zawartość substancji organicznej i związków bezazotowych wyciągowych, których w kiszonce z tym preparatem było mniej niż w wariantcie kontrolnym (K).

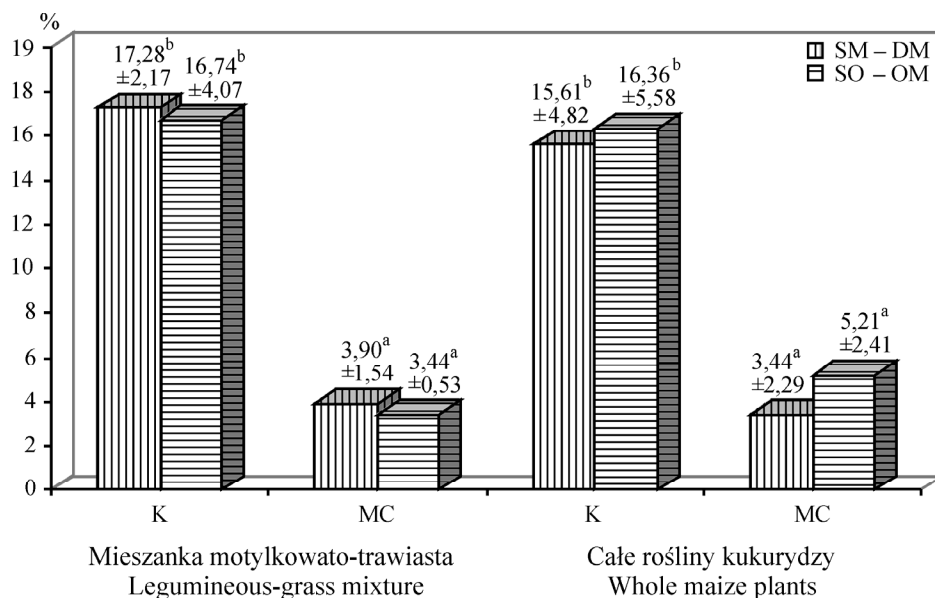
#### **5.3.2. Straty fermentacyjne**

Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) istotnie ograniczył straty suchej masy i substancji organicznej podczas fermentacji. W przypadku mieszanki motylkowato-trawiastej straty te nie przekroczyły 4%, natomiast dotyczące kiszzonek z kukurydzy mieściły się w przedziale od 3,44 do 5,21%. Straty fermentacyjne kiszzonek bez dodatków (K) były kilkakrotnie wyższe i wahały się od 15,61 do 17,28% (rys. 13).

Tabela 31. Skład chemiczny kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej i z całych roślin kukurydzy (D III)  
 Table 31. Chemical composition of leguminous-grass mixture silages and whole maize plant silages (D III)

Dodatek Additive	SM DM (%)	Zawartość w % SM – Content in % of DM										
		PS CA	SO OM	BO CP	TS CFa	WS CF	BNW NFE	WSC	S	NDF	ADF	
Mieszanka motylkowato-trawiasta – Leguminous-grass mixture												
K	24,65 ±0,40	6,65 <sup>a</sup> ±0,84	93,35 <sup>b</sup> ±0,84	18,27 ±0,06	3,17 ±0,24	25,99 ±0,80	45,92 ±1,58	0,58 ±0,22	23,04 ±0,27	58,71 ±1,01	37,28 ±0,56	
MC	24,90 ±0,88	7,65 <sup>b</sup> ±0,39	92,35 <sup>a</sup> ±0,39	17,83 ±0,95	3,58 ±1,02	25,33 ±0,27	45,61 ±1,40	0,56 ±0,06	23,19 ±0,47	57,91 ±0,54	35,76 ±1,28	
Całe rośliny kukurydzy – Whole maize plants												
K	34,73 ±0,16	4,29 <sup>a</sup> ±0,56	95,71 <sup>b</sup> ±0,56	8,15 ±0,60	3,07 ±0,37	24,50 ±0,50	60,00 <sup>b</sup> ±0,81	1,33 ±0,19	43,34 ±0,84	47,76 ±1,55	28,35 ±1,31	
MC	34,57 ±0,43	4,97 <sup>b</sup> ±0,60	95,03 <sup>a</sup> ±0,60	8,67 ±0,35	3,32 ±0,66	24,93 ±0,18	58,11 <sup>a</sup> ±0,62	1,28 ±0,24	43,37 ±1,53	48,16 ±1,15	28,05 ±1,77	

Objasnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11



Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanations, see Figure 1

Rys. 13. Straty SM i SO w kiszonkach po fermentacji (D III)

Fig. 13. Losses of DM and OM in silages after fermentation (D III)

### 5.3.3. Jakość i tlenowa nietrwałość

Zawartość azotu amoniakalnego ( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ N}_{\text{ogólnego}}$ ) w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej wahała się od 9,77 (MC) do 9,98 (K) – tabela 32. W paszach z całych roślin kukurydzy zawartość azotu amoniakalnego ( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ N}_{\text{ogólnego}}$ ) mieściła się w przedziale od 7,69 (MC) do 7,80 (K).

Ilość kwasu mlekowego w wariantach kontrolnych (K) była większa ( $P \leq 0,05$ ) niż z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC). Dodatek ten nie miał jednak wpływu na poziom kwasu octowego. Kwas masłowy zawierały tylko kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej. Większą ( $P \leq 0,05$ ) jego zawartością charakteryzowała się kiszonka bez dodatku (K).

Kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej oceniono jako zadowalające, natomiast z kukurydzy – jako bardzo dobre.

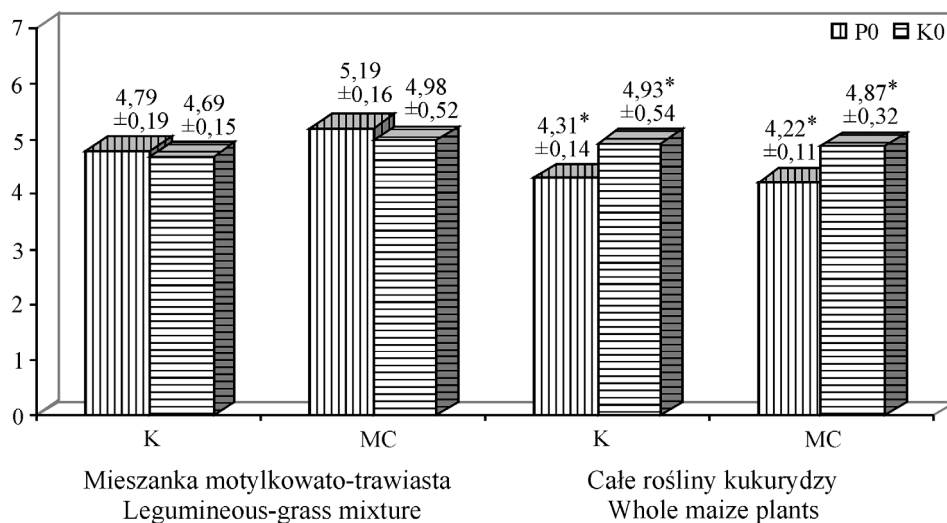
Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie miał istotnego wpływu na wartości pH kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej (rys. 14), które mieściły się w przedziale od 4,79 (K) do 5,19 (MC). Niewielkie obniżenie pH po ekspozycji tlenowej okazało się nieistotne.

Wartości pH w kiszonkach z całych roślin kukurydzy kształtowały się na poziomie od 4,22 (MC) do 4,31 (K). Po ekspozycji tlenowej stwierdzono w tych kiszonkach istotny wzrost pH – do 4,87 (MC) i 4,93 (K) w porównaniu z wartościami określonymi przed wykonaniem testu.

Tabela 32. Jakość kiszzonek z mieszanki motylikowato-trawistej i z całych roślin kukurydzy (D III)  
 Table 32. Quality of legumeneous-grass mixture silages and whole maize plant silages (D III)

Wyszczególnienie Item	N-NH <sub>3</sub> (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>ogólnego</sub> ) NH <sub>3</sub> -N (g·100 g <sup>-1</sup> N <sub>total</sub> )	Kwasy – Acids (%)		Jakość według skali Fliega-Zimmera Quality according to Flieg-Zimmer scale	
		mlekowy lactic	octowy acetic	masłowy butyric	punkty – score ocena – grade
Mieszanka motylikowato-trawista – Legumineous-grass mixture					
K	9,98 ±0,76	2,47 <sup>b</sup> ±0,26	0,62 ±0,16	0,37 <sup>b</sup> ±0,09	55 zadowalająca satisfactory
MC	9,77 ±0,66	2,17 <sup>a</sup> ±0,14	0,45 ±0,11	0,27 <sup>a</sup> ±0,09	57 zadowalająca satisfactory
Całe rośliny kukurydzy – Whole maize plants					
K	7,80 ±0,83	3,03 <sup>b</sup> ±0,41	0,51 ±0,09	0,00 ±0,00	100 bardzo dobra very good
MC	7,69 ±1,15	2,91 <sup>a</sup> ±0,27	0,51 ±0,05	0,00 ±0,00	100 bardzo dobra very good

Objaśnienia jak w tabeli 11 – Explanations, see Table 11



wartości w obrębie grupy doświadczalnej oznaczone \* różnią się istotnie statystycznie ( $P \leq 0,05$ ) – values in the experimental group with \* differ significantly ( $P \leq 0.05$ )

Rys. 14. Zmiany pH w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej i całych roślin kukurydzy po ekspozycji tlenowej (D III)

Fig. 14. Changes of pH in legumineous-grass mixture silages and in whole maize plant silages after aerobic exposition (D III)

Po teście stabilnościowym w zakiszonej mieszance motylkowato-trawiastej bez dodatku (K) koncentracja kwasu mlekowego w suchej masie wynosiła  $101,00 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (przed ekspozycją  $100,70 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), a w kiszonce z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) zmniejszyła się z  $87,31 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  do  $39,02 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  ( $P \leq 0,05$ ) – tabela 33. Odwrotną zależność stwierdzono w przypadku kwasu octowego. W kiszonce bez dodatku (K) odnotowano niewielkie obniżenie jego ilości – z  $25,09$  do  $19,82 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy, natomiast w paszy z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) wzrost – z  $18,04$  do  $21,15 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy. Różnice te w obu przypadkach okazały się nieistotne. W kiszonce bez dodatków (K) zawartość kwasu masłowego po ekspozycji tlenowej zmniejszyła się z  $14,90$  do  $8,39 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy, a w wariacie z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) zwiększyła się z  $10,89$  do  $26,09 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy ( $P \leq 0,05$ ).

W kiszonkach z całych roślin kukurydzy ilość kwasu mlekowego po ekspozycji tlenowej istotnie zmniejszyła się z  $87,24$  do  $17,45 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy (K), a w paszy sporządzonej z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – odpowiednio z  $84,02$  do  $12,54 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy. Po teście stabilnościowym w obu kiszonkach odnotowano nieistotny wzrost ilości kwasu octowego, natomiast nie stwierdzono kwasu masłowego.

Natlenianie kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej nie wpłynęło na ich stabilność tlenową. W przypadku kukurydzy dodatek mikrobiologiczno-che-

miczny (MC) istotnie korzystniej oddziaływał na stabilność tlenową (MC – 29 godzin, K – 8 godzin).

Stabilność dawek PMR była podobna niezależnie od użytych kiszzonek.

Tabela 33. Zmiany zawartości kwasów po ekspozycji tlenowej i stabilność tlenowa kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej i z całych roślin kukurydzy oraz PMR (D III)

Table 33. Changes in acids content after aerobic exposition and aerobic stability of leguminous-grass mixture silages and whole maize plant silages as well as PMR (D III)

Wyszczególnienie Item	Kwasy ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM) – Acids ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)						Stabilność tlenowa (godziny) Aerobic stability (hours)
	mlekowy lactic		octowy acetic		masłowy butyric		
	P0	K0	P0	K0	P0	K0	
Mieszanka motylkowato-trawiasta – Leguminous-grass mixture							
K	100,70 <sup>b</sup> ±9,51	101,00 <sup>b</sup> ±3,83	25,09 ±6,70	19,82 ±3,39	14,90 ±3,68	8,39 <sup>a</sup> ±0,56	168 ±0
MC	87,31 <sup>a*</sup> ±6,55	39,02 <sup>a*</sup> ±9,99	18,04 ±4,69	21,15 ±5,34	10,89 <sup>*</sup> ±3,64	26,09 <sup>b*</sup> ±2,26	168 ±0
Całe rośliny kukurydzy – Whole maize plants							
K	87,24 <sup>*</sup> ±12,06	17,45 <sup>*</sup> ±8,39	14,68 ±2,59	18,65 ±5,99	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	8 <sup>a</sup> ±9
MC	84,02 <sup>*</sup> ±7,44	12,54 <sup>*</sup> ±3,38	14,84 ±1,55	17,01 ±7,04	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	29 <sup>b</sup> ±13
PMR							
PMR K	nie oznaczano – non-determined						47±8
PMR D	nie oznaczano – non-determined						49±8

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

Liczba bakterii kwasu mlekowego i drożdży w kiszonce z mieszanki motylkowato-trawiastej bez dodatku (K) była istotnie wyższa niż z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) i wynosiła odpowiednio:  $7,8893 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (K) i  $6,9033 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (MC) w przypadku bakterii oraz  $1,9413 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (MC) i  $2,9895 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (K) w przypadku drożdży (tab. 34). Po ekspozycji tlenowej liczba drożdży zwiększyła się ( $P \leq 0,05$ ) do  $2,4010 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (MC) i do  $3,9231 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  (K).

Tabela 34. Liczebność bakterii mlekowych, drożdży i pleśni w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej i z całych roślin kukurydzy (D III)

Table 34. Count of lactic acid bacteria, yeasts and moulds in legumineous-grass mixture silages and whole maize plant silages (D III)

Dodatek Additive	Bakterie mlekowe Lactic acid bacteria	Drożdże Yeasts		Pleśnie Moulds	
	P0	P0	K0	P0	K0
	(log jtk·g <sup>-1</sup> ) – (log cfu·g <sup>-1</sup> )				
Mieszanka motylkowato-trawiasta – Legumineous-grass mixture					
K	7,8893 <sup>b</sup> ±0,1935	2,9895 <sup>b*</sup> ±0,3157	3,9231 <sup>b*</sup> ±0,1988	5,6135 <sup>b*</sup> ±0,2769	5,6366 <sup>*</sup> ±0,3256
MC	6,9033 <sup>a</sup> ±0,6426	1,9413 <sup>a*</sup> ±0,0830	2,4010 <sup>a*</sup> ±0,3103	4,6983 <sup>a*</sup> ±0,2115	5,1523 <sup>*</sup> ±0,3828
Całe rośliny kukurydzy – Whole maize plants					
K	7,1344 <sup>b</sup> ±0,2931	6,7945 <sup>b*</sup> ±0,3191	8,5621 <sup>*</sup> ±0,6486	5,9887 <sup>*</sup> ±0,1733	8,4392 <sup>*</sup> ±0,3057
MC	6,6024 <sup>a</sup> ±0,2783	6,2689 <sup>a*</sup> ±0,0758	8,5364 <sup>*</sup> ±0,1242	5,7785 <sup>*</sup> ±0,3365	8,3770 <sup>*</sup> ±0,4256

Objaśnienia jak w tabeli 13 – Explanations, see Table 13

Liczebność pleśni ( $P \leq 0,05$ ) kształtowała się w granicach od 4,6983 log jtk·g<sup>-1</sup> (MC) do 5,6135 log jtk·g<sup>-1</sup> (K). Po ekspozycji tlenowej ich ilość istotnie wzrosła i wahała się od 5,1523 log jtk·g<sup>-1</sup> (MC) do 5,6366 log jtk·g<sup>-1</sup> (K).

W kiszonkach z całych roślin kukurydzy liczebność bakterii mlekowych przed natlenianiem wynosiła od 6,6024 log jtk·g<sup>-1</sup> (MC) do 7,1344 log jtk·g<sup>-1</sup> (K) ( $P \leq 0,05$ ). Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) istotnie obniżył występowanie drożdży (MC – 6,2689 log jtk·g<sup>-1</sup>; K – 6,7945 log jtk·g<sup>-1</sup>). Po ekspozycji tlenowej ich liczebność wzrosła ( $P \leq 0,05$ ) w zakresie od 8,5364 log jtk·g<sup>-1</sup> (MC) do 8,5621 log jtk·g<sup>-1</sup> (K).

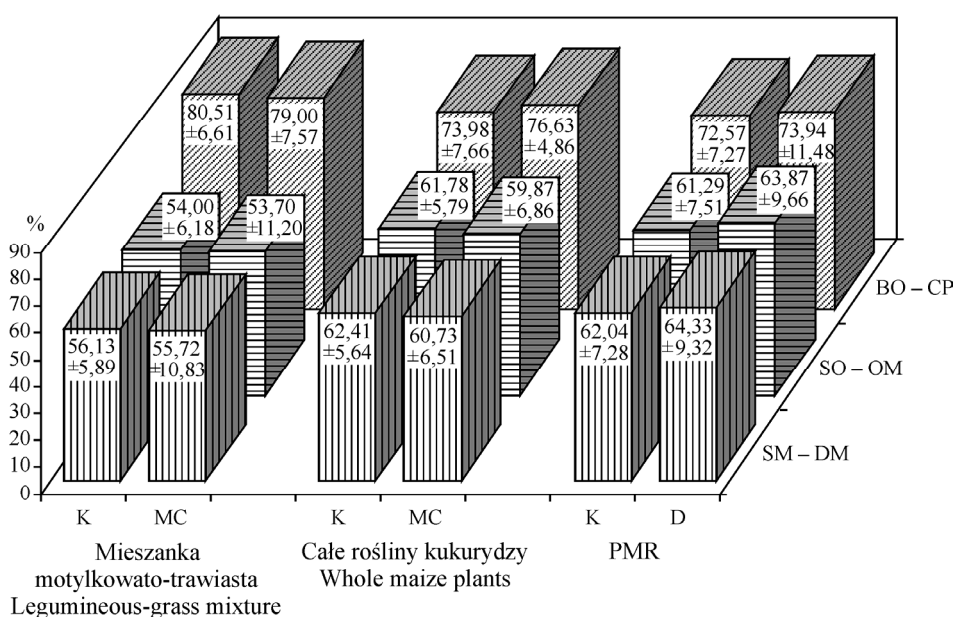
Liczebność pleśni kształtowała się na poziomie od 5,9887 log jtk·g<sup>-1</sup> (K) do 5,7785 log jtk·g<sup>-1</sup> (MC). Po ekspozycji tlenowej stwierdzono więcej tych mikroorganizmów ( $P \leq 0,05$ ). W kiszonce kontrolnej (K) ich ilość wynosiła 8,4392 log jtk·g<sup>-1</sup>, a w wariantcie doświadczalnym (MC) – 8,3770 log jtk·g<sup>-1</sup>.

Zaobserwowano spadek liczebności szkodliwych mikroorganizmów w kiszonkach z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) w stosunku do kiszonek sporządzonych bez dodatku (K). Różnice te jednak nie zawsze zostały potwierdzone statystycznie.



### 5.3.4. Rozkład w żwaczu (*in sacco*)

Rozkład w żwaczu kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy, a także dawek PMR sporządzonych z ich udziałem był podobny (rys. 15). Nieznaczne różnice były nieistotne. Zastosowany do zakiszania dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie miał wpływu na rozkład w żwaczu suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego kiszonek oraz dawek PMR.



nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie – non-significant differences

Rys. 15. Rozkład w żwaczu SM, SO i BO kiszonek oraz PMR (D III)

Fig. 15. Rumen degradability of DM, OM and CP of silages and PMR (D III)

### 5.3.5. Badanie żywieniowe na krowach mlecznych

Krowy w grupie kontrolnej produkowały dziennie 24,48 kg mleka, natomiast w doświadczalnej – 27,19 kg. Ilość mleka (FCM i ECM) uzyskana od krow żywionych dawkami PMR z udziałem kiszonek sporządzonych z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) była nieznacznie wyższa niż żywionych (PMR) kiszonkami bez dodatków (tab. 35). Nieco niższe zawartości tłuszczu, białka i suchej masy w mleku krow z grupy PMR D (odpowiednio o 0,32, 0,14 i 0,40%) okazały się nieistotne. Zawartość mocznika w mleku również nie zależała od rodzaju kiszonek i kształtowała się na poziomie 181,77 g u krow otrzymujących PMR K i 180,07 g w przypadku krow, które były żywione PMR D z udziałem mieszanki motylkowato-trawiastej oraz kukurydzy, zakiszanych z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC).

Tabela 35. Wydajność i skład mleka (D III)  
Table 35. Milk yield and composition (D III)

Wyszczególnienie Item		PMR	
		PMR K	PMR D
Mleko – Milk	kg	24,48±3,62	27,19±3,30
FCM	kg	26,73±4,33	28,06±2,84
ECM	kg	29,41±4,25	31,31±3,54
Tłuszcz – Fat	%	4,57±0,72	4,25±0,56
Białko – Protein	%	3,31±0,25	3,17±0,23
Sucha masa – Dry matter	%	13,30±0,85	12,90±0,64
Mocznik – Urea	g	181,77±48,79	180,07±51,33

nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie – non-significant differences

Wartości wszystkich badanych parametrów surowicy krwi krów w obu grupach były zbliżone (tab. 36), a nieznaczne różnice okazały się nieistotne.

Tabela 36. Analiza surowicy krwi krów (D III)  
Table 36. Analysis of cow blood serum (D III)

Wyszczególnienie Item	Jednostka Unit	Wartości referencyjne dla bydła [194] Reference values for cattle [194]	PMR K	PMR D
Białko całkowite Total protein	g·l <sup>-1</sup>	51 – 71	74,40 ±6,20	77,00 ±8,40
Bilirubina ogólna Total bilirubine	μmol·l <sup>-1</sup>	1,9 – 7,0	4,10 ±0,51	3,93 ±0,51
Mocznik Urea	mmol·l <sup>-1</sup>	1,66 – 7,47	2,20 ±0,33	2,23 ±0,54
Glukoza Glucose	mmol·l <sup>-1</sup>	2,2 – 4,5	3,06 ±0,22	3,14 ±0,17
AST	U·l <sup>-1</sup>	58 – 100	71,10 ±10,81	69,33 ±12,69
ALT	U·l <sup>-1</sup>	25 – 74	28,65 ±5,10	27,33 ±4,26
ALP	U·l <sup>-1</sup>	41 – 116	61,40 ±30,81	57,89 ±21,35
GGT	U·l <sup>-1</sup>	22 – 64	26,50 ±5,86	22,44 ±2,83
Triacyloglicerole Triacylglycerol	mmol·l <sup>-1</sup>	0,1 – 0,3	0,14 ±0,01	0,13 ±0,01
Cholesterol całkowity Total cholesterol	mmol·l <sup>-1</sup>	1,8 – 5,2	5,06 ±0,82	5,20 ±1,25

nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie – non-significant differences

## 6. DYSKUSJA

Zielonki z roślin motylkowatych lub traw uprawiane w siewie czystym albo w mieszankach są wartościowymi paszami dla przeżuwaczy [16, 32, 116, 127, 154, 156, 162, 163, 198]. Po wystąpieniu kryzysu związanego z gąbczastą encefalopatią bydła (BSE – Bovine Spongiform Encephalopathy) wzrosło zainteresowanie zakiszaniem roślin motylkowatych jako źródła cennego białka [32]. Efektywność żywienia krów mlecznych kiszonkami z roślin motylkowatych jest jednak niższa niż kiszonkami z traw. Zwraca się też uwagę na wyższą rozkładalność w żywcu białka motylkowatych w porównaniu z trawami [16]. Niekorzystne cechy motylkowatych można ograniczyć poprzez uprawę tych gatunków w mieszankach z trawami [116]. W Szwajcarii za najlepszy surowiec kiszonkarski pod względem wykorzystania paszy, wydajności i składu mleka uznano mieszankę rajgrasu włoskiego i angielskiego, kostrzewy łąkowej, kupkówki i tymotki z koniczyną białą i czerwoną [116].

Duże znaczenie w żywieniu bydła, a szczególnie krów mlecznych, ma kukurydza. W wielu częściach świata jest to najbardziej popularny surowiec kiszonkarski ze względu na dużą zawartość węglowodanów ulegających fermentacji [107]. W związku z tym zalecano zakiszanie tego surowca w fazie dojrzałości mleczno-woskowej [141]. Aktualne wyniki badań, wprowadzanie nowych odmian, zmiana sposobów żywienia krów mlecznych (TMR, PMR) spowodowały, że zaleca się zbiór w fazie dojrzałości szklistej, tzw. fazie dojrzałości fizjologicznej, w której całe rośliny kukurydzy zawierają od 30 do 35% suchej masy [175]. Wskaźnikiem dojrzałości kiszonkarskiej jest tzw. linia mleczka, czyli granica między częścią stałą a płynną endospermy; jeżeli przebiega ona w połowie ziarna, to cała roślina zawiera około 30% suchej masy [193].

### 6.1. SKŁAD CHEMICZNY

Stadium dojrzałości rośliny w momencie jej zbioru do zakiszania, a także warunki klimatyczne i czynniki agrotechniczne wpływają na skład chemiczny zielonek (zawartość suchej masy, węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie) i ich przydatność do kiszenia [107], co znajduje odzwierciedlenie w jakości i składzie chemicznym kiszonek.

Zastosowane dodatki do kiszenia mieszanki motylkowato-trawiastej (D I) miały wpływ na skład chemiczny paszy. Najwięcej suchej masy zawierała kiszonka z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME). W doświadczeniu drugim i trzecim (D II i D III) niewielkie różnice w zawartości tego składnika w kiszonkach sporządzonych z dodatkami w porównaniu z wariantami bez dodatków (K) były nieistotne.

Z analizy danych wykonanej przez Ostrowskiego [126] w 1996 roku wynika, że zawartość suchej masy w kiszonkach jest niska i może wynosić nawet 13%. W innych badaniach dotyczących zakiszania roślin motylkowatych, traw i mieszanek motylkowato-trawiastych wykazano, że zawartość suchej masy w kiszon-

kach z różnymi dodatkami kształtowała się na poziomie nieco przekraczającym 20% [35, 37, 38, 162, 163].

Z badań własnych wynika, że dodatki – chemiczny (C) i mikrobiologiczno-chemiczny (MC) miały wpływ na zawartość popiołu surowego w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej. Zawartość popiołu surowego w suchej masie kiszonek nie powinna przekraczać 10% [193]. W doświadczeniu pierwszym i drugim (D I i D II) poziom tego składnika nieco przekraczał tę wartość, natomiast w doświadczeniu trzecim (D III) był niższy. Dodatki mikrobiologiczne (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus* spp. oraz *Lactobacillus plantarum* K) zastosowane przy zakiszaniu traw w balotach nie miały wpływu na zawartość popiołu surowego w kiszonkach [201, 202].

Użyte w badaniach własnych dodatki miały wpływ ( $P \leq 0,05$ ) na zawartość białka ogólnego w zakiszanej mieszance motylkowato-trawiastej. Więcej tego składnika zawierały kiszonki z dodatkiem chemicznym (C), a także z preparatami mikrobiologicznymi (M1 i M2). Zależności takiej nie stwierdzono jednak w doświadczeniu przeprowadzonym na skalę półprodukcyjną (D II) w odniesieniu do preparatu chemicznego (C).

Z danych literaturowych wynika, że w przypadku kiszonek z lucerny kwas mrówkowy obniżył zawartość białka ogólnego [47]. W innych badaniach [58] odnotowano jednak wzrost zawartości białka ogólnego w lucernie zakiszanej z dodatkami chemicznymi. Wyniki doświadczeń przeprowadzonych przez polskich autorów wskazują między innymi na ograniczenie proteolizy i dezaminacji białek na skutek zastosowania tego kwasu [16]. W badaniach własnych takim efektem wykazał się dodatek chemiczny (C) (doświadczenie D I).

Zakiszanie lucerny bez dodatku chemicznego zwiększa rozkład azotu białkowego do związków azotowych niebiałkowych (NPN) i azotu amonowego. Połączenie kwasu mrówkowego z jonami niektórych metali (kobaltu, miedzi i cynku) nie miało istotnego wpływu na przebieg fermentacji i rozpad białka kiszonek z lucerny [17]. Odnotowano jednak pozytywny wpływ różnych dodatków chemicznych, również kwasu mrówkowego, na skład chemiczny i przebieg fermentacji w zakiszanych trawach. W badaniach Wyssa i in. [200] dodatek sorbinianu potasu ograniczył rozpad białka kiszonki z podsuszonych traw.

Większą zawartość białka ogólnego w kiszonkach z dodatkami mikrobiologicznymi zaobserwowano w innych doświadczeniach [58, 154, 155, 203]. Inokulanty zawierające m.in. *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* i *Pediococcus* spp. oraz wyłącznie *Lactobacillus plantarum* ograniczyły rozpad białka w czasie fermentacji kiszonek z lucerny. Mikołajczak i in. [114] podobne zależności odnotowali przy zakiszaniu mieszanki motylkowato-trawiastej z Bactozymem. Grabowicz i in. [64] wykazali natomiast nieznacznie wyższą zawartość białka ogólnego w kiszonkach zbożowo-strączkowych sporządzonych z Bactozymem, a także z Microsilem.

Zastosowane w badaniach własnych dodatki: chemiczny (C) w doświadczeniu D I i mikrobiologiczne (M1 i M2) w doświadczeniu D II spowodowały wzrost

zawartości tłuszczu surowego w kiszonkach. Grabowicz i in. [64] stwierdzili wyższy poziom tego składnika w świeżej kiszonce zbożowo-strączkowej z dodatkiem Bactozymu niż w kiszonce bez dodatków.

Obniżenie ( $P \leq 0,05$ ) zawartości włókna surowego w kiszonkach z dodatkiem chemicznym (C) – doświadczenie D I oraz mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) – doświadczenie D I potwierdza prawidłowość obserwowaną w innych badaniach. Podobną zależność przy zakiszaniu życicy wielokwiatowej z koniczyną łąkową z preparatami enzymatycznymi (Lactacelem, Lactosilem) wykazali Bodarski i Krzywiecki [11], Gallo i in. [58] – w kiszonce z lucerny sporządzonej z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym i chemicznym, natomiast Zielińska i in. [203] – w kiszonkach z traw wykonanych z inokulantem. W innych badaniach mieszanina bakterii mlekowych i enzymów również poprawiła właściwości fermentacji i zmniejszyła zawartość włókna w kiszonkach z lucerny i innych surowców [170, 171].

W badaniach własnych, w doświadczeniu drugim (D II) wykazano, że dodatek chemiczny (C) spowodował obniżenie ( $P \leq 0,05$ ) zawartości związków bezazotowych wyciągowych (BNW) w kiszonce z tym preparatem w porównaniu z kiszonką sporządzoną bez dodatków (K). Rydzik [162], który zakiszał świeżą koniczynę czerwoną, stosując dodatek chemiczny (kwas propionowy), uzyskał natomiast niewielki wzrost zawartości BNW, a w przypadku dodatku mikrobiologicznego Pioneer 1177 – niewielkie obniżenie ilości tego składnika w porównaniu z kiszonką bez dodatków. Mniej związków bezazotowych wyciągowych w kiszonkach z roślin motylkowato-trawiastych sporządzonych z dodatkami biologicznymi i chemicznym odnotowano również we wcześniejszych badaniach Dorszewskiego [38].

W doświadczeniu pierwszym (D I) preparat chemiczny (C) miał wpływ na zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC). Ich ilość była istotnie większa w porównaniu z wariantem kontrolnym (K). W doświadczeniu drugim (D II) zależność ta nie powtórzyła się. Istotnie niższą niż w kiszonce kontrolnej (K) ilością węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) charakteryzowały się natomiast kiszonki sporządzone z dodatkami mikrobiologicznymi (M1 i M2) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC). Zawarte w tych preparatach bakterie kwasu mlekowego lepiej wykorzystywały tę grupę łatwo dostępnych węglowodanów niż bakterie epifityczne obecne na zielonce zakiszanej bez dodatków (K). Odnośnie preparatu mikrobiologiczno-chemicznego (MC) znalazło to potwierdzenie w wynikach doświadczenia trzeciego (D III).

Dodatki z udziałem kwasu mrówkowego korzystnie oddziałują na zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej [167]. Wyniki doświadczeń litewskich [76] świadczą o tym, że również dodatek bakterii *Lactobacillus plantarum* i *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* pozytywnie wpływa ( $P \leq 0,05$ ) na zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) w kiszonkach z mieszanki koniczynowo-trawiastej. Korzystne oddziaływanie preparatu mikrobiologiczno-chemicznego składającego się z *Lactobacillus plantarum* w połączeniu z benzoesanem

sodu i sorbinianem potasu na cukry rozpuszczalne w wodzie po 90 dniach fermentacji w zakiszanych zielonkach z traw „słodkich” oraz ich mieszanki z lucerną stwierdzili Pahlow i in. [134].

W badaniach własnych po zastosowaniu preparatu chemicznego (C) odnotowano zmniejszenie poziomu ( $P \leq 0,05$ ) neutralnego włókna detergentowego (NDF) w stosunku do jego zawartości w kiszonkach bez dodatków (K). W przypadku pasz z preparatami mikrobiologicznymi (M1 i M2) zastosowanymi w doświadczeniu pierwszym (D I) stwierdzono natomiast istotnie ( $P \leq 0,05$ ) mniej włókna NDF, a jednocześnie więcej kwaśnego włókna detergentowego (ADF) niż w kiszonkach bez dodatku (K). Może to być spowodowane hydrolizą kwaśną hemicelulozy [107].

W badaniach Mikołajczaka i in. [114] preparat mikrobiologiczny (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* i *Pediococcus*), stosowany przy zakiszaniu mieszanki motylkowato-trawiastej, wpłynął na obniżenie zawartości włókna ADF i NDF. Gallo i in. [58] zaobserwowali zmniejszenie zawartości tych frakcji włókna w kiszonkach z lucerny z dodatkiem chemicznym, a zwiększenie – w paszach z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym.

Wcześniejsze badania własne [35], w których nie wykazano wpływu dodatku mikrobiologicznego (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium*) na zmianę składu chemicznego kiszonki z koniczyny czerwonej częściowo potwierdzają wyniki omawianych doświadczeń.

W przypadku kiszonek z całych roślin kukurydzy nie odnotowano różnic istotnych statystycznie w zawartości suchej masy (D I). Pasze nie różniły się też pod względem zawartości popiołu surowego, substancji organicznej, tłuszczu surowego, węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC), skrobi oraz neutralnego i kwaśnego włókna detergentowego (NDF i ADF). W kiszonkach z konserwantem chemicznym (C) odnotowano istotnie więcej włókna surowego niż w kiszonkach bez dodatku (K) i z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC), a jednocześnie mniej ( $P \leq 0,05$ ) związków bezazotowych wyciągowych (BNW) niż w pozostałych paszach. Niewielkie różnice odnośnie zawartości białka ogólnego, tłuszczu surowego i związków bezazotowych wyciągowych (BNW) w doświadczeniu drugim (D II) były nieistotne. W doświadczeniu trzecim (D III) istotnie więcej popiołu surowego, a mniej ( $P \leq 0,05$ ) bezazotowych związków wyciągowych (BNW) stwierdzono w kiszonce z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) niż w kukurydzy zakiszanej bez dodatku (K).

Z danych literaturowych wynika, że preparaty, w których skład wchodziły kwasy propionowy i mrówkowy, nie mają wpływu na skład chemiczny kiszonek z kukurydzy [152]. Dodatki chemiczne – metabisiarczyn sodu z amylazą, zbuforowany kwas propionowy, benzoesan sodu, sorbinian potasu lub kwas etylenodiaminotetraoctowy również nie oddziałują na koncentrację białka ogólnego w kiszonkach z kukurydzy [86].

Wyniki niektórych badań wskazują, że dodatki zawierające *Lactobacillus buchneri* (także w połączeniu z innymi bakteriami homo- lub heterofermentatywnymi) nie oddziaływały na skład chemiczny kiszonek z kukurydzy [40, 84,

85, 86]. Kung i in. [97] stwierdzili natomiast, że dodatek inokulantu (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, w kiszonce  $10^5$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  świeżej masy) nie ma także wpływu na zawartość suchej masy w zakiszczanym wilgotnym ziarnie kukurydzy. Zastosowanie *Lactobacillus buchneri* do zakiszczania całych roślin kukurydzy (27,3% suchej masy) w warunkach laboratoryjnych spowodowało po 60 dniach fermentacji istotnie statystycznie ( $P \leq 0,05$ ) zmniejszenie się ilości suchej masy w porównaniu z wariantem kontrolnym; w balotach odnotowano nieistotny statystycznie wzrost [123].

Zawartość białka ogólnego w kiszonkach z kukurydzy nie przekracza na ogół 90 g $\cdot$ kg $^{-1}$  suchej masy [15]. Potwierdzają to wyniki badań własnych. Ograniczenie rozpadu białka w kiszonkach z kukurydzy podczas fermentacji zaobserwował Pyś [154, 155] stosując inokulanty, nie stwierdzono tego natomiast w przeprowadzonych badaniach.

Podkówka i in. [143, 145] wykazali, że preparaty mikrobiologiczne wykorzystane do zakiszczania kukurydzy obniżyły zawartość włókna surowego, a podwyższyły poziom związków bezazotowych wyciągowych. Takiej zależności nie zaobserwowano w badaniach własnych.

Wykorzystanie *Propionibacterium acidipropionici* oraz *Propionibacterium acidipropionici* z bakteriami kwasu mlekowego [55] oraz *Lactobacillus buchneri* [84] nie spowodowało zmian zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie. Poziom tych składników obniżały natomiast dodatki zawierające jedynie *Lactobacillus buchneri* 40788 oraz w połączeniu z *Lactobacillus plantarum* wraz z *Pediococcus pentosaceus*, *Propionibacterium freudenreichii*, a także z enzymami ( $\alpha$ -amylazą,  $\beta$ -glukanazą, ksylanazą, galaktomannazą) [85, 101, 159]. Zjawisko wyjaśnia się wykorzystaniem tych węglowodanów przez *Pediococcus pentosaceus* [85, 101]. Obniżenie zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie uzyskali także inni badacze wykorzystujący przy zakiszczaniu kukurydzy Inoculant-1188 i Maize-All [176] oraz Pioneer 1132 [78]. W badaniach własnych zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) była mniejsza w kiszonkach sporządzonych z dodatkami niż w wariacie kontrolnym (K), jednak w doświadczeniu pierwszym (D I) różnice nie zostały potwierdzone statystycznie. W doświadczeniu drugim (D II) ich ilość w kiszonkach z dodatkami nie była istotnie niższa niż w kiszonce kontrolnej (K). Dodatek chemiczny (C) nie zadziałał jako inhibitor procesu fermentacji, hamujący rozwój bakterii mlekowych rozkładających węglowodany rozpuszczalne w wodzie.

W doświadczeniu drugim (D II) w dwóch przypadkach (C i M1) odnotowano statystycznie istotnie mniej skrobi niż w kiszonce kontrolnej (K). Mogło to być spowodowane hydrolizą kwaśną tego węglowodanu [193]. Istotne obniżenie zawartości skrobi w porównaniu z wariantem kontrolnym stwierdzili Ranjit i in. [159] po zakiszczaniu kukurydzy z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym. Taka reakcja wskazuje na aktywność amylazy, która wchodziła w skład kompleksu enzymatycznego.

W tym samym doświadczeniu (D II) stwierdzono również istotnie więcej włókna neutralnodetergentowego (NDF) w kiszonkach z dodatkami niż w kuku-

rydzy zakiszonej bez dodatków (K). Włókna kwaśnodetergentowego (ADF) istotnie więcej zawierały kiszonki sporządzone z dodatkiem chemicznym (C) i mikrobiologicznym (M1) niż wariant kontrolny (K).

Filya i in. [55] stwierdzili, że *Propionibacterium acidipropionici* oraz *Propionibacterium acidipropionici* zastosowane wraz z bakteriami kwasu mlekowego nie wpłynęły na koncentrację neutralnego i kwaśnego włókna detergentowego (NDF i ADF) w kiszonkach z kukurydzy po 90 dniach kiszenia, co sugeruje brak zdolności fibrolitycznych. W innych badaniach [159] koncentracja włókna NDF i ADF nie różniła się w kiszonkach z dodatkiem *Lactobacillus buchneri* 40788 w stosunku do wariantu kontrolnego, ale istotnie statystycznie więcej tych związków odnotowano po zastosowaniu preparatu zawierającego *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* i *Propionibacterium freudenreichii*.

Różne efekty inokulacji zielonek z traw w stosunku do kukurydzy można wytłumaczyć tym, że przez zaszczepienie tej drugiej paszy uzyskuje się poprawę efektywności homofermentatywnego wykorzystania węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC), a nie próbuje dodatkiem zrekompensować braku substancji fermentujących [77].

## 6.2. STRATY FERMENTACYJNE

Wyniki badań własnych wskazują, że konserwant chemiczny (C) zawierający kwasy organiczne (mlekowy, mrówkowy, propionowy) i mineralny (ortofosforowy) nie ograniczył strat fermentacyjnych zarówno suchej masy, jak i substancji organicznej.

Z danych zamieszczonych w literaturze wynika, że mieszaniny o różnej zawartości benzoesu sodu, azotynu sodu, heksaminy, propionianu sodu, disiarczynu sodu i kwasu propionowego, stosowane przy zakiszaniu mieszanki koniczyny łąkowej z tymotką łąkową, zmniejszyły straty fermentacyjne suchej masy [88]. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy dodając kwas mrówkowy do lucerny [47]. W przypadku zastosowania mieszaniny benzoesu sodu i disiarczynu sodu do zakiszanej mieszanki motylkowato-trawiastej wykazano jej niezadowalający wpływ na ograniczenie strat suchej masy podczas fermentacji [89].

Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) istotnie obniżył straty suchej masy w zakiszanej mieszance motylkowato-trawiastej. Zależność taką zaobserwowano także w stosunku do substancji organicznej (D I, D III).

Zmniejszenie strat fermentacyjnych dzięki zastosowaniu dodatku mikrobiologiczno-chemicznego potwierdzają rezultaty badań Pahlowa i in. [134], którzy przy zakiszaniu traw „słodkich” lub ich mieszanki z lucerną użyli *Lactobacillus plantarum* i benzoesu sodu oraz sorbinianu potasu.

Obniżenie strat fermentacyjnych uzyskano także za pomocą *Lactobacillus buchneri* zastosowanego do zakiszania traw [84, 85, 86]. W badaniach własnych nie stwierdzono takiego wpływu dodatku mikrobiologicznego (M2) zawierającego te bakterie. W innych badaniach [60, 76] dodatki biologiczne jednak



ograniczyły straty fermentacyjne przy zakiszeniu koniczyny czerwonej oraz mieszanki motylkowato-trawiastej.

W kiszonkach z całych roślin kukurydzy (D II) straty suchej masy zostały ograniczone istotnie po zastosowaniu dodatku mikrobiologiczno-chemicznego (MC). Dodatek ten miał także wpływ na straty fermentacyjne suchej masy i substancji organicznej w kiszonkach sporządzonych w zbiornikach przejazdowych (D III). Weinberg i Muck [185] uważają, że inokulanty zmniejszają straty fermentacyjne suchej masy, gdyż są promotorami homofermentacji mlekowej. Należy też mieć na uwadze wilgotność surowca, która wpływa na działalność mikroflory kiszonek [107], oraz rodzaj komponentu chemicznego mogącego ograniczyć rozwój niepożądanych mikroorganizmów [88].

W niektórych badaniach [50, 123, 138] *Lactobacillus buchneri* zastosowany do zakiszenia całych roślin kukurydzy spowodował zwiększenie strat suchej masy. Filya [50] stwierdził, że dodatek *Lactobacillus buchneri* wraz z *Lactobacillus plantarum* zmniejsza straty fermentacyjne przy zakiszeniu zielonki z pszenicy oraz sorga. Należy jednak zauważyć, że w badaniach własnych straty fermentacyjne suchej masy były nieistotnie większe w przypadku kukurydzy (D I) zakiszonej z dodatkiem mikrobiologicznym (M2) zawierającym *Lactobacillus buchneri* wraz z innymi bakteriami homofermentacyjnymi niż w kiszonce kontrolnej (K) sporządzonej bez dodatków.

Wyniki doświadczeń innych autorów [159], dotyczące kukurydzy, podczas których stosowano dodatki zawierające *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* i *Pediococcus pentosaceus* oraz *Propionibacterium freudenreichii*, a także enzymy ( $\alpha$ -amylazę,  $\beta$ -glukanazę, ksylanazę i galaktomannazę) wskazują, że straty suchej masy podczas fermentacji, niezależnie od zastosowanego dodatku, były podobne. W niektórych badaniach wykazano, że wykorzystanie bakterii homofermentatywnych przy zakiszeniu kukurydzy nie wpłynęło na straty fermentacyjne, natomiast w przypadku pszenicy – te straty zmniejszyły [176, 177]. Higginbotham i in. [69] zaobserwowali zmniejszenie strat suchej masy w kiszonce z kukurydzy po dodaniu inokulantów w porównaniu z kiszonką bez żadnych dodatków. Efekt ten wynikał częściowo z wyższej wilgotności zakiszanego materiału oraz ekstensywnej fermentacji podczas inokulacji. Niemniej jednak autorzy konkludują, że dodatek samych bakterii propionowych oraz w połączeniu z *Pediococcus cerevisiae* zmniejsza straty suchej masy w stosunku do kiszonek inokulowanych bakteriami kwasu mlekowego.

### 6.3. JAKOŚĆ I TLENOWA NIETRWAŁOŚĆ

Jakość kiszonek określa wiele parametrów związanych z przebiegiem procesu fermentacji. Pierwszym z nich jest zwykle pH. Z rezultatów uzyskanych w doświadczeniu pierwszym (D I – kiszonka z mieszanki motylkowato-trawiastej) wynika, że dodatki nie obniżyły pH kiszonek w stosunku do grupy kontrolnej (K). W pozostałych doświadczeniach pH kiszonek kontrolnych i doświadczalnych było podobne, a niewielkie różnice nie były istotne statystycznie.

W doświadczeniu trzecim (D III), w kiszonce z mieszanki motylkowato-trawiaszej sporządzonej z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) w zbiorniku przejazdowym stwierdzono nieznacznie wyższe pH niż w wariantcie kontrolnym (K), a w kukurydzy zakiszonej z tym samym preparatem zależność była odwrotna.

W doświadczeniach Rydzika [163] wartość tego parametru w kiszonkach z traw kształtowała się na poziomie od 4,79 do 4,97, natomiast w badaniach nad zakiszaniem lucerny o różnych stopniach podsuszenia autor ten zaobserwował, że we wszystkich kiszonkach pH wynosiło ponad 4,80. Rosło ono także w miarę wzrastania koncentracji suchej masy [162]. Selwet [167, 168] po 60 dniach fermentacji odnotował w kiszonkach z mieszanki życicy wielokwiatowej z konieczną czerwoną z dodatkami zawierającymi kwas mrówkowy niższe pH niż w kiszonkach kontrolnych. Gallo i in. [58] również wykazali, że kiszonka z lucerny z dodatkiem chemicznym miała niższe pH niż bez dodatków lub z preparatem mikrobiologiczno-enzymatycznym.

Whiter i Kung stwierdzili [191], że zastosowanie dodatku mikrobiologicznego do zakiszania zielonki z lucerny może poprawić proces fermentacji, ale ma też na to wpływ postać zastosowanego preparatu. Większą skutecznością przy kiszeniu lucerny o zawartości od 30 do 50% suchej masy cechował się inokulant zawierający *Lactobacillus plantarum* MTD1 stosowany w formie płynnej niż proszkowej.

Z danych zaczerpniętych z literatury [5, 14, 197, 201] wynika, że dodatki mikrobiologiczne (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus* spp., *Lactobacillus plantarum* K) wpływały na obniżenie pH w kiszonkach z traw (o zawartości od 38,82 do 42,96% suchej masy). Niższe pH w kiszonkach z traw z dodatkiem *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri* i *Lactobacillus brevis* w stosunku do kiszonki kontrolnej stwierdzili Zielińska i in. [203].

W przypadku kiszonek z kukurydzy wartość pH kiszonki kontrolnej na poziomie 3,71 stwierdzili Ranjit i in. [159], w kiszonkach z dodatkami mikrobiologicznymi wskaźnik ten był istotnie wyższy (od 3,82 do 3,85) przy większych dawkach preparatu z *Lactobacillus buchneri* niż w kiszonce kontrolnej. Zdaniem badaczy amerykańskich [86], dodatki mikrobiologiczne i chemiczne różnicowały pH kiszonek z kukurydzy, które po 122 dniach fermentacji było wyższe w kiszonkach z dodatkami. Zależności takiej nie zaobserwowano w badaniach własnych.

Mayrhuber i in. [109] wykazali korzystny wpływ dodatków różnych gatunków bakterii kwasu mlekowego na pH kiszonki z kukurydzy. Wykorzystane preparaty obniżyły wartość pH tych kiszonek o 0,1-0,2 w porównaniu z wariantem kontrolnym (4,2). Podobne wyniki w doświadczeniach uzyskali Filya i in. [53], którzy po zastosowaniu inokulantów stwierdzili obniżenie się wartości pH.

Wskaźnikiem jakości kiszonki może być zawartość amoniaku jako produktu rozpadu białka. Im więcej amoniaku zawiera kiszonka, tym jej jakość jest gorsza [141].

W przeprowadzonych badaniach zawartość azotu amoniakalnego w poszczególnych kiszonkach nie różniła się istotnie. Jedynie w doświadczeniu pierwszym (D I) w kiszonkach z kukurydzy z dodatkami: mikrobiologicznym (M1) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC) odnotowano mniej azotu amoniakalnego ( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ N}_{\text{ogólnego}}$ ) w porównaniu z kukurydzą zakiszoną bez dodatków (K).

Gallo i in. [58] podają, że dodatek chemiczny do lucerny powoduje obniżenie udziału  $\text{N-NH}_3$  w azocie ogólnym. W badaniach własnych obserwowano jedynie niewielkie obniżenie zawartości  $\text{N-NH}_3$  przy stosowaniu dodatków do kiszenia mieszanki motylkowato-trawiastej. Z badań Selweta [167, 168] wynika jednak, że konserwanty zawierające kwas mrówkowy obniżały zawartość amoniaku w kiszonkach z mieszanki życicy wielokwiatowej z koniczyną czerwoną. W innych doświadczeniach wykazano, że kwas mrówkowy obniżał zawartość azotu amoniakalnego, etanolu i pH w zakiszzonej lucernie, a jednocześnie zwiększał koncentrację kwasu mlekowego [47].

Ranjit i in. [159], stosując *Lactobacillus buchneri* oraz *Lactobacillus plantarum* wraz z *Pediococcus pentosaceus*, a także *Propionibacterium freudenreichii* z enzymami ( $\alpha$ -amylazą,  $\beta$ -glukanazą, ksylanazą, galaktomannazą) do zakiszania kukurydzy, stwierdzili podobną koncentrację azotu amonowego w kiszonkach, bez względu na zastosowany preparat.

Zawartość kwasów w kiszonkach z preparatami ocenianymi w badaniach własnych była zróżnicowana. Prawie wszystkie – oprócz kiszonki z dodatkiem chemicznym (C) – zawierały mniejszą ilość kwasu mlekowego.

Zawartość kwasu octowego w kiszonkach zależała zarówno od zastosowanych dodatków, jak też od rodzaju zakiszane surowca. W kiszonce z mieszanki motylkowato-trawiastej z konserwantem chemicznym (C) (doświadczenie D I) i z dodatkiem mikrobiologicznym (M2) (doświadczenie D II) było tego kwasu mniej niż w kiszonkach bez dodatków (K). We wszystkich doświadczeniach mniej kwasu octowego zawierały kiszonki z całych roślin kukurydzy w porównaniu z kiszonkami z mieszanki motylkowato-trawiastej.

Obecność kwasu masłowego stwierdzono jedynie w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej w doświadczeniu drugim i trzecim (D II i D III), z wyjątkiem kiszonek wykonanych z konserwantem chemicznymi (C) oraz z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) w doświadczeniu na skalę półprodukcyjną (D II).

Brzóska [15] podaje, że w kiszonkach z kukurydzy o optymalnej zawartości suchej masy (280 do  $340 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) zawartość kwasu mlekowego i octowego w świeżej masie może wynosić  $25\text{-}40 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Wyniki badań własnych wykazały, że dodatki zastosowane przy kiszeniu kukurydzy nie zawsze miały wpływ na ilość kwasu mlekowego i octowego. Podobne rezultaty uzyskano w innych doświadczeniach [40].

Pozytywny wpływ dodatków chemicznych na zawartość kwasu mlekowego w kiszonkach stwierdził Selwet [168].

Inokulanty zastosowane do kiszenia traw – złożone z bakterii homo- i heterofermentatywnych (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactoba-*

*cillus brevis*) – także obniżyły pH oraz zawartość kwasu octowego i masłowego, a jednocześnie zwiększyły zawartość kwasu mlekowego [203]. Lepsza też była jakość tych kiszonek. W badaniach Dorszewskiego i Podkówki [41] stosujących Inoculant 1177 oraz melasę odnotowano wzrost ilości kwasu mlekowego w kiszonkach z lucerny, ale stwierdzono też niewielkie ilości kwasu masłowego. Kiszonki sporządzone z inokulantami nie były bardzo dobrej jakości.

Wyniki doświadczeń Bodarskiego i Krzywieckiego [11] dotyczących zastosowania dodatków mikrobiologicznych w kiszeniu życicy wielokwiatowej z koniczyną łąkową wykazały ich korzystny wpływ na właściwe ukierunkowanie fermentacji, w wyniku której dominował w kiszonkach kwas mlekowy.

Filya i in. [53] również zaobserwowali, że inokulant zawierający *Lactobacillus plantarum* zwiększał zawartość kwasu mlekowego i obniżał ilość kwasów octowego i masłowego w kiszonkach. Analogiczne zależności w odniesieniu do kukurydzy odnotowali Podkówka i in. [143]. Jatkauskas i Vrotniakienė [76], stosując do zakiszania mieszanki motylkowato-trawiastej dodatek mikrobiologiczny (*Lactobacillus rhamnosus* i *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*), stwierdzili więcej kwasu mlekowego, a mniej octowego oraz masłowego w porównaniu z kiszonką kontrolną. Bakterie homofermentatywne stosowano również przy zakiszaniu wilgotnego ziarna kukurydzy i pszenicy [176, 177]. W rezultacie obserwowano wzrost zawartości kwasu mlekowego oraz zmniejszenie zawartości kwasu octowego i wartości pH. Podobne efekty uzyskali inni autorzy, którzy do zakiszania traw [197, 201] oraz całych roślin zbożowych [88] wykorzystywali preparaty mikrobiologiczne (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus* spp., *Lactobacillus plantarum* K). Kiszonki z kukurydzy sporządzone z dodatkiem mikrobiologicznym Pioneer 1132 charakteryzowały się wyższą koncentracją kwasu mlekowego i wyższym pH niż kiszonka kontrolna bez dodatku [78]. Większą koncentrację kwasu mlekowego w kukurydzy zakiszonej z preparatem Ecosyl (*Lactobacillus plantarum*) w dawce  $1,5 \cdot 10^6$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  odnotował także Pyś [155].

Wysoką zawartością kwasu mlekowego (powyżej 2%) cechowały się kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej z różnymi dodatkami [114]. W paszach sporządzonych z dodatkiem melasy lub preparatu Bactozym ilość tego kwasu przekraczała 3%. Zawartość kwasu octowego nie była wysoka, zwłaszcza w kiszonce z dodatkiem konserwantu mikrobiologiczno-enzymatycznego. Wartość pH kiszonek była zbliżona i oscylowała wokół 4,0.

Poprawę jakości kiszonek sporządzanych ze świeżej lucerny i koniczyny czerwonej stwierdzono po zastosowaniu do ich zakiszania kwasu mlekowego [128, 154, 156]. Gallo i in. [58] uzyskali dwukrotny wzrost zawartości kwasu mlekowego w suchej masie kiszonki z lucerny traktowanej dodatkiem chemicznym w porównaniu z kontrolną i sporządzoną z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym. W badaniach Zastawnego i Wróbel [201] zastosowanie inokulantów także poprawiło jakość kiszonek.

Interesujące jest to, że zastosowanie celulazy ( $2 \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) w połączeniu z inokulantem poprawiało charakterystykę fermentacji kiszonki z kupkówki

pospolitej (*Dactylis glomerata* L.). Efektu takiego nie powodowała większa dawka enzymu. Dodanie samej celulazy poprawiało fermentację kiszonki z lucerny (*Medicago sativa* L.), a inokulant wzmacniał ten efekt [120]. Podobne wnioski wyprowadzili Miecznikowski i in. [111] zakiszając trawy i rośliny motylkowate. W kiszonkach sporządzonych z zastosowaniem biopreparatu mikrobiologiczno-enzymatycznego zaobserwowali nie tylko poprawę jakości, ale także wartości pokarmowej na skutek obniżenia poziomu włókna surowego i zawartych w nim węglowodanów. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Gallo i in. [59] dodatek preparatu Goldzym do kiszonek z traw spowodował obniżenie zawartości kwasu octowego z 0,9 do 0,5%. Podobne wyniki uzyskali Mikołajczak i in. [114] w badaniach nad zakiszaniem mieszanki lucerny z trawami z różnymi dodatkami. Zawartość kwasu octowego w takiej kiszonce, po wprowadzeniu preparatu enzymatyczno-mikrobiologicznego, obniżyła się z 0,71 do 0,51%. Stosując w tym samym doświadczeniu dodatek preparatu mikrobiologicznego autorzy odnotowali wzrost zawartości tego kwasu do 0,88% w stosunku do kiszonki kontrolnej bez dodatku (0,71%). Filya [50] zwraca uwagę na to, że inokulant zawierający *Lactobacillus buchneri* oraz w połączeniu z *Lactobacillus plantarum* spowodował wzrost ilości kwasu octowego w porównaniu z kiszonką kontrolną bądź zawierającą jedynie preparat z *Lactobacillus plantarum*. W innych badaniach [55] stwierdzono, że w kiszonkach z dodatkiem *Propionibacterium acidipropionici* było istotnie statystycznie ( $P \leq 0,05$ ) więcej kwasu octowego niż w kiszonkach z *Lactobacillus plantarum* lub z *Pediococcus acidipropionici* i *Lactobacillus plantarum*. Większą koncentrację kwasu octowego w kiszonkach (z traw, kukurydzy, zbóż, wilgotnego ziarna kukurydzy) odnotowali także inni autorzy [84, 85, 86, 101]. Wykazano, że dodatek *Lactobacillus buchneri* wywiera taki wpływ także wtedy, gdy stosowane są wraz z nim inne bakterie, np. *Pediococcus pentosaceus* R1094 [85]. Część autorów stwierdziła, że *Lactobacillus casei* i *Lactobacillus plantarum* poprawiają jakość fermentacji [24, 25, 26, 48, 49, 148, 155].

Selwet [167, 168] podaje, że dodatki zawierające kwas mrówkowy miały pozytywny wpływ na zmniejszenie zawartości kwasu masłowego w kiszonkach z zycicy wielokwiatowej z koniczyną czerwoną. W kiszonkach z całych roślin jęczmienia, sporządzonych z dodatkami: mikrobiologicznym (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, w kiszonce  $10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy) i chemicznym (propionianem sodu i amonu, kwasem octowym, benzoesowym i sorbowym), stwierdzono brak kwasu masłowego, w przeciwieństwie do kiszonki kontrolnej bez dodatków, która zawierała go w ilości 0,4%. Mieszanka kwasu propionowego i mrówkowego wraz z amoniakiem, stosowana w ilości  $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{t}^{-1}$  drobno pociętej zielonki z całych roślin zbożowych, miała pozytywny wpływ na jakość uzyskanych kiszonek [88]. Niemniej jednak w badaniach tych zaobserwowano, że zmiana proporcji kwasu mrówkowego do propionowego z 2,25:1 na 1:1,86 nie poprawiła efektywności dodatku chemicznego. Zadowalający efekt osiągnięto natomiast zakiszając całe rośliny zbożowe (jęczmień, pszenicę) w balotach, gdzie oba preparaty rozpuszczone zostały w dwu-

krotnie większej ilości wody, która ułatwiła ich rozprowadzenie w zakiszonym surowcu. W innych badaniach dotyczących zakiszania lucerny i kukurydzy nie uzyskano pozytywnego wpływu kwasu propionowego na jakość kiszonek [82].

Przebieg fermentacji w procesie zakiszania można przedstawić w kilku fazach, najczęściej w czterech [181, 185] bądź w sześciu [20], począwszy od chwili ścięcia roślin, aż do czasu wybierania kiszonki ze zbiornika. W tym czasie w zakiszonym materiale, który został prawidłowo przygotowany do kiszenia (odpowiedni termin zbioru, właściwe rozdrobnienie surowca, ugniecenie i okrycie), zachodzą różne procesy prowadzące do skutecznego zakiszenia surowca. Zdarza się jednak często, że po ustaniu procesów fermentacyjnych tzw. faza stabilna może zostać zakłócona działalnością bakterii *Clostridium*. Mikroorganizmy te wywołują wtórną fermentację [88, 107, 193] i mogą powodować rozpad kwasu mlekowego do kwasu masłowego, w czego rezultacie następuje wzrost pH. Jednocześnie niezbyt dokładnie ugniecione wierzchnie warstwy zakiszanego materiału oraz ewentualny dostęp powietrza powodują pojawienie się pleśni [20, 181, 185].

Podczas wybierania kiszonki ze stosu kiszonkowego tlen zawarty w powietrzu atmosferycznym ma do niej swobodny dostęp. W takich warunkach wszystkie mikroorganizmy tlenowe, które przeżyły fazę beztlenową kiszenia, mogą się ponownie swobodnie rozmnażać. Są to głównie drożdże, pleśnie i bakterie tlenowe (octowe), które są odpowiedzialne za tlenowe psucie się i zmniejszenie wartości pokarmowej kiszonki. Mikroorganizmy te rozwijają się dynamicznie w kiszonkach, w których pozostało dużo węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC), nieprzefermentowanych do kwasu mlekowego. W polskiej literaturze zjawisko to nazywane jest „wtórną fermentacją” [113, 141]. W piśmiennictwie anglojęzycznym określa się je mianem aerobic spoilage (aerobic deterioration), co oznacza tlenowe psucie się (rozkład tlenowy) i nie odpowiada polskiemu terminowi – „wtórną fermentacją”. Takim zwrotem (ang. secondary fermentation, after fermentation), pisany bez cudzysłowu, określa się zmiany zachodzące w kiszonce na skutek działalności bakterii *Clostridium* w fazie stabilnej, gdy produkowane są niewielkie ilości kwasu masłowego [88, 107, 185, 193].

Stabilność tlenową (trwałość tlenową) zalicza się do najważniejszych kryteriów oceny kiszonek oprócz parametrów jakościowych. Definiowane są dwa pojęcia: stabilność tlenowa oraz niestabilność tlenowa (nietrwałość tlenowa) [136].

Stabilność tlenowa oznacza liczbę dni, podczas których w kiszonce wystawionej na działanie powietrza w temperaturze 20°C, jej temperatura nie przekroczy o 3°C temperatury otoczenia [136].

Tlenową niestabilnością określane są procesy zachodzące w kiszonkach wystawionych na działanie powietrza, które powodują wzrost temperatury kiszonki. W takich warunkach, pod wpływem dostępu powietrza, w kiszonkach najszybciej rozwijają się drożdże, a następnie pleśnie. Tempo rozwoju tych mikroorganizmów zależy od liczebności populacji wyjściowej [8, 43, 62, 107, 118, 136, 153, 166, 171, 181, 193, 195, 204]. Mleczany są asymilowane przez drożdże, takie jak: *Saccharomyces*, *Candida*, *Cryptococcus* i *Pichia*, które uważa się za najważniejszą przyczynę tlenowego pogarszania się jakości kiszonek [9, 79,

91, 107, 158]. W warunkach wystarczającej ilości węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie w kiszonce, są one w pierwszej kolejności wykorzystywane przez drożdże, następnie kwas mlekowy. Wartość pH może pozostać na niskim poziomie [8], a korelacja między stabilnością tlenową a resztą węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie, jaka pozostała po kiszeniu, jest ujemna i niska ( $-0,116$  [125],  $-0,19$  [198]).

Z porównania pH kiszonek przed ekspozycją tlenową i po niej wynika, że wartości tego parametru były stosunkowo stabilne, a zastosowane preparaty nie miały na ten wskaźnik istotnego wpływu. Jedynie w przypadku kiszonek z całych roślin kukurydzy (D III) po teście stabilnościowym stwierdzono istotnie wyższe pH i to zarówno w kiszonce bez dodatku (K), jak i też z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC).

W badaniach Dorszewskiego [38, 40] wartości pH w kiszonkach z traw i motylkowatych oraz kukurydzy oscylowały poniżej 5, a po inkubacji pH tych kiszonek wzrosło. W doświadczeniach Mikołajczaka i Podkówki [113] kiszonka z kukurydzy sporządzona z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym charakteryzowała się niską wartością pH (4,05) nawet po 5 dobach oddziaływania powietrza. Zdaniem tych autorów, w czasie ekspozycji tlenowej kiszonek następują zmiany pH, a w przypadku jego wzrostu – przyczyną jest rozpad kwasów organicznych.

W badaniach własnych stwierdzono, że podczas ekspozycji tlenowej w kiszonkach zmniejszyła się zawartość kwasu mlekowego. W zakiszonych z dodatkami mieszkankach motylkowato-trawiastych po 7-dniowym natlenianiu odnotowano od 57,16% (MC – D II) do 97,63% (ME – D II) pierwotnej zawartości tego kwasu. W doświadczeniu trzecim (D III) z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) zawierały 44,69% pierwotnej ilości kwasu mlekowego. W kiszonkach z dodatkami: mikrobiologicznym (M2) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) zawartość tego kwasu w doświadczeniu pierwszym (D I) wzrosła odpowiednio o 2,28 i 16,33%, natomiast w drugim (D II) – w przypadku dodatku mikrobiologicznego (M2) o 0,36%. W kiszonkach z kukurydzy zawartość kwasu mlekowego po ekspozycji tlenowej stanowiła od 16,85% (MC – D II) do 94,11% (M2 – D II) jego ilości przed testem stabilnościowym. Jednak w doświadczeniu trzecim (D III) w kiszonce sporządzonej z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) stwierdzono 14,93% pierwotnej ilości tego kwasu. Ilość kwasu octowego w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej z dodatkami zwiększyła się o od 1,24% (MC – D I) do 29,69% (MC – D II), a w kiszonkach z kukurydzy sporządzonych z preparatami zmniejszyła się od 2,13% (ME – D II) do 61,34% (C – D I) w porównaniu z jego ilością przed testem stabilnościowym. W doświadczeniu trzecim (D III) było tego kwasu po natlenianiu więcej w kiszonkach z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) niż przed, zarówno w przypadku mieszanki motylkowato-trawiastej (wzrost o 17,24%), jak i całych roślin kukurydzy (wzrost o 14,62%). Zwiększyła się także ilość kwasu masłowego w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC), natomiast w kiszonkach z kukurydzy z tym prepa-

ratem nie odnotowano jego występowania zarówno przed ekspozycją tlenową, jak i po niej.

Zdaniem Mikołajczaka i Podkówki [113], w kiszonkach z kukurydzy następuje szybki rozpad kwasu mlekowego. Stwierdzono, że po ośmiu dniach ich przechowywania w warunkach tlenowych zachowało się mniej niż 25% jego pierwotnej zawartości. W badaniach Dorszewskiego [35, 36, 38, 40] także w kiszonkach z traw i motylkowatych oraz kukurydzy po inkubacji odnotowano spadek zawartości tego kwasu. Podobną zależność w swoich badaniach zaobserwowali Mayrhuber i in. [109]. Ostrowski i in. [129] także stwierdzili zmniejszenie zawartości kwasu mlekowego, jednak w kiszonkach z traw świeżych w szóstym dniu inkubacji odnotowano jego wyższy poziom, który wzrastał do dziewiątego dnia, a następnie obniżył się do wartości mniejszej niż przed testem. Zawartość kwasu octowego była mniejsza po inkubacji, podobnie jak w badaniach własnych. Dorszewski [38, 40], stosując dodatki chemiczne i biologiczne w kiszeniu mieszanki traw z motylkowatymi oraz kukurydzy, również odnotował spadek ilości kwasu octowego po inkubacji w warunkach tlenowych.

Z danych literaturowych [129] wynika, że w kiszonkach, które zawierały kwas masłowy, nie zaobserwowano jego występowania po inkubacji. Zależności takiej nie potwierdzają rezultaty badań własnych w przypadku kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej.

Badania jednoznacznie wykazały, że kiszonki o wysokiej zawartości kwasu mlekowego są podatne na psucie się w warunkach tlenowych [53, 109]. Inokulacja preparatem *Lactobacillus buchneri* zakiszanej zielonki z całych roślin kukurydzy oraz wilgotnego ziarna kukurydzy zmniejszyła zawartość kwasu mlekowego, obniżyła liczebność drożdży, a jednocześnie spowodowała wzrost ilości kwasu octowego i pH. W konsekwencji poprawiła się tlenowa stabilność tych kiszonek [84, 85, 86, 101, 123, 159].

Wyniki niektórych badań [52] świadczą o tym, że dodatek zawierający *Lactobacillus pentosus* – stosowany do zakiszania całych roślin pszenicy (36,8 do 42,1% suchej masy) – może przeciwdziałać tlenowemu psuciu się kiszonek. Podobne rezultaty uzyskano w przypadku zakiszania całych roślin jęczmienia z dodatkiem *Lactobacillus plantarum* i *Enterococcus faecium* [74]. Kung i in. [97] wykazali natomiast, że preparat mikrobiologiczny (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, w kiszonce  $10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy) wraz z dodatkiem chemicznym (propionianem sodu i amonu, kwasem octowym, benzooesowym i sorbowym, dawka 0,1; 0,2%) spowodował wzrost stabilności kiszonek z całych roślin jęczmienia. Takiego efektu nie stwierdzono przy stosowaniu wyłącznie dodatku mikrobiologicznego. Wzrost ilości konserwantu chemicznego dodawanego do preparatu biologicznego znacznie zwiększał tlenową trwałość kiszonek z jęczmienia.

W przeprowadzonych doświadczeniach (D I, D II i D III) temperatura zakiszonych mieszanek motylkowato-trawiastych poddanych ekspozycji tlenowej w temperaturze  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  nie wzrosła ponad  $23^\circ\text{C}$ , która jest uznawana za granicę stabilności.



W przypadku kiszonek z kukurydzy poddanych działaniu powietrza w temperaturze  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$  (doświadczenie D I) najdłużej (55 godzin) zachowały stabilność kiszonki sporządzone z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) oraz bez żadnych dodatków (K). W doświadczeniu drugim i trzecim największą stabilnością charakteryzowała się kiszonka z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) (odpowiednio 136 godzin w D II i 29 – w D III). Dawki PMR z kiszonymi bez dodatku jak i z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) utraciły stabilność już po 2. dobie testu.

Pahlow i Weissbach [136], podsumowując badania nad wpływem dodatków chemicznych i biologicznych na parametry jakościowe kiszonek z traw oraz nietrwałość tlenową określoną pomiarem stabilności, wykazali, że dodatki chemiczne umożliwiły stabilizację kiszonek tylko do 3 dni, natomiast mikrobiologiczne (bakterie heterofermentatywne) – powyżej 7. Stabilność kiszonek przygotowanych bez dodatków wynosiła 1,5 dnia. W doświadczeniach wykonanych przez Martens i Pahlowa [108] kiszonki z rajgrasu sporządzone bez dodatków były niestabilne. Pahlow i in. [135] uzyskali natomiast dobrą stabilność kiszonek z roślin motylkowatych sporządzonych z dodatkami mikrobiologicznymi i chemicznymi. W badaniach Ostrowskiego i in. [129] kiszonki z traw już w drugim dniu zagrzewały się ponad stałą temperaturę otoczenia ( $30^{\circ}\text{C}$ ). Wolniej zagrzewały się kiszonki z traw podsuszonych niż ze świeżych. Najwyższą temperaturę – około  $45^{\circ}\text{C}$  – stwierdzono dopiero w dwunastym dniu ich przechowywania w cieplarni. Poprawę stabilności zakiszzonej mieszanki koniczyny łąkowej z tymotką łąkową (1:1) o zawartości 30 i 60% suchej masy odnotowano w przypadku stosowania dodatku zawierającego benzoosan sodu, azotyn sodu, heksaminę, propionian sodu, disiarczyny sodu i kwas propionowy. Mieszanina benzooesanu sodu i disiarczyny sodu okazała się pod tym względem mniej przydatna [89].

Według Jatkauskasa i Vrotniakiene [76] przy zakiszaniu mieszanki motylkowato-trawiastej również dodatek biologiczny (*Lactobacillus rhamnosus* i *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) może mieć niewielki wpływ na poprawę stabilności. Odwrotne rezultaty uzyskali Zastawny i Wróbel [201, 202], którzy zastosowali do kiszonek z trawy *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus* spp., *Lactobacillus plantarum* K. Kiszonki te były stabilne przez 7 do 9 dni podczas ekspozycji tlenowej w temperaturze otoczenia  $21^{\circ}\text{C}$ . W innych badaniach [197] te same dodatki stabilizowały kiszonki przez okres do 6-7 dni. W obu przypadkach bardziej efektywny okazał się preparat zawierający *Lactobacillus plantarum* K.

Dużą skuteczność dodatku mikrobiologiczno-chemicznego (*Lactobacillus plantarum*, benzoosan sodu, propionian potasu) w poprawie tlenowej trwałości kiszonek z traw „słodkich” w połączeniu z lucerną (40-45% suchej masy) wykazali Pahlow i in. [134]. Kiszonki z tym dodatkiem były stabilne przez 7 dni trwania testu, a bez dodatku – przez 3,8 do 4,1 dnia. W doświadczeniach wykonanych przez Knický'ego [88] dodatek *Lactobacillus plantarum* i bakterii propionowych wraz z benzooesanem sodu ( $600\text{ g}\cdot\text{t}^{-1}$  zielonki) nie poprawił stabilności. Efekt taki stwierdzono natomiast po zastosowaniu mniejszej ilości benzooesanu

sodu ( $200 \text{ g}\cdot\text{t}^{-1}$  zielonki) oraz innych bakterii (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* i *Lactobacillus lactis*) przy kiszeniu całych roślin zbożowych (jęczmienia, pszenicy) w balotach. Przyczyną różnic w stabilności było różne skażenie zakiszanych roślin mikroflorą szkodliwą.

Inni autorzy [109] zaobserwowali, że kiszonki z kukurydzy sporządzone z dodatkiem bakterii homofermentatywnych – HO268 zagrzewały się w warunkach tlenowych już po kilkunastu godzinach, natomiast sporządzone z bakteriami mlekowymi heterofermentatywnymi charakteryzowały się wyższą stabilnością. Zdaniem niektórych autorów [164, 176, 177] dodatki kiszonkarskie złożone z homofermentatywnych bakterii kwasu mlekowego nie poprawiają tlenowej trwałości kiszonek z kukurydzy lub pszenicy, a nawet ją pogarszają. Wyniki uzyskane przez Bodarskiego i in. [13] oraz Mikołajczaka i Grabowicz [112] świadczą jednak o tym, że dodatki mikrobiologiczne wykorzystywane przy zakiszaniu różnych surowców, m.in. kukurydzy, wyraźnie zmniejszają natężenie procesów ciepłotwórczych w kiszonkach. Widoczny efekt przedłużenia trwałości tlenowej uzyskali Ranjit i in. [159], po zastosowaniu preparatu z *Lactobacillus buchneri* w dawkach od  $1\cdot 10^5$  do  $5\cdot 10^5 \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  z enzymami – kiszonki były stabilne przez ponad 572 godziny, natomiast wariant kontrolny – 38 godzin. W kiszonkach z kukurydzy z dodatkiem *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* i *Propionibacterium freudenreichii* temperatura wzrosła poza granicę stabilności po 40,7 godziny. Wyniki Dorszewskiego [40] wskazują, że kiszonka z kukurydzy z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym charakteryzowała się taką samą stabilnością (55 godzin) jak wariant kontrolny, natomiast trwałość tlenowa kiszonek z dodatkami mikrobiologicznymi i chemicznym była nieistotnie statystycznie mniejsza, podobnie jak w badaniach własnych w doświadczeniu pierwszym (D I).

Ważnym czynnikiem wpływającym na tlenową trwałość kiszonek jest wysoka koncentracja kwasu octowego [109]. Zostało to potwierdzone w przeprowadzonych badaniach; wszystkie kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej, które zawierały więcej kwasu octowego niż kiszonki z kukurydzy, były stabilne tlenowo. W przypadku zakiszonych całych roślin kukurydzy największą trwałość tlenową wykazywały jedynie sporządzone z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC – D II, D III).

W niektórych badaniach [85, 86] zastosowanie *Lactobacillus buchneri* wyraźnie przedłużyło stabilność kiszonek z kukurydzy, która wynosiła 210-250 godzin – w porównaniu z 73 godzinami dla kiszonki kontrolnej i 53 godzinami dla kiszonki z dodatkiem *Lactobacillus plantarum*. Autorzy konkludują, że w przypadku kiszonek z kukurydzy o dużym udziale kwasu octowego (powyżej 2% w suchej masie) i małej liczebności drożdży (nieco ponad  $3 \log \text{ jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy) brak trwałej poprawy stabilności tlenowej może być wynikiem występowania innych mikroorganizmów, np. bakterii kwasu octowego [85]. Wyniki uzyskane przez Kunga i in. [101] świadczą o tym, że *Lactobacillus buchneri* 40788 poprawił stabilność zakiszzonego ziarna kukurydzy.

Z doświadczeń szwedzkich [174] wynika, że efektywnym dodatkiem poprawiającym stabilność kiszonek z traw może być inokulant zawierający *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393. Jednak wyniki badań nad zastosowaniem tych bakterii w zakiszaniu kukurydzy wskazują, że różne szczepy w zróżnicowanym stopniu poprawiają jakość kiszonek. Istotne jest więc źródło pochodzenia bakterii i przy wyborze dodatku należy rozważyć specyfikę zakiszane surowca.

Ranjit i in. [158] stwierdzili, że istotną rolę przy kiszeniu odgrywa liczebność mikroorganizmów. Inokulacja preparatem zawierającym  $1 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> *Lactobacillus buchneri* spowodowała heterofermentację i polepszenie tlenowej trwałości kiszonek z całych roślin kukurydzy, w przeciwieństwie do dawki  $1 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup>, która nie wywołała pozytywnego efektu. Kleinschmit i Kung [84] na podstawie metaanalizy wyników z 43 doświadczeń stwierdzili, że większy pozytywny wpływ na stabilność kiszonek mają wyższe dawki *Lactobacillus buchneri*, wynoszące powyżej  $10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy.

Z badań amerykańskich [179] wynika, że połączenie *Lactobacillus buchneri* 40788 i *Lactobacillus plantarum* nie wpłynęło na poprawienie stabilności tlenowej konserwowanego wilgotnego ziarna kukurydzy w porównaniu z wariantami przygotowanymi tylko z *Lactobacillus buchneri* 40788. Zastosowanie innych szczepów tych bakterii [44, 51] dało jednak pozytywny efekt w przypadku wilgotnych kiszonek z kukurydzy oraz sorga lub traw. Driehuis i in. [44] wykazali poprawę stabilności kiszonek z życicy trwałej zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i w gospodarstwie rolniczym po zastosowaniu *Lactobacillus buchneri* w ilości  $3 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> zielonki. Wysoka koncentracja bakterii heterofermentatywnych ogranicza intensywność procesów ciepłotwórczych również w kisonkach z całych roślin jęczmienia [99].

Zagadnienie tlenowej trwałości dotyczy nie tylko kiszonek, ale również dawek TMR lub PMR z ich udziałem. Tlenową trwałością dawek TMR zajmowali się nieliczni badacze [96, 99, 102, 103, 121, 180]. Z danych literaturowych [102] wynika, że zastosowanie niewielkiej dawki konserwantu chemicznego zawierającego kwas propionowy, a także preparatu z *Lactobacillus buchneri* wraz z enzymami ( $\beta$ -glukanazą,  $\alpha$ -amylazą, ksylanazą i galaktomannazą) spowodowało zmniejszenie natężenia procesów ciepłotwórczych w dawkach TMR przechowywanych w warunkach tlenowych. W badaniach nad zakiszaniem całych roślin jęczmienia – prowadzonych na skalę laboratoryjną i w warunkach gospodarstwa rolniczego – stwierdzono, że *Lactobacillus buchneri* 40788 w dawce  $4 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> zielonki, a także zbuforowany kwas propionowy oddziaływały pozytywnie na stabilność kiszonek i przygotowanych z nich dawek TMR [180].

Tlenowe psucie się kiszonek po ich wyjęciu ze stosu kisonkowego, którego objawem jest między innymi zagrzewanie się, jest procesem szkodliwym i mającym zdecydowanie niekorzystny wpływ na stan higieniczny kiszonek, a tym samym na ich przydatność do skarmiania. Badania przeprowadzone przez Becka (cyt. za Mikołajczakiem i Podkówką [113]) wykazały, że mikroorganizmami mającymi decydujący wpływ na natężenie tych procesów są drożdże. W miarę zwiększania się ich liczebności stabilność kiszonek ulega pogorszeniu. Dvořák

ček i Doležal [46] informują, że obecność tych mikroorganizmów powyżej  $10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> kiszonki, a także *Micromycetes* i bakterii *Clostridium* w ilości odpowiednio  $10^6$  i  $10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> wpływa negatywnie na jej jakość. Duża liczebność drożdży zwiększa podatność kiszonek na psucie się [109]. Pahlow [132] podkreśla, że kiszonki o ich zawartości powyżej  $10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> są stabilne tlenowo, a jednocześnie sugeruje, że zależy to także od rodzaju występujących drożdży. Kiszonki zawierające więcej drożdży mają wyższe pH po trzech dniach ekspozycji tlenowej [8]. Niższa liczebność drożdży powoduje niższe pH, jednak już po 6 dniach zjawisko to ulega zmianie, gdyż prawdopodobnie inne mikroorganizmy powodują tlenowe psucie się kiszonek [8].

Zastosowanie dodatków chemicznych zawierających duże ilości kwasu mrońkowego może obniżać liczebność szkodliwej mikroflory (*Clostridium*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Listeria*) w kiszonkach z traw i koniczyny czerwonej, a także drożdży i grzybów – w kiszonkach z kukurydzy [91, 167]. W badaniach Filya i in. [52, 53] w kiszonkach z pszenicy (36,8 i 42,1% suchej masy) sporządzonych z dwoma inokulantami (*Lactobacillus plantarum* i *Enterococcus faecium* oraz *Lactobacillus pentosus*) nie stwierdzono obecności pleśni i drożdży, natomiast kiszonki kontrolne charakteryzowały się udziałem drożdży na poziomie od 3,4 do 3,9 log jtk·g<sup>-1</sup>. Autorzy sugerują, że mechanizm hamowania rozwoju drożdży i pleśni przez bardzo osmotolerancyjną heterofermentacyjną bakterię *Lactobacillus pentosus* jest inny niż wyłącznie tworzenie kwasu octowego i mlekowego na drodze fermentacji pentoz. W innych badaniach [84, 85, 86] inokulant z *Propionibacterium acidipropionici* bądź z *Lactobacillus buchneri*, także w połączeniu z *Pediococcus pentosaceus* R1094 zmniejszył liczebność drożdży. Mniej było także pleśni w kiszonkach z pszenicy, sorga i kukurydzy [55, 159]. Dodatki homofermentatywnych bakterii kwasu mlekowego spowodowały obniżenie liczebności drożdży i pleśni w kiszonkach z kukurydzy i pszenicy [176, 177], a także w kiszonkach z traw i ich mieszanek z lucerną (*Lactobacillus plantarum*, benzoesan sodu, sorbinian potasu) [134]. W badaniach nad zakiszaniem całych roślin jęczmienia na skalę laboratoryjną i w gospodarstwie rolniczym stwierdzono, że inokulant zawierający *Lactobacillus buchneri* 40788 w dawce  $4 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> zielonki, a także zbuforowany kwas propionowy obniżyły liczebność drożdży i pleśni w porównaniu z wariantem kontrolnym [180].

W badaniach własnych liczebność bakterii mlekowych w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy w doświadczeniu pierwszym i drugim (D I i D II) nie różniła się. W doświadczeniu trzecim (D III) istotnie więcej tych bakterii zawierały kiszonki kontrolne (K) sporządzone bez dodatków.

Analiza obecności mikroorganizmów wykazała, że spośród badanych wariantów zdecydowanie więcej drożdży zawierały kiszonki z całych roślin kukurydzy. Dotyczyło to także liczebności pleśni, chociaż różnice nie były tak wyraźne. Grajewski i in. [65] wskazują na silne skażenie kukurydzy pleśniami ( $1,1 \cdot 10^7$  jtk·g<sup>-1</sup>). Po fermentacji stwierdzili mniejszą liczbę grzybów. Liczeb-

ność mikroflory grzybowej wzrasta jednak po ekspozycji tlenowej [65, 153]. Taką samą tendencję odnotowano w badaniach własnych odnośnie drożdży. Ich liczba była natomiast istotnie mniejsza w kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej (D I) sporządzonych z dodatkiem mikrobiologicznym (M1) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC). W przypadku całych roślin kukurydzy (doświadczenie D I) stwierdzono istotny wzrost liczebności drożdży i pleśni po ekspozycji tlenowej. W kiszonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy (D II) zaobserwowano istotne zmniejszenie się liczby drożdży i pleśni, gdy do zakiszania zastosowano dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC). Istotnie mniej tych mikroorganizmów odnotowano też w kiszonkach sporządzonych w zbiornikach przejazdowych.

Psucie się kiszonek może być zapoczątkowane przez pleśnie, pałeczki i bakterie kwasu mlekowego [158, 195, 204], w przypadku kukurydzy mogą je inicjować bakterie octowe. Ich działalność jest możliwa wówczas, gdy w kiszonce jest mało drożdży na skutek działania tych bakterii, bądź ich wzrost został zatrzymany [43]. W wariantach kontrolnych wystawionych na działanie tlenu nie zaobserwowano wzrostu liczebności bakterii kwasu octowego, prawdopodobnie z powodu szybkiego wzrostu drożdży, które zużyły wszystkie substraty.

Trwałość tlenowa kiszonek z kukurydzy koresponduje z liczebnością drożdży [118], a kwas octowy hamuje rozwój mikroorganizmów destrukcyjnych [1, 31, 185]. Danner i in. [30] stwierdzili, że tlenową trwałość kiszonek określa wyłącznie stężenie kwasu octowego. Według Wyssa [198], korelacja między tlenową stabilnością kiszonek a zawartością kwasu octowego jest wysoka i wynosi 0,51. W badaniach Ostrowskiego [125] zależność ta była mniejsza i kształtowała się na poziomie 0,161.

Grajewski i in. [65] stwierdzili, że dodatek chemiczny (KemiSile 2000) oraz mikrobiologiczno-enzymatyczny (Lactacel L) obniżały w kiszonkach z kukurydzy liczebność drożdży, przy czym dodatek chemiczny był bardziej efektywny. Liczbę pleśni obniżał tylko dodatek chemiczny, natomiast biologiczny stymulował rozwój pleśni. Po ekspozycji tlenowej rozwój pleśni najbardziej ograniczył preparat chemiczny, a drożdży – zahamował dodatek mikrobiologiczny. W innych badaniach preparat mikrobiologiczno-chemiczny zastosowany do zakiszania kukurydzy istotnie ( $P \leq 0,05$ ) obniżył liczebność pleśni [40]. Mniejszą liczbę drożdży i pleśni stwierdził Selwet [168] w zakiszanej mieszance żyłki trwałej z koniczyną czerwoną, traktowanej konserwantami zawierającymi kwas mrówkowy. Inni autorzy zaobserwowali pozytywny wpływ kwasu propionowego na zmniejszenie liczebności tych mikroorganizmów [100, 166]. Lepszą jakość mikrobiologiczną miały kiszonki z lucerny i kukurydzy traktowane kwasem propionowym niż sianokiszonka [82].

Według Knický'ego [88] mieszanina kwasu propionowego i mrówkowego wraz z amoniakiem, stosowana w ilości  $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{t}^{-1}$  drobno pociętej zielonki z całych roślin zbożowych, zmniejszyła między innymi liczebność drożdży. W odniesieniu do kiszonek z kukurydzy stwierdzono, że zaszczepienie ich *Lactobacillus buchneri* ograniczyło wzrost bakterii kwasu octowego, ale w mniejszym

zakresie niż drożdży. Mechanizm działania *Lactobacillus buchneri* jest podobny do mechanizmu działania bakterii propionowych, które jednak nie mogą rozmnożyć się do odpowiedniego poziomu, jeżeli pH kiszonki jest niższe od 4,8 [43]. Badania wykazały, że *Lactobacillus buchneri* PW01 zwiększa swoją liczebność do wysokiego poziomu przy pH poniżej 3,8, a zatem jego przydatność jako dodatku do zakiszania jest większa niż bakterii kwasu propionowego [43].

Martens i Pahlow [108] odnotowali w stabilnych kiszonkach z życicy trwałej niewielką liczbę drożdży – na poziomie poniżej 2-3 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy. W kiszonkach niestabilnych liczba tych mikroorganizmów dochodziła natomiast do 4,9 log jtk·g<sup>-1</sup> świeżej masy. Wzrost liczebności drożdży i pleśni po inkubacji w kiszonkach z traw i lucerny oraz kukurydzy – traktowanych dodatkami biologicznymi – zaobserwowali także Bodarski i in. [12, 13]. Wyniki uzyskane przez Grajewskiego i in. [66] wskazują na redukcję nadmiernej zawartości pleśni w trakcie kiszenia, ale wyraźny wzrost zagrzybienia podczas stabilizacji szczególnie kiszonek z kukurydzy. Filya [50] stwierdził, że w kiszonkach sporządzonych z *Lactobacillus buchneri* i *Lactobacillus plantarum* ograniczona zostaje aktywność drożdży i pleśni podczas ekspozycji tlenowej. W innych badaniach tego autora [55] wykorzystanie *Propionibacterium acidipropionici* i *Lactobacillus plantarum* wpłynęło na obniżenie liczebności drożdży i pleśni podczas ekspozycji tlenowej. Liczbę drożdży zmniejszył w kiszonkach z kukurydzy także dodatek mikrobiologiczny z *Lactobacillus buchneri* 40788 [159].

Przedstawione w badaniach własnych wyniki świadczą o tym, że spośród zastosowanych dodatków tylko preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) wykazywał działanie hamujące rozwój drożdży i pleśni w kiszonkach.

Uzyskane przez innych autorów wyniki są zróżnicowane, dlatego zachodzi konieczność prowadzenia systematycznych badań, gdyż stwierdzono, że kiszonki gorszej bądź złej jakości po otwarciu zbiornika są bardziej trwałe [21, 23, 104, 132, 196]. Im lepsza kiszona z kukurydzy lub z całych roślin zbożowych, tym większe są problemy z jej stabilnością tlenową, mimo spełnienia wszystkich zasad prawidłowego zakiszania [117].

W badaniach własnych kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej miały gorszą jakość niż z całych roślin kukurydzy i były stabilne podczas ekspozycji tlenowej. Kiszonki z kukurydzy były natomiast niestabilne. Zastosowanie dodatku mikrobiologiczno-chemicznego (MC) spowodowało jednak, że zakiszona z nim kukurydza charakteryzowała się lepszą stabilnością. Nie stwierdzono, aby dodatki użyte do zakiszania zielonek z mieszanki motylkowato-trawiastej i całych roślin kukurydzy poprawiły tlenową trwałość dawek częściowo wymieszanych (PMR), przygotowanych z udziałem kiszonek sporządzonych z tym preparatem.

#### 6.4. ROZKŁAD W ŻWACZU (*in sacco*) I STRAWNOŚĆ *in vivo* ORAZ POBRANIE I WARTOŚĆ POKARMOWA

Jednym z ważniejszych kryteriów oceny wartości pokarmowej pasz jest strawność suchej masy i substancji organicznej oraz pozostałych składników pokarmowych, głównie białka ogólnego i włókna surowego [157].

Istotnym elementem oceny kiszonek jest ich strawność badana *in vivo*, a także rozkład *in sacco* suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego w żwaczu, szczególnie w kontekście współczesnych systemów oceny pasz [6, 90].

Analizując wyniki badań własnych można stwierdzić, że pasze z mieszanki motylkowato-trawiastej z dodatkami (D II) charakteryzowały się niższym rozkładem suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego niż kiszonka kontrolna (K). Istotnie mniejszy rozkład tych składników w porównaniu z wariantem kontrolnym (K) zaobserwowano w kiszonkach z dodatkami – chemicznym (C) i mikrobiologiczno-chemicznym (MC). W doświadczeniu (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie miał wpływu na rozkład w żwaczu suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego zakiszzonej mieszanki motylkowato-trawiastej.

Z danych zamieszczonych w literaturze [6, 17, 92, 95] wynika, że zielonki z traw, koniczyny i lucerny należą do pasz ulegających szybkiej i dużej degradacji w żwaczu, szczególnie dotyczy to białka. Rezultaty niektórych badań [17, 90] wskazują na to, że kwas mrówkowy zmniejszał żwaczową rozkładalność związków azotowych *in sacco*, natomiast ten sam kwas i sole kwasów karboksylowych nieznacznie zwiększały żwaczową rozkładalność suchej masy kiszonek z koniczyny czerwonej [19]. Przy zastosowaniu dodatków zawierających 64 lub 85% kwasu mrówkowego uzyskano obniżenie rozkładu suchej masy, natomiast preparaty te nie miały wpływu na rozkładalność białka [90]. Kostulak-Zielińska i Potkański [90] uzyskali znacznie wyższy stopień rozkładu w żwaczu suchej masy i białka kiszonek z mieszanek motylkowato-trawiastych niż w badaniach własnych. Stwierdzili oni również znacznie wyższy rozkład białka niż suchej masy, podobnie jak w przedstawionych doświadczeniach – niezależnie od zastosowanego preparatu.

W badaniach własnych rozkład w żwaczu białka kiszonek z kukurydzy był większy niż suchej masy i substancji organicznej. Dodatki – chemiczny (C) i mikrobiologiczne (M1 i M2) istotnie obniżyły rozkład tego składnika oraz substancji organicznej w żwaczu. Dodatki mikrobiologiczno-enzymatyczny (ME) i mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie miały natomiast wpływu na rozkład białka. W doświadczeniu produkcyjnym (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) zastosowany przy zakiszaniu kukurydzy nie miał wpływu na rozkład w żwaczu suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego.

Szterk [178] wykazał, że zarówno białko, jak i sucha masa zielonek z całych roślin kukurydzy były mniej podatne na rozkład w żwaczu w porównaniu z innymi zielonkami. Niższym stopniem degradacji białka charakteryzowała się natomiast kiszonka z kukurydzy [14].

Zastosowanie do zakiszania kukurydzy i sorga pojedynczego szczepu *Lactobacillus buchneri* lub w połączeniu z *Lactobacillus plantarum* nie miało wpływu na rozkład w żwaczu suchej masy, substancji organicznej i neutralnego włókna detergentowego kiszzonek [51, 54]. W innych badaniach nad zastosowaniem dodatków mikrobiologicznych wykazano zależność odwrotną [48, 49]. Zdaniem Hristova i McAllistera [74] inokulanty (*Lactobacillus plantarum* i *Enterococcus faecium*) mogą nie poprawiać strawności (*in situ*) suchej masy kiszzonek z całych roślin jęczmienia. Filya [50] stwierdził, że *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* lub ich wspólne zastosowanie nie oddziałuje na rozkład *in situ* suchej masy, substancji organicznej, a także neutralnego włókna detergentowego. Inni autorzy [177] wykazali, że również zastosowanie homofermentatywnych bakterii kwasu mlekowego nie wpływa na rozkład *in situ* w żwaczu suchej masy i substancji organicznej kiszzonek z pszenicy. W badaniach własnych zastosowane dodatki nie miały wpływu na zwiększenie rozkładu suchej masy niezależnie od zakiszanego surowca.

W przedstawionych badaniach własnych strawność *in vivo* mieszanki motylkowato-trawiastej była najniższa w przypadku kiszzonek z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC). Dodatki mikrobiologiczny (M2) i mikrobiologiczno-enzymatyczny (ME) oddziaływały na strawność substancji organicznej i białka ogólnego. Była ona istotnie wyższa niż w kiszzonek sporządzonych z pozostałymi dodatkami.

Esmail i Muwalla [47], stosując kwas mrówkowy i enzymy przy zakiszaniu lucerny, stwierdzili, że strawność składników pokarmowych kiszzonek nie zależała od zastosowanego dodatku. W innych badaniach [21] nie zaobserwowano pozytywnego wpływu różnych dodatków chemicznych, również kwasu mrówkowego, na strawność kiszzonek z lucerny. Wyniki doświadczeń Daviesa i in. [32] nad efektami stosowania dodatków mikrobiologicznych w kiszeniu traw wskazują na brak różnic w strawności *in vitro* składników pokarmowych uzyskanych kiszzonek w stosunku do wariantu kontrolnego. Wyższą strawność substancji organicznej w kiszonce z mieszanki koniczyny czerwonej z trawami sporządzonej z inokulantem (*Lactobacillus rhamnosus* i *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) niż w wariacie bez dodatków odnotowali Jatkauskas i Vrotniakiene [76]. Wzrost strawności kiszzonek z traw z dodatkiem biopreparatu mikrobiologiczno-enzymatycznego stwierdzili również Miecznikowski i in. [111], a także Cybulska i in. [29]. Zdaniem tych autorów, strawność składników pokarmowych zależy od stosowanych szczepów bakterii fermentacji mlekowej, a więc może się różnić. W praktyce rolniczej często upływa dużo czasu między ścięciem roślin a napełnieniem zbiornika. Wymaga to zastosowania dodatków, szczególnie przy dużej wilgotności powietrza, gdy zawartość suchej masy wynosi poniżej 20%. Dotyczy to zwłaszcza zielonek z roślin motylkowatych, które zawierają mało węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie oraz wykazują dużą pojemność buforową [28, 32].

W badaniach własnych dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) spowodował obniżenie strawności kiszzonek z całych roślin kukurydzy. Preparat



mikrobiologiczny (M1) zawierający bakterie homo- i heterofermentacyjne miał natomiast wpływ na strawność białka ogólnego kiszzonek z nim sporządzonych.

W doświadczeniach wykonanych przez Pysia [154] dodatek *Lactobacillus plantarum* przyczynił się do wzrostu strawności kiszzonek z kukurydzy, szczególnie białka ogólnego w żywieniu kóz, co znajduje potwierdzenie odnośnie dodatku mikrobiologicznego (M1) zastosowanego w przedstawionych badaniach. Wyniki uzyskane przez Sandersona [164] świadczą o tym, że inokulant nie miał wpływu na strawność włókna neutralnodetergentowego (NDF) i kwaśnodetergentowego (ADF). Zdaniem autora, na koncentrację włókna w kiszzonek i jego strawność w większym stopniu oddziałuje długość czasu kiszenia niż dodatek inokulantu (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium*). W badaniach własnych dodatki mikrobiologiczne (M1 i M2) nie poprawiły strawności włókna. Brak wpływu dodatku mikrobiologicznego (*Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*) na strawność substancji organicznej i pozostałych składników pokarmowych stwierdzili Daenicke i in. [30]. W przedstawionych w pracy doświadczeniach autorskich preparaty mikrobiologiczne (M1 i M2) nie poprawiły strawności substancji organicznej, natomiast inokulant (M1) polepszył strawność białka ogólnego.

Istotnym elementem oceny wartości pokarmowej kiszzonek jest ich spożycie przez zwierzęta. W badaniach własnych stwierdzono większe spożycie kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej zakiszzonej z dodatkami niż kontrolnej (K). W porównaniu z nią istotnie wyższym spożyciem suchej masy i substancji organicznej charakteryzowała się kiszzonka z dodatkiem chemicznym (C). Inokulant (M1) zwiększył pobranie suchej masy kiszzonek. Dowolne pobranie kiszzonek z kukurydzy było wyższe niż kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej. Pobranie suchej masy i substancji organicznej wyraźnie zwiększył również dodatek mikrobiologiczny (M1). Pozostałe dodatki użyte do zakiszczania kukurydzy nie miały takiego wpływu.

W doświadczeniach irlandzkich [5], kiszzonka z mieszanki traw, sporządzona z dodatkiem chemicznym zawierającym metanolan amonu, propionian amonu i kwas oktanowy, pobierana była przez buhajki lepiej niż kontrolna. W badaniach własnych podobną tendencję odnotowano odnośnie dodatku chemicznego (C). Wyniki uzyskane przez Esmaila i Muwallę [47] wskazują, że spożycie przez owce kiszzonki z lucerny sporządzonej z kwasem mrówkowym było mniejsze niż kiszzonki bez dodatku. Jatkauskas i Vrotniakiene [76] stwierdzili, że krowy mleczne pobierały średnio o 0,89 kg suchej masy więcej z mieszanki motylkowato-trawiastej zakiszzonej z mikrobiologicznym dodatkiem kiszonkarskim (*Lactobacillus rhamnosus* i *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) niż kiszzonki kontrolnej. W badaniach przeprowadzonych przez innych autorów [197, 201, 202] jałówki pobierały dziennie mniej suchej masy w kiszzonek z traw z dodatkami mikrobiologicznymi (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus* spp., *Lactobacillus plantarum* K) niż w kiszzonek sporządzonych bez dodatków.

Ranjit i in. [159] zaobserwowali, że dodanie do kukurydzy *Lactobacillus buchneri* nie miało wpływu na pobieranie suchej masy przez owce [159]. W badaniach własnych wykazano jednak korzystne oddziaływanie dodatku mikrobiologicznego (M1). W doświadczeniach niemieckich [30] nie stwierdzono różnic w pobieraniu przez krowy mleczne suchej masy kiszzonek z kukurydzy z dodatkiem bakterii kwasu mlekowego (*Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*) i bez dodatku. Zdaniem Bulanga i in. [22] niższą zawartość energii i strawność dawek zawierających kiszonkę z lucerny, kukurydzy, nieodkoszulkowanych kolb kukurydzianych, siana i słodzin krowy rekompensowały wyższym pobieraniem suchej masy. Autorzy są zdania, że jest możliwe wprowadzenie kiszonki z lucerny w ilości 30% suchej masy do dawek opartych na kiszonce z kukurydzy. Uzyskane dane dotyczące mobilizacji rezerw tłuszczowych i koncentracji ciał ketonowych świadczą jednak o tym, że jest to wartość graniczna [22].

Wartość pokarmowa kiszzonek stosowanych w żywieniu przeżuwaczy zależy przede wszystkim od gatunku zakiszanej rośliny [35, 38, 41, 144]. Niewielkie różnice wartości energetycznej kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej w badaniach własnych (JPM oraz JPŻ) były nieistotne. Kiszonki z całych roślin kukurydzy zawierały więcej JPM i JPŻ w suchej masie niż z mieszanki motylkowato-trawiastej, które cechowały się wyższą zawartością BTJP, BTJN i BTJE. Dużym zrównoważeniem ilości BTJN do BTJE charakteryzowały się kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej sporządzone z płynnym dodatkiem chemicznym (C) – 1:0,84, z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – 1:0,82, oraz z dodatkiem mikrobiologicznym (M1) – 1:0,74, a w przypadku całych roślin kukurydzy z dodatkiem mikrobiologicznym (M2) – 1:1,40 i mikrobiologiczno-chemicznym (MC) – 1:1,48. Brzóska [15] podaje, że stosunek BTJN do BTJE w kiszonkach z kukurydzy w dojrzałości woskowej wynosi 1:1,5, a w przypadku dojrzałości szklistej – 1:1,66.

W badaniach Buddego [21] nie stwierdzono pozytywnego wpływu różnych dodatków chemicznych, w tym kwasu mrówkowego, na wartość pokarmową kiszzonek z lucerny [21].

Zdaniem Jatkauskasa i Vrotniakiene [76] dodatek mikrobiologiczny (*Lactobacillus rhamnosus* i *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) miał pozytywny wpływ na wartość pokarmową kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej. Inni autorzy [197, 201, 202] stwierdzili natomiast, że dodatki mikrobiologiczne (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus* spp., *Lactobacillus plantarum* K) nie oddziaływały na wartość pokarmową kiszzonek z traw.

Według Kunga i in. [96], inokulacja może zwiększyć wartość pokarmową kiszzonek z kukurydzy dla krów mlecznych, pod warunkiem, że zmiany w składzie produktów końcowych fermentacji będą minimalne.

## 6.5. BADANIE ŻYWIENIOWE NA KROWACH MLECZNYCH

Wydajność krów otrzymujących dawkę PMR D (kiszonki z mieszanki motylkowato-trawiastej i kukurydzy sporządzone z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym – MC) była nieistotnie wyższa niż krów żywionych dawką PMR K (kiszonkami z mieszanki motylkowato-trawistej i kukurydzy przygotowanymi bez dodatku). Preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie miał wpływu na wydajność zwierząt i skład mleka. Podobne rezultaty, ale odnośnie dodatków chemicznych, uzyskali Kung i in. [102], którzy stwierdzili, że konserwanty bazujące na kwasie propionowym nie miały wpływu na produkcję mleka. W innych badaniach [20] również nie zaobserwowano pozytywnego oddziaływania różnych dodatków chemicznych, w tym kwasu mrówkowego, na wydajność mleczną oraz skład chemiczny i cechy fizyczne mleka krów otrzymujących w dawce konserwowaną kiszonkę z lucerny. Hanada i in. [68], podając krowom dawkę TMR zawierającą kiszonkę z tymotki z inokulantem, stwierdzili również nieistotny statystycznie wzrost produkcji mleka u krów z grupy doświadczalnej. Podobne rezultaty uzyskali Holzer i in. [71] przy stosowaniu w żywieniu krów kiszonki z traw z dodatkiem mikrobiologicznym Bonsilage plus. Jedynie procentowa zawartość tłuszczu w mleku zwierząt z grupy doświadczalnej była w tych badaniach niższa w stosunku do mleka grupy kontrolnej. W innych badaniach [76] odnotowano wzrost dziennej wydajności mleka u krów otrzymujących kiszonkę z mieszanki motylkowato-trawiastej z inokulantem (*Lactobacillus plantarum* i *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) w porównaniu z grupą kontrolną. W badaniach własnych różnica między wydajnością grupy kontrolnej (PMR K) a doświadczalnej (PMR D) wynosiła 2,71 kg, a w przypadku mleka FCM i ECM odpowiednio: 1,33 i 1,90 kg. Zawartość tłuszczu w mleku krów w badaniach własnych była wyższa, a białka niższa w porównaniu z rezultatami Jatkauskasa i Vrotniakiene [76].

Taylor i in. [180] stwierdzili, że produkcja mleka przez krowy otrzymujące w dawce kiszonkę z całych roślin jęczmienia, sporządzoną ze zbuforowanym kwasem propionowym lub z *Lactobacillus buchneri* 40788, nie różniła się od wydajności krów z grupy kontrolnej. Konserwant chemiczny i preparat mikrobiologiczny użyte w badaniach tych autorów nie miały wpływu na wydajność mleczną zwierząt, podobnie jak stosowany w badaniach własnych dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC). Rezultat przeciwny uzyskali natomiast Kung i in. [103], którzy wykazali wzrost produkcji mleka u krów pobierających dawkę TMR przygotowaną z udziałem kiszonki z lucerny sporządzonej z *Lactobacillus buchneri* wraz z enzymami w porównaniu z ilością mleka krów otrzymujących w dawce kiszonkę bez dodatku. Interesujące jest to, że bakterie zawarte w inokulantach, dodane *in vitro* do płynu żwaczowego przeżywają i powodują obniżenie jego pH oraz zmiany w składzie lotnych kwasów tłuszczowych. Wpływu tych bakterii na wydajność zwierząt nie wyjaśniono [186, 187].

Analiza surowicy krwi (zawartości białka całkowitego, bilirubiny ogólnej, mocznika, glukozy, AST, ALP, ALT, GGT, triacylogliceroli, cholesterolu cał-

kowitego) wykazała, że jej parametry u krów otrzymujących dawkę PMR K i PMR D mieściły się w granicach uznanych za normę dla bydła mlecznego. W porównaniu z wartościami referencyjnymi ( $51-71 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) nieco wyższa w obu grupach była jedynie zawartość białka całkowitego [194]. Wasiliewa [183] przyjęła dla białka całkowitego szerszy zakres norm fizjologicznych, wynoszący od  $76,8$  do  $88,4 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ , uwzględniając stan fizjologiczny, okres laktacji, porę roku oraz wydajność krów na poziomie 7000 litrów rocznie.

## 6.6. PODSUMOWANIE

Podsumowując uzyskane wyniki badań nad efektywnością różnych dodatków kiszonkarskich można stwierdzić, że zastosowane preparaty miały wpływ na skład chemiczny kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy. W doświadczeniu laboratoryjnym (D I) dodatki zwiększyły zawartość białka ogólnego w suchej masie kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej w porównaniu z wariantem kontrolnym (K), co potwierdziło się w doświadczeniu półprodukcyjnym (D II) tendencją do wzrostu zawartości tego składnika. Taką zależność odnotowano też odnośnie tłuszczu surowego, a przeciwną – w przypadku węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) i neutralnego włókna detergentowego (NDF). W doświadczeniu produkcyjnym (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) istotnie obniżył zawartość substancji organicznej w kiszonce w porównaniu z kiszoncek bez dodatku (K).

W kiszoncek z całych roślin kukurydzy konserwant chemiczny (C) użyty w doświadczeniu pierwszym (D I) wpłynął na zwiększenie udziału włókna surowego oraz zmniejszenie ilości związków bezazotowych wyciągowych (BNW) w suchej masie kiszonek w stosunku do pozostałych pasz. W doświadczeniu drugim (D II) dodanie preparatów spowodowało zwiększenie w kiszoncek zawartości neutralnego włókna detergentowego (NDF) w porównaniu z wariantem kontrolnym (K). W warunkach produkcyjnych (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) obniżył zawartość substancji organicznej i związków bezazotowych wyciągowych (BNW).

Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) w największym stopniu ograniczył straty fermentacyjne suchej masy i substancji organicznej w kiszoncek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy.

Wpływ preparatów zastosowanych do konserwacji zielonek z mieszanki motylkowato-trawiastej na jakość kiszonek był zróżnicowany. Kiszoncek z dodatkami sporządzone w warunkach laboratoryjnych (D I) charakteryzowały się gorszą jakością niż wariant kontrolny (K). W warunkach półprodukcyjnych (D II) dodatek mikrobiologiczny zawierający bakterie homo- i heterofermentacji mlekowej (M2) oraz preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) poprawiły jakość kiszonek. Nie potwierdzono tego odnośnie ostatniego preparatu użytego w doświadczeniu trzecim (D III).

Testowane dodatki kiszonkarskie nie wpłynęły na poprawę jakości kiszonek z całych roślin kukurydzy.

Zastosowanie dodatków do zakiszania zielonek z mieszanki motylkowato-trawiastej nie poprawiło tlenowej trwałości kiszonek. Preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) przedłużył natomiast trwałość kiszonek z całych roślin kukurydzy. Wykorzystanie w dawce PMR D kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej i z całych roślin kukurydzy sporządzonych z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) nie miało pozytywnego wpływu na tlenową trwałość całej dawki.

Preparaty użyte do zakiszania mieszanki motylkowato-trawiastej w warunkach laboratoryjnych (D I) nie wpłynęły na zmiany zawartości kwasu mlekowego i octowego oraz nie ograniczyły wzrostu ilości kwasu masłowego po ekspozycji tlenowej.

Dodatki nie ograniczyły rozpadu kwasu mlekowego w doświadczeniu pierwszym i drugim (D I i D II) oraz kwasu octowego (D II), co odzwierciedliło się wzrostem pH powyżej 5,5 po ekspozycji tlenowej kiszonek z całych roślin kukurydzy (D I i D II).

Zastosowane dodatki miały zróżnicowany wpływ na liczebność mikroorganizmów w kiszoncek z mieszanki motylkowato-trawiastej. Preparaty mikrobiologiczne (M1, M2) i mikrobiologiczno-chemiczny (MC) obniżyły liczebność drożdży i pleśni po ekspozycji tlenowej.

Oddziaływanie dodatków na stan mikrobiologiczny kiszonek z całych roślin kukurydzy było zróżnicowane w poszczególnych doświadczeniach. Największym pozytywnym wpływem charakteryzował się preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC), ograniczając rozwój drożdży i pleśni po fermentacji i ekspozycji tlenowej (D II). W doświadczeniu produkcyjnym (D III) ograniczył jedynie rozwój drożdży po fermentacji.

Preparaty – chemiczny (C) i mikrobiologiczno-chemiczny (MC) obniżyły rozkład w żwaczu suchej masy i białka ogólnego kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej w stosunku do pozostałych wariantów, natomiast rozkład suchej masy i białka ogólnego zmniejszyły w kiszoncek z całych roślin kukurydzy – konserwant chemiczny (C) oraz dodatki mikrobiologiczne (M1 i M2). W doświadczeniu trzecim (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie miał wpływu na rozkład suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy w żwaczu krów, a także dawki PMR D z ich udziałem.

Dodatki wykazywały pozytywne oddziaływanie na dowolne pobranie suchej masy i substancji organicznej kiszonek, co odzwierciedliło się w miernikach wartości wypełnieniowej. Nie wszystkie różnice odnośnie kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej zostały jednak udowodnione statystycznie, a w przypadku całych roślin kukurydzy istotny wpływ miał preparat zawierający bakterie homofermentacji mlekowej (M1).

Dodatki – mikrobiologiczny (M2) i mikrobiologiczno-enzymatyczny (ME) spowodowały, iż kiszoncek z mieszanki motylkowato-trawiastej cechowały się tendencją do lepszej strawności składników pokarmowych niż pozostałe pasze. Preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) spowodował natomiast obniżenie

strawność włókna surowego oraz neutralnego (NDF) i kwaśnego (ADF) włókna detergentowego w kiszonkach z całych roślin kukurydzy w porównaniu z pozostałymi wariantami.

Zastosowane dodatki, oprócz preparatu mikrobiologicznego (M1), zwiększyły wartość białkową (BTJP i BTJN) kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej, lecz nie miały takiego wpływu w przypadku kiszonek z całych roślin kukurydzy.

Skarmianie dawek PMR z udziałem kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy sporządzonych z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) nie poprawiło wydajności mlecznej, ani nie miało wpływu na skład mleka i wskaźniki biochemiczne krwi krów mlecznych.

## 7. WNIOSKI

1. Efektywność zastosowanych dodatków kiszonkarskich o różnych kierunkach działania (konserwantu chemicznego jako inhibitora fermentacji oraz dodatków mikrobiologicznych zawierających bakterie homofermentacji mlekowej oraz homo- i heterofermentacji mlekowej, dodatku mikrobiologiczno-enzymatycznego i preparatu mikrobiologiczno-chemicznego, zawierających bakterie homofermentacji mlekowej jako stymulatorów fermentacji) była zróżnicowana. Rezultaty doświadczeń wykonanych na skalę laboratoryjną nie zawsze zostały potwierdzone wynikami uzyskanymi w badaniach prowadzonych na skalę półprodukcyjną lub w warunkach gospodarstwa rolniczego. Sugeruje to potrzebę testowania dodatków kiszonkarskich nie tylko w warunkach laboratoryjnych, ale też i produkcyjnych.
2. Zastosowanie tych samych dodatków kiszonkarskich w konserwacji zielonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy wpłynęło na zmiany różnych parametrów kiszonek. Wskazuje to na różną aktywność fermentacyjną, szczególnie stymulatorów fermentacji (dodatków biologicznych), co sugeruje, że należałoby starannie dobierać ich komponenty bakteryjne.
3. Kiszonki z dodatkami biologicznymi charakteryzowały się dużym udziałem kwasu mlekowego, zawierały natomiast mało kwasu octowego. Wskazuje to na procesy fermentacyjne specyficzne dla fermentacji ekstensywnej.
4. Spośród testowanych preparatów jedynie dodatek kombinowany – mikrobiologiczno-chemiczny, zawierający homofermentacyjne bakterie mlekowe z komponentem chemicznym (sorbinianem potasu), wykazał się w najszerszym zakresie pozytywnym oddziaływaniem na analizowane parametry kiszonek zarówno z mieszanki motylkowato-trawiastej, jak i z całych roślin kukurydzy, co może świadczyć o jego uniwersalnym charakterze. Korzystnie wpłynął na zmniejszenie strat fermentacyjnych w kiszonkach z obu surowców, jak również tlenową nietrwałość kiszonek z całych roślin kukurydzy. Nie miał jednak istotnego wpływu na poprawę wyników produkcyjnych krów mlecznych otrzymujących w dawce PMR kiszonki sporządzone z tym preparatem. Nie stwierdzono negatywnego wpływu kiszonek z tym dodatkiem na parametry biochemiczne krwi krów mlecznych.
5. Efektywność testowanych dodatków kiszonkarskich nie obejmowała kompleksowego, wielokierunkowego pozytywnego działania odnośnie składu chemicznego kiszonek, zmniejszenia strat fermentacyjnych, poprawy parametrów jakościowych i niestabilności tlenowej oraz wartości pokarmowej kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy. Sugeruje to konieczność kontynuacji badań i poszukiwania preparatów o możliwie jak najszerszym zakresie oddziaływania, z uwzględnieniem różnych surowców kiszonkarskich.

## LITERATURA

- [1] Adams M.R., Hall C.J., 1988. Growth inhibition of food-borne pathogens by lactic acid and acetic acid and their mixtures. *Int. J. Food Sci. Technol.* 23(3), 287-292.
- [2] Adesogan A.T., Krueger N., Salawu M.B., Dean D.B., Staples C.R., 2004. The influence of treatment with dual purpose bacterial inoculants or soluble carbohydrates on the fermentation and aerobic stability of bermuda-grass. *J. Dairy Sci.* 87(10), 3407-3416.
- [3] Adesogan A.T., Salawu M.B., Bax J., 2002. Effect of inoculant or formic acid-treatment on the fermentation characteristics and aerobic stability of pea-wheat intercrop silages and pea or wheat silages. [In:] *Conf. Proc., The 13th Int. Silage Conf., Auchincruive, Scotland*, L.M. Gechie and C. Thomas (eds.), 80-81.
- [4] Adesogan A.T., Salawu M.B., Ross A.B., Davies D.R., Brooks A.E., 2003. Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides* inoculants, or a chemical additive on the fermentation, aerobic stability, and nutritive value of crimped wheat grains. *J. Dairy Sci.* 86(5), 1789-1796.
- [5] Agnew R.E., Carson M.T., 2000. The effect of a silage additive and level of concentrate supplementation on silage intake, animal performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. *Grass Forage Sci.* 55(2), 114-124.
- [6] Antoniewicz A., Skraba B., Pisulewski P., 1984. Określenie rzeczywistego współczynnika rozkładu białka i suchej masy w zwaczu owiec na podstawie szybkości wypływu z niego stałych cząsteczek paszy. *Rocz. Nauk. Zoot., Monogr. i Rozpr.* 22, 91-107.
- [7] AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA, USA.
- [8] Ashbell G., Weinberg Z.G., Hen Y., Filya I., 2002. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 28(5), 261-263.
- [9] Barry T.N., Di Menna M.E., Webb P.R., Parle J.N., 1980. Some observations on aerobic deterioration in untreated silages and in silages made with formaldehyde-containing additives. *J. Sci. Food Agric.* 31(2), 133-146.
- [10] Beck T., Gross F., 1991. Entwicklungsmöglichkeiten von pathogenen Listerien in Silagen, Einfluss von pH-Wert und Zusatz von Konservierungsstoffen. *Wirtschaftseig. Futter* 37(1-2), 68-78.
- [11] Bodarski R., Krzywiecki S., 1998. Wartość pokarmowa kiszonek z życicy wielokwiatowej z koniczyną łąkową sporządzonych z dodatkami mikrobiologicznymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462, 315-324.
- [12] Bodarski R., Stempniewicz R., Krzywiecki S., Krzyśko-Łupicka T., Słupczyńska M., 2003. Effect of chemical and biological additives on quality,



- microbiological status and aerobic stability of maize silage. Conf. Proc., The 11th Int. Sci. Symp. Forage Conservation, Nitra, Slovak Rep., 126-127.
- [13] Bodarski R., Stempniewicz R., Krzywiecki S., Krzyśko-Łupicka T., Słupczyńska M., 2003. Quality, microbiological status and aerobic stability of wilted grass-alfalfa silages made with different (chemical or microbiological) additives. Conf. Proc., The 11th Int. Sci. Symp. Forage Conservation, Nitra, Slovak Rep., 114-115.
- [14] Boever de J.L., Cottyn B.G., Vanacker Ch.V., Boucque J.M., 1997. Potential of solubility, enzymatic method and NIRS to predict in situ rumen escape protein. Netherlands J. Agric. Sci. 45(2), 291-306.
- [15] Brzóska F., 2001. Wartość pokarmowa pasz z kukurydzy. Biul. Inf. IZ XXXIX(1), 37-48.
- [16] Brzóska F., Borowiec F., 1999. Skład chemiczny i wartość pokarmowa kiszonek z roślin motylkowatych. Biul. Inf. IZ XXXVII(2), 11-22.
- [17] Brzóska F., Pieszka M., Sala K., 1999. Wpływ suchej masy i dodatków fermentacyjnych na skład chemiczny i rozkład białka kiszonek z lucerny. Rocz. Nauk. Zoot. 36(3), 231-242.
- [18] Brzóska F., Sala K., Brzóska B., Gąsior P., 1995. Wpływ mrówczanu sodowego z solami kwasów mineralnych na skład chemiczny kiszonek z koniczyny czerwonej. Rocz. Nauk. Zoot. 22(1), 369-383.
- [19] Brzóska F., Wantuch M., Sala K., Pieszka M., 1996. Wpływ konserwantów typu soli kwasów karboksylowych na skład chemiczny i żwaczową rozkładalność suchej masy kiszonek z koniczyny czerwonej i liści buraków cukrowych. Rocz. Nauk. Zoot. 23(2), 215-230.
- [20] Brzóska F., Wiewióra W., Gąsior R., Brzóska B., 1995. Wpływ chemicznych konserwantów na wartość pokarmową kiszonek z traw, produktywność krów i skład mleka. Rocz. Nauk. Zoot. 22(1), 149-162.
- [21] Budde K., 1998. Modellversuchen über den Einfluss von Fettzulagen auf den Silierverlauf bei Grassilagen. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doctor Medicine Veterinariae durch die Tierärztliche Hochschule Hannover, Braunschweig-Völkenrode.
- [22] Bulang M., Kluth H., Engelhard T., Spilke J., Rodehutsord M., 2006. Zum Einsatz von Luzernesilage bei Kühen mit hoher Milchleistung. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 90(3-4), 89-102.
- [23] Cai Y., Benno Y., Ogawa M., Kumai S., 1999. Effect of applying lactic acid bacteria isolated from forage crops on fermentation characteristics and aerobic deterioration of silage. J. Dairy Sci. 82(3), 520-526.
- [24] Cai Y., Benno Y., Ogawa M., Ohmomo S., Kumai S., Nakase T., 1998. Influence of *Lactobacillus* spp. from an inoculant and of *Weissella* and *Leuconoctoc* spp. from forage crops on silage fermentation. Appl. Environ. Microbiol. 64(8), 2982-2987.
- [25] Cai Y., Iwashita S., Ogawa M., Kumai S., 1999. Aerobic stability of silage treated with lactic acid bacteria. Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf., Uppsala, Sweden, 286-287.

- [26] Cai Y., Kumai S., Zhang J., Benno Y., 1999. Comparative studies of Lactobacilli and Enterococci associated with forage crops as silage inoculants. *Anim. Sci. J.* 70(4), 188-194.
- [27] Conaghan P., O'Kiely P., O'Mara F.P., 2002. Fermentation and aerobic stability of perennial ryegrass selected for high water-soluble carbohydrate concentration ensiled unwilted or wilted and with various additive treatments. [In:] *Conf. Proc., The 13th Int. Silage Conf., Auchincruive, Scotland*, L.M. Gechie and C. Thomas (eds.), 388-389.
- [28] Cussen R.F., Merry R.J., Williams A.P., Tweed J.K.S., 1995. The effect of additives on the ensilage of forage of differing perennial ryegrass and white clover content. *Grass Forage Sci.* 50(3), 249-258.
- [29] Cybulska J., Zielińska K., Karaś J., Łozicki A., Sokół L., 2003. Wpływ dodatku biopreparatów na strawność składników pokarmowych i wartość pokarmową kiszonek sporządzonych z traw o niskiej zawartości suchej masy. *Zesz. Nauk. Przgl. Hod.* 70, 51-58.
- [30] Daenicke R., Jochmann K., Gädeken D., Flachowsky G., 1999. Zum Einfluß einer Beimpfung von Maissilagen mit Milchsäurebakterien (MSB) auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe sowie auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen. *Landbauforsch. Völkenrode* 2, 64-69.
- [31] Danner H., Holzer M., Mayrhuber E., Braun R., 2003. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Appl. Environ. Microbiol.* 69(1), 562-567.
- [32] Davies Z.S., Gilbert R.J., Merry R.J., Kell D.B., Theodorou M.K., Griffith G.W., 2000. Efficient improvement of silage additives by using genetic algorithms. *Appl. Environ. Microbiol.* 66(4), 1435-1443.
- [33] Dawson T.E., Rust S.R., Yokoyama M.T., 1998. Improved fermentation and aerobic stability of esilaed, high moisture corn with the use of *Propionibacterium acidipropionici*. *J. Dairy Sci.* 81(4), 1015-1021.
- [34] Dean D.B., Adesogan A.T., Krueger N., Littell R.C., 2005. Effect of fibrolytic enzymes on the fermentation characteristics, aerobic stability, and digestibility of bermudagrass silage. *J. Dairy Sci.* 88(3), 994-1003.
- [35] Dorszewski P., 1990. Wpływ dodatków mikrobiologicznych na jakość i wartość pokarmową kiszonek z koniczyny czerwonej z tymotką. *Prace Kom. Nauk Rol. i Biol. BTN B*(38), 65-73.
- [36] Dorszewski P., 1991. Study of stability and microbiological analysis of red clover and timothy silages made with inoculants. *Conf. Proc., The 5th Int. Symp. Forage Preservation, Nitra, Slovak Rep.*, 47-51.
- [37] Dorszewski P., 1997. Quality and stability of silages produced from grass-clover mixtures. *Conf. Proc., The 8th Int. Symp. Forage Conservation, Brno, Czech Rep.*, 118-119.
- [38] Dorszewski P., 1998. Badania nad składem, wartością i stabilnością kiszonek z mieszanek traw z motylkowatymi. Cz. I. Skład chemiczny i wartość pokarmowa kiszonek. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462, 325-332.

- [39] Dorszewski P., 1998. Badania nad składem, wartością i stabilnością kiszzonek z mieszanek traw z motylkowatymi. Cz. II. Jakość i stabilność kiszzonek. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 462, 333-340.
- [40] Dorszewski P., 2005. Wpływ różnych dodatków do zakiszczania na liczebność drożdży i pleśni oraz niestabilność tlenową kiszzonek z kukurydzy. Medycyna Wet. 61(8), 919-922.
- [41] Dorszewski P., Podkówka Z., 1989. Jakość, wartość pokarmowa i stabilność kiszzonek z lucerny sporządzonych z różnymi dodatkami. Prace Kom. Nauk Rol. i Biol. BTN B(38), 39-51.
- [42] Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H., 2000. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review. Vet. Qlty. 22(4), 212-216.
- [43] Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H., Spoelstra S.F., 1999. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. J. Appl. Microbiol. 87(4), 583-594.
- [44] Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H., Wikselaar van P.G., 2002. Reduced susceptibility to aerobic spoilage of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. [In:] Conf. Proc., The 13th Int. Silage Conf., Auchincruive, Scotland, L.M. Gechie and C. Thomas (eds.), 144-145.
- [45] Driehuis F., Wikselaar van P.G., 1996. Effects of addition of formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silage on the microbial flora and aerobic stability. [In:] Conf. Proc., The 11th Int. Silage Conf., Aberystwyth, IGER, D.I.H. Jones, R. Jones, R. Dewhurst, R. Merry, P.M. Haigh (eds.), 256-257.
- [46] Dvořáček J., Doležal P., 2001. The effects of Clostridia, yeasts and Micromycetes occurrence on fermentation characteristics and silage hygienic quality. Conf. Proc., The 10th Int. Symp. Forage Conservation, Brno, Czech Rep., 122-123.
- [47] Esmail S.H., Muwalla M.M., 1997. Effects of formic acid and enzyme treatments on chemical composition, fermentation characteristic and nutritive value of alfalfa silages to awassi lambs. Wirtschaftseig. Futter 43(3), 223-233.
- [48] Filya I., 2002. Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır ve sorgum silajlarının fermentasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 26(4), 815-823.
- [49] Filya I., 2002. Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri + enzim karışımı silaj inokulantlarının Mısır Silajı üzerine etkileri. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 26(2), 679-687.
- [50] Filya I., 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri*, with and without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. J. Appl. Microbiol. 95(5), 1080-1086.

- [51] Filya I., 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *J. Dairy Sci.* 86(11), 3575-3581.
- [52] Filya I., Ashbell G., Hen Y., Weinberg G., 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Anim. Feed Sci. Tech.* 88(1), 39-46.
- [53] Filya I., Ashbell G., Weinberg G., Hen Y., 1999. The effect of applying lactic acid bacterial inoculants at ensiling on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf.*, Uppsala, Sweden, 268-269.
- [54] Filya I., Karabulut A., Sucu E., 2002. The effect of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of maize in warm climate. [In:] *Conf. Proc., The 13th Int. Silage Conf.*, Auchincruive, Scotland, L.M. Gechie and C. Thomas (eds.), 192-193.
- [55] Filya I., Sucu E., Karabulut A., 2004. The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. *J. Appl. Microbiol.* 97(4), 818-826.
- [56] Filya I., Sucu E., Karabulut A., 2006. The effects of *Propionibacterium acidipropionici* and *Lactobacillus plantarum*, applied at ensiling, on the fermentation and aerobic stability of low dry matter corn and sorghum silages. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 33(5), 353-358.
- [57] Gallo M., Mlynár R., Rajčáková L., 2001. The effect of the combination of biological and biological-enzymatic additive with sodium benzoate upon the fermentation process in red clover silages. *Conf. Proc., The 10th Int. Symp. Forage Conservation*, Brno, Czech Rep., 100-101.
- [58] Gallo M., Mlynár R., Rajčáková L., 2002. Vplyv biologického a chemického prípravku na fermentačný proces lucernovej siláže. *J. Farm Anim. Sci.* XXXV, 167-171.
- [59] Gallo M., Pflaum J., Sommer A., Mlynár R., Rajčáková L., Polesova P., 1999. Effect of biological silage additives on fermentation quality and content of amino acid in red clover grass silage. *Conf. Proc., The 9th Int. Conf. Forage Conservation*, Nitra, Slovak Rep., 108-109.
- [60] Gallo M., Rajčáková L., Mlynár R., 2003. Effect of application biological additive on fermentation quality of red clover silage. *Conf. Proc., The 11th Int. Sci. Symp. Forage Conservation*, Nitra, Slovak Rep., 96-97.
- [61] Gaşior R., Brzóška F., 1999. 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, 143-146.
- [62] Giffel te M.C., Wagendorp A., Herrewegh A., Driehuis F., 2002. Bacterial spores in silage and raw milk. *A. v. Leeuwenhoek* 81(1-4), 625-630.

- [63] Goering H.K., Soest van P.J., 1970. Forage fibre analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agric. Handbook, ARS-USDA Washington, DC.
- [64] Grabowicz M., Mikołajczak J., Piłat J., 1998. Zastosowanie dodatków mikrobiologiczno-enzymatyczno-ziolowych przy zakiszaniu zielonek zbożowo-strączkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 462, 385-395.
- [65] Grajewski J., Potkański A., Raczkowska-Werwińska K., Twarużek M., Miklaszewska B., Grabowska M., Gubała A., Selwet M., 2007. Jakość higieniczna kiszonki z kukurydzy zakiszanej z dodatkiem biologicznym lub chemicznym. Medycyna Wet. 63(2), 205-208.
- [66] Grajewski J., Twarużek M., Miklaszewska B., Kuźmińska K., 2004. Skażenie pasz o podwyższonym ryzyku zanieczyszczenia patogennymi pleśniami i mikotoksynami w latach 2001-2003. Rocz. Nauk. Zoot., Supl. 20, 293-297.
- [67] Guim A., Andrade de P., Iturrino-Schocken R.P., Franco G.L., Ruggieri A.C., Malheiros E.B., 2002. Estabilidade aeróbica de silagenes de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurhecido e tratado com inoculante microbiano. R. Bras. Zootec. 31(6), 2176-2185.
- [68] Hanada M., Okamoto M., Porat A.H., Otani M., Iketaki T., Masuko T., Loucka R., 1999. Effect of bacterial inoculant on nutritive value of grass silage for lactating cow. Conf. Proc., The 9th Int. Conf. Forage Conservation, Nitra, Slovak Rep., 176-177.
- [69] Higginbotham G.E., Mueller S.C., Bolsen K.K., De Peters E.J., 1998. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. J. Dairy Sci. 81(8), 2185-2192.
- [70] Holzer M., Mayrhuber E., Danner R., Farthofer R., Braun R., 2001. Comparison of different heterofermentative lactic acid bacteria for silage preservation. Conf. Proc., The 10th Int. Symp. Forage Conservation, Brno, Czech Rep., 104-105.
- [71] Holzer M., Mayrhuber E., Kramer W., Mathies E., Raab L., 2003. Influence of Bonsilage Plus on fermentation quality of silage, feed intake and milk yield of dairy cows. Conf. Proc., The 11th Int. Symp. Forage Conservation, Nitra, Slovak Rep., 128-129.
- [72] Honig H., 1985. Determination of aerobic deterioration – System Völkenrode. Landbauforsch. Völkenrode SH 2.
- [73] Honig H., 1990. Evaluation of aerobic stability. [In:] Proc. Conf., Proc. EUROBAC Conf., Uppsala, 1986, Sweden, S. Lindgren, K. Lunden Peterson (eds.), Grass and Forage Rep., Spec. issue 3, 76-82.
- [74] Hristov A.N., McAllister T.A., 2002. Effect of inoculants on whole-crop barley silage fermentation and dry matter disappearance *in situ*. J. Dairy Sci. 80(2), 510-516.
- [75] Jambor V., 2001. The effect of biological additives on fermentation process and aerobic stability of high dry matter maize and ears silage. Conf.

- Proc., The 10th Int. Symp. Forage Conservation, Brno, Czech Rep., 118-119.
- [76] Jatkauskas J., Vrotniakiene V., 2005. Performance of lactating dairy cows fed rations with inoculated red clover-grass mixture silage. Conf. Proc., Proc. 13th Int. Occasional Symp. of the European Grassland Federation, Estonian Grassland Society Integrating efficient grassland farming and biodiversity, Tartu, Estonia, Grassland Sci. Europe 10, 493-497.
- [77] Jochmann K., Lebzien P., Flachowsky G., 1998. Einfluss von Milchsäurebakterien als Siliermittel auf pansenphysiologische Parameter, die Verdaulichkeit der Silagen sowie Leistung von Milchkühen. Übers. Tierernährg. 26, 123-155.
- [78] Johnson L.M., Harrison J.H., Davidson D., Mahanna W.C., Shinnors K., 2003. Corn silage management: Effects of hybrid, maturity, inoculation and mechanical processing on fermentation characteristics. J. Dairy Sci. 86(1), 287-308.
- [79] Johnson L.M., Harrison J.H., Davidson D., Mahanna W.C., Shinnors K., Linder D., 2002. Corn silage management: Effects of maturity, inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability. J. Dairy Sci. 85(2), 434-444.
- [80] Jones B.A., Muck R.E., Ricke S.C., 1991. Selection and application of *Streptococcus bovis* as a silage inoculant. Appl. Environ. Microbiol. 57(10), 3000-3005.
- [81] Kennedy S.J., 1990. An evaluation of three bacterial inoculants and formic acid as additives for first harvest grass. Grass and Forage Sci. 45(3), 281-288.
- [82] Kistowski T., Korniewicz A., Chrzęszcz E., Czarnik-Matusiewicz H., 1995. Kiszonka i sianokiszonka z lucerny w żywieniu krów mlecznych. Roczn. Nauk. Zoot. 22(1), 207-219.
- [83] Kitamoto H.K., Hasebe A., Ohmomo S., Suto E.G., Muraki M., Imura Y., 1999. Prevention of aerobic spoilage of maize silage by a genetically modified killer yeast, *Kluyveromyces lactis*, defective in the ability to grow on lactic acid. Appl. Environ. Microbiol. 65(10), 4697-4700.
- [84] Kleinschmit D.H., Kung L. Jr., 2006. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. J. Dairy Sci. 89(10), 4005-4013.
- [85] Kleinschmit D.H., Kung L. Jr., 2006. The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. J. Dairy Sci. 89(10), 3999-4004.
- [86] Kleinschmit D.H., Schmidt R.J., Kung L. Jr., 2005. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. J. Dairy Sci. 88(6), 2130-2139.
- [87] Kluczek J.P., 1994. Nitrozoaminy w aspekcie ochrony środowiska. Prace Wydz. Nauk Przyr. BTN B(41).

- [88] Knický M., 2005. Possibilities to improve silage conservation. Effects of crop, ensiling technology and additives. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Doctoral thesis, Acta Univ. Agric. Sueciae 62.
- [89] Knický M., Lingvall P., 2004. Ensiling of high wilted grass-clover mixture by use of different additives to improve quality. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 54(4), 197-205.
- [90] Kostulak-Zielińska M., Potkański A., 1999. Rozkładalność suchej masy i białka kiszzonek trawiasto-motylkowatych zakiszczonych z dodatkiem konserwantów chemicznych. Mat. konf., XXVIII Sesja Naukowa Komisji Żywienia Zwierząt KNZ PAN Potrzeby pokarmowe wysokowydajnych zwierząt fermowych, AR Kraków, Krynica, 333-336.
- [91] Kostulak-Zielińska M., Potkański A., Przybylski M., Selwet M., Perkowski J., 2002. Wartość higieniczna kukurydzy zakiszczanej z dodatkiem konserwantu chemicznego. Medycyna Wet. 58(10), 792-795.
- [92] Kowalski Z.M., Kamiński J., Krawontka J., 1989. Wpływ stopnia ubicia sianokiszsonki z lucerny na rozkład suchej masy i białka w żwaczu owiec. Acta Agr. Silv., Zootechnica XXVIII, 43-53.
- [93] Kozłowska M., Kruczyńska H., 1999. Żywienie krów z wykorzystaniem wozu paszowego i systemu INRA. Mat. konf., XXVIII Sesja Naukowa Komisji Żywienia Zwierząt KNZ PAN Potrzeby pokarmowe wysokowydajnych zwierząt fermowych, AR Kraków, Krynica, 140-142.
- [94] Krooneman J., Faber F., Alderkamp A.C., Oude Elferink S.J.H.W., Driehuis F., Cleenwerck I., Swings J., Gottschal J.C., Vancanneyt M., 2002. *Lactobacillus diolivorans* sp. nov., a 1,2-propanediol-degrading bacterium isolated from aerobically stable maize silage. Int. J. Syst. Evolution. Microbiol. 52, 639-646.
- [95] Król H., Kruczyńska H., 1999. Skład chemiczny i efektywny rozkład w żwaczu wybranych gatunków traw i roślin motylkowatych. Mat. konf., XXVIII Sesja Naukowa Komisji Żywienia Zwierząt KNZ PAN Potrzeby pokarmowe wysokowydajnych zwierząt fermowych, AR Kraków, Krynica, 308-311.
- [96] Kung L. Jr., Chen J.H., Kreck E.M., Knutsen K., 1993. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 76(12), 3763-3770.
- [97] Kung L. Jr., Myers C.L., Neylon J.M., Taylor C.C., Lazartie J., Mills J.A., Whiter A.G., 2004. The effect of buffered propionic acid-based additives alone or combined with microbial inoculation on the fermentation of high moisture corn and whole-crop barley. J. Dairy Sci. 87(5), 1310-1316.
- [98] Kung L. Jr., Ranjit N.K., 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. J. Dairy Sci. 84(5), 1149-1155.
- [99] Kung L. Jr., Ranjit N.K., Robinson J.M., Charley R.C., 1999. Inoculation with *Lactobacillus buchneri* improves the aerobic stability of barley silage. Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf., Uppsala, Sweden, 272-273.

- [100] Kung L. Jr., Robinson J.R., Ranjit N.K., Chen J.H., Golt C.M., Pesek J.D., 2000. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. *J. Dairy Sci.* 83(7), 1479-1486.
- [101] Kung L. Jr., Schmidt R.J., Ebling T.E., Hu W., 2007. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. *J. Dairy Sci.* 90(5), 2309-2314.
- [102] Kung L. Jr., Sheperd A.C., Smagala A.M., Endres K.M., Bessett C.A., Ranjit N.K., Glancey J.L., 1998. The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81(5), 1322-1330.
- [103] Kung L. Jr., Taylor C.C., Lynch M.P., Neylon J.M., 2003. 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(1), 336-343.
- [104] Lindgren S., 1999. Can HACCP principles be applied for silage safety. *Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf., Uppsala, Sweden*, 51-66.
- [105] Loucka R., Machacova E., Takahasi J., 2002. The effect of application of several kinds of additives on alfalfa silage quality. [In:] *Conf. Proc., The 13th Int. Silage Conf., Auchincruive, Scotland, L.M. Gechie and C. Thomas (eds.)*, 116-117.
- [106] McAllister T.A., Feniuk A.R., Mir Z., Mir P., Selinger L.B., Cheng K.J., 1998. Inoculants for alfalfa silage: Effects on aerobic stability, digestibility and growth performance of feedlot steers. *Livest. Prod. Sci.* 53(2), 171-181.
- [107] McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E., 1991. *The biochemistry of silage*. Chalcombe Publications Bucks.
- [108] Martens S., Pahlow G., 2003. Occurrence of yeasts and aerobic deterioration of grass silages with different sugar contents. *Conf. Proc., The 11th Int. Sci. Symp. Forage Conservation, Nitra, Slovak Rep.*, 110-111.
- [109] Mayrhuber E., Holzer M., Danner H., Madzingaidzo L., Braun R., 1999. Comparison of homofermentative *Lactobacillus* strains as silage inoculum to improve aerobic stability. *Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf., Uppsala, Sweden*, 276-277.
- [110] Michalet-Doreau B., Verite R., Chapoutot P., 1987. Methodologie de la degradabilite in sacco de l'azote des aliments dans le rumen. *CRZV Thiex INRA, Bull. Tech.* 69, 5-7.
- [111] Miecznikowski A., Zielińska K., Suterska A., 1999. Poprawa jakości kiszonek z traw i roślin motylkowatych poprzez zastosowanie biopreparatu Lactacel-L. *IMUZ, Falenty, Mat. Seminar.* 45, 182-188.
- [112] Mikołajczak J., Grabowicz M., 1998. Aktualne zagadnienia stosowania dodatków do zakiszania pasz. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462, 285-296.
- [113] Mikołajczak J., Podkówka W., 1986. Wtórna fermentacja w kiszonkach (przegląd literatury). *CBR Warszawa*.



- [114] Mikołajczak J., Szejniuk W., Grabowicz M., Piłat J., 1998. Skład chemiczny i jakość kiszzonek wyprodukowanych z różnymi dodatkami w warunkach produkcyjnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 462, 363-368.
- [115] Mills J.A., Kung L. Jr., 2002. The effect of delayed ensiling and application of a propionic acid-based additive on the fermentation of barley silage. J. Dairy Sci. 85(8), 1969-1975.
- [116] Morel I., Wyss U., Collomb M., 2006. Grünfütter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltstoffe. Agrarforschung 13(6), 228-233.
- [117] Muck R.E., 2004. Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. Trans. ASAE 47(4), 1011-1016.
- [118] Muck R.E., Spoelstra S.F., Wikselaar P.G., 1992. Effects of carbon dioxide on fermentation and aerobic stability of maize silage. J. Sci. Food Agric. 59(3), 405-412.
- [119] Müller Th., Fehrmann E., Seyfarth W., Knabe O., 1991. Einfluss des mikrobiellen Epiphytenbesatzes von Futtergräsern auf die Qualität der Silagen. Wirtschaftseig. Futter 37(1-2), 41-54.
- [120] Nadeau E.M.G., Buxton D.R., Russell J.R., Allison M.J., Young J.W., 2000. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. J. Dairy Sci. 83(7), 1487-1502.
- [121] Nishino N., Wada H., Yoshida M., Shiota H., 2004. Microbial counts, fermentation products, and aerobic stability of whole crop corn and a total mixed ration ensiled with and without inoculation of *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. J. Dairy Sci. 87(8), 2563-2570.
- [122] Nishino N., Yoshida M., Shiota H., Sakaguchi E., 2002. Evaluation of *Lactobacillus buchneri* derived from by-products ensiling as an inoculum for whole crop maize silage. [In:] Conf. Proc., The 13th Int. Silage Conf., Auchincruive, Scotland, L.M. Gechie and C. Thomas (eds.), 146-147.
- [123] Nishino N., Yoshida M., Shiota H., Sakaguchi E., 2003. Accumulation of 1,2-propanediol and enhancement of aerobic stability in whole crop maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. J. Appl. Microbiol. 94(5), 800-807.
- [124] Nsereko V.L., Rooke J.A., Newbold C.J., Wallace R.J., 1998. Influence of protease inhibitors on nitrogen distribution in ensiled perennial ryegrass and the utilisation of silage nitrogen for growth by rumen bacteria *in vitro*. Animal Feed Sci. Technol. 76(1-2), 51-63.
- [125] Ostrowski R., 1995. Wstępne badania nad możliwością oszacowania stabilności kiszzonek z traw na podstawie ilości wydzielonego CO<sub>2</sub>. Rocz. Nauk. Zoot. 22(1), 385-394.
- [126] Ostrowski R., 1996. Współzależności między zawartością suchej masy i składników pokarmowych a jakością kiszzonek z traw, wynikające z wieloletnich badań kontrolnych. Biul. Inf. IZ XXXIV(4), 93-99.
- [127] Ostrowski R., 1997. Ocena siana i kiszzonek wyprodukowanych w wybranych gospodarstwach rolnych północno-wschodniego regionu Polski w 1996 roku. Biul. Inf. IZ XXXV(2), 47-56.

- [128] Ostrowski R., 1999. Zakiszenie świeżej lucerny z dodatkiem kwasu mlekowego, cukru oraz gęstwy zawierającej bakterie fermentacji mlekowej. *Rocz. Nauk. Zoot.* 26(1), 199-207.
- [129] Ostrowski R., Daczewska M., Podkówka W., 1992. Zmiany składu chemicznego i straty suchej masy w różnych kiszonkach podczas ich wtórnej fermentacji. *Rocz. Nauk. Zoot.* 19(2), 201-209.
- [130] Oude Elferink S.J.W.H., Dreihuis F., Krooneman J., Gottschal J.C., Sierk F., 1999. *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. *Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf.*, Uppsala, Sweden, 266-267.
- [131] Oude Elferink S.J.W.H., Krooneman J., Gottschal J.C., Spoelstra S.F., Faber F., Dreihuis F., 2001. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Appl. Environ. Microbiol.* 67(1), 125-132.
- [132] Pahlow G., 1982. Verbesserung der aeroben Stabilität von Silagen durch Impfpräparate. *Wirtschaftseig. Futter* 28(2), 95-110.
- [133] Pahlow G., 2000. Biologische Siliermittel, aktueller Stand und Entwicklungsaussicht. *Milchpraxis* 38(1), 30-34.
- [134] Pahlow G., Martens S., Greef J.M., 2004. Aerobic stability of silages from high sugar grasses (EU-Project 'SweetGrass'). *Conf. Proc., Proc. 20th General Meeting of the European Grassland Federation Land use systems in grassland dominated regions*, Luzern, Switzerland, vdf Hochschulverlag AG, ETH Zurich, *Grassland Sci. Europe* 9, 975-977.
- [135] Pahlow G., Rammer Ch., Slottner D., Touri M., 2001. Ensiling of legumes. *FAL Braunschweig, Landbauforsch. Völkenrode SH 234*, 27-30.
- [136] Pahlow G., Weissbach F., 1999. New aspects of evaluation and application of silage additives. *Contributions of grassland and forage research to the development of systems of sustainable land use. FAL Braunschweig, Landbauforsch. Völkenrode SH 206*, 141-158.
- [137] Pahlow G., Zimmer E., 1985. Effect of lactobacillus inoculant on fermentation and aerobic stability of grass silage. *Conf. Proc., The 15th Int. Grassland Congr.*, Kyoto, Japan, 877-879.
- [138] Pflaum J., 2003. The influence of additives and storage time on the aerobic stability of maize silage. *Conf. Proc., The 11th Int. Symp. Forage Conservation*, Nitra, Slovak Rep., 106-107.
- [139] Pflaum J., Gartner L., Demarquilly C., Andrieu J.P., Honig H., Staudacher W., Wyss U., 1996. Silage additive testing. Comparison of the German DLG and the French INRA schemes. *Wirtschaftseig. Futter* 42(3), 217-248.
- [140] Pflaum J., Honig H., Pahlow G., Staudacher W., 2002. A comparison of the aerobic stability of maize silage produced in laboratory and farm silos. [In:] *Conf. Proc., The 13th Int. Silage Conf.*, Auchincruive, Scotland, L.M. Gechie and C. Thomas (eds.), 180-181.

- [141] Podkówka W., 1979. Nowoczesne metody kiszenia pasz. PWRiL Warszawa.
- [142] Podkówka W., 1998. Kierunki w produkcji kiszzonek i siana w Europie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 462, 25-39.
- [143] Podkówka W., Dorszewski P., Podkówka Z., 1989. Der Futterwert von Maissilage bei Verwendung mikrobiologischer Silierzusätze – Inoculant 1177. Conf. Proc., 7 Maiskolloquium, Leipzig, 148-159.
- [144] Podkówka W., Podkówka Z., Dorszewski P., 1992. Silierversuche mit Luzerne in Polen. Conf. Proc., Luzerne-Kolloquium, Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät, Halle (Saale), 112-116.
- [145] Podkówka W., Podkówka Z., Dorszewski P., Potkański A., 1990. Quality and feed value silage of maize made with addition of Inoculant 1177 and Acidol. Conf. Proc., The 9th Silage Conf., University of Newcastle upon Tyne, 82-83.
- [146] Polan C.E., Stieve D.E., Garrett J.L., 1998. Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia, or microbial inoculant. J. Dairy Sci. 81(3), 765-776.
- [147] Potkański A., 1999. Wpływ zmian zachodzących w procesie kiszenia surowców na wartość kiszzonek w żywieniu krów mlecznych. Mat. konf., XXVIII Sesja Naukowa Komisji Żywienia Zwierząt KNZ PAN Potrzeby pokarmowe wysokowydajnych zwierząt fermowych, AR Kraków, Krynica, 32-36.
- [148] Potkański A., Cieślak A., Szumacher-Strabel M., Wylegała S., Raczkowska-Werwińska K., Gubała A., Kowalczyk J., 2005. The stability of silage containing biological additives assessed using a Rusitec system. J. Anim. Feed Sci. 14, Supl. 1, 307-310.
- [149] Praca zbiorowa, 1983. Ćwiczenia z żywienia zwierząt i paszoznawstwa. Skrypt AR Poznań.
- [150] Praca zbiorowa, 1993. Żywienie przeżuwaczy. Zalecane normy i tabele wartości pokarmowej pasz. PAN, Omnitech Press Warszawa.
- [151] Praca zbiorowa, 1994. Oznaczanie zawartości azotu azotanowego. [W:] Ćwiczenia specjalistyczne z ochrony środowiska przyrodniczego, pod red. A. Krauze, Wyd. ART Olsztyn, 95-96.
- [152] Przybylski M., Potkański A., 2000. Skład chemiczny i stabilność kiszzonek z kukurydzy zakiszanej z dodatkiem konserwantu chemicznego. Prac. Kom. Nauk Rol. Kom. Nauk Leśn. PTPN 89, 263-270.
- [153] Purwin C., Łaniewska-Trokenheim Ł., Warmińska-Radyko I., Tywończuk J., 2006. Jakość kiszzonek – aspekty mikrobiologiczne, zdrowotne i produkcyjne. Medycyna Wet. 62(8), 865-869.
- [154] Pyś J.B., 2002. Wpływ dodatku inokulantu bakteryjnego, kwasu mlekowego oraz glukozy na jakość i skład chemiczny kiszzonek z koniczyny czerwonej. Acta Agr. Silv., Zoot. XXXIX-XL, 17-27.

- [155] Pyś J.B., 2002. Wpływ dodatku inokulantu bakteryjnego i wytlóków rzepakowych na jakość i skład chemiczny kiszonek z kukurydzy oraz strawność składników pokarmowych i retencję azotu u kóz. *Acta Agr. Silv., Zoot.* XXXIX-XL, 1-15.
- [156] Pyś J.B., Borowiec F., Furgał K., Kamiński J., Zając T., 2000. Wpływ inokulantu bakteryjnego, glukozy i kwasu mlekowego na jakość i skład chemiczny kiszonek z lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa* Pers) i lucerny wielolistnej (*Medicago sativa* L.). *Acta Agr. Silv., Zoot.* XXXVIII, 3-15.
- [157] Pyś J.B., Brzóska F., 1991. Porównanie strawności suchej masy kiszonek z traw oznaczonej metodami *in vivo* i *in vitro*. *Rocz. Nauk. Zoot.* 18(1-2), 265-274.
- [158] Ranjit N.K., Kung L. Jr., 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 83(3), 526-535.
- [159] Ranjit N.K., Taylor C.C., Kung L. Jr., 2002. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. *Grass Forage Sci.* 57(2), 73-81.
- [160] Rees T., 1997. The development of a novel antifungal silage inoculant. Cranfield University, PhD Thesis.
- [161] Ruser B., Kleinmans J., 2001. SILA-BAC stabilizer improves aerobic stability of silages. *Conf. Proc., The 10th Int. Symp. Forage Conservation, Brno, Czech Rep.*, 120-121.
- [162] Rydzik W., 1993. Nowoczesne metody kiszenia zielonek z roślin motylkowych. *ART Olsztyn, Biul. Inf.* 37, 69-78.
- [163] Rydzik W., 1998. Wpływ dodatku wodorotlenku sodu lub wapnia do kiszonek z koniczyny czerwonej na poziom niektórych wskaźników biochemicznych surowicy krwi owiec. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462, 269-276.
- [164] Sanderson M.A., 1993. Aerobic stability and *in vitro* fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silage. *J. Anim. Sci.* 71(2), 505-514.
- [165] SAS/STAT v 9.1, 1995. User's guide.
- [166] Sebastian S., Phillip L.E., Fellner V., Idziak E.S., 1996. Comparative assessment of bacterial inoculation and propionic acid treatment on aerobic stability and microbial populations of ensiled high-moisture ear corn. *J. Anim. Sci.* 74(2), 447-456.
- [167] Selwet M., 2004. Wpływ kwasu mrówkowego na stan mikrobiologiczny kiszonek. *Medycyna Wet.* 60(7), 768-765.
- [168] Selwet M., 2005. Wpływ konserwantów z udziałem kwasu mrówkowego na rozwój drożdży i grzybów pleśniowych w kiszonkach. *Medycyna Wet.* 61(3), 349-352.

- [169] Sharp R., Hooper P.G., Armstrong D.G., 1994. The digestion of grass silages produced using inoculants of lactic acid bacteria. *Grass Forage Sci.* 49(1), 42-53.
- [170] Sheperd A.C., Maslanka M., Quinn D., Kung L. Jr., 1995. Additives containing bacteria and enzymes for alfalfa silage. *J. Dairy Sci.* 78(3), 565-572.
- [171] Spoelstra S.F., 1993. Chemische und biologische Siliermittel für die Futtermittelkonservierung. Übers. *Tierernährg.* 21, 87-116.
- [172] Staudacher W., 2004. Mehr Sicherheit durch DLG-Prüfung. *dlg-test.de, Net-Magazin Landwirtschaft.* 2, 22-23.
- [173] Staudacher W., Pahlow G., Honig H., 1999. Certification of silage additives in Germany by DLG. *Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf., Uppsala, Sweden,* 239-240.
- [174] Ström K., 2005. Fungal inhibitory lactic acid bacteria. Characterization and application of *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Doctoral thesis, *Acta Univ. Agric. Sueciae* 37.
- [175] Strzetelski P., Jurkiewicz A., Strzetelski J., 2001. Kiszonka z kukurydzy w żywieniu bydła. *Biul. Inf. IZ XXXIX(1),* 49-62.
- [176] Sucu E., Filya I., 2006. Effects of homofermentative lactic acid bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability characteristics of low dry matter corn silage. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 30(1), 83-88.
- [177] Sucu E., Filya I., 2006. The effect of bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability and rumen degradability characteristics of wheat silages. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 30(2), 187-193.
- [178] Szterk P., 2000. Szacowanie składu chemicznego i wartości pokarmowej zielonki z całych roślin kukurydzy przy zastosowaniu metody spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni [NIRS]. Wydział Zootechniczny ATR Bydgoszcz, Praca doktorska.
- [179] Taylor C.C., Kung L. Jr., 2002. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. *J. Dairy Sci.* 85(6), 1526-1532.
- [180] Taylor C.C., Ranjit N.J., Mills J.A., Neylon J.M., Kung L. Jr., 2002. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85(7), 1793-1800.
- [181] Thylén I., 2000. Methods of preventing growth of *Clostridium tyrobutyricum* and yeasts in silage. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Doctoral thesis, *Acta Univ. Agric. Sueciae, Agraria* 223.
- [182] Wardynski F.A., Rust S.R., Yokoyama M.T., 1993. Effect of microbial inoculation of high-moisture corn on fermentation characteristics, aerobic stability, and cattle performance. *J. Anim. Sci.* 71(8), 2246-2252.
- [183] Wasiliewa E.A., 1982. *Kliniczeskaja biochimija sielskochozjajstwiennych žiwotnych.* Rossielchozizdat, Moskwa.

- [184] Wawrzyńczak S., 1994. Racjonalne żywienie krów wysokomlecznych. Biul. Inf. IZ XXXII(3), 17-34.
- [185] Weinberg Z.G., Muck R.E., 1996. New trends and opportunities in development and use of inoculants for silage. FEMS Microbiol. Rev. 19(1), 53-68.
- [186] Weinberg Z.G., Muck R.E., Weimer P.J., 2003. The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid. J. Appl. Microbiol. 94(6), 1066-1071.
- [187] Weinberg Z.G., Muck R.E., Weimer P.J., Chen Y., Gamburg M., 2004. Lactic acid bacteria used in inoculants for silage as probiotics for ruminant. Appl. Biochem. Biotechnol. 118(1-3), 1-9.
- [188] Weinberg Z.G., Szakacs G., Ashbell G., Hen Y., 2001. The effect of temperature on the ensiling process of corn and wheat. J. Appl. Microbiol. 90(4), 561-566.
- [189] Weissbach F., 1970. Straty składników pokarmowych przy kiszeniu i sposoby ich określania. Międzynar. Czas. Rol. 3, 57.
- [190] Weissbach F., Kalzendorf C., Reiter B., Kwella M., 1991. Control of silage fermentation by combined applications of inoculants and chemical agents. Conf. Proc., Forage Conservation Towards 2000, Braunschweig, Germany, 273-282.
- [191] Whiter A.G., Kung L. Jr., 2001. The effect of dry or liquid application of *Lactobacillus plantarum* MTD1 on the fermentation of alfalfa silage. J. Dairy Sci. 84(10), 2195-2202.
- [192] Wilkins R.J., Syrjälä-Qvist L., Bolsen K.K., 1999. The future role of silage in sustainable animal production. Conf. Proc., The 12th Int. Silage Conf., Uppsala, Sweden, 23-40.
- [193] Wilkinson J.M., 2005. Silage. Chalcombe Publications Lincoln.
- [194] Winnicka A., 2004. Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wyd. SGGW Warszawa.
- [195] Woolford M.K., 1990. The detrimental effects of air on silage. J. Appl. Bacteriol. 68, 101-116.
- [196] Woolford M.K., Honig H., Fenlon J.S., 1978. Teil 2. Mikrobiologische, physikalische und chemische Veränderungen während des aeroben Abbaus von Maissilage. Wirtschaftseig. Futter 24(2), 125-139.
- [197] Wróbel B., Zastawny J., 2004. The nutritive value and aerobic stability of big bale silage treated with bacterial inoculants. Conf. Proc., The 20th General Meeting of the European Grassland Federation Land use systems in grassland dominated regions, vdf Hochschulverlag AG, ETH Zurich, Switzerland, Grassland Sci. Europe 9, 978-980.
- [198] Wyss U., 2006. Silierbarkeit und Silagequalität von Gräsern und Leguminosen. Agrarforschung 13(10), 442-447.
- [199] Wyss U., 2006. Siliermittel und aerobe Stabilität-Testergebnisse 2005. Agrarforschung 13(8), 348-352.

- [200] Wyss U., Honig H., Pahlow G., 1991. Einfluss von Luftstress und die Wirkung von spezifischen Zusätzen auf aerobe Stabilität von Grasanwelksilagen. *Wirtschaftseig. Futter* 37(1-2), 129-141.
- [201] Zastawny J., Wróbel B., 2003. The influence of domestic bacterial inoculants on aerobic stability of silage. *Conf. Proc., 12th Symp. of the European Grassland Federation, Bulgarian Association for Grassland and Forage Production (BAGFP) Optimal forage systems for animal production and the environment, Pleven, Bulgaria, Grassland Sci. Europe* 8, 624-626.
- [202] Zastawny J., Wróbel B., 2003. The influence of some bacterial inoculates containing lactic acid bacteria on nutritive value and aerobic stability of grass silage. *Conf. Proc., The 11th Int. Sci. Symp. Forage Conservation, Nitra, Slovak Rep.*, 112-113.
- [203] Zielińska K.J., Stecka K.M., Lutenska A.M., Miecznikowski A.H., 2006. Ekologiczna metoda kiszenia pasz objętościowych. *J. Research Appl. Agric. Eng.* 51(2), 219-223.
- [204] Zimmer E., 1989. Forage conservation and physico-chemical conversion. *Conf. Proc., The 16th Int. Grassland Congr., Nice, France*, 1825-1827.

## EFEKTYWNOŚĆ STOSOWANIA DODATKÓW KISZONKARSKICH W KONSERWACJI ZIELONEK Z MIESZANKI MOTYŁKOWATO- -TRAWIASTEJ ORAZ Z CAŁYCH ROŚLIN KUKURYDZY

### Streszczenie

Celem badań było porównanie skuteczności stosowania dodatków kiszonkarskich o różnych kierunkach działania, przy zakiszaniu zielonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy, na podstawie parametrów jakościowych kiszzonek, produktywności, składu mleka oraz wskaźników biochemicznych krwi krów mlecznych. Część eksperymentalną wykonano w Stacji Badawczej w Mochelku, należącej do Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy.

W latach 2002-2006 wykonano trzy doświadczenia (D I, D II i D III), w których materiałem kiszonkarskim były zielonki z drugiego pokosu mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy, zakiszone z różnymi dodatkami.

W doświadczeniu pierwszym (D I) w mikrosilosach przygotowano sześć wariantów kiszzonek: K (bez dodatku), C (z płynnym konserwantem chemicznym), M1 i M2 (z dodatkami mikrobiologicznymi), ME (z dodatkiem mikrobiologiczno-enzymatycznym) oraz MC (z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym). W doświadczeniu drugim (D II) zielonki zakiszono w warunkach półprodukcyjnych według takiego samego schematu jak w doświadczeniu pierwszym (D I), natomiast w trzecim (D III) – surowce zakiszono bez dodatku (K) i z preparatem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) w zadaszonych zbiornikach przejazdowych.

Kiszsonki przygotowane w doświadczeniu trzecim (D III) wykorzystano w żywieniu krów mlecznych. Grupę kontrolną (PMR K) żywiono dawką z udziałem kiszzonek wykonanych bez dodatków, a grupę doświadczalną (PMR D) – kiszsonkami sporządzonymi z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC).

Zastosowane preparaty oddziaływały na skład chemiczny kiszzonek z mieszanki motylkowato-trawiastej. W doświadczeniu pierwszym (D I) kiszsonki z dodatkami charakteryzowały się wyższą zawartością białka ogólnego w suchej masie w porównaniu z wariantem kontrolnym (K). W doświadczeniu drugim (D II) potwierdzono tendencję do wzrostu jego zawartości, podobnie jak tłuszczu surowego, natomiast wystąpiła tendencja przeciwna w przypadku węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (WSC) i neutralnego włókna detergentowego (NDF). W doświadczeniu trzecim (D III) stwierdzono istotnie mniej substancji organicznej w wariacie z dodatkiem mikrobiologiczno-chemicznym (MC) niż w kiszsonce kontrolnej (K). Dodatek ten w największym stopniu ograniczył straty fermentacyjne suchej masy i substancji organicznej w kiszsonkach z mieszanki motylkowato-trawiastej. Wpływ preparatów na jakość kiszzonek był zróżnicowany. Kiszsonki wykonane w doświadczeniu pierwszym (D I) miały gorszą jakość niż kiszsonka kontrolna (K). W warunkach półprodukcyjnych (D II) dodatki – mikro-



biologiczny (M2) i mikrobiologiczno-chemiczny (MC) poprawiły jakość kiszonek motylkowato-trawiastych, co jednak nie znalazło potwierdzenia w doświadczeniu trzecim (D III). Dodatki nie poprawiły tlenowej trwałości kiszonek. W doświadczeniu pierwszym (D I) nie wpłynęły na zmiany zawartości kwasu mlekowego i octowego oraz nie ograniczyły wzrostu ilości kwasu masłowego po ekspozycji tlenowej. Preparaty mikrobiologiczne (M1, M2) i mikrobiologiczno-chemiczny (MC) obniżyły liczebność drożdży i pleśni po ekspozycji tlenowej. Dodatki – chemiczny (C) i mikrobiologiczno-chemiczny (MC) obniżyły rozkład suchej masy i białka ogólnego w stosunku do pozostałych kiszonek. W doświadczeniu trzecim (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie miał wpływu na rozkład w żwaczu krów suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej. Dodatki wpłynęły pozytywnie na dowolne pobranie suchej masy i substancji organicznej kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej, co odzwierciedliło się w miernikach wartości wypełnieniowej. Nie wszystkie różnice były statystycznie istotne. Kiszonki sporządzone z dodatkami – mikrobiologicznym (M2) i mikrobiologiczno-enzymatycznym (ME) wykazywały tendencję do lepszej strawności składników pokarmowych. Użyte preparaty, oprócz mikrobiologicznego (M1), zwiększyły wartość białkową (BTJP i BTJN) kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej.

W poszczególnych latach badań zastosowanie dodatków wpływało na zawartość składników pokarmowych w suchej masie kiszonek z całych roślin kukurydzy. Przy użyciu konserwantu chemicznego (C) w doświadczeniu pierwszym (D I) stwierdzono wyższy udział włókna surowego, a niższy związków bezazotowych wyciągowych (BNW) niż w pozostałych kisonkach. W doświadczeniu drugim (D II) odnotowano wzrost ilości neutralnego włókna detergentalnego (NDF) w kisonkach z preparatami w porównaniu z wariantem kontrolnym (K). W warunkach produkcyjnych (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) spowodował istotne obniżenie zawartości substancji organicznej i związków bezazotowych wyciągowych (BNW) w suchej masie. Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) w największym stopniu ograniczył straty fermentacyjne suchej masy i substancji organicznej w kisonkach z całych roślin kukurydzy. Testowane dodatki kisonkarskie nie wpłynęły na poprawę jakości kiszonek. Preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) przedłużył stabilność kiszonek. Dodatki nie ograniczyły rozpadu kwasu mlekowego w doświadczeniu pierwszym i drugim (D I i D II) oraz kwasu octowego (D II), co znalazło odzwierciedlenie we wzroście pH powyżej 5,5 po ekspozycji tlenowej kiszonek z kukurydzy (D I i D II). Preparat mikrobiologiczno-chemiczny (MC) ograniczył rozwój drożdży i pleśni po fermentacji i ekspozycji tlenowej (D II), a drożdży – po fermentacji (D III). Preparaty: chemiczny (C) i mikrobiologiczne (M1 i M2) obniżyły rozkład suchej masy i białka ogólnego w kisonkach z kukurydzy. W doświadczeniu trzecim (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie miał wpływu na rozkład w żwaczu krów suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego kiszonek. Wyższe dowolne pobranie suchej masy i substancji organicznej kiszonek z kukurydzy sporządzonych z dodatkami odzwierciedliło się

w miernikach wartości wypełnieniowej. Istotny wpływ na wzrost pobierania miał preparat mikrobiologiczny (M1) w porównaniu z kiszonką kontrolną (K). Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) istotnie obniżył strawność włókna surowego, neutralnego i kwaśnego włókna detergentowego (NDF i ADF) w stosunku do pozostałych kiszonek. Zastosowane dodatki nie zwiększyły wartości białkowej kiszonek z całych roślin kukurydzy.

W doświadczeniu produkcyjnym (D III) dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) nie przedłużył stabilności dawki PMR D i nie miał wpływu na rozkład w żwaczu krów suchej masy, substancji organicznej i białka ogólnego. Skład dawek PMR nie miał istotnego wpływu na wyniki produkcyjne i wskaźniki biochemiczne krwi krów.

Dodatek mikrobiologiczno-chemiczny (MC) wykazał w największym zakresie pozytywne oddziaływanie na analizowane parametry kiszonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy, co może świadczyć o jego uniwersalnym charakterze.

## EFFECTIVENESS OF SILAGE ADDITIVES IN THE PRESERVATION OF GREEN FORAGE FROM LEGUMINEOUS-GRASS MIXTURE AND WHOLE MAIZE PLANTS

### Summary

The aim of the present research was to compare the effectiveness of silage additives demonstrating different effects for ensilaging green forage made up of leguminous-grass mixture and of the whole maize plants based on the qualitative silage parameters, productivity, milk composition and biochemical indices of dairy cow blood. The experimental part was made at the Mochełek Experiment Station of the University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz.

Over 2002-2006 three experiments (D I, D II and D III) were carried out in which the ensilaging material was made up of green forage of the second cut of the leguminous-grass mixture and from whole maize plants, ensilaged with different additives.

In the first experiment (D I) in micro-silos six silage variants were prepared: K (with no additive), C (with liquid chemical preservative), M1 and M2 (with microbiological additives), ME (with microbiological-enzymatic additive) and MC (with microbiological-chemical additive). In the second experiment (D II) green fodder was ensilaged under semi-production conditions in concrete silos according to the same pattern as in the first experiment (D I), while in the third experiment (D III) the material was ensilaged with no additive (K) and with microbiological-chemical agent (MC) in roofed bunker silos.

The silages prepared in the third experiment (D III) were used to feed dairy cows. The control group (PMR K) was fed with the ration with silage made with no additives, while the experimental group (PMR D) – with silages prepared with microbiological-chemical additive (MC).

The agents applied affected the chemical composition of leguminous-grass mixture silages. In the first experiment (D I) the silages with additives demonstrated a higher content of total protein in the dry matter as compared with the control variant (K). The second experiment (D II) confirmed its content-growing tendency, similarly as in the case of crude fat, while water-soluble carbohydrates (WSC) and neutral detergent fiber (NDF) showed an opposite trend. In the third experiment (D III) there was observed a significantly lower content of organic matter in the variant with microbiological-chemical additive (MC) than in the control silage (K). This additive limited the dry matter and organic matter losses due to fermentation in leguminous-grass mixture silages most. The effect of agents on the quality of silages differed; the quality of silages made in the first experiment (D I) was lower than the control silage (K). Under semi-production conditions (D II) microbiological (M2) and microbiological-chemical additives (MC) enhanced the quality of leguminous-grass silages, which, however, did not coincide with the results of the third experiment (D III). The additives did not improve the aerobic stability of the silages.

In the first experiment (D I) they neither changed the content of lactic and acetic acids nor limited the increase in the amount of butyric acid during aerobic exposition. The microbiological (M1, M2) and microbiological-chemical (MC) agents decreased the count of yeasts and moulds after aerobic exposition. The chemical (C) and microbiological-chemical (MC) additives decreased the degradability of dry matter and total protein as compared with the other silages. In the third experiment (D III) the microbiological-chemical additive (MC) did not affect the rumen degradability of dry matter, organic matter and total protein of leguminous-grass mixture silages in cows. The additives enhanced voluntary intake of dry matter and organic matter of leguminous-grass mixture silages, which was reflected in the fill value measures. Not all the differences were significant. The silages made with microbiological (M2) and microbiological-enzymatic (ME) additives demonstrated a tendency to a better nutrients digestibility. The agents applied, except for the microbiological one (M1), increased the protein value (PDIF and PDIN) of leguminous-grass mixture silages.

In respective research years the application of additives affected the content of nutrients in the dry matter of whole maize plant silages. After the application of the chemical preservative (C) in the first experiment (D I) there was observed a higher share of crude fiber and a lower share of N-free extracts (NfE) than in the other silages. In the second experiment (D II) there was recorded an increase in the content of neutral detergent fiber (NDF) in silages with agents as compared with the control variant (K). Under production conditions (D III) the microbiological-chemical additive (MC) resulted in a significant decrease in the content of organic matter and N-free extracts (NfE) in the dry matter. The microbiological-chemical additive (MC) limited the fermentation losses of dry matter and organic matter in whole maize plant silages most considerably. The silage additives tested did not enhance the silage quality. The microbiological-chemical agent (MC), however, prolonged the silage stability. The additives did not limit the decomposition of lactic acid in the first and second experiments (D I and D II) and of acetic acid (D II), which was reflected in the increase in pH above 5.5 after aerobic exposition of maize silages (D I and D II). The microbiological-chemical (MC) agent limited the development of yeasts and moulds after fermentation and aerobic exposition (D II), and yeasts – after fermentation (D III). The chemical (C) and microbiological (M1 and M2) agents decreased the decomposition of dry matter and total protein in maize silages. In the third experiment (D III) the microbiological-chemical additive (MC) did not affect the rumen degradability of dry matter, organic matter and total protein in the silages in cow. A higher voluntary intake of dry matter and organic matter of maize silages provided with additives was reflected in the measures of the fill value. A significant effect was found for the microbiological agent (M1). The microbiological-chemical additive (MC) decreased the digestibility of crude fiber, neutral and acid detergent fiber (NDF and ADF) significantly, as compared with the other silages. The additives applied did not increase the protein value of whole maize plant silages.

In the production experiment (D III) the microbiological-chemical additive (MC) neither prolonged the PMR D stability nor affected the rumen degradability of dry matter, organic matter and crude protein in cow. The composition of PMR demonstrated a significant effect neither on the production results nor on the biochemical indices in cow blood.

The greatest positive effect on the parameters analyzed of leguminous-grass and whole maize plant silages was recorded for the microbiological-chemical additive (MC), which can suggest its universal character.