

Jakość kiszonek – aspekty mikrobiologiczne, zdrowotne i produkcyjne

CEZARY PURWIN, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM*,
IWONA WARMIŃSKA-RADYKO*, JAN TYWOŃCZUK

Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Wydziału Bioinżynierii Zwierząt UWM,
ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn

*Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności Wydziału Nauki o Żywności UWM, pl. Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn

Purwin C., Łaniewska-Trokenheim Ł., Warmińska-Radyko I., Tywończuk J.
Silage quality: microbiological, health-promoting and production aspects

Summary

The quality of raw milk and dairy products is related primarily to the quality of silage fed to cows. The kind of raw material and environmental conditions determine the composition of epiphytic microflora on the surface of the vegetative parts of green plants, thus affecting the final microbiological quality of silage. One of the key factors in deteriorating silage quality is a low dry matter content of the raw material, which may lead to the growth and development of anaerobic rods of the genus *Clostridium* sp. causing butyric acid fermentation. The products of this fermentation contribute to reduced silage intake. Another quality-related problem is low aerobic stability for silage, which causes an increase in the *Listeria monocytogenes* count (raw material contamination with these microorganisms may cause the occurrence of listeriosis in animals). A high dry matter concentration (>50%) in the raw material makes silage more susceptible to self-heating and infestations with toxin-producing fungi. The progress observed in silage production technologies primarily concerns maize silage and maize grain silage, whose quality depends upon the growth stage. Delayed harvest aimed at achieving a high dry matter yield results in the mass proliferation of yeasts and mould. Consequently, maize silage has the highest dynamics of changes in microbiological quality.

Keywords: microbiological quality, silage, *Clostridium*

Prawidłowe wykonanie kiszonki stymuluje rozwój bakterii fermentacji mlekowej, ogranicza straty cukrów i innych składników pokarmowych oraz zwiększa pobieranie suchej masy. Standardowa ocena jakości kiszonek obejmuje określenie udziału kwasów organicznych, azotu amoniakalnego, alkoholu. Jakość mikrobiologiczna i wartość pokarmowa tej paszy uzależniona jest od surowca, technologii produkcji oraz stosowanych dodatków (chemicznych lub biologicznych).

Do podstawowych czynników obniżających jakość mikrobiologiczną kiszonek, należy zaliczyć, m.in.:

- niską zawartość suchej masy w, co może być przyczyną rozwoju laseczek beztlenowych z rodzaju *Clostridium*, prowadzących fermentację masłową, której produkty przyczyniają się m.in. do zmian sensorycznych, a tym samym obniżenia pobierania kiszonki,

- niską stabilność tlenową, która powoduje m.in. wzrost liczebności pałeczek *Listeria monocytogenes* (surowiec zanieczyszczony tymi drobnoustrojami, w efekcie może być przyczyną wystąpienia listeriozy u zwierząt),

- nadmierną koncentrację suchej masy (> 50%) w surowcu, która powoduje zwiększenie podatności

uzyskanej kiszonki na porażenie grzybami w tym szczepami toksynotwórczymi.

W ocenie mikrobiologicznej kiszonek uwzględnia się przede wszystkim stopień zanieczyszczenia patogennymi bakteriami z rodziny *Enterobacteriaceae*, w tym m.in. *Salmonella* oraz szczepami *E. coli* (27). *Escherichia coli* 0157:H7 w kiszonce w sprzyjających warunkach może być przyczyną schorzeń przewodu pokarmowego i *mastitis* (14). Obecność pałeczek *Salmonella* w kiszonce może być groźna, szczególnie dla młodych, rosnących zwierząt (9).

Mikroflora epifityczna

Rodzaj surowca oraz czynniki środowiskowe determinują skład mikroflory epifitycznej w zakiszanej masie. Wyróżnia się następujące typy mikroflory występującej na częściach wegetatywnych roślin zielonych:

- bakterie fermentacji mlekowej – np. pałeczki *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* oraz pałeczkowce, np. *Enterococcus* sp.,

- beztlenowe laseczki przetrwalnikujące z rodzaju *Clostridium* i tlenowe z rodzaju *Bacillus*,

– pałeczki grupy coli (*Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter sp.*, *Klebsiella sp.*),

– grzyby (drożdże i pleśnie).

Najlichnieszą grupę stanowią drożdże i pleśnie (tab. 1), które mają negatywny wpływ na jakość kiszonek. Ich aktywność jest ograniczana przez odcięcie dostępu powietrza do zakiszanej masy. Najbardziej licznie w surowcu pałeczki z grupy coli zdolne są do tlenowego wzrostu, a ich metabolity powodują również obniżenie jakości kiszonek. Bakterie fermentacji mlekowej, które naturalnie występują na roślinach nie stanowią licznej populacji (< 1% całej mikroflory). W optymalnych warunkach przebiegu procesu zakiszania dochodzi do ich szybkiego namnażania i intensywnej produkcji kwasu mlekowego. Bakterie te występują zwykle na całych roślinach i są bardziej rozpowszechnione na zewnętrznych stronach liści niż na łodygach.

Obecność bakterii tworzących przetrwalniki (laseczek z rodzaju *Bacillus* i *Clostridium*) najczęściej jest rezultatem zanieczyszczenia surowca obornikiem, glebą lub nawożenia roślin gnojowicą. Liczebność tych drobnoustrojów jest dodatnio skorelowana z zawartością azotu w zielonce. Bakterie z rodzaju *Clostridium* i *Lactobacillus* powszechnie występują na roślinach uprawianych na stanowiskach, które były wcześniej pastwiskami (15, 25).

Populacja pałeczek fermentacji mlekowej z rodzaju *Lactobacillus sp.* występująca na poroście łąkowym rozwija się od kwietnia do września. W zbożach wraz z ich dojrzewaniem istnieje tendencja do wzrostu populacji drożdży.

Zagrożenia związane z rozwojem laseczek z rodzaju *Clostridium*

Produkcja kiszonek odznaczających się nadmierną wilgotnością powoduje uaktywnienie się *Clostridium sp.* należących do grupy:

– sacharolitycznej prowadzących fermentację masłową *Cl. butyricum*, *Cl. parabutyricum*, *Cl. tyrobutyricum*, *Cl. scatol*,

– proteolitycznej powodujących rozkład białek *Cl. sporogenes*, *Cl. perfringens*, *Cl. botulinum*.

Clostridium sp. są w stanie tolerować znaczne zakwaszenie środowiska o dużej zawartości wody, a ich aktywność hamowana jest dopiero poniżej pH 4,0. W kiszoncek, które zawierają ponad 35% s.m. aktywność laseczek z rodzaju *Clostridium* jest niewielka. Zbiór zielonki w późnej fazie wegetacji roślin powoduje, że surowiec odznacza się niską i niewystarczającą zawartością cukrów rozpuszczalnych koniecznych do przebiegu fermentacji. W takich warunkach zakwaszenie do pH 4,5 jest niemożliwe, co w konsekwencji ułatwia rozwój *Clostridium sp.* (20).

Tab. 1. Mikroflora epifityczna występująca w zielonce i kiszonce (18)

Wyszczególnienie	Przykłady	Stosunek do tlenu	Występowanie	
			zielonka	kiszonka
Bakterie fermentacji mlekowej	<i>Lactobacillus sp.</i> <i>Enterococcus sp.</i> <i>Leuconostoc sp.</i> <i>Pediococcus sp.</i>	beztlenowce	nieliczne liczne liczne liczne	liczne nieliczne nieliczne nieliczne
Pałeczki z grupy coli	<i>Citrobacter sp.</i> <i>E. coli</i> <i>Klebsiella sp.</i> <i>Enterobacter sp.</i>	tlenowce lub fakulatatywne beztlenowce	liczne	nieliczne
Bakterie przetrwalnikujące	<i>Clostridium sp.</i> <i>Bacillus sp.</i>	beztlenowce tlenowce/beztlenowce	nieliczne lub brak	nieliczne lub brak
Grzyby	Drożdże: <i>Torulopsis sp.</i> <i>Candida sp.</i> <i>Hansenula</i> Pleśnie: <i>Fusarium</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium sp.</i> <i>Mucor sp.</i>	tlenowce	liczne	nieliczne

W wyniku rozwoju proteolitycznych szczepów *Clostridium* w kiszoncek powstają z rozkładu białek i aminiokwasów aminy, amidy i amoniak. Związki te podobnie jak nadmierna wilgotność i wysoka kwasowość są uznawane za przyczynę obniżonego pobierania suchej masy kiszonek przez przeżuwacze (12, 17). W kiszonce mogą być obecne różne gatunki *Clostridium*, które prowadzą rozkład białek i węglowodanów, co decyduje o reakcji zwierząt na podawane kiszoncek. *Clostridium butyricum* produkuje wyłącznie kwas masłowy, co powoduje obniżone pobranie suchej masy kiszonek przez zwierzęta. Kiszonki, w których rozwinęły się laseczki *Clostridium scatol*, zawierają różne produkty fermentacji, począwszy od octanów do kapronianów (18). Kiszonki, w których rozwinęły się laseczki z rodzaju *Clostridium* charakteryzuje zielonooliwkowa barwa, naruszona struktura i mazistość, zapach zjełczałego masła (17).

Żywienie krów kiszoncekami zawierającymi laseczki *Clostridium sp.* powoduje zanieczyszczenie mleka, co jest jedną z przyczyn występowania wad mikrobiologicznych dojrzewających serów. Badania obejmujące analizę mikrobiologiczną mleka w Szwajcarii wykazały, że w okresie żywienia zimowego wzrastała liczebność *Clostridium tyrobutyricum* w mleku krów żywionych dawkami z udziałem kiszonek (16). Kiszonki złej jakości, zanieczyszczone przez laseczki *Clostridium*, w szczególności *Clostridium perfringens* mogą powodować występowanie enteroksemii u bydła mlecznego.

Listerioza

Kiszonki o niskiej jakości są głównym źródłem zakażenia zwierząt pałeczkami *Listeria monocytogenes*, powodując występowanie listeriozy (5). Warunkiem zahamowania wzrostu tej pałeczki jest szybkie zakwaszenie środowiska poniżej pH 5,5 oraz stworzenie

Tab. 2. Gatunki pleśni najczęściej występujące w kiszonkach (Seglar, 1999 w modyfikacji Łaniewskiej-Trokenheim i Warmińskiej-Radyko)

Wyszczególnienie	Charakterystyka	Toksyny i ich skutki
<i>Fusarium tricinctum</i>	grzybnia barwy białej do różowej, puszysta, barwiąca ziarna na czerwony kolor	T-2; obniża przyrosty i produkcję mleka
<i>Fusarium graminearum</i>	grzybnia barwy białej do szarej, puszysta, wysoka z czarnymi zarodnikami, występuje w glebie, oborniku, szczątkach roślin, także na ziarnach zbóż	zearalenon – rozród DON – niechęć do pobierania paszy, obniżony przyrost świń
<i>Fusarium moniliforme</i>	występuje głównie na ziarnie kukurydzy	fumonizyna – oddziałuje przede wszystkim na konie, świnie i ludzi
<i>Mucor sp.</i>	biało-szare, puszyste z czarnymi zarodnikami; występuje w glebie i oborniku	brak
<i>Monillia</i>	grzybnia biała do biało-różowej, zarodniki barwy żółtej do oliwkowej	brak
<i>Aspergillus flavus</i>	występuje najczęściej w trawach, pszenicy, życie i jęczmieniu	alkaloidy ergotropowe – wywołujące martwicę kopyt, dreszcze, konwulsje, toksyny kumulują głównie w strzępkach grzybni w mniejszych ilościach wydziela do środowiska
<i>Aspergillus fumigatus</i>	w kiszonkach grzybnia słabo rozwinięta, niska, konidiofory krótkie z oliwkowożółtymi konidiami, łatwo ulegającymi rozpyleniu	aflatoksyny B1, B2, G1, G2, kancerogenne, powodujące krwotoki, biegunki i znaczne ograniczenie pobrania paszy
<i>Aspergillus ochraceus</i>	wytwarza zarodniki barwy żółtej, pomarańczowej i pomarańczowo-czerwonej	wytwarza ochratoksynę, aflatoksynę, kwas penicylinowy; nefropatia u świń, dorosłe przeżuwacze są mało wrażliwe
<i>Penicillium viridicatum</i>	występuje w kukurydzy i na innych zbożach	ochratoksyna patrz <i>A. ochraceus</i>
<i>Penicillium citrinum</i>	występuje w kukurydzy i na innych zbożach, w glebie i na szczątkach roślin	citrinina – obniżenie pobrania paszy i spadek masy ciała, powoduje nefrotoksykozę prosiąt
<i>Penicillium rouquelforti</i>	występuje w kiszonce z kukurydzy i innych zbóż	PR toksyna – zaburzenia w rozrodzie

warunków beztlenowych. Pałeczki *Listeria monocytogenes* nie namnażają się w prawidłowo sporządzonej kiszonce, której pH wynosi 4,4-4,8 (23). Trawy i rośliny motylkowate zbierane w późnej fazie wegetacji, sprzyjają rozwojowi tego gatunku, ponieważ charakteryzują się wówczas niską zawartością cukrów rozpuszczalnych, co jest przyczyną wolniejszego i niedostatecznego przebiegu fermentacji mlekowej i niezadawalającego obniżenia pH w kiszonce. Kiszonki charakteryzujące się niską kwasowością, porażone przez pleśnie, najczęściej zawierają *Listeria monocytogenes* w dużych populacjach (13).

Listeria monocytogenes najczęściej rozwija się w kiszonkach w skrajnych częściach przyzmy i przy ścianach silosu oraz w zmrożonych partiach paszy. Należy nadmienić, że w kiszonkach produkowanych w technologii bel cylindrycznych stwierdza się o wiele częściej obecność *Listeria monocytogenes* aniżeli w prawidłowo sporządzonych kiszonkach, w silosach lub przyzmach (3). Kiszonka z kukurydzy miernej jakości jest na ogół bardziej prawdopodobną przyczyną listeriozy w porównaniu do innych kiszonek. Zastosowanie takiej kiszonki w żywieniu bydła wywołuje zazwyczaj ukryty przebieg choroby. Tylko w nielicznych przypadkach występują u zwierząt objawy kliniczne, obserwuje się jednak obecność *Listeria monocytogenes* w mleku surowym, produktach mleczarskich, a także mięsie i jego przetworach (10, 11, 22).

Drożdże, pleśnie i mikotoksyny

Rozwój drożdży i pleśni jest przyczyną ograniczenia stabilności tlenowej kiszonek. Aktywność pleśni i drożdży w zakiszonym surowcu roślinnym jest wynikiem nadmiernego jego podsuszenia oraz nieprawidłowego wybierania kiszonki z silosu. Niektóre rodzaje drożdży, np. *Candida* i *Hansenula* wykorzystują kwas mlekowy, co powoduje wzrost pH, samozagrzewanie się i obniżenie wartości pokarmowej kiszonki. Procesom tym towarzyszy wzrost aktywności metabolicznej pleśni, co stanowi bezpośrednią przyczynę obniżenia smakowitości kiszonek (8). Niektóre pleśnie namnażają się na roślinach w czasie wzrostu na polu, a inne w czasie przechowywania kiszonki (tab. 2). Najczęściej występujące pleśnie „polowe” produkujące mikotoksyny to: *Fusarium graminearum* i *Aspergillus flavus*. Najbardziej popularne pleśnie izolowane w większości pasz to: *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Monilla sp.* Powszechnie diagnozowanymi mikotoksynami są: aflatoksyna, DON (deoksyniwalenol), zearalenon, T-2, fumonizyna, które są produkowane przez *Fusarium sp.* DON, zearalenon i T-2 zaliczane są do klasy trichotecen. Mikotoksyny, poza PR toksyną są trudne do wykrycia przy zastosowaniu rutynowych metod diagnostycznych (1). W procesie kisenia ginie znaczna część zarodników grzybów oraz następuje redukcja aktywności mikotoksyn (8). DON jest najczęściej wykrywaną toksyną w kiszonkach i w mleku. W warunkach niskiego pH oraz działania enzymów bakteryjnych, następuje inaktywacja części

mikotoksyn, natomiast DON wykazuje znaczną stabilność i jest wykrywany w kiszonkach. Obserwacje krów żywionych paszami zawierającymi znaczne stężenia DON nie wykazały negatywnych skutków w pobieraniu suchej masy i wydajności mlecznej. W innych badaniach stwierdzono natomiast ujemną korelację między poziomem zawartości DON, a produkcją mleka i zdrowotnością krów (1).

Często identyfikowaną toksyną w kiszonkach jest zearalenon. Jednak tylko wysokie dawki tej toksyny oddziałują na płodność jałówek i krów (7). Zazwyczaj wszystkie toksyny produkowane przez *Fusarium sp.* są przekształcane przez mikroorganizmy żwacza w mniej toksyczne pochodne (21). Produkowana przez niektóre szczepy *Penicillium requefortii* PR toksyna może być przyczyną poronień oraz stwarzać problemy z odklejaniem łożyska (17).

Mikotoksyny są jednak najczęściej dodatkowym czynnikiem potęgującym skutki błędów żywieniowych, kwasicy żwacza i innych chorób metabolicznych.

Jakość mikrobiologiczna i stabilność kiszonki z kukurydzy

Późny termin zbioru kukurydzy na kiszonkę w celu osiągnięcia wysokiej zawartości suchej masy w powoduje częste przemarzanie oraz zawilgocenie roślin, co sprzyja rozwojowi mikroflory grzybowej. Badania autorów przeprowadzone na trzech plantacjach kukurydzy w rejonie Warmii i Mazur (tab. 3) wykazały, że surowiec charakteryzował się kilkukrotnie wyższym stopniem porażenia pleśniami i drożdżami, w porównaniu do wyników uzyskanych w innych strefach klimatycznych. Wskazują one, że w czasie fermentacji nastąpiła redukcja liczebności pleśni i drożdży oraz zawartości DON w zakiszanej kukurydzy. Badania stabilności wykazały, że w czasie ekspozycji tlenowej nastąpił ponowny wzrost mikroflory grzybowej. Analiza wpływu fazy dojrzałości kukurydzy na występowanie pleśni i drożdży w zielonce i kiszonce wykazała, że w miarę dojrzewania roślin wzrastał stopień porażenia zielonki tą mikroflorą. W czasie zakiszania populacja grzybów uległa znacznej redukcji w kiszonkach uzyskanych z zielonki zbieranej w dojrzałości woskowej lub pełnej ziarna. Natomiast w kiszonkach uzyskanych z kukurydzy zbieranej w fazie dojrzałości mlecznej ziarna obserwowano znaczący jej wzrost. W okresie inkubacji tlenowej kiszonka ta charakteryzowała się największą dynamiką wzrostu drożdży i pleśni (4).

Dodatki do zakiszania a jakość mikrobiologiczna kiszonek

Podstawowym celem stosowania dodatków do zakiszania jest uzyskanie prawidłowej fermentacji. Wpływ dodatków kiszonkarskich na jakość mikrobiologiczną

Tab. 3. Jakość mikrobiologiczna zielonki z kukurydzy (Łaniewska-Trokenheim, Purwin, 2003)

Gatunek drobnoustrojów	Rodzaj podłoża	Plantacja			
		1	2	3	
<i>Dobnoustroje mezofilne</i>	Agar odżywczy	9,28	9,56	9,00	
<i>Enterococcus sp.</i>	S lants	3,75	3,60	3,83	
	Chromocult	3,73	3,81	3,85	
<i>Staphylococcus sp.</i>	RDF	5,90	5,00	5,95	
<i>Lactobacillus sp.</i>	MRS	nieobecne w 0,1 g	nieobecne w 0,1 g	nieobecne w 0,1 g	
Grzyby	pleśń nie	Podłoże z różem bengalskim	7,90	7,30	7,00
	drożdże	YGC	7,30	7,95	6,00
Bakterie z grupy coli	Chromocult	7,40	6,80	7,62	
<i>Escherichia coli</i>	Chromocult	7,60	7,30	6,30	
<i>Clostridium</i> z grupy sacharolitycznej	RCM	nieobecne w 1 g	nieobecne w 1 g	nieobecne w 1 g	
<i>Clostridium</i> z grupy proteolitycznej	TSC	nieobecne w 1 g	nieobecne w 1 g	nieobecne w 1 g	

logiczną kiszonek obejmuje ich specyficzne oddziaływanie na poszczególne gatunki bakterii i grzybów patogennych.

Dodatki do produkcji kiszonek dzieli się na chemiczne (inhibitory fermentacji) oraz mikrobiologiczne (stymulatory).

Wśród dodatków chemicznych dominują krótko łańcuchowe kwasy organiczne, których skuteczność działania w stosunku do poszczególnych drobnoustrojów jest zróżnicowana. Najskuteczniejszym działaniem antybakteryjnym odznacza się kwas mrówkowy. Stosując preparaty z dużym udziałem kwasu mrówkowego można uzyskać obniżenie liczby *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Pseudomonas* i *Listeria* w kiszonkach z traw i koniczyny czerwonej, a także drożdży i grzybów pleśniowych w kiszonce z kukurydzy (8, 19). Najbardziej efektywne w hamowaniu rozwoju grzybów są natomiast kwas propionowy i sorbowy.

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 (6). Podobne fungistatyczne efekty można uzyskać, stosując w szczepionkach *Propionibacterium schermanii* (24, 26). Poprzez bakteriocyny wytwarzane przez *Pediococcus acidilactici* JBL 1096 może ulegać redukcji populacja *Listeria monocytogenes* w kiszonce z traw w czasie pierwszych 14 dni fermentacji (2).

Podsumowując należy stwierdzić, że wymagana jakość kiszonek w decydującej mierze jest uzależniona od prawidłowego przebiegu procesów fermentacyjnych. Duży wpływ na przebieg fermentacji ma rodzaj surowca i jego wilgotność oraz technologia produkcji

kiszoncek. Uzyskanie wysokiej jakości mikrobiologicznej kiszoncek wymaga stosowania dodatków chemicznych lub biologicznych inokulantów. Spełnienie tego warunku ogranicza możliwość występowania w kiszoncek czynników patogennych, do których zalicza się laseczki z rodzaju *Clostridium*, *Listeria monocytogenes*, drożdże i pleśnie.

Piśmiennictwo

1. Bauer J.: Pilzstoffwechselprodukte in Silagen: Einfluss auf die Gesundheit von Wiederkäuern. Mat. Konf. VII Międzynarod. Konf. „Mikotoksyny i patogenne pleśnie w środowisku”, Bydgoszcz, lipiec 2004, s. 43-53.
2. Fenlon D. R., Wilson J., Donald S.: The use of bacteriocin producing *Pediococcus acidilactici* as a silage inoculant to control contamination by *Listeria monocytogenes*. [w:] Silage Research 1993, Proc. Tenth Intern. Conf. Silage Research Dublin 1993, s. 80-81.
3. Fenlon D. R., Wilson J., Weddell J. R.: The relationship spoilage and *Listeria monocytogenes* contamination in bagged and wrapped big bale silage. Grass and Forage Science 1989, 44, 97-100.
4. Filya I.: Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. Anim. Feed Sci. Tech. 2004, 116, 141-150.
5. Gliński Z., Luft-Deptula D., Kostro K.: Biologia i patogenność *Listeria monocytogenes* dla zwierząt i człowieka. Med. Wet. 2003, 59, 1059-1063.
6. Holzer M., Mayrhuber E., Danner H., Braun R.: The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. Trends Biotechnol. 2003, 21, 282-287.
7. Jana B., Skwarski R.: Wpływ zearalenonu na funkcje rozrodcze zwierząt. Medycyna Wet. 1998, 54, 667-670.
8. Kostulak-Zielińska M., Potkański A., Przybylski M., Selwet M., Perkowski J.: Wartość higieniczna kukurydzy zakiszanej z dodatkiem konserwantu chemicznego. Med. Wet. 2002, 58, 792-795.
9. Lindgren S.: Can HACCP principles be applied for silage safety? [w:] Pauly T. (Ed.) Proc. 12th Internat. Silage Conf. Silage Production in Relation to Animal Performance, Animal Health, Meat and Milk Quality. Uppsala, Sweden 1999, s. 51-66.
10. Luukkonen J., Kemppinen A., Kärki M., Laitinen H., Mäki 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, s. 449-457.
11. Meyer-Broseta S., Diot A., Bastian S., Rivičre J., Cerf O.: Estimation of low bacterial concentration: *Listeria monocytogenes* in raw milk. Int. J. Food Microbiol. 2003, 1-15.
12. McDonald P., Henderson A. R., Heron S. J. E.: The Biochemistry of Silage. Chalcombe Publications, Marlow UK 1991.
13. Nowak J.: Występowanie listerii (*Listeria monocytogenes*) w kiszoncek paszowych. Post. Nauk Rol. 2001, 6, 29-39.
14. Osek J.: *Escherichia coli* O157 – groźny patogen o szerokiej chorobotwórczości. Medycyna Wet. 1999, 55, 215-221.
15. Rammer C.: Ensiling of Manured Crops – Does Repeated Spreading of Slurry Increase the Hygienic Risk? J. Sci. Food Agric. 1997, 73, 329-336.
16. Schaeren W., Maurer J., Luginbühl W.: Composition du lait de vaches affouragées avec ou sans ensilage. Revue Suisse Agric. 2005, 37, 2, 55-60.
17. Seglar B.: Ruminant disorders associated with pathogens found within ensiled forages. Proc. Thirty-Second Annual Conf. Am. Ass. Bovine Practitioners, Nashville, Tennessee 23-26 September 1999, s. 54-60.
18. Seglar W. J.: Silage Fermentation. Compendium's Food Animal Medicine Management. 1997, 19, 65-83.
19. Selwet M.: Wpływ kwasu mrówkowego na stan mikrobiologiczny kiszoncek. Med. Wet. 2004a, 60, 763-765.
20. Spoelstra S. F.: Comparison of the content of clostridial spores in wilted grass silage ensiled in either laboratory pilot-scale or farm silos. Netherlands J. Agric. Sci. 1990, 38, 423-434.
21. 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.
22. Szymańska L., Mędrala D.: *Listeria monocytogenes* w mięsie, produktach mięsnych i środowisku przetwórstwa mięsnego. Medycyna Wet. 2003, 59, 18-21.
23. Walker S. J., Archer P., Banks J. G.: Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. J. Appl. Bacteriol. 1990, 68, 2, 157-162.
24. 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.
25. 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. Tech. 2004, 116, 271-280.
26. Weinberg Z. G., Ashbell G., Hen Y., Azricli A.: The effect of a propionic acid bacterial inoculant applied at ensiling on the aerobic stability of wheat and sorghum silages. J. Ind. Microbiol. 1995, 15, 493-497.
27. Wilkinson J. M.: Silage and health, [w:] Proc. 12th Internat. Silage Production in Relation to Animal Performance, Animal Health, Meat and Milk Quality. Uppsala, Sweden 1999, s. 67-81.

Adres autora: dr Cezary Purwin, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn;
e-mail: purwin@uwm.edu.pl