

Jakość higieniczna kiszzonek

Cezary Purwin, Krzysztof Lipiński, Barbara Pysera

Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

Kiszzonki, szczególnie o obniżonej jakości, mogą być źródłem patogenów powodujących zakłócenia metaboliczne i produkcyjne u bydła. W konsekwencji mogą one występować w produktach zwierzęcych (1, 2, 3, 4, 5). Do najbardziej istotnych i groźnych dla zdrowia zwierząt i ludzi patogenów związanych ze środowiskiem kiszzonek według WHO należą: *Brucella* spp., *Clostridium botulinum*, *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* spp. oraz *Escherichia coli* O157: H7 (6).

Istotne znaczenie dla jakości higienicznej kiszzonek ma skład mikroflory epifitycznej znajdującej się w materiale roślinnym (tab. 1). Wpływa ona na przebieg procesów fermentacyjnych i stabilność uzyskanej kiszzonek. W składzie mikroflory egzystującej na częściach roślinnych występują bakterie fermentacji mlekowej, których liczebność nie przekracza na ogół 1% całej mikroflory (7) i są to najczęściej *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* i *Enterococcus* spp. (8). Grupę mikroflory niepożądaną stanowią beztlenowe laseczki przetrwalnikujące z rodzaju *Clostridium* i tlenowe z rodzaju *Bacillus* oraz pałeczki z grupy *coli*: *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter* spp. i *Klebsiella* spp. (1, 9, 10, 11). Najliczniejszą grupę stanowią jednak drożdże i pleśnie (12, 13, 14, 15). Ich aktywność w zakiszczonym surowcu jest ograniczana przez szybkie odciecie dostępu powietrza.

Rosnące zainteresowanie rolnictwem organicznym i znaczne wykorzystanie w nawożeniu obornika lub gnojowicy powodują często zwiększone skażenie zielonek bakteriami tworzącymi przetrwalniki (*Bacillus*, *Clostridium*) oraz *E. coli* (4, 11, 16, 17). Laseczki *Clostridium* należące do grupy sacharolitycznej (*Cl. butyricum*, *Cl. parabutyrinum*, *Cl. tyrobutyrinum*, *Cl. scatol*) prowadzą fermentację masłową cukrów i mleczanów. Natomiast należące do grupy proteolitycznej fermentują aminokwasy (*Cl. sporogenes*, *Cl. perfringens*, *Cl. botulinum*). Według McDonald i wsp. (8) gatunki proteolityczne należące do rodzaju *Clostridium* spp. charakteryzuje większa wrażliwość na zakwaszenie środowiska niż gatunki sacharolityczne.

Zwiększona aktywność *Clostridium* spp. powoduje wzrost wilgotności kiszzonek, obniżenie kwasowości, podwyższenie

zawartości N-NH₃ oraz kwasu masłowego w kiszzonce, a także zwiększenie liczby przetrwalników (9, 18). Powoduje to pogorszenie cech sensorycznych i obniżenie pobierania suchej masy kiszzonek (19), a w niektórych przypadkach występowanie objawów klinicznych botulizmu (*Cl. botulinum*) (20) i enteroksemii (*Cl. perfringens*) (21). Przetrwalniki, których źródłem jest kiszzonka mogą trafiać do mleka w wyniku zanieczyszczenia odchodami przewodu strzykowego (9) lub drogą absorpcji w jelitach (20). Skażenie mleka przetrwalnikami dotyczy przede wszystkim najliczniejszego gatunku sacharolitycznego – *Cl. tyrobutyrinum* (5, 9, 22) i powoduje obniżenie przydatności mleka do produkcji serów dojrzewających. Mogą się również znaleźć w mleku przetrwalniki *Cl. botulinum* (20). Czynnikiem najsilniej wpływającym na rozwój bakterii przetrwalnikujących jest zawartość suchej masy w zakiszczonym surowcu, wynikająca najczęściej ze stopnia jego podsuszenia.

Zależność między stopniem podsuszenia zielonek a zawartością przetrwalników i poziomem metabolitów *Clostridium* spp. przedstawia następujące zestawienie – dane ze 108 farm (9):

Parametr	Średnia	Przedział
Sucha masa (g/kg)	397	693–151
N-NH ₃ (g/kg N ogólnego)	131	430–20
Kwas masłowy (g/kg s.m.)	17,4	154–0
Przetrwalniki		
<i>Clostridium</i> spp. (log ₁₀ jtk/g)	5,12	7,50–2,12

Wykorzystywanie dużych dawek gnojowicy do nawożenia użytków zielonych zwiększa również populację pałeczek z grupy *coli* (7, 23) w zielonkach i kiszzonkach. Są one zdolne do tlenowego wzrostu, a ich metabolity powodują obniżenie jakości kiszzonek (10). Duża liczba bakterii z grupy *coli* zwiększa zagrożenie związane z obecnością w kiszzonkach enterokrwotocznego serotypu *E. coli* O157: H7, wytwarzającego shigatoksynę w 99% podobną do toksyny pałeczek czerwonej (STEC) oraz werotoksynę (VTEC), które wywołują u ludzi krwotoczną biegunkę. Bakterie *E. coli* O157: H7 charakteryzuje duża przeżywalność w kwaśnym środowisku (pH<2; 24, 25). Obecność tych bakterii stwierdzono w 63–75%

Hygienic quality of silages

Purwin C., Lipiński K., Pysera B., Department of Animal Nutrition and Feed Management, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

The purpose of this paper was to present quality measures of silages. Silages of lowered quality may be the source of pathogens causing metabolic and production disorders, which may then be present in animal products. Factors determining the hygienic quality of silages include: 1) the composition of epiphytic microflora in the plant material which depends on the intensity and time of fertilization with liquid manure; it has large influence on the fermentation processes, stability of silage and the degree of contamination with *E. coli* O157: H7; 2) the degree of drying of the material and the pace of acidification which enhance the risk of secondary fermentation; the level of butyric acid, ammonia, silage intake and the risk of botulism, the presence of spores in milk; 3) anaerobic conditions; mass concentration and the quality of the cover during fermentation and storage, determining the development of yeasts and moulds in silages and growth of *Listeria monocytogenes*. The aerobic instability of silage caused by the yeasts does not cause big energy losses, whereas the development of moulds is the direct cause of lowered tastiness of the silages for cattle.

Keywords: silages, hygienic measures, quality, cattle.

farm bydła w USA i Europie (24). Bezpośrednią zależność pomiędzy stopniem skażenia zielonki *E. coli* O157: H7 a ich liczbą w odchodach bydła stwierdzili Elder i wsp. (26). Zagrożenie epidemiologiczne STEC i VTEC jest zwiększone przez żywienie bydła dawkami o wysokim udziale pasz treściwych, a szczególnie skrobi trudno rozkładalnej w żwaczu, poprzez wzrost populacji *E. coli* w jelicie grubym i w kale (25). Wobec wysokich kosztów oznaczania serotypu *E. coli* O157: H7, Fenlon i Wilson (23) proponują oznaczanie liczny bakterii z grupy *coli* lub *E. coli* w kiszzonkach jako metodę oceny zagrożenia krwotoczną odmianą tej pałeczki (*E. coli* O157: H7).

W składzie mikroflory epifitycznej zielonek występują z różnym natężeniem pochodzące z gleby tlenowe, zimmolubne pałeczki *Listeria* spp. W kiszzonce, w której pH wynosi 4,4–4,8 *Listeria* spp. nie rozwija się. Zagrożeniu rozwojem pałeczek *Listeria* spp. sprzyja zbyt wolne obniżanie pH w pierwszej fazie zakiszczania (niedobór cukrów w surowcu, późna faza wegetacji roślin, dostęp tlenu) lub wtórny wzrost pH w kiszzonce, spowodowany rozkładem tlenowym mleczanów (27, 28, 29, 30, 31). Spośród sześciu gatunków należących do rodzaju *Listeria* największe zagrożenie kliniczne stwarza *Listeria monocytogenes* (30, 31). W obrębie tego gatunku stwierdzono

Tabela 1. Mikroflora epifityczna występująca w zielonkach i kiszonkach (10)

Grupa mikroorganizmów	Przedstawiciele	Stosunek do tlenu	Występowanie	
			zielonki	kiszonki stabilne
Bakterie fermentacji mlekowej	<i>Lactobacillus</i> spp. <i>Enterococcus</i> spp. <i>Leuconostoc</i> spp. <i>Pediococcus</i> spp.	beztlenowce	nieliczne liczne liczne liczne	liczne nieliczne nieliczne nieliczne
Pałeczki z grupy <i>coli</i>	<i>Citrobacter</i> spp. <i>E. coli</i> <i>Klebsiella</i> spp. <i>Enterobacter</i> spp.	tlenowce lub fakultatywne beztlenowce	liczne	nieliczne
Bakterie przetrwalnikujące	<i>Clostridium</i> spp. <i>Bacillus</i> spp.	beztlenowce tlenowce/beztlenowce	nieliczne lub brak	nieliczne lub brak
Grzyby	Drożdże <i>Torulopsis</i> spp. <i>Candida</i> spp. <i>Hansenula</i> spp. Pleśnie <i>Fusarium</i> spp. <i>Aspergillus</i> spp. <i>Penicillium</i> spp. <i>Mucor</i> spp.	tlenowce	liczne	nieliczne

wiele serotypów o różnej chorobotwórczości (32). Ścisłe związki pomiędzy wysokim pH kiszonek, ilością pleśni a stopniem skażenia *L. monocytogenes* stwierdzili Husu i wsp. (33) oraz Nowak (29). Jednakże Pauly i wsp. (28) nie wykazali istotnych korelacji między zawartością suchej masy i pH kiszonek a liczbą *L. monocytogenes*. Autorzy ci zaobserwowali jednak spadek liczebności populacji *L. monocytogenes* wraz ze wzrostem rozdrobnienia zielonki przed zakiszaniem. W kiszonkach produkowanych w technologii bel cylindrycznych stwierdza się o wiele częściej obecność *L. monocytogenes* aniżeli w prawidłowo sporządzonych kiszonkach, w silosach lub pryzmach (27, 34). Kelly i Gettinby (35) określili model matematyczny przewidywanego stopnia zagrożenia przez *L. monocytogenes* kiszonek w balotach z uszkodzoną okrywą foliową. Pozytywne efekty zastosowania do produkcji kiszonek kwasów organicznych oraz dodatków biologicznych na ograniczenie liczby *L. monocytogenes* stwierdził Lingvall (16).

Zastosowanie w żywieniu bydła kiszonek zawierających *L. monocytogenes* wywołuje zazwyczaj ukryty przebieg choroby. Tylko w nielicznych przypadkach mogą wystąpić u zwierząt objawy kliniczne. Obserwuje się natomiast obecność *L. monocytogenes* w mleku surowym oraz produktach mleczarskich (3, 4, 6, 30, 31).

Ważnym elementem jakości kiszonek jest ich stabilność tlenowa, czyli oporność na rozkład tlenowy. Bezpośrednią przyczyną niestabilności tlenowej kiszonek jest rozwój drożdży i pleśni. Aktywność pleśni i drożdży w zakiszonym surowcu roślinnym jest wynikiem nadmiernego jego podsuszenia oraz nieprawidłowego wybierania kiszonki z silosu. Rozwój pleśni

w kiszonkach jest skutkiem podwyższenia się pH z przemian tlenowych powodowanych przez drożdże. Niektóre rodzaje drożdży, np. *Candida* i *Hansula*, wykorzystują kwas mlekowy, co powoduje wzrost pH kiszonki i aktywności metabolicznej pleśni. Niestabilność tlenowa kiszonki wywołana przez rozwój drożdży nie powoduje obniżenia pobierania suchej masy tej paszy. Rozwój pleśni stanowi bezpośrednią przyczynę obniżenia smakowitości kiszonek dla bydła.

Rozkład tlenowy w kiszonkach rozpoczyna się już w pierwszej dobie zakiszania i jest ściśle związany ze stopniem zagęszczenia surowca oraz z długością okresu pomiędzy uformowaniem beli lub pryzmy a ich zabezpieczeniem (16, 36, 37). Procesy tlenowe w czasie przechowywania kiszonki wynikają ze wzmożonej infiltracji tlenowej oraz związane są z rozwojem pleśni na powierzchni (15). Kontakt z powietrzem kiszonek w fazie wybierania i zadawania stanowi główną przyczynę zagrzewania się kiszonek produkowanych w silosach przejazdowych lub pryzmach, natomiast w odniesieniu do kiszonek produkowanych w balotach jest ograniczony, co stanowi zaletę tej technologii. W tym przypadku większe praktyczne znaczenie ma stabilność kiszonek w czasie przechowywania balotów (36). Niekorzystny stosunek powierzchni balotu do jego objętości oraz niski stopień zagęszczenia i wynikająca z tego duża porowatość, a także częste uszkodzenia okrywy foliowej powodują, że kiszonki w balotach w znacznie większym stopniu narażone są na infiltrację powietrza w trakcie przechowywania (16). W balocie następuje w sposób ciągły wymiana gazowa, która polega na odplywieniu grawitacyjnym gazów fermentacyjnych, z jednoczesnym

zasysaniem powietrza (37). Intensywność tej wymiany zależy od porowatości kiszonki oraz szczelności okrywy (16). Zmniejszenie stopnia zagęszczenia o 20 kg s.m./m³ powoduje dwukrotny wzrost tempa przepływu gazów (37). Duże różnice temperatur między dniem i nocą powodują migrację wody z części centralnej na powierzchnię balotu, tworząc w ten sposób warunki do rozwoju pleśni (38). Szczelność okrywy foliowej balotów można określić udziałem bel porażonych pleśnią, z uwzględnieniem stopnia porażenia wierzchniej warstwy.

W kiszonkach mogą występować różne gatunki drożdży i pleśni. Niektóre pleśnie namnażają się na roślinach w czasie wzrostu na polu, a inne w czasie przechowywania kiszonki. Warunki, które sprzyjają rozwojowi drożdży i pleśni na roślinach podczas wegetacji to wilgotność powietrza powyżej 70% oraz wysoka temperatura. Pleśnie polowe przestają się rozwijać w czasie fermentacji z powodu obniżania pH oraz niskiej zawartości tlenu. Najczęściej spotykane pleśnie polowe produkujące mikotoksyny to: *Fusarium graminearum* i *Aspergillus flavus*. Najbardziej popularne pleśnie izolowane w większości pasz to *Mucor* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. i *Monilla* spp.

Powszechnie stwierdzanymi mikotoksynami są: aflatoksyna, deoksyniwaleol (DON), zearalenon, toksyna T-2, fumonizyna, które są produkowane przez *Fusarium* spp. Deoksyniwaleol, zearalenon i toksyna T-2 zaliczane są do klasy trichotecen. Mikotoksyny, poza toksyną PR produkowaną przez *Penicillium roqueforti*, są trudne do wykrycia przy zastosowaniu rutynowych metod diagnostycznych (12).

Według Dänicke i Oldenburg (39) w czasie zakiszania ginie znaczna część

Tabela 2. Minimalne stężenia kwasów organicznych (w g/kg surowca) hamujące rozwój niektórych bakterii (21)

Bakterie	Kwas mrówkowy	Kwas propionowy	Kwas mlekowy
<i>Salmonella typhimurium</i>	1,0	1,5	3,0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1,0	2,0	3,0
<i>Escherichia coli</i>	1,5	2,0	4,0
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,5	2,5	4,0
<i>Listeria monocytogenes</i>	1,0	2,0	3,0
<i>Campylobacter jejuni</i>	1,0	2,0	3,0
<i>Clostridium botulinum</i>	1,5	2,5	3,0
<i>Clostridium perfringens</i>	1,0	2,5	2,5

Tabela 3. Minimalne stężenia kwasów organicznych (w g/kg surowca) hamujące rozwój niektórych pleśni (21)

Pleśnie	Kwas mrówkowy	Kwas propionowy	Kwas octowy	Kwas sorbowy
<i>Aspergillus niger</i>	5,0	2,5	5,0	5,0
<i>Penicillium expansum</i>	1,0	1,3	2,5	0,5
<i>Fusarium nivale</i>	2,5	1,3	5,0	0,5
<i>Cladosporium spp.</i>	1,0	2,5	2,5	2,5

zarodników grzybów oraz następuje redukcja aktywności mikotoksyn. Czynniki inaktywującymi są enzymy bakteryjne, roślinne, a także aminy, amoniak lub grupy SH, z którymi tworzą połączenia.

Najczęściej wykrywaną toksyną w kiszonkach i w mleku jest deoksynivalenol. W warunkach niskiego pH oraz działania enzymów bakteryjnych mikotoksyna ta wykazuje znaczną stabilność i jest wykrywana w kiszonkach. Obserwacje krów żywionych paszami skażonymi wysokimi dawkami deoksynivalenolu nie wykazały negatywnych skutków w pobieraniu suchej masy i wydajności mlecznej. W innych badaniach stwierdzono natomiast ujemną korelację między poziomem skażenia deoksynivalenolem a produkcją mleka i zdrowotnością krów (12).

Często identyfikowaną toksyną w kiszonkach jest zearalenon. Jednak tylko wysokie dawki tej toksyny oddziałują na płodność jałówek i krów (12). Zazwyczaj wszystkie toksyny produkowane przez *Fusarium spp.* są przekształcane przez mikroorganizmy z waczą w mniej toksyczne pochodne (40).

Seglar (10), monitorując rozwój pleśni w kiszonkach, stwierdził, że w paszach tych występuje często toksyna PR produkowana przez niektóre szczepy *Penicillium roqueforti*. Badania nad oddziaływaniem PR toksyny na organizm krów wskazują, że może być ona przyczyną poronień oraz odklejania łożyska.

Sposobem na poprawę jakości higienicznej kiszzonek jest stosowanie dodatków do zakiszania. Działanie dodatków kiszonkarskich na jakość mikrobiologiczną kiszzonek obejmuje przede wszystkim zagwarantowanie prawidłowej fermentacji oraz ich specyficzne oddziaływanie na poszczególne gatunki bakterii i grzybów

patogennych. Dodatki do produkcji kiszzonek dzielimy na zakwaszające środowisko i inhibitory fermentacji (chemiczne) oraz inokulanty mikrobiologiczne jako stymulatory fermentacji.

Wśród dodatków chemicznych dominują krótkołańcuchowe kwasy organiczne, których skuteczność działania w stosunku do poszczególnych drobnoustrojów jest zróżnicowana (tab. 2, 3). Stosowanie preparatów z dużym udziałem kwasu mrówkowego obniża liczbę *Clostridium* i *Escherichia coli* w kiszonkach z traw i koniczyny czerwonej oraz drożdży i grzybów pleśniowych w kiszonce z kukurydzy (13, 41). Ponadto liczba przetrwalników *Clostridium* w mleku zbiorczym pozyskiwanym w okresie stosowania kiszzonek z dodatkiem inhibitora fermentacji była mniejsza, niż podczas stosowania kiszzonek bez dodatków.

Preparaty mikrobiologiczne, oprócz bakterii stymulujących homofermentację mlekową, zawierają także bakterie o specyficznym działaniu na patogenną mikroflorę. Ten rodzaj mikroflory reprezentuje *Lactobacillus buchneri*, który, poprzez degradację kwasu mlekowego do kwasu octowego i 1,2-propenodiolu, redukuje populację drożdży i pleśni w kiszonce (41). Podobne fungistatyczne efekty można uzyskać, stosując w szczepionkach *Propionibacterium shermanii* (42). Badania Fenlona i wsp. (43) wykazały, że poprzez bakteriocyny wytwarzane przez *Pediococcus acidilactici* JBL 1096 można zredukować populację *L. monocytogenes* w kiszonce z traw w czasie pierwszych 14 dni fermentacji.

Podsumowując, można stwierdzić, że jakość kiszzonek w decydującej mierze jest uzależniona od przebiegu procesów fermentacyjnych, które często nie są w pełni prawidłowe. Duży wpływ na przebieg fermentacji ma rodzaj i wilgotność surowców

roślinnych, sprawny ich zbiór oraz technologia produkcji kiszzonek. Spełnienie tych warunków ogranicza możliwość występowania w kiszonce czynników patogennych, do których zalicza się laseczki z rodzaju *Clostridium*, *Listeria monocytogenes*, drożdże i pleśnie. Uzyskanie wysokiej jakości mikrobiologicznej kiszzonek powoduje często konieczność zastosowania dodatków chemicznych i biologicznych inokulantów.

Piśmiennictwo

- Larsen H.D., Jørgensen K.: Growth of *Bacillus cereus* in pasteurized milk products. *Int. J. Food Microbiol.* 1999, **46**, 173-176.
- Lindgren S.: Can HACCP principles be applied for silage safety? W: *Relation to Animal Performance, Animal Health, Meat and Milk Quality. XIIth Int. Silage Conf., Uppsala, Sweden.* 1999, s. 51-66.
- Meyer-Broseta S., Diot A., Bastian S., Riviere J., Cerf O.: Estimation of low bacterial concentration: *Listeria monocytogenes* in raw milk. *Int. J. Food Microbiol.* 2003, **80**, 1-15.
- Luukkonen J., Kempainen A., Kärki M., Laitinen H., Marit M., Sivelä S., Taimisto A.M., Ryhänen E.L.: The effect of a protective culture and exclusion of nitrate on the survival of enterohemorrhagic *E. coli* and *Listeria* in Edam cheese made from Finnish organic milk. *Int. Dairy J.* 2005, **15**, 449-457.
- Schaeren W., Maurer J., Lugimbühl W.: Composition du lait de vaches affourageevec ou sans ensilage. *Rev. suisse Agric.* 2005, **37**, 55-60.
- Leclerc V., Dufour B., Lombard B., Gauchard F., Garin-Bastuji B., Salvat G., Brisabois A., Poumeyrol M., De Buyser M.L., Gnanou-Besse N., Lahellec C.: Pathogens in meat and milk products: surveillance and impact on human health in France. *Livest. Prod. Sci.* 2002, **76**, 195-202.
- Rooke J.E.: The numbers of epiphytic bacteria on grass at ensilage on commercial farms. *J. Sci. Food Agric.* 1990, **51**, 525-533.
- McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E.: *The Biochemistry of Silage.* Chalcombe Marlow Bucks, UK, 1991.
- Spoelstra S.F.: Comparison of the content of clostridial spores in wilted grass silage ensiled in either laboratory, pilot-scale or farm silos. *Netherl. J. Agric. Sci.* 1990, **38**, 423-434.
- Seglar B.: Ruminant disorders associated with pathogens found within ensiled forages. *Proc. 32th Annual Conference American Association of Bovine Practitioners., Nashville, USA 23-26 September, 1999*, s. 54-60.
- Weinberg Z.G., Ashbell G., Chen Y., Gamburg M., Sela S.: The effect of sewage irrigation on safety and hygiene of forage crops and silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2004, **116**, 271-280.
- Bauer J.: Pilzstoffwechselprodukte in Silagen: Einfluss auf die Gesundheit von Wiederkäuern. *VII Międzyn. Konf. Nauk. „Mikotoksyny i patogenne pleśnie w środowisku”, Bydgoszcz*, 2004, 43-53.
- Selwet M.: Wpływ kwasu mrówkowego na stan mikrobiologiczny kiszzonek. *Medycyna Wet.* 2004, **60**, 763-765.
- Lind H., Jonsson H., Schnürer J.: Antifungal effect of dairy propionibacteria – contribution of organic acids. *Int. J. Food Microbiol.* 2005, **98**, 157-165.
- O'Brien M., O'Kiely P., Forristal P., Fuller H.: Fungi isolated from contaminated baled grass silage on farms in the Irish Midlands. *FEMS Microbiology Letters*, 2005, **247**, 131-135.
- Lingvall P.: The bale silage technology. Factors influencing fermentation, hygienic quality, storage stability and production costs. *XIIIth Int. Silage Conf., Auchincruive, Scotland*, 2002, 162-163.
- Min D.H., Vough L.R., Reeves III J.B.: Dairy slurry effects on forage quality of orchardgrass, reed canarygrass and alfalfa-grass mixtures. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2002, **95**, 143-157.
- Flythe M.D., Russell J.B.: The effect of pH and bacteriocin (bovicin HC5) on *Clostridium sporogenes* MD1, a bacterium that has the ability to degrade amino acids in ensiled plant materials. *FEMS Microbiol. Ecol.* 2004, **47**, 215-222.
- Dulphy J.P., Van Os M.: Control of voluntary intake of precision-chopped silages by ruminants: a review. *Reprod. Nutr. Dev.* 1996, **36**, 113-135.

20. Böhnel H., Neufeld B., Gessler F.: Botulinum neurotoxin type B in milk from a cow affected by visceral botulism. *Vet. J.* 2005, **169**, 124-125.
21. Purwin C., Łaniewska-Trokenheim Ł., Warmińska I., Tywończuk J.: Jakość kiszzonek – aspekty mikrobiologiczne, zdrowotne i produkcyjne. *Medycyna Wet.* 2006, **62**, 865-869.
22. Pauly T.M., Rodhe L.: Slurry application on ley – effect of application method on the hygienic quality of grass silage. *XIIIth Internat. Silage Conf., Auchincruive, Scotland*, 2002, 410-411.
23. Fenlon D.R., Wilson J.: Growth of *Escherichia coli* O157 in poorly fermented laboratory silage: a possible environmental dimension in the epidemiology of *E. coli* O157. *Letters Appl. Microbiol.* 2000, **30**, 118-121.
24. Osek J.: *Escherichia coli* O157 – groźny patogen o szerokiej chorobotwórczości. *Medycyna Wet.* 1999, **55**, 215-221.
25. Callaway T.R., Elder R.O., Keen J. E., Anderson R. C., Nisbet D.J.: Forage feeding to reduce preharvest *Escherichia coli* populations in cattle, a review. *J. Dairy Sci.* 2003, **86**, 852-860.
26. Elder R.O., Keen J.E., Siragusa G.R., Barkocy-Gallagher G.A., Koohmariaie M., Laegreid: Correlation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157 prevalence in feces hides and carcasses of beef cattle during processing. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2000, **97**, 2999-3003.
27. Fenlon D.R., Wilson J., Weddell J.R.: The relationship spoilage and *Listeria monocytogenes* contamination in bagged and wrapped big bale silage. *Grass Forage Sci.* 1989, **44**, 97-100.
28. Pauly T.M., Hanson I., Tham W.A.: The effect of mechanical forage treatments on the growth of *Clostridium tyrobutyricum* and *Listeria monocytogenes* in grass silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1999, **78**, 127-139.
29. Nowak J.: Występowanie listerii (*Listeria monocytogenes*) w kiszzonkach paszowych. *Post. Nauk Rol.* 2001, **6**, 29-39.
30. Gliński Z., Luft-Deptuła D., Kostro K.: Biologia i patogenność *Listeria monocytogenes* dla zwierząt i człowieka. *Medycyna Wet.* 2003, **59**, 1059-1063.
31. Osek J.: *Listeria monocytogenes* – groźny czynnik zakażeń pokarmowych. *Medycyna Wet.* 2005, **61**, 243-248.
32. Gudmundsdottir K.B., Aalbak B., Sigurdarson S., Gunnarsson E.: The diversity of *Listeria monocytogenes* strains from 10 Icelandic sheep farms. *J. Appl. Microbiol.* 2004, **96**, 913-921.
33. Husu J.R., Sivelä S.K., Rauramaa A.L.: Prevalence of *Listeria* species as related to chemical quality of farm – ensiled grass. *Grass Forage Sci.* 1990, **45**, (3), 309-314.
34. Müller C. E.: Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as a feed for horses. *Grass Forage Sci.* 2005, **60**, 109-118.
35. Kelly L.A., Gettinby G.: Compartmental models for predicting the level listerial contamination in a damaged silage bale. *Annual Meeting of the Society for Risk Analysis – Europe*, 1996. *Abstract. www.riskworld.com*.
36. O'Kiely P., Forristal P.D.: Interaction of compaction and anaerobiosis on the conservation characteristics of ensiled grass. *XIIIth Internat. Silage Conf., Auchincruive, Scotland* 2002, 148-149.
37. Weinberg Z.G., Ashbell G.: Engineering aspects of ensiling. *Biochemical Eng. J.* 2003, **13**, 181-188.
38. González G., Rodríguez A.A.: Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability, and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. *J. Dairy Sci.* 2003, **86**, 926-933.
39. Dänicke S., Oldenburg E.: Risikofaktoren für die Fusariumtoxinbildung in Futtermitteln und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelerzeugung und Fütterung. *Landbauforschung Völknerode (FAL), Sonderheft* 2000, 216.
40. Swanson S.P., Nicoletto J., Rood H.D.F., Buck W.B., Cote L.M.: Metabolism of three trichothecene mycotoxins, T-2 toxin, diacetoxyscirpenol and deoxynivalenol by bovine rumen microorganisms. *J. Chromatogr.* 1987, **414**, 335-342.
41. Kostulak-Zielińska M., Potkański A., Przybylski M., Selwet M., Perkowski J.: Wartość higieniczna kukurydzy zakiszanej z dodatkiem konserwantu chemicznego. *Medycyna Wet.*, 2002, **58**, 792-795.
42. Weinberg Z.G., Muck R.E.: New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.* 1996, **19**, 53-68.
43. Fenlon D.R., Wilson J., Donald S.: The use of bacteriocin producing *Pediococcus acidilactici* as a silage inoculant to control contamination by listeria. In: *Silage Research, Proceedings of the Tenth International Conference on Silage Research* (O'Kiely P., O'Connell Mm and Murphy J. Eds.), Dublin City, 1993, 80-81.

Dr hab. Cezary Purwin, prof. UWM, Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 8, 10-719 Olsztyn