

bojowego zakwaszenia mięśni i sprzyja pojawianiu się mięsa DFD, o zbyt słabym zakwaszeniu. W skrajnych przypadkach dochodzi nawet do zejść śmiertelnych, głównie zwierząt wrażliwych na stres. Wykonane przez Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego doświadczenia na tucznikach, z których połowę ubito bezpośrednio po przywiezieniu do zakładu, a połowę w dniu następnym, wykazały istotnie niższą wydajność poubojową (ok. 1-2%), ciemniejszą barwę mięsa oraz większą częstość występowania mięsa PSE i DFD u tych ostatnich. Nie bez znaczenia dla zwierząt, widzianych „panoramicznie”, są warunki i sposób przepędu przez korytarze w magazynie żywca. Korytarze przepędowe o pełnych ściankach, zasłaniające ludzi i sprzęt, powinny być dobrze oświetlone, pozbawione połyskujących odbić światła od posadzek i ścian. Zwierzęta kierowane na ubój powinny widzieć przed sobą wolną drogę, nieograniczoną ostrymi zakrętami (Wajda, 1994).

Poważną pozycję w zmienności jakości pozyskiwanego mięsa zajmują warunki uboju tuczników (Kaczorek, 1998). Według Mac Causlanda i Millar (1982), około 40% wad mięsa jest efektem oddziaływania niekorzystnych czynników, jakie występują w zakładach ubojowych po przybyciu tam zwierząt rzeźnych. Wśród nich na uwagę zasługują: wspomniane już warunki i czas przebywania zwierząt w magazynie żywca, sposób oształamiania i czas jego trwania, czas od momentu ogłuszenia do rozpoczęcia wykrwawiania oraz pozycja wykrwawiania. Największy stres wywołuje oształamianie prądem

elektrycznym. Technologia oształamiania zwierząt, niezależnie od zastosowanej metody, powoduje wystąpienie wadliwości mięsa. Skrócenie czasu oształamiania oraz odstępu czasowego pomiędzy oształamianiem a wykrwawianiem ogranicza dotarcie wydzielanych hormonów stresu i metabolitów intensywnej przemiany materii do mięśni szkieletowych, a tym samym redukuje częstość występowania mięsa PSE nawet do 50% (Schepper, 1977; Kaczorek, 1996). Wydłużenie czasu trwania ww. czynności ubojowych powoduje znaczne zwiększenie ilości krwawych wybroczyn w tkance mięśniowej oraz stymuluje powstawanie mięsa PSE, a w krańcowych przypadkach, przy nadmiernym wydłużeniu czasu oształamiania, prowadzi do wyczerpania zapasów glikogenu, stymulując powstawanie mięsa o słabym zakwaszeniu z objawami DFD (Woltersdorf i Troeger, 1987). Wykrwawianie tusz w pozycji wiszącej prowadzi do uszkodzeń mechanicznych (pęknięcie kręgosłupa, kości miednicy oraz krwawych wylewów) w wyniku konwulsji i intensywnych ruchów ciała ubijanego zwierzęcia. Krwawe wylewy stanowią podstawową przyczynę dyskwalifikacji mięsa do produkcji wysokogatunkowych wyrobów. Skracanie czasu oształamiania i wykrwawiania zwierząt bezpośrednio po oszołomieniu w pozycji leżącej, to podstawowe czynniki minimalizujące występowanie mięsa wadliwego (Kaczorek, 1996; Kien, 1997).

**Obszerny wykaz pozycji piśmiennictwa znajduje się u Autorów.**

## Ocena jakości kiszonek

Witold Podkówka, Zbigniew Podkówka

ATR w Bydgoszczy

Powszechnie używany termin „jakość kiszonki” jest trudny do zdefiniowania, gdyż nie jest on równoznaczny z wartością pokarmową kiszonki. Termin ten bowiem ogranicza się jedynie do oceny przebiegu procesu fermentacji zakiszanego surowca i charakterystyki powstałych produktów przemian metabolicznych. Określając skład ilościowy i jakościowy produktów fermentacji w sposób umowny klasyfikuje się kiszonki, co nie zawsze odpowiada ich wartości pokarmowej i przydatności żywieniowej.

Przebieg procesu fermentacji można określić wykonując odpowiednie analizy chemiczne lub dokonując oceny sensorycznej na podstawie następujących cech: barwy, zapachu, smaku i struktury. Zarówno analiza chemiczna i ocena organoleptyczna ma swoje wady i zalety, jak również swoich zwolenników i przeciwników. Analizy chemiczne są wykonywane

przez specjalistyczne laboratoria, do których należy dostarczyć próbkę kiszonki, odczekać określony czas niezbędny na wykonanie oznaczeń i ponieść koszty z tym związane. Ocenę organoleptyczną wykonuje się bezpośrednio w gospodarstwie i kiszonkę można ocenić od razu. Jednak wykonanie takiej oceny wymaga znajomości zasad określania poszczególnych cech i przede wszystkim wielu lat praktyki.

**Produkty fermentacji – wskaźnikami jakości kiszonki**

W procesie fermentacji zakiszonej masy powstają przede wszystkim następujące produkty:

- ◆ kwasy organiczne – mlekowy, octowy, masłowy, propionowy, walerianowy, kapronowy, mrówkowy i inne;
- ◆ alkohol etylowy;
- ◆ lotne zasady amonowe – amoniak.

Kwasy organiczne, które powstają z łatwo fermentujących węglowodanów, powodują zakwaszenie środowiska, w wyniku czego następuje zmiana wartości pH. Poziom amoniaku jest wskaźnikiem rozpadu substancji azotowych w procesie fermentacji. Oba wymienione parametry są ściśle związane z jakością kiszonki. Wymienione produkty fermentacji były wykorzystywane do oceny jakości kiszonki już w latach trzydziestych XX wieku. Duże zasługi w tej dziedzinie położyli

niemieccy badacze: Behrens (1926), Kirsch, Hildebrandt, Ruschmann (1931), Ruschmann i Koch (1931), Ruschmann (1931), Stollenwerk (1932), Lepper (1931, 1938), Gneist (1931), Ruschmann (1939), Flieg (1938) i inni.

### Zawartość kwasów a jakość kiszonki

Metoda oznaczania wolnego i związanego kwasu octowego i masłowego za pomocą destylacji z parą wodną oraz kwasu mlekowego opracowana została przez Wiegnera i Magasnikę (1922), a następnie zmodyfikowana przez Leppera w 1933 roku i udoskonalona przez niego w 1938 roku. Jest ona nadal wykorzystywana w niektórych laboratoriach. Flieg w 1938 roku, na podstawie oznaczonej zawartości kwasu octowego, masłowego i mlekowego metodą Leppera, opracował klucz do oceny jakości kiszonki. Zasada oceny kiszonki według skali Fliega polega na tym, że ekwiwalenty miligramowe kwasu mlekowego, octowego i masłowego sumuje się, a następnie oblicza procentowy udział tych kwasów w sumie kwasów. Otrzymane punkty za procentowy udział kwasu mlekowego, octowego i masłowego decydują o jakości kiszonki. Suma punktów stanowi podstawę do ostatecznej klasyfikacji. W 100-punktowej skali Fliega przypada: na kwas mlekowy – od 0 do 25 pkt., na kwas octowy – od 0 do 25 pkt., na kwas masłowy – od 0 do 50 pkt. Wynika z tego, że kwas masłowy ma decydujący wpływ na jakość kiszonki.

Zimmer (1966), na podstawie wyników badań prowadzonych w Instytucie Produkcji i Konserwacji Pasz Federalnej Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Brunszwiku-Völkenrode, dokonał modyfikacji skali Fliega. Powstała nowa skala, która pod nazwą „Fliega-Zimmera” jest powszechnie stosowana w wielu krajach, w tym również w Polsce. W zmodyfikowanej skali zmieniono wysokość punktowania za procentowy udział poszczególnych kwasów. Zwiększono ilość przyznawanych punktów za udział kwasu mlekowego (do 30), obniżono za udział kwasu octowego (do 20), natomiast punktacja za udział kwasu masłowego pozostała bez zmian.

Badania prowadzone przez Fliega w latach trzydziestych ubiegłego wieku dotyczyły kiszonek sporządzonych z zielonek o naturalnej wilgotności (niepodsuszonych), bez dodatku lub z dodatkiem melasy. Na podobnych kiszonkach badania prowadził również Zimmer w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych. Dlatego opracowana przez nich skala idealnie nadaje się do oceny kiszonek wilgotnych. Obecnie, gdy kiszonki produkuje się z surowców o wyższej zawartości suchej masy oraz z dodatkiem konserwantów (chemicznych czy mikrobiologicznych), skala ta niedokładnie odzwierciedla jakość kiszonki.

Ocena jakości kiszonki według skali Fliega-Zimmera na podstawie procentowego udziału kwasów, a nie absolutnej ich zawartości, nie zawsze daje obiektywny wynik. Przykładem mogą być kiszonki z wysłodków buraczanych o zawartości 9-12% suchej masy. W kiszonkach tych często stwierdza się dużą zawartość kwasu octowego, który powstaje w wyniku fermentacji pektyn. W tabeli 1 podano ocenę jakości

ci takiej kiszonki. Za udział kwasu mlekowego i octowego uzyskała ona 0 punktów, a za niską zawartość kwasu masłowego 50 punktów, w sumie kiszonka ta uzyskała ocenę zadowalającą.

**Tabela 1**  
Ocena jakości kiszonki z wysłodków buraczanych (wg Podkówki, 1978)

Wyszczególnienie	Kwas		
	mlekowy	octowy	masłowy
Zawartość (%)	0,95	3,11	0,01
Udział w sumie kwasów (%)	23,0	76,0	1,0
Punkty przyznane za udział kwasów (wg skali Fliega-Zimmera)	0	0	50
Jakość kiszonki	zadowalająca		

### Wartość pH a jakość kiszonki

Pierwszą skalę do oceny jakości kiszonek na podstawie wartości pH opracował Gneist (1937). Dotyczyła ona kiszonek sporządzonych z zielonek o naturalnej wilgotności, bez dodatków lub z dodatkiem łatwo fermentujących węglowodanów (głównie melasy). Skala ta przedstawia się następująco:

pH	Ocena
3,00-4,20	bardzo dobra
4,21-4,50	dobra
4,51-4,70	średniej jakości
4,71-4,90	miernej jakości
powyżej 4,91	zła (nie nadająca się do skarmiania)

W tamtych czasach oznaczanie wartości pH w kiszonkach odbywało się kolorymetrycznie. Polegało ono na określeniu zabarwienia wyciągu wodnego kiszonki po dodaniu indykatora (wskaźnika) i porównaniu ze skalą barwną. Niestety wodny wyciąg z kiszonki ma ciemne zabarwienie, co znacznie utrudniało prawidłowy odczyt. Dopiero wprowadzenie elektrometrycznej techniki pomiaru stężenia jonów wodorowych, pozwoliło na dokładne i szybkie wykonanie pomiaru kwasowości kiszonki.

Ocena jakości kiszonki tylko na podstawie wartości pH jest również nieadekwatna do jej wartości pokarmowej. Wynika to z faktu, że kwasowość kiszonki uzależniona jest od zawartości w niej suchej masy. Kiszonki sporządzone ze świeżych zielonek (o zawartości około 20% suchej masy) cechują się kwasowością od 4,0 do 4,2, a z zielonek podsuszonych – powyżej 4,4. Często kiszonki o wyższej zawartości suchej masy nawet przy pH 5,0 uzyskują ocenę dobrą. Wieringa (1961) określił jaką kwasowość powinny mieć kiszonki w zależności od zawartości w nich suchej masy (tab. 2).

Gross (1963) na podstawie analiz 1400 prób kiszonek wykazał wpływ zawartości suchej masy (s.m.) i wartości pH na

**Tabela 2**  
**Graniczne wartości pH w zależności od zawartości suchej masy i oceny organoleptycznej (wg Wieringa, 1961)**

Sucha masa (%)	pH		
15	4,0	4,1-4,3	4,4
20	4,1	4,2-4,4	4,5
25	4,2	4,3-4,6	4,7
30	4,3	4,4-4,8	4,9
35	4,5	4,6-5,2	5,3
40	4,7	4,8-5,9	6,0
Jakość kiszonki	bardzo dobra	dobra do zadowalającej	mierna do złej

**Tabela 3**  
**Szacowanie jakości kiszonek w zależności od zawartości suchej masy i pH (Gross, 1974)**

Klasa	Punkty	Jakość	Zawartość suchej masy								
			15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	
			pH								
I	81-100	bardzo dobra	3,6	3,9	4,1	4,4	4,6	4,9	5,1	5,4	
II	61-80	dobra	4,1	4,4	4,6	4,9	5,1	5,4	5,6	5,9	
III	41-60	zadowalająca	4,6	4,9	5,1	5,4	5,6	5,9	6,1	6,4	
IV	21-40	mierna	5,1	5,4	5,6	5,9	6,1	6,4	6,6	6,9	
V	0-20	zła	5,6	5,9	6,1	6,4	6,6	6,9	7,1	7,4	

jakość kiszonki (tab. 3). Opracował również równanie regresji do szacowania jakości kiszonek na podstawie tych dwóch parametrów:

$$\text{Punkty wg skali Fliega} = 220 + (2 \times \text{s.m.} - 15) - \text{pH} \times 40$$

#### Amoniak a jakość kiszonki

Poziom amoniaku w kiszonce świadczy o rozpadzie substancji azotowych w procesie fermentacji. Przy prawidłowym przebiegu fermentacji rozpad substancji azotowych do amoniaku jest nieznaczny, a tym samym kiszonka zawiera niewielkie ilości amoniaku. Zatem im wyższy poziom amoniaku, tym jakość kiszonki jest gorsza.

Zawartość amoniaku w kiszonkach początkowo oznaczano metodą destylacji z parą wodną w aparacie Kjeldahla, stosując tlenek magnezu do zobojętniania wyciągu wodnego. Wykorzystując tę metodę do oznaczania amoniaku uzyskuje się zawyżone wyniki, gdyż amoniak uwalniał się nie tylko z wodorotlenku amonu (NH<sub>4</sub>OH), lecz również z wolnych aminokwasów i innych związków azotowych. Dopiero zastosowanie dyfuzyjnej metody Conweya (1962) pozwoliło na uzyskiwanie prawidłowych wyników oznaczania zawartości amoniaku.

Zawartość amoniaku w kiszonce można podawać w mg% N-NH<sub>3</sub> w suchej masie lub w N-NH<sub>3</sub> do N<sub>ogólnego</sub> w procentach. Badania Fuchsa (1950) wykazały, że do oceny jakości kiszonki bardziej nadaje się N-NH<sub>3</sub> do N<sub>ogólnego</sub>, który wyraża ile procent azotu zawartego w kiszonce występuje jako amoniak.

Istnieje ścisła współzależność pomiędzy zawartością amoniaku a wartością pH. Im wyższa jest kwasowość, tym więcej amoniaku znajduje się w kiszonce (Carpintero i wsp., 1969;

Podkówa i wsp., 1995). W kiszonkach o niskiej zawartości suchej masy występuje więcej amoniaku niż w kiszonkach o podwyższonej jej zawartości (Gordon i wsp., 1961; Voss, 1966, 1967). Na zawartość amoniaku w kiszonce ma również wpływ poziom kwasu masłowego (Zimmer, 1965). Decydujący wpływ na zawartość amoniaku w kiszonce ma zawartość cukru i białka w zakiszonym surowcu (Podkówa, 1964). Amoniak w kiszonce występuje zawsze, jednak jego poziom jest uzależniony od przebiegu procesu fermentacji. Jeżeli proces powstawania kwasu mlekowego i zakwaszenie środowiska zachodziło prawidłowo, to poziom N-NH<sub>3</sub> do N<sub>ogólnego</sub> na ogół nie przekracza 10%. Im wyższy jest poziom amoniaku, tym kiszonka jest gorszej jakości i zawiera więcej kwasu

masłowego. W wielu krajach jakość kiszonki oceniana jest na podstawie zawartości amoniaku i kwasu masłowego. Przykładem może być sposób oceny jakości kiszonek stosowany w Szwecji, podany w tabeli 4.

#### Alkohol a jakość kiszonki

W kiszonkach znajduje się alkohol etylowy, który nie był jednak wykorzystywany przy ocenie ich jakości. Alkohol powstaje, jeżeli po zakończeniu

**Tabela 4**  
**Ocena jakości kiszonek na podstawie zawartości amoniaku i kwasu masłowego (Toth i wsp., 1956)**

N-NH <sub>3</sub> do N <sub>ogólnego</sub> (%)	Zawartość kwasu masłowego (%)	Jakość kiszonki
0-12,5	0-0,10	bardzo dobra
12,6-15,0	0,11-0,20	dobra
15,1-17,5	0,21-0,30	średnia
17,6-20,0	0,31-0,40	zła
Powyżej 20,0	powyżej 0,40	bardzo zła

fermentacji mlekowej w kiszonce znajduje się cukier, który jest fermentowany przez drożdże. Dotyczy to szczególnie surowców o dużej zawartości cukrów prostych (młoda zielonka z kukurydzy, buraki cukrowe). Niewielka ilość alkoholu w kiszonce (około 1%) jest pożądana, gdyż poprawia jej walory smakowe, natomiast wyższa jego ilość jest niewskazana.

#### Polowa metoda oceny jakości kiszonki

Podkówa (1987) opracował polową metodę oznaczania jakości kiszonki na podstawie zawartości amoniaku, cukru i pH. W wyciągu wodnym kiszonki oznacza się, za pomocą odpowiednich testów, zawartość jonów amonowych i cukru, a kwasowość przy pomocy papierka wskaźnikowego. Za poszczególne cechy przyznaje się odpowiednią ilość punktów, których suma określa jakość kiszonki. Przy określaniu punktacji za pH kiszonki należy uwzględnić zawartość w niej suchej masy.

## Ocena jakości kiszonek według skali Weissbacha i Honiga

W 1997 roku Weissbach i Honig (Federalna Rolnicza Stacja Doświadczalna w Brunshwiku-Völkenrode) opracowali klucz do oceny jakości kiszonek na bazie badań chemicznych (DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilage auf der Basis der chemischen Untersuchung). Ocena jakości odbywa się na podstawie zawartości w kiszonce kwasu masłowego, kwasu octowego, amoniaku i pH. Jej twórcy wyszli bowiem z założenia, że kwas mlekowy, jako główny produkt fermentacji, powinien występować w kiszonce w dominującej ilości, a o jej jakości decydują te wskaźniki, które są dowodem nieprawidłowego przebiegu fermentacji.

Punkty uzyskane za oznaczoną zawartość kwasu masłowego, octowego, amoniaku i pH, po sumowaniu są podstawą do ostatecznej oceny w skali 100-punktowej (tab. 5, 6, 7, 8, 9).

**Tabela 5**  
Punktacja za zawartość kwasu masłowego

Zawartość kwasu masłowego w % w suchej masie	Punkty
0,00-0,30	50
0,31-0,40	45
0,41-0,50	40
0,51-0,70	35
0,71-1,00	30
1,01-1,40	25
1,41-1,90	20
1,91-2,60	15
2,61-3,60	10
3,61-5,00	5
Powyżej 5,00	0

Zawartość kwasu masłowego = i-masłowy + n-masłowy + i-walerianowy + n-walerianowy + n-kapronowy, w przypadku oznaczania metodą chromatografii gazowej

**Tabela 6**  
Punktacja za zawartość kwasu octowego

Zawartość kwasu octowego w % w suchej masie	Punkty
Powyżej 8,50	-30
7,51-8,50	-25
6,51-7,50	-20
5,51-6,50	-15
4,51-5,50	-10
3,51-4,50	-5
2,00-3,50	0
1,99-1,50	-5
1,49-1,00	-10
0,99-0,50	-15
Poniżej 0,50	-20

Zawartość kwasu octowego = kwas octowy + kwas propionowy

## Dodatkowe wyjaśnienia

Podczas oznaczania suchej masy przez suszenie w temperaturze 105°C następuje wyparowanie nie tylko wody, lecz również substancji lotnych zawartych w kiszonce (kwasy, alkohol, amoniak). Dlatego należy wprowadzać poprawkę korygującą zawartość wody w kiszonce. Weissbach i Kuhla (1995), w celu skorygowania zawartości suchej masy, zalecają wykorzystanie równania:

$$s.m. \text{ skorygowana (\%)} = 2,08 + 0,975 s.m. (\%)$$

Można wykorzystać również następujące równanie:

$$Y = s.m. + 0,8 KO + 0,9 KM + 0,9 NH_3 + A$$

gdzie:

Y – sucha masa skorygowana w %,  
s.m. – sucha masa w %,  
KO – kwas octowy w % w świeżej masie,  
KM – kwas masłowy w % w świeżej masie,  
NH<sub>3</sub> – amoniak w % w świeżej masie,  
A – alkohol w % w świeżej masie.

**Tabela 7**  
Punktacja za zawartość amoniaku

N-NH <sub>3</sub> do N <sub>ogólnego</sub> (%)	Punkty
Poniżej 10,0	25
10,0-14,0	20
14,1-18,0	15
18,1-22,0	10
22,1-26,0	5
Powyżej 26,0	0

**Tabela 8**  
Punktacja za pH

Zawartość suchej masy w g/kg				Punkty
poniżej 200 g	200-300 g	301-450 g	powyżej 450 g	
pH				
poniżej 4,11	poniżej 4,31	poniżej 4,51	poniżej 4,71	25
4,00-4,30	4,31-4,50	4,51-4,70	4,71-4,90	20
4,31-4,50	4,51-4,70	4,71-4,90	4,91-5,10	15
4,51-4,60	4,71-4,80	4,91-5,00	5,11-5,20	10
4,61-4,70	4,81-4,90	5,01-5,10	5,21-5,30	5
4,71-4,80	4,91-5,00	5,11-5,20	5,31-5,40	0
4,81-5,00	5,01-5,20	5,21-5,40	5,41-5,60	-5
5,01-5,20	5,21-5,40	5,41-5,60	5,61-5,80	-10
5,21-5,40	5,41-5,60	5,61-5,80	5,81-6,00	-15
5,41-5,60	5,61-5,80	5,81-6,00	6,01-6,20	-20
5,61-5,80	5,81-6,00	6,01-6,20	6,21-6,40	-25
powyżej 5,80	powyżej 6,00	powyżej 6,20	powyżej 6,40	-30

**Tabela 9**  
Ocena jakości kiszonki

Suma punktów	Nota	Ocena
91-100	1	bardzo dobra
71-90	2	dobra
51-70	3	mierna
30-50	4	zła
Poniżej 30	5	bardzo zła

## Korygowanie oceny jakości kiszonki

Przystępując do wykonywania analizy chemicznej kiszonek należy organoleptycznie stwierdzić czy występuje zapleśnienie, wyraźny bakteryjny rozkład czy zbutwiały zapach. W tych przypadkach koryguje się jakość kiszonki, obniżając ilość uzyskanych punktów o wartości podane w poniższym zestawieniu, szczególnie dotyczy to kiszonek, które uzyskały notę 3 lub 4.

Wygląd i zapach	Punkty
widoczne objawy przegrzania kiszonki	-20
sporadyczne miejscowe zapleśnienia	-30
wyraźne zapleśnienie do 10% w próbie	-50
stęchły zapach, bakteryjny rozkład, ponad 30% zapleśnienia w próbie lub daleko posunięty rozkład	kiszonka nie nadaje się do skarmiania

Skala Fliega, zmodyfikowana przez Zimmera i powszechnie stosowana do oceny kiszonki, nie spełnia oczekiwań, bowiem coraz częściej sterujemy procesem fermentacji, co ma

wpływ na powstawanie produktów fermentacji. Skala zaproponowana przez Weissbacha i Honiga jest pewnym postępem, jednak jej przydatność będzie można określić po sprawdzeniu w praktyce.

Należy dążyć do ujednoczenia oceny jakości kiszonki przez poszczególne laboratoria świadczące usługi. Będąc w terenie mamy możliwość zapoznania się z wynikami badań

jakości kiszonek wykonywanymi na zlecenie hodowcy. Wyniki tych analiz są różnie przedstawiane i różnie interpretowane. W wielu przypadkach podawane są tam informacje mało przydatne dla hodowcy. Dlatego zachęcamy do dyskusji nad postawionym problemem, mając na uwadze duże znaczenie kiszonek w żywieniu bydła.

*Literatura dostępna u Autorów.*

## Żywienie krów wysokomlecznych

**Paulina Stępniaak-Sołyga**

**AR w Lublinie**

Prawidłowe zbilansowanie dawki pokarmowej dla krów wysokomlecznych jest trudne i wymaga znajomości zagadnień związanych z fizjologią i paszoznawstwem. Dawka pokarmowa dla tych krów powinna składać się z dobrej jakości paszy objętościowej i paszy treściwej. Istotne jest dostarczenie wszystkich niezbędnych składników odżywczych oraz zachowanie odpowiednich proporcji między nimi. Nadmiar lub niedobór któregoś ze składników może być przyczyną schorzeń metabolicznych, które prowadzą do obniżenia produkcji. Należy pamiętać, że żwacz i procesy w nim zachodzące stwarzają utrudnienie w żywieniu krów wysokomlecznych. Nie można bowiem dowolnie zwiększać wielkości dawki, co powoduje trudności w pokryciu wysokiego zapotrzebowania tej grupy zwierząt. Dlatego w żywieniu krów wysokomlecznych niezbędne jest stosowanie dodatków paszowych, takich jak: białko chronione, aminokwasy chronione, tłuszcz chroniony, substancje buforujące, glikol propylenowy, itd.

W pierwszych tygodniach laktacji wzrost produkcji mleka uwarunkowany jest genetycznie. Szczyt laktacji przypada na 3 miesiąc po wycieleniu. W tym okresie krowy wysokomleczne mogą wyprodukować nawet do 50 kg mleka na dzień. Po tym okresie zmniejsza się ilość wydzielanego mleka. Stosując odpowiednie żywienie i dodatki paszowe można zahamować spadek produkcji mleka i wydłużyć okres laktacji.

Przez pierwszych 8 tygodni krowy pobierają mało paszy, a bardzo duże potrzeby pokarmowe pokrywają wykorzystując rezerwy tłuszczu. Całkowite spalanie tłuszczu wymaga obecności węglowodanów (kwasu szczawiooctowego, który powstaje z glukozy). Pobierana pasza nie dostarcza jednak w odpowiedniej ilości węglowodanów łatwo rozpuszczalnych, np. skrobi. Niecałkowite spalanie tłuszczu powoduje, że z wolnych, niezestryfikowanych kwasów tłuszczowych po-

wstają w wątrobie ciała ketonowe – aceton, kwas acetooctowy, kwas  $\beta$ -hydroksymasłowy. Związki te są przyczyną ketozy, która występuje u krów wysokomlecznych. Ketoza najczęściej ma formę podkliniczną, objawia się zmniejszeniem apetytu oraz wydajności mleka, i często jest bardzo trudna do stwierdzenia. Ciała ketonowe usuwane są z organizmu z mlekiem, moczem i wydychanym powietrzem. Zaostrzenie objawów, takich jak apatia czy brak apetytu, wynika z dużej ilości ciał ketonowych we krwi i stwarza nawet zagrożenie dla życia zwierzęcia. W takim przypadku niezbędna jest interwencja lekarza weterynarii. Aby zminimalizować negatywne skutki ketozy, krowom wysoko wydajnym podaje się dodatki paszowe, takie jak glikol propylenowy lub propionian wapnia. Związki te przekształcane są w wątrobie w glukozę, która jest substratem do produkcji kwasu szczawiooctowego, niezbędnego do całkowitego spalania tłuszczu. Dodatki paszowe, minimalizujące skutki ketozy, należy stosować przed i tuż po wycieleniu.

Białko wykorzystywane jest w żwaczu do syntezy białka mikrobiologicznego. Namnożone w żwaczu mikroorganizmy przesuwane są do dalszych części przewodu pokarmowego, gdzie są trawione. Ilość (masa) mikroorganizmów w żwaczu utrzymywana jest na stałym poziomie i wynosi średnio około 2 kg. Taka ilość białka bakteryjnego nie pokrywa potrzeb białkowych krów wysokomlecznych. Zwiększenie ilości białka w dawce nie powoduje zwiększenia ilości mikroorganizmów. Mikroorganizmy rozkładają białko do amoniaku. Nadmiar amoniaku powoduje wzrost pH w żwaczu i może prowadzić do zasadowicy (alkalozy). Aby pokryć potrzeby białkowe krów wysokomlecznych należy stosować białko, które nie ulega rozkładowi w żwaczu i jest dobrze trawione w jelicie cienkim. Białko odporne na rozkład mikroorganizmów zawarte jest w mące z glutenu kukurydzianego, mączce rybnej, młócie browarnianym. Stosować można także preparaty zawierające białko otoczkowane mydłami wapniowymi kwasów tłuszczowych, tzw. białko chronione. W nowoczesnych systemach wartościowania pasz dla przeżuwaczy (francuski – INRA, niemiecki – DLG) zapotrzebowanie krów na białko wyrażane jest w ilości białka trawionego lub dostępnego w jelicie cienkim. Na ilość białka żywieniowego składa się białko mikroorganizmów i białko paszy, które nie uległo rozkładowi w żwaczu. W systemach tradycyjnych zapotrzebowanie krów na białko