były podobne, lecz statystycznie nieistotne. Aharoni i wsp. [1] stosując z kolei różne źródła tłuszczu w dawce pokarmowej dla buhajków o masie ciała od 215 do 508 kg przez okres 232 dni, obserwowali brak zależności między rodzajem tłuszczu w dawce a profilami kwasów tłuszczowych w tłuszczach zapasowym i mięśniowym. Różnice zaznaczyły się, gdy w dawce pokarmowej podawano tłuszcz drobiowy. W tym przypadku obserwowano wzrost kwasów nienasyconych (UFA), szczególnie kwasu oleinowego (C 18:1).

Čuboň i wsp. [13], stosując w opasie młodego bydła rzeźnego sole wapniowe długołańcuchowych kwasów tłuszczowych, uzyskali wołowinę o zmienionym składzie kwasów tłuszczowych w tłuszczu tuszy. Z kolei Mandell i wsp. [24] podając rosnącym buhajkom w diecie mączkę rybną w ilości 5 lub 10% suchej masy dawki pokarmowej, obserwowali w tłuszczu śródmięśniowym wzrost poziomu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) z rodziny *n-3*, szczególnie kwasów EPA (C 20:5, *n-3*) i DHA (C 22:6, *n-3*). Autorzy ci twierdzą, że 115 gramowy stek wołowy przyrządzony z mięsa pochodzącego od tych buhajków pokrywa dzienne zapotrzebowanie człowieka na niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe EPA i DHA. Podobne wyniki na opasanych skopach i wolcach uzyskali Ashies i wsp. [2]. I tak, skarmiając olej rybny obserwowali oni wzrost zawartości w tkance mięśniowej EPA (C 20:5, *n-3*) z 1,5 do 14,7%, zaś DHA (C 22:6, *n-3*) z 1,0 do 4,2%. Jenkins i Kraker [19] z kolei, podając cielętom w dawce pokarmowej dodatek oleju kukurydzianego, obserwowali wzrost poziomu w mięśniach wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) z rodziny *n-6*, zaś w przypadku podawania oleju rybnego – PUFA, *n-3*.

Z przytoczonych badań oraz przeprowadzonych przez nas doświadczeń wynika, że zastosowanie dodatku tłuszczu paszowego w formie soli wapniowych kwasów tłuszczowych oleju lnianego, w dawkach pokarmowych dla młodego bydła rzeźnego, korzystnie wpływa na poprawę walorów dietetycznych wołowiny. Charakteryzuje się ona obniżonym poziomem nasyconych kwasów tłuszczowych oraz zwiększonym poziomem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, szczególnie z rodziny *n-3*. Zastosowane sole wapniowe kwasów tłuszczowych oleju lnianego (Erafet zmodyfikowany), jako 5% dodatek do dawek pokarmowych dla buhajków o masie ciała od 400 do 500 kg, mogą być efektywnym czynnikiem modyfikującym skład tłuszczu, a tym samym poprawiać wartość dietetyczną mięsa wołowego.

**Literatura: 1. Aharoni Y. i wsp.:** J. Anim. Sci. 73, 1995. **2. Ashes J.R. i wsp.:** Lipids 27, 1992. **3. Ashes J.R. i wsp.:** Austral. J. Agric. Res. 44, 1993. **4. Bartnikowska E., Kulasek G.:** Magazyn Wet. 3, 1994. **5. Brejta W. i wsp.:** Rośliny Oleiste 19, 1998. **6. Brejta W.:**Wykorzystanie nienasyconych kwasów tłuszczowych w opasie młodego bydła rzeźnego do modyfikacji składu tłuszczu i poprawy walorów dietetycznych mięsa wołowego. Rozprawa doktorska, IZ Balice, 1999. **7. Brejta W. i wsp.:** Rośliny Oleiste 20, 1999. **8. Brisson G.J.:** Dietary fat and human heath. Rec. Adv. in Anim. Nutr., wyd. W. Haresign i D.J.A. Cole, Butterworths, Boston 1986. **9. Brzóska F.:** Biul. Inf. IZ 36, 1998. **10. Chrząszcz E. i wsp.:** Rocz. Nauk. Zoot. 22, 1995. **11. Clinquart A. i wsp.:** Anim. Prod. 53, 1991. **12. Clinquart A. i wsp.:** J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 74, 1995. **13. Čubaň J. i wsp.:** Živočišna Výroba 39, 1994. **14. Doreau M. i wsp.:** Anim. Feed Sci. Technol. 45, 1993. **15. Ferlay A. i wsp.:** J. Anim. Sci. 71, 1993. **16. Gulati S.K. i wsp.:** Austral. J. Agric. Res. 47, 1996. **17. Huerta-Leidenz N.O. i wsp.:** J. Anim. Sci. 69, 1991. **18. Hussein H.S. i wsp.:** J. Dairy Sci. 79, 1996. **19. Jenkins K.J., Kramer J.K.G.:** J. Dairy Sci. 73, 1990. **20. Kirchheim U.I. i wsp.:** Züchtungskunde 70, 1998. **21. Klusmeyer T.H. i wsp.:** J. Dairy Sci. 74, 1991. **22. Kowalski Z.M.:** Animal Feed Sci. Technol. 69, 1997. **23. Kreuzer M. i wsp.:** Archiv Tierzucht 38, 1995. **24. Mandell I.B. i wsp.:** J. Anim. Sci. 75, 1997. **25. O'Kelly J.C., Spiers W.G.:** Austral. J. Exp. Agric. 33, 1993. **26. Rule D.C. i wsp.:** J. Anim. Sci. 72, 1994. **27. St. John L.C. i wsp.:** J. Anim. Sci. 64, 1987. **28. Strzetelski J. i wsp.:** Rocz. Nauk. Zoot. 20, 1993. **29. Strzetelski J. i wsp.:** J. Anim. Feed Sci. 7, 1998. **30. Wu Z. i wsp.:** J. Dairy Sci. 74. 1991.

# Jakość i stabilność kiszonek

**Jan Zastawny, Piotr Jaśniewicz**

**IMUZ w Falentach**

W lipcu 1999 roku w Uppsali (Szwecja) odbyła się XII Międzynarodowa Konferencja Kiszonkarska pod hasłem: produkcja kiszonek w aspekcie produkcji zwierzęcej, zdrowia zwierząt oraz jakości mięsa i mleka. Prace naukowe przedstawiano w sześciu blokach tematycznych, podczas tzw. warsztatów dyskusyjnych:

- regulacja procesów fermentacji kiszonek,
- wykorzystanie białka w produkcji pasz,
- metody prognozowania wartości pokarmowej kiszonek,
- projektowanie i planowanie doświadczeń z zakiszaniem,
- wpływ żywnienia kiszonkami na jakość produktów zwierzęcych i zdrowotność zwierząt,
- oznaczanie i kontrolowanie tlenowej stabilności kiszonek.

W artykule zostaną omówione prace przedstawione podczas ostatniego, z wymienionych, warsztatu dyskusyjnego. Celem opracowania jest przybliżenie i wyjaśnienie roli oraz znaczenia stabilności powietrznej kiszonek.

Tlenowy rozkład jest jednym z głównych problemów w kiszonkarstwie. Następuje on z chwilą otwarcia silosu, kiedy kiszonka jest wystawiona na działanie powietrza. Powietrznemu psuciu się kiszonki towarzyszy wzrost temperatury i pH, następują straty suchej masy i powierzchniowy rozwój pleśni. Proces ten powodowany jest często przez rozwój mikroorganizmów tlenowych. Intensywny powietrzny rozpad kiszonki objawia się wzrostem temperatury, co świadczy o rozpadzie składników pokarmowych i istotnym spadku koncentracji energii. Stosunek pomiędzy stratami suchej masy i energii netto wynosi od 1:1,4 do 1:1,7. Wprawdzie jakość kiszonek w ostatnich latach bardzo się poprawiła, jednakże ograniczenie procesu fermentacji kwasu octowego na rzecz kwasu mlekowego powoduje wzrost ryzyka powietrznej niestabilności ki-

szonek. Wraz ze wzrostem stopnia podsuszenia trudniej jest zagęścić zakiszany materiał roślinny i zredukować wymianę gazową. W ten sposób infiltracja powietrza, będąca dominującym czynnikiem niestabilności powietrznej, jest ułatwiona. Bardziej stabilne są kiszonki o wyższym poziomie lotnych kwasów tłuszczowych.

Na przebieg procesów tlenowych w kiszonce mają wpływ trzy istotne czynniki:

– jakość procesu fermentacji, która wpływa na stabilność kiszonki poddanej działaniu powietrza; wyższa stabilność pozwala dłużej skarmiać kiszonkę;

– głębokość penetracji kiszonki przez powietrze wynikająca ze sposobu napełniania, a następnie wybierania; w luźniejszym materiale można oczekiwać głębszej penetracji kiszonki przez powietrze;

– dostosowanie przekroju czołowego silosu do wielkości pogłowia zwierząt.

**Tabela 1**
**Wzrost temperatury, spadek koncentracji energii netto i straty energii w różnych warunkach przechowywania i wybierania kiszonki [2]**

| Tygodniowa warstwa kiszonki wybierana z silosu m | Głębokość penetracji powietrza | Wzrost temperatury ponad temperaturę otoczenia przy wybieraniu, °C | | | Spadek energii netto laktacji (NEL) MJ/kg s.m. | | | Straty energii netto laktacji % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | stabilność kiszonki pod wpływem działania powietrza, dni | | | | | | | | |
| | | 1 | 3 | 7 | 1 | 3 | 7 | 1 | 3 | 7 |
| 1 m | 1 | 23 | 16 | 0 | 0,4 | 0,16 | 0 | 16 | 8 | 0 |
| | 2 | 27 | 27 | 27 | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 38 | 34 | 21 |
| 2 m | 1 | 11 | 4 | 0 | 0,07 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| | 2 | 23 | 16 | 0 | 0,35 | 0,16 | 0 | 16 | 8 | 0 |
| 3 m | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 2 | 14 | 5 | 0 | 0,13 | 0,05 | 0 | 7 | 2 | 0 |

Szybkość psucia się kiszonki może wynosić od 0,5 m do ponad 3 m na tydzień. Przedstawione w tabeli 1 dane dotyczące wzrostu temperatury odnoszą się do kiszonki zawierającej 35% s.m., sporządzonej w silosie średniej wielkości. W kiszonkach z innego materiału lub w silosie o innych rozmiarach wartości mogą być wyższe lub niższe. Potencjalna stabilność powyżej trzech dni zapewnia istotną redukcję strat i zmniejszenie ryzyka psucia się paszy.

Wyniki badań naukowych przeprowadzonych w Bredstedt (Niemcy), dotyczących zwiększenia powietrznej stabilności poprzez stosowanie różnych konserwantów, przedstawiono w tabeli 2. Oczekiwane efekty mogą być osiągnięte, jeżeli konserwant stosuje się przed lub podczas zakiszania.

**Tabela 2**
**Poprawa powietrznej stabilności kiszonek poprzez stosowanie różnych konserwantów [2]**

| Pasza | Preparat | Dawka | Liczba doświadczeń | Poprawa dni |
|---|---|---|---|---|
| Trawy | heterofermentatywne LAB | $10^5$ cfu/g świeżej masy | 1 | 2,9 |
| Kukurydza | heterofermentatywne LAB | $10^5$ cfu/g świeżej masy | 5 | 3,7 |
| | benzoesan/propionan | 0,4% świeżej masy | 2 | 5,9 |
| | mrówczan/propionan | 0,4% świeżej masy | 1 | 4,7 |
| | mocznik | 0,2% świeżej masy | 2 | 4,2 |
| Zboża | heterofermentatywne LAB | $10^5$ cfu/g świeżej masy | 1 | 2,1 |
| | mocznik | 0,2% świeżej masy | 1 | 6,6 |

LAB – bakterie kwasu mlekowego (lactic acid bacteria)
cfu – części składowe kolonii bakteryjnych (colony forming units)

Warunki przechowywania oraz stosowanie różnych konserwantów kiszonkarskich wyraźnie wpływają na polepszenie jakości kiszonki, a co za tym idzie na poprawę jej stabilności powietrznej. Dzięki temu uzyskuje się paszę o lepszej jakości, w znaczny sposób redukuje straty, a kiszonka jest lepiej wykorzystywana przez zwierzęta.

Proces psucia się kiszonek ogranicza odpowiednia technologia zakiszania oraz dodatki kiszonkarskie. W technologii zakiszania ważne jest:

– odpowiednie zagęszczenie, wynoszące od 200 do 300 kg/m$^3$, uzależnione od rodzaju paszy i koncentracji suchej masy;

– precyzyjne pocięcie, które przy wysokim poziomie suchej masy ułatwia zagęszczenie zakiszanego materiału;

– precyzyjne i szybkie okrycie zagęszczonego surowca.

Powietrzną stabilność można poprawić poprzez stosowanie odpowiednich dodatków. Powietrznemu psuciu się kiszonek zapobiega kwas propionowy. Dodatki zawierające kwas mrówkowy lub bakterie kwasu mrówkowego używane są w celu podniesienia jakości fermentacyjnej kiszonek.

Problem wpływu stopnia podsuszenia zakiszanego materiału roślinnego na jakość uzyskanych kiszonek, a w szczególności na ich stabilność powietrzną, badał U. Wyss ze Szwecji [11]. Zakiszano ruń łąkową z III i IV pokosu. Zawartość suchej masy wahała się od 22 do 68% dla III pokosu i od 28 do 66% dla IV pokosu. Pocięty rajgras z koniczyną białą i czerwoną zakiszano w polietylenowych torbach o pojemności 30 litrów. Po otwarciu silosów oznaczano w kiszonkach zawartość składników pokarmowych i parametry fermentacyjne. Określano także stabilność powietrzną prób kiszonek po ich umieszczeniu w pojemnikach z otworami, w temperaturze otoczenia dochodzącej do 20°C. Stabilność powietrzną definiowano jako czas potrzebny do wzrostu temperatury kiszonki o 1°C powyżej temperatury otoczenia. Mierzono także wartości pH po 3, 7, 10 i 14 dniach inkubacji.

Zagęszczenie zakiszanego materiału roślinnego wynosiło od 114 do 200 kg s.m./m$^3$. Zielonka najmniej podsuszona była najsłabiej zagęszczona. Największym zagęszczeniem charakteryzowała się zielonka zawierająca około 50% s.m. Intensywność fermentacji była ściśle powiązana ze stopniem podsuszenia. Wraz ze wzrostem zawartości suchej masy i wyższymi wartościami pH zaobserwowano spadek ilości sumy kwasów: octowego, propionowego oraz N-amonowego. Stwierdzono brak lub niewielkie ilości kwasu masłowego

(poniżej 2 g/kg s.m.). W kiszonkach zawierających około 30% s.m. było najwięcej kwasu mlekowego, natomiast nie stwierdzono obecności tego kwasu w kiszonkach o zawartości powyżej 50% s.m. Kiszonki z najniższą zawartością suchej masy zawierały najmniejszą ilość cukru. Kiszonki najsilniej podsuszone wg skali oceny DLG (Niemieckie Towarzystwo Rolnicze) uzyskały niższe wyniki. Wynikało to z wysokiej wartości pH i niskiej zawartości kwasu octowego.

Liczba jednostek oznaczanych drożdży formujących kolonie wahała się od $10^2$ do $10^5$ na 1 g. Ogólnie ujmując, w kiszonkach o podwyższonej zawartości suchej masy (około 40%) stwierdzono większą ilość komórek drożdży. Natomiast kiszonki o bardzo wysokiej zawartości suchej masy szybko wysychają i stopień ich wilgotności nie jest wystarczający do rozwoju drożdży. Wraz ze wzrostem zawartości suchej masy malała stabilność kiszonek. Wyjątkiem była kiszonka z największą zawartością suchej masy (z IV pokosu); jedna próbka nie zagrzała się, a inne dopiero po 160 godzinach, ale wzrost temperatury nie był wysoki. Najwyższy wzrost temperatury zaobserwowano w kiszonkach, w których zawartość suchej masy wahała się w granicach 50%. Wzrost temperatury spowodował wzrost poziomu pH. Szybkiemu zagrzewaniu się kiszonek sprzyjały: wysoka zawartość cukrów, niska zawartość sumy kwasów octowego i propionowego oraz słabe zagęszczenie (tab. 3).

**Tabela 3**
**Zawartość suchej masy, cukru, parametry fermentacyjne i stabilność powietrzna kiszonek z III i IV pokosu runi łąkowej (średnie z dwóch powtórzeń względem stopnia przesuszenia) [11]**

| Sucha masa % | pH | Cukier g/kg s.m. | $NH_3$-N w % N całkowitego | Kwas mlekowy g/kg s.m. | Kwas octowy + kwas propionowy g/kg s.m. | Ocena wg DLG punkty | Stabilność powietrzna godziny | Maksymalna różnica temp. °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| III pokos | | | | | | | | |
| 21,4 | 4,8 | 12 | 13 | 69 | 24 | 77 | 226 | 3,5 |
| 31,2 | 4,9 | 15 | 11 | 104 | 16 | 77 | 211 | 4,9 |
| 42,5 | 5,2 | 56 | 5 | 69 | 8 | 63 | 208 | 5,9 |
| 55,3 | 5,6 | 97 | 3 | 0 | 1 | 50 | 113 | 14,0 |
| 67,6 | 5,6 | 96 | 2 | 0 | 1 | 49 | 121 | 4,3 |
| IV pokos | | | | | | | | |
| 27,8 | 4,8 | 13 | 11 | 196 | 27 | 77 | 198 | 7,5 |
| 39,0 | 5,2 | 54 | 7 | 109 | 12 | 65 | 175 | 9,1 |
| 47,1 | 5,6 | 91 | 4 | 21 | 7 | 54 | 152 | 16,7 |
| 54,5 | 5,7 | 93 | 3 | 0 | 2 | 48 | 122 | 6,2 |
| 65,8 | 5,7 | 91 | 2 | 0 | 1 | 46 | 292 | 1,4 |

Stwierdzono, że kiszonki silniej podsuszone były powietrznie mniej stabilne niż kiszonki z niższą zawartością suchej masy. Głównymi czynnikami małej stabilności powietrznej okazały się: wysoka zawartość cukrów, wynikająca z mniej intensywnej fermentacji, niska zawartość kwasu octowego oraz drożdży, jak również zbyt małe zagęszczenie w stosunku do wymaganego przy tym stopniu podsuszenia.

Wystawienie kiszonki na działanie powietrza po odkryciu silosu i podczas skarmiania jest często związane z jej powietrznym zepsuciem. Rezultatem tego są straty suchej masy, pogorszenie jakości kiszonek i ich wartości żywieniowej, a co za tym idzie straty ekonomiczne. Tlenowe przemiany w kiszonce wywoływane są wegetatywnym rozmnażaniem mikroflory, która nie rozwija się w warunkach beztlenowych. Przemiany te objawiają się wzrostem temperatury, pH i utlenianiem końcowych produktów fermentacji.

Umiejętność oszacowania ryzyka tlenowego rozpadu kiszonki z trawy na podstawie standardów jakościowych fermentacji jest wciąż niewystarczająca, a mogłaby być bardzo przydatna w gospodarstwach towarowych. Dlatego też Pessi i Nousiainen z Finlandii [6] podjęli próbę zbadania wpływu stosowania dodatków na stabilność powietrzną kiszonek oraz znalezienia odpowiednich parametrów mikrobiologicznych i chemicznych, dzięki którym można prognozować przebieg tlenowych procesów w kiszonkach z traw.

Zebrano dane o 11 kiszonkach doświadczalnych z lat 1994-1997. Wszystkie kiszonki sporządzano z tymotki łąkowej (*Phelum pratense*) i kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis*) z domieszką innych roślin. Zielonkę świeżą lub lekko podsuszoną zakiszono w silosach laboratoryjnych lub w małych silosach doświadczalnych (500-1000 kg). Do zielonki dodawano kwas mrówkowy (4 g/kg) lub szczep bakterii kwasu mlekowego ($10^6$ cfu/g). Kiszonkę kontrolną sporządzano bez dodatków. Po 90 dniach fermentacji oznaczano skład mikrobiologiczny i chemiczny kiszonek oraz stabilność tlenową po okresie 10 dni. W drugim etapie badań kiszonki po 5 dniach ekspozycji w warunkach tlenowych podzielono na 3 grupy według stabilności. Stwierdzono, że dobra jakość kiszonki podczas otwierania silosu nie zawsze zapobiega jej tlenowemu psuciu. Kiszonki z dodatkiem inokulantu bakteryjnego najszybciej ulegały tlenowemu psuciu, natomiast kiszonki z dodatkiem kwasu mrówkowego były najbardziej stabilne. Grupowanie kiszonek według stabilności wykazało, że niskie pH, mała zawartość N-amonowego i resztek cukrowych, natomiast wysoka zawartość kwasu mlekowego były w dużym stopniu związane z mniejszą stabilnością tlenową kiszonek. Poszczególne grupy kiszonek nie różniły się znacząco pod względem jakości mikrobiologicznej, aczkolwiek odnotowano niewielką tendencję do szybszego rozkładu kiszonek zawierających więcej drożdży i pleśni. Kiszonki z dodatkiem inokulantu bakteryjnego oraz bez jakichkolwiek dodatków, mimo dobrej jakości, mogą być tlenowo niestabilne, natomiast dodatek kwasu mrówkowego wyraźnie zwiększa stabilność. Jednak wnioski te dotyczą tylko kiszonek o niskiej zawartości suchej masy (średnio 198 g/kg) i mogą być błędne dla kiszonek o wyższej zawartości suchej masy.

Kolejnym problemem do rozwiązania jest zakiszanie mieszanek traw z motylkowatymi. Charakteryzują się one wysoką wartością pokarmową, lecz trudno je zakisić. Podsuszanie i belowanie takiej zielonki pozwala na uzyskanie dobrej kiszonki, jednak jest ona bardzo wrażliwa na wpływ czynników zewnętrznych, które sprzyjają rozwojowi niepożądanych organizmów, szczególnie pleśni. Kwas mrówkowy, jak również inne kwasy organiczne oraz ich sole ułatwiają zakiszanie traw i motylkowatych, mogą również ograniczać rozwój pleśni.

Podkański i wsp. [7], naukowcy z Polski, przedstawili wyniki badań nad zakiszaniem w dużych belach cylindrycznych mieszanek traw z motylkowatymi z dodatkiem preparatu zawierającego kwas mrówkowy. Sporządzano kiszonki z mieszanki traw z lucerną (79% lucerny, 16% kupkówki pospolitej, 5% tymotki łąkowej) z I pokosu, w fazie kłoszenia się traw i pączkowania lucerny. Do zbioru przystępowano po 12 godzinach podsuszania. Materiał roślinny prasowano prasą rolującą firmy SIPMA. Duże bele owijano 4 warstwami folii. Podczas zbioru stosowano dodatek preparatu KemiSile 2000, w ilości 4 l/t świeżej masy. Preparat ten zawiera: 55% kwasu mrówkowego, 24% mrówczanu amonowego, 5% kwasu propionowego, 1% kwasu benzoesowego i 1% estru kwasu benzoesowego. Po 60 dniach kiszenia zbadano wartość pokarmową, parametry fermentacji i powietrzną trwałość kiszonki (oznaczaną poprzez pomiar temperatury), a także zmiany w składzie chemicznym po 7 dniach przetrzymywania w temperaturze 20°C. Oznaczano również ilość bakterii *E. coli*, *Clostridium* oraz liczebność drożdży i pleśni. Po 7 dniach ekspozycji kiszonek na powietrzu nie stwierdzono istotnych zmian w składzie chemicznym. Po tym okresie spadła zawartość kwasu mlekowego, natomiast wzrosła – amoniaku, kwasu masłowego i wartość pH. Od 5 dnia ekspozycji następował wzrost temperatury w kiszonce kontrolnej (bez dodatku), w zakresie od 27,7 do 24,59°C. Zastosowany dodatek preparatu KemiSile 200 poprawił jakość i stabilność kiszonki z dużych bel, spowodował spadek ilości kwasu masłowego i wzrost łatwo rozpuszczalnych węglowodanów. W próbkach kiszonek z dodatkiem preparatu stwierdzono sześciokrotnie mniejszy poziom bakterii *Clostridium* i 2,5-krotny pleśni. Dodatek nie wpłynął na ilość drożdży, jedynie ilość *E. coli* była wyższa.

Davies i Hall [1] z Wielkiej Brytanii przedstawili wyniki stosowania dwóch inokulantów bakteryjnych zawierających *Lactobacillus buchneri*, podczas zakiszania w dużych belach traw o wysokiej zawartości suchej masy. Dodatek obu preparatów poprawił jakość kiszonek. Nastąpił wzrost ilości kwasu octowego i mlekowego oraz spadek kwasu masłowego i etanolu. Dodatek obu szczepów bakterii obniżył istotnie ilość pleśni na powierzchni beli oraz poprawił stabilność powietrzną kiszonek.

Podobnym problemem zajęli się Lingvall i wsp. [4] ze Szwecji, którzy prowadzili badania nad wpływem różnych dodatków kiszonkarskich na jakość kiszonki z pierwszego pokosu, sporządzanej w dużych belach cylindrycznych. Stosowano następujące dodatki: Kofasil Ultra (4 l/t świeżej masy), Lact 4 (Lactisil 200; 4 l/t świeżej masy), Lact 8 (Lactisil 200; 8 l/t świeżej masy), Lact 400 4 (Lactisil 200 + 400 g benzoesanu sodu; 4 l/t świeżej masy), Lact 400 8 (Lactisil 200 + 400 g benzoesanu sodu; 8 l/t świeżej masy), Promyr 4 (kwas mrówkowy, kwas propionowy i amoniak; 4 l/t świeżej masy)), Promyr 8 (4 l/t świeżej masy + 4 l wody). Dodatki aplikowano na skoszoną zielonkę przed zbiorem. Wszystkie zastosowane preparaty poprawiły jakość kiszonek w dużych belach. Kofasil Ultra, Lact 4 i Lact 400 8 zredukowały liczbę przetrwalników *Clostridium* poniżej wartości granicznej. Stabilność powietrzna wzrosła z 0,5 dnia (w kiszonce kontrolnej bez dodatków) do 6 dni po zastosowaniu Kofasilu Ultra i do 6,5 dnia po zastosowaniu preparatu Lact 400 8.

Również Takayoshi i wsp. [10] z Japonii przedstawili wyniki badań wpływu różnych dodatków konserwujących na jakość i stabilność kiszonek. Zakiszano podsuszone na łące: tymotkę łąkową w fazie kłoszenia, kupkówkę pospolitą w fazie kłoszenia i lucernę siewną w fazie wczesnego pączkowania. Zielonkę cięto na odcinki długości 2-3 cm i zakiszano w laboratoryjnych silosach o pojemności 1 litra bez żadnych dodatków (kontrolna), z kwasem mrówkowym (preparat Sibest, zawierający 85% kwasu mrówkowego), ze szczepem bakteryjnym *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* oraz z mieszaniną szczepów bakteryjnych i celulazy otrzymanej z *Trichoderma viride*. Po 30 dniach silosy otwierano i pakowano kiszonkę do polistyrenowych worków o pojemności 1,5 litra. Worki były trzymane przez 7 dni w inkubatorach, w temperaturze 26°C, a powierzchnia kiszonek była wystawiona na działanie powietrza.

Kiszonki z dodatkiem kwasu mrówkowego, po 7 dniach wystawienia na działanie powietrza, charakteryzowały się niską zawartością kwasu mlekowego i octowego oraz wysokim pH. Ilość drożdży wzrosła z $10^4$-$10^5$ do $10^8$-$10^{10}$ cfu/g suchej masy, a pleśni – z $10^3$ do $10^7$-$10^8$ cfu/g suchej masy, co odegrało znaczącą rolę w powietrznym psuciu się kiszonek. Kiszonka z kupkówki pospolitej z dodatkiem inokulantu bakteryjnego, a także inokulantu i enzymu, po 7 dniach wystawienia na działanie powietrza charakteryzowała się niską zawartością kwasu mlekowego i octowego, a ilość drożdży wzrosła z $10^3$ do $10^8$ cfu/g suchej masy i pleśni – z poniżej $10^2$ do $10^3$-$10^5$ cfu/g suchej masy. Jednakże temperatura w tych kiszonkach rosła bardzo powoli. Wyniki badań potwierdziły, że dodatek kwasu mrówkowego, szczepu bakteryjnego oraz mieszaniny szczepów bakteryjnych łącznie z enzymem polepszają jakość kiszonek z tymotki łąkowej i kupkówki pospolitej. Kwas mrówkowy nie zapobiega powietrznemu psuciu się tych kiszonek. Jednak sam dodatek bakterii lub łącznie z enzymami może przedłużyć stabilność powietrzną kiszonek.

Do oceny skuteczności działania dodatków służących do poprawy stabilności powietrznej kiszonek niezbędne jest uzyskiwanie kiszonek niestabilnych tlenowo, czyli tzw. kontroli negatywnej. Pahlow i wsp. [5] z Niemiec pracowali nad metodą zwiększania częstotliwości uzyskiwania powietrznie niestabilnych kiszonek na skalę laboratoryjną. Zakiszano trawę i kukurydzę o wysokiej zawartości suchej masy (45% i 30%) w naczyniach szklanych (1,5 l) oraz z PCV (2,8 l) i przechowywano przez okres 7 tygodni. Porównywano kiszonki silnie ubite ze słabiej ubitymi pod kątem łatwości penetracji powietrza. W połowie silosów po 4 i 6 tygodniach zakiszania wykonywano w pokrywie i dnie otwory, przez które przez 24 godziny dochodziło do kiszonki powietrze. Stabilność powietrzną po otwarciu silosu oznaczano poprzez śledzenie zmian temperatury 4 razy dziennie w próbach kiszonek (równowartość 100 g s.m.) umieszczonych w oddzielnych pojemnikach przez okres jednego tygodnia.

Około 90% kiszonek zakiszanych bez dostępu powietrza było stabilnych przez prawie cały czas trwania doświadczenia, a stopień ubicia silosu miał na to nieznaczny wpływ (tab. 4). Natomiast w kiszonkach, które podczas zakiszania zostały poddane dwukrotnemu działaniu powietrza, stopień ubicia miał ogromny wpływ – słabo ubite zaczynały się psuć w prze-

ciągu 3-4 dni od wystawienia ich na działanie powietrza. W dobrze ubitych kiszonkach początek rozkładu wywołany przez organizmy należące do fakultatywnych tlenowców jest

**Tabela 4**
**Wpływ ubicia i infuzji powietrznej na stabilność tlenową kiszonek z kukurydzy [5]**

| Ubicie | Wpływ powietrza +/- | Straty gazowe g/kg s.m. | Stabilność tlenowa godziny | Powietrzne straty suchej masy g/kg s.m. |
|---|---|---|---|---|
| dobre | - | 50,1 | 158 | 3,9 |
| złe | - | 52,2 | 152 | 7,3 |
| dobre | + | 55,3 | 153 | 15,0 |
| złe | + | 68,4 | 91 | 52,2 |

(+/-) – z lub bez infuzji powietrza

hamowany przez ograniczenie wymiany gazowej i niewielkie zapasy tlenu. Z tego powodu kiszonki te są długo stabilne.

Jalava i wsp. z Finlandii [3] przedstawili wyniki badań potwierdzające wpływ terminu stosowania dodatków biologicznych na stabilność powietrzną i jakość kiszonek. Serie dwóch doświadczeń z tymotką łąkową i kostrzewą łąkową przeprowadzono w silosach cylindrycznych o pojemności 400 l. Zastosowano szczepienie szczepem bakteryjnym *Lactobacillus plantarum* w dawce $5x10^6$ cfu/g. Inokulant bakteryjny stosowano w trzech terminach: na bezpośrednio skoszoną trawę, podczas precyzyjnego siekania oraz w silosie. Zaobserwowano różnice pomiędzy poszczególnymi technikami szczepienia. Kiszonka z dodatkiem szczepu *Lactobacillus* była lepszej jakości niż kontrolna, ale tylko wtedy, gdy był on stosowany bezpośrednio po skoszeniu zielonki lub podczas rozdrabniania. W przypadku szczepienia w trakcie napełniania silosu, naturalna flora epifityczna znajdująca się na trawie rozwijała się szybciej niż bakterie *Lactobacillus* pochodzące ze szczepionki.

Również Rammer i Lingval ze Szwecji [8] przedstawili badania, których celem było zbadanie wpływu sposobu aplikacji komercyjnych szczepionek bakteryjnych kwasu mlekowego na jakość kiszonki. Założono, że wczesne zastosowanie szczepionki ma pozytywny wpływ na fermentację. Do badań wykorzystano ruń trawiasto-kończynową z trzeciego pokosu w 1998 roku. Dodatek bakterii kwasu mlekowego (*Lactisil*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilacti*) aplikowano z przodu kosiarki lub bezpośrednio za nią. Zielonkę podsuszano przez około 30 godzin, a następnie zbierano precyzyjnym ścinaczem do zielonek i zakiszano w silosie (3 silosy stalowe), w stałej temperaturze (25°C). Wszystkie bakterie kwasu mlekowego miały pozytywny wpływ na jakość kiszonki. Nie stwierdzono spadku aktywności bakterii kwasu mlekowego po przesuszeniu zielonki trwającym 30 godz. w warunkach polowych. Zastosowanie szczepu bakterii kwasu mlekowego przed kosiarką polepszyło jakość kiszonki w porównaniu z innymi zabiegami.

Yimin Cai i wsp. z Japonii [12] zaprezentowali wyniki zakiszania lucerny (*Medicago sativa*), rajgrasu włoskiego i sorgo (*Sorghum bicolor*) z dodatkiem dwu szczepów bakteryjnych: *Lactobacillus casei* FG 1 i *Lactobacillus plantarum* FG 10, stosowanych w ilości $10^5$ cfu/g świeżej masy. Szczepy bakteryjne poprawiały jakość fermentacji, ale nie hamowały rozwoju drożdży i nie zapobiegały procesowi powietrznego rozkładu kiszonki. Mimo to nastąpił istotny spadek wartości pH, ilości kwasu masłowego, propionowego i azotu amonowego, produkcji gazu i strat suchej masy. Wzrosła natomiast istotnie zawartość cukrów i kwasu mlekowego w stosunku do kiszonki kontrolnej. Zastosowane szczepy bakteryjne były homofermentatywnymi bakteriami kwasu mlekowego, zdolnymi do rozwoju w warunkach niskiego pH. Inokulacja nimi powodowała hamowanie rozwoju clostridiów i enterobakterii, a także obniżała straty powstałe w trakcie zakiszania i poprawiała ostateczną jakość kiszonek. W próbkach kiszonek z dodatkiem stwierdzono sześciokrotnie mniejszy poziom bakterii *Clostridium* i 2,5 razy mniej pleśni. Dodatek nie wpłynął na ilość drożdży, lecz zwiększyła się zawartość *E. coli*.

Badania nad zakiszaniem i stabilnością kiszonek z roślin motylkowatych przedstawili także Salawu i Adegbola z Wielkiej Brytanii [9]. Zakiszano razem groch i pszenicę, w stosunku 3:1 (eksperyment I) i 1:3 (eksperyment II), przy średniej zawartości suchej masy 32%. Stosowano następujące dodatki: *Lactobacillus buchneri* ($10^5$ cfu/g świeżej masy), *Lactobacillus plantarum* ($10^6$ cfu/g świeżej masy), sole kwasu siarkowego (1 ml/kg świeżej masy), kwas mrówkowy (2,5 g/kg świeżej masy) i garbniki z quebracho (16 g/kg świeżej masy; quebracho jest drzewem rosnącym w Ameryce południowej, osiągającym 21 m wysokości, o drewnie bardzo odpornym na gnicie). Stabilność powietrzną określano poprzez pomiar temperatury kiszonki przetrzymywanej w warunkach powietrznych przez okres 7 dni. Bez względu na zastosowane dodatki, kiszonki o wyższym udziale grochu były mniej stabilne; z dodatkiem kwasu mrówkowego utrzymywały stabilność przez 5 dni, a z pozostałymi dodatkami – przez 2 dni.

W eksperymencie II tylko kiszonki z dodatkiem soli kwasu siarkowego osiągały temperaturę wyższą ponad temperaturę otoczenia w ciągu 3 dni. Pozostałe, również kontrolna, były stabilne przez 5 dni i żadna z nich nie osiągnęła temperatury wyższej niż 25°C w ciągu 7 dni testu. Najwyższą stabilnością charakteryzowały się kiszonki sporządzone z dodatkiem szczepów bakteryjnych *Lactobacillus plantarum*. Dodatek kwasu mrówkowego i szczepów bakteryjnych *Lactobacillus plantarum* może opóźniać proces wtórnej fermentacji, dzięki szybkiemu obniżeniu pH. To z kolei obniża pojemność buforową motylkowatych i opóźnia rozwój niekorzystnych mikroorganizmów, takich jak drożdże, pleśnie oraz *Bacillus* spp., odpowiedzialnych za powietrzny rozpad kiszonek. Zadziwiająco w obu eksperymentach kiszonki kontrolne były bardziej stabilne niż kiszonki z dodatkiem *Lactobacillus buchneri*, solami kwasu siarkowego i garbnikami quebracho.

Kiszonki z dużych bel są uważane za mniej stabilne. Często są one narażone na tlenowe psucie w wyniku ograniczonej fermentacji i słabszego ubicia oraz często w wyniku uszkodzenia folii, co pozwala na rozwój pleśni i drożdży. Stosowanie dodatków poprawia jakość kiszonek i zapobiega ich tlenowemu rozkładowi. Stosowanie i ocena skuteczności działania dodatków kiszonkarskich, służących do poprawy stabilności powietrznej, wymaga uzyskiwania kiszonek niestabilnych tlenowo, czyli tzw. kontroli negatywnej.

Proces zakiszania zielonek polega na akumulacji kwasów organicznych, które powstały dzięki homofermentacji i hete-

rofermentacji bakterii kwasu mlekowego w warunkach beztlenowych. Liczba naturalnie występujących na roślinach bakterii kwasu mlekowego jest zwykle zbyt mała w stosunku do innych mikroorganizmów flory epifitycznej. W celu ułatwienia i zabezpieczenia prawidłowego przebiegu procesu kiszenia stosowane są dodatki kiszonkarskie. Zwykle dzieli się je na dwie grupy:

– inhibitory (np. kwasy organiczne),

– stymulanty (np. szczepionki).

Dodatki stosowane są najczęściej na zakiszany materiał roślinny podczas jego cięcia. Celem szczepienia jest dostarczenie do zakiszanego materiału roślinnego wystarczającej liczby szybko namnażających się bakterii kwasu mlekowego, aby uzyskać szybkie zakwaszenie środowiska i ograniczyć aktywność niepożądanych organizmów. Dodatek inokulantów bakteryjnych nie powoduje korozji urządzeń, dlatego mogą one być używane w rolnictwie organicznym bez żadnych przeszkód. Warunkiem uzyskania dobrej kiszonki jest wystarczająca ilość substratów do rozwoju bakterii kwasu mlekowego w zakiszanym materiale roślinnym. Jeśli koncentracja dostępnych substratów będzie niewystarczająca, zaszczepione bakterie nie będą w stanie wyprodukować odpowiedniej ilości kwasu mlekowego do obniżenia pH do oczekiwanego poziomu.

W Szwecji stosuje się głównie dodatki kiszonkarskie oparte na kwasach organicznych, zaś szczepy bakteryjne bardzo powoli wchodzą do użycia. Wadą stosowania szczepionek bakteryjnych jest to, że roztwór bakteryjny musi być przed użyciem odpowiednio przygotowany, a jego trwałość jest krótka. Epifityczna mikroflora bakteryjna znajdująca się na powierzchni roślin jest w dużym stopniu odpowiedzialna za proces fermentacji podczas zakiszania. W ściętym i posiekanym materiale ilość bakterii kwasu mlekowego, enterobakterii, drożdży i clostridiów gwałtownie wzrasta. Czas pomiędzy zbiorem a zakiszeniem daje epifitom przewagę nad inokulantami bakteryjnymi, szczególnie wtedy, gdy trawa jest przewiędnięta. Podczas podsuszania epifityczne bakterie kwasu mlekowego nie giną, ale się namnażają. Jeśli bakterie pochodzące ze szczepionek bakteryjnych również potrafią przetrwać na powierzchni podsuszonych roślin, a nawet się rozmnażać, wówczas ich stosowanie w momencie koszenia jest bardzo skuteczne, gdyż mogą one wcześniej współzawodniczyć z innymi mikroorganizmami. Przewaga naturalnych epifitów podczas pierwszej fazy zakiszania może odgrywać również ważną rolę w późniejszym rozpadzie tlenowym kiszonki.

Przedstawione wyniki prac prowadzonych w różnych krajach wskazują, że:

– w technologiach zakiszania ważne jest optymalne zagęszczenie zakiszanego surowca, jego precyzyjne pocięcie (co ułatwia zagęszczenie), szybkie i dokładne okrycie oraz uszczelnienie;

– powietrzną stabilność można poprawić przez stosowanie odpowiednich dodatków kiszonkarskich;

– kiszonki silniej podsuszone są powietrznie mniej stabilne, aniżeli te z niższą zawartością suchej masy;

– mniejszą stabilność powietrzną powoduje wysoka zawartość cukrów, wynikająca z mniej intensywnej fermentacji, niska zawartość kwasu octowego, drożdży oraz małe zagęszczenie;

– dobra jakość kiszonki w momencie jej odkrycia nie zawsze zapobiega procesom jej psucia;

– kiszonki o niskiej zawartości suchej masy z dodatkiem kwasu mrówkowego są najbardziej stabilne, a z dodatkiem inokultantu bakteryjnego najszybciej ulegają tlenowemu psuciu;

– zastosowanie różnych dodatków na ogół poprawia jakość i stabilność kiszonek z dużych bel, zmniejsza zawartość kwasu masłowego i etanolu, a podwyższa ilość rozpuszczalnych węglowodanów, kwasu octowego i mlekowego;

– dodatek kwasu mrówkowego i szczepienie bakteriami kwasu mlekowego, także z dodatkiem enzymów, polepsza jakość kiszonek;

– w dobrze zagęszczonych kiszonkach początek rozkładu wywołany przez organizmy należące do fakultatywnych tlenowców jest hamowany przez ograniczenie wymiany gazowej i niewielkie zapasy tlenu; nie rozpoczyna się też szybko proces zagrzewania;

– zaobserwowano różnice pomiędzy stosowanymi technikami szczepienia zielonki; lepszą kiszonkę uzyskano po zastosowaniu preparatu bezpośrednio po skoszeniu lub podczas rozdrabniania zielonki;

– kiszonki o wyższym udziale białka (np. z grochu) są mniej stabilne bez względu na zastosowane dodatki.

Następne badania, po uwzględnieniu wyników dotychczas przeprowadzonych prac dotyczących zbioru i konserwacji, powinny koncentrować się na zapewnieniu dobrej jakości fermentacji, zwiększeniu stabilności powietrznej i higieny sporządzania kiszonek.

**Literatura:** The XIIth International Silage Conference „Silage production in relation to animal performance, animal health, meat and milk quality", Uppsala 1999: **1. Davies O.D., Hall P.A.** – str. 262; **2. Honig H., Pahlow G., Thaysen J.** – str. 288; **3. Jalava T., Jaakkola S., Huntanen P., Nousiainen J.** – str. 249; **4. Lingvall P., Nylund R., Rammer C.** – str. 290; **5. Pahlow G., Ruser B., Honig H.** – str. 253; **6. Pessi T., Nousiainen J.** – str. 280; **7. Podkański A., Kostulak-Zielińska M., Selwet M.** – str. 292; **8. Rammer C., Lingval P.** – str. 255; **9. Salawu M.B., Adegbola A.T.** – str. 282; **10. Takayoshi M., Yamada M., Ishii N., Takahashi J., Loucka R.** – str. 294; **11. Wyss U.** – str. 284; **12. Yimin Cai, Iwashita S., Ogawa M., Kumai S.** – str. 286.

**Zakład Deratyzacji „SZCZUROŁAP"**

***Wiesław i Jarosław Dobrzenieccy***
**ul. Graniczna 10**
**87-100 Toruń**
**tel. (0-56) 655-21-41**
**lub 654-65-47**

**Wyniszczam całkowicie bytujące i dochodzące szczury, z gwarancją. Fermy, mieszalnie pasz, zakłady rolne, magazyny, bezpieczeństwo 100%. Metodę przedstawiłem w filmie „Szczurołap".**