

Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo ^{tom} 2

Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt

NOWE WYDANIE

pod redakcją
Doroty Jamroz



AUTORZY

Jan Barteczko, Paweł Bielański, Franciszek Borowiec,
Franciszek Brzóska, Bogusław Fuchs, Eugeniusz Grela,
Dorota Jamroz, Jan Jankowski, Jerzy Koreleski,
Zygmunt M. Kowalski, Jerzy Kremky, Olga Lasek,
Krzysztof Lipiński, Andrzej Łysak, Piotr Micek,
Stanisław Niedźwiadek, Włodzimierz Nowak, Andrzej Potkański,
Andrzej Rutkowski, Ewa Sawosz-Chwalibóg, Juliusz Strzetelski,
Jan Szczerbowski, Jerzy Torgowski, Jan Tywończuk,
Tomasz Wertelecki, Jerzy Wilde, Jan Zając, Zenon Zduńczyk

Projekt okładki i stron tytułowych *Przemysław Spiechowski*

Ilustracje na okładce

Kpeeg/Shutterstock

LiKar/Shutterstock

Anastasija Popova/Shutterstock

leugchopan/Shutterstock

MaKars/Shutterstock

INSAGO/Shutterstock

Stripped Pixel/Shutterstock

M88/Shutterstock

Ariene Studio/Shutterstock

onsuda/Shutterstock

Honchar Roman/Shutterstock

Wydawca *Małgorzata Nawrot*

Redaktor *Krystyna Kruczyńska*

Produkcja *Mariola Grzywacka*

Łamanie *Egraf*

Wydanie książki zostało dofinansowane przez Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Zakład Doświadczalny Żywnienia Zwierząt w Gorzynie

Książka, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

Szanujmy cudzą własność i prawo
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

Copyright © by Wydawnictwo Naukowe PWN SA
Warszawa 2001, 2015

ISBN 978-83-01-18252-6 t. 2

ISBN 978-83-01-14279-7 t. 1-3

Wydanie 2 zmienione
Warszawa 2015

Wydawnictwo Naukowe PWN SA
02-460 Warszawa, ul. Gottlieba Daimlera 2
infolinia 801 33 33 88
tel. 22 69 54 321; faks 22 69 54 288
e-mail: pwn@pwn.com.pl; www.pwn.pl

Druk i oprawa: Pabianickie Zakłady Graficzne SA

PRZEDMOWA DO WYDANIA DRUGIEGO ZMIENIONEGO

Zrozumienie fizjologicznych i biochemicznych procesów zachodzących w organizmie zwierząt podczas pobierania, trawienia i metabolizowania składników pokarmowych pozwala na sterowanie wzrostem, rozwojem, utrzymaniem zdrowia, produkcją, rozrodem. Prawidłowe żywienie zwierząt prowadzi do poprawy wykorzystania składników pokarmowych, obniżenia kosztów żywienia, redukcji emisji przemiany materii, zmniejszenia obciążenia środowiska niewykorzystanymi przez zwierzę składnikami – metanem, związkami azotowymi, fosforem, mikroelementami i innymi substancjami. Produkty żywnościowe pochodzenia zwierzęcego są dla konsumenta cennym źródłem białka, kwasów tłuszczowych, składników mineralnych. Ich jakość zależy w dużym stopniu od prawidłowego żywienia zwierząt.

W opracowanym i uaktualnionym przez liczną grupę autorów – pracowników naukowych uczelni i instytutów z całej Polski podręczniku *Żywienie zwierząt i paszoznawstwo* uwzględniono: *Fizjologiczne i biochemiczne podstawy żywienia zwierząt* (tom 1), *Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt* (tom 2) i *Paszoznawstwo* (tom 3).

W tomie 2 przedstawiono podstawowe zagadnienia żywienia różnych grup gatunkowych, wiekowych i użytkowych zwierząt gospodarskich, a także zwierząt towarzyszących człowiekowi, zwierząt sportowych, amatorskich, laboratoryjnych. Uwzględniono również problemy żywienia ryb, pszczół, a nawet zwierząt utrzymywanych w terrariach. W kolejnym wydaniu uwzględniono aktualny stan wiedzy, wprowadzając uzupełnienia i korekty, w rozdziałach dotyczących żywienia zwierząt użytkowych. Nowe treści podano w rozdziałach o żywieniu koni i ryb. Uzupełnieniem podręcznika są nowe wydania zaleceń żywienia zwierząt użytkowych, tzw. norm żywienia przeżuwaczy, koni, świń i drobiu.

Pozostajemy z nadzieją, że zaprezentowane podstawy żywienia zwierząt zostaną zaakceptowane przez Czytelników – studentów, specjalistów z zakresu hodowli i chowu zwierząt, lekarzy medycyny weterynaryjnej, producentów pasz, a także szerokie grono hodowców, producentów i miłośników zwierząt.

W imieniu autorów
prof. dr hab. *Dorota Jamroz*

Rozdział 1

ŻYWIENIE BYDŁA

1.1. Żywienie krów mlecznych

Andrzej Potkański

1.1.1. Porównanie składu mleka i siary

Siara jest pierwszym pokarmem dla cielęcia; jej skład znacznie różni się od składu mleka. Ze względu na bardzo wysoką wartość odżywczą konieczne jest umożliwienie cielęciu pobrania siary w pierwszych godzinach życia, najlepiej do 30 min po urodzeniu. Skład siary zmienia się bardzo szybko, a jej wartość obniża się i zbliża do wartości mleka już w trzecim dniu po porodzie, stąd najważniejsze jest pojenie cielęcia siarą, kiedy jej wartość jest największa; wtedy też obecne w siarze immunoglobuliny pozwolą noworodkowi na nabycie odporności biernej.

Siara w porównaniu z mlekiem zawiera więcej białka, a ponad połowę stanowią w nim globuliny i albuminy. We frakcji globulin większość stanowią immunoglobuliny. W mleku głównym białkiem jest kazeina. Skład związków azotowych mleka podany jest w tabelach 1.1 i 1.2.

Tabela 1.1. Przeciętny skład mleka i siary (Kirchgessner, 1997)

Składniki	Składniki mleka (%)	Składniki siary (%)
Sucha masa	12,90	25,3
Białko ogólne	3,40	17,6
Kazeina	2,60	4,0
Albuminy + globuliny	0,50	13,6
Tłuszcz	4,00	3,6
Laktoza	4,80	2,7
Popiół	0,70	1,6
Wapń	0,12	0,2
Fosfor	0,10	0,2

Tabela 1.2. Skład związków azotowych mleka (%) (Kirchessner, 1997)

Składniki	Zawartość (%)
Kazeina	78,0
α -kazeina	55,0
β -kazeina	18,0
γ -kazeina	5,0
Białko mleka	17,0
albuminy	9,2
globuliny	3,3
peptydazy	4,5
Związki azotowe niebiałkowe (aminokwasy, mocznik i in.)	5,0

Siarę w porównaniu z mlekiem charakteryzuje znacznie wyższa zawartość witamin (D, E, C, B₁₂, choliny), a przede wszystkim witamin A i B₂. W pierwszych porcjach siary znajduje się dużo żelaza, miedzi, cynku, kobaltu i jodu.

Tabela 1.3. Zawartość witaminy A i witaminy B₂ w siarze i mleku (Kirchessner, 1997)

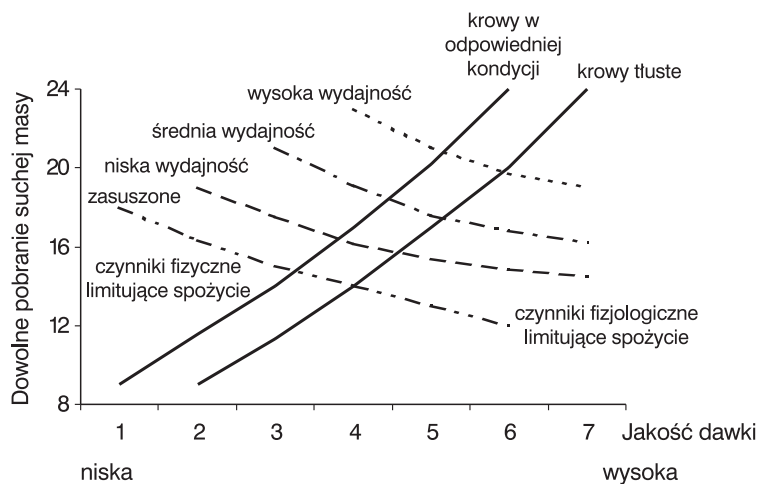
Kolejne udoje siary	Tysiące j.m. witaminy A na kg	mg witaminy B ₂ (kg)
Pierwsza porcja	11,6	6,2
Druga porcja	7,8	3,4
Trzecia porcja	4,3	2,4
Czwarta porcja	2,1	2,2
Mleko	0,7	1,8

1.1.2. Czynniki wpływające na pobranie paszy

Ważnym elementem żywienia krów mlecznych jest zdolność zwierzęcia do pobierania paszy. U krów o wysokiej mleczności może to być czynnik ograniczający pobranie dostatecznej ilości energii i innych składników odżywczych w paszach w ilościach potrzebnych do pokrycia ich zapotrzebowania. Szczególnie ważna w żywieniu zwierząt przeżuwających jest wielkość spożycia podstawowych pasz objętościowych. Pobieranie paszy przez przeżuwacza jest ściśle związane z pracą żwacza, czasem zalegania cząstek paszy w przedżołądkach i szybkością przechodzenia przez żwacz oraz intensywnością zachodzących w nim procesów fermentacyjnych.

W zależności od masy ciała i wydajności mlecznej krów w czasie laktacji, do normalnego przebiegu procesów trawienia niezbędne jest pobranie w paszach od 14 do 22 kg suchej masy. Apetyt zwierząt jest regulowany przez układ nerwowy i humoralny. Odpowiednio sterujące apetytem centra nerwowe

zlokalizowane są w międzymózgowiu (tzw. ośrodki łaknienia i sytości), a pobudzane na drodze nerwowej i chemicznej przez odpowiednie mechanoreceptory i chemoreceptory, na które oddziałują zmiany mechaniczne i chemiczne w treści pokarmowej. Pokarmowe ośrodki podwzgórza pobudzane są przede wszystkim przez zmiany w składzie chemicznym treści pokarmowej i krwi, ale zależy to także od wielu innych czynników środowiskowych. Przy średnio intensywnym żywieniu krów i skarmianiu dużych ilości pasz objętościowych większą rolę odgrywają czynniki fizyczne, natomiast przy intensywnym żywieniu wysoko produkcyjnych krów i wprowadzeniu do dawki dużych ilości pasz treściwych coraz większego znaczenia nabierają czynniki chemiczne, a przede wszystkim koncentracja kwasów tłuszczowych w płynie żwacza i ogólny bilans energetyczny zwierzęcia. Z czynników zależnych od zwierzęcia najważniejsza jest masa ciała i wydajność mleczna. U krów o większej masie ciała i wydajności mlecznej spożycie suchej masy rośnie, natomiast u krów wysoko cielnych i na początku laktacji jest ono niższe z przyczyn fizjologicznych. Bardzo często spożycie pasz objętościowych mierzymy spożyciem suchej masy wyrażonym w kilogramach. Przy rosnącej ilości paszy treściwej w dawce następuje zmniejszenie pobrania pasz objętościowych, tzw. efekt podstawiania (substytucji). Efekt ten zależy od strawności pasz objętościowych i składu chemicznego pasz treściwych, np. duża zawartość skrobi w tych paszach bardzo szybko obniża pobieranie pasz objętościowych.

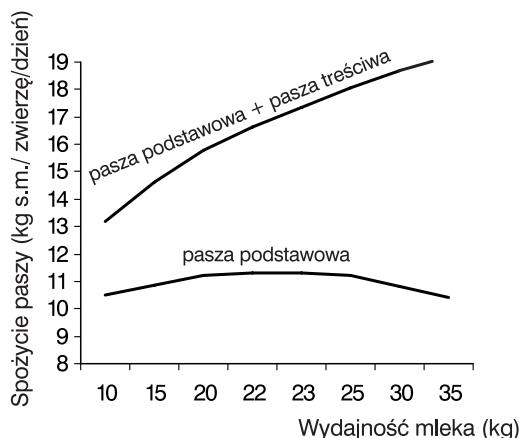


Rys. 1.1. Współzależność pomiędzy dowolnym pobraniem suchej masy a charakterystyką paszy i zwierzęcia (Forbes, 1983)

Przy układaniu dawek pokarmowych z dużym udziałem pasz objętościowych trzeba uwzględnić zdolność ich pobierania przez zwierzę. W celu ułatwienia normowania pasz objętościowych i treściwych dla przeżuwaczy uwzględniono

w systemie INRA (zalecanym w Polsce) wartość wypełnieniową i jednostki wypełnieniowe charakteryzujące pasze. Podstawą tego systemu jest określenie dowolnego pobrania suchej masy w paszy standardowej (porost pastwiskowy przeciętnej wartości) przez standardowe zwierzęta. Za zwierzęta standardowe przyjęto dla owiec skopa rasy Texel o masie ciała 60 kg, dla młodego bydła jałówkę o masie ciała 400 kg, a dla krów mlecznych – krowę o masie ciała 600 kg produkującą 25 kg mleka. Dla pasz treściwych wartość wypełnieniowa (WW) nie jest stała, lecz zależy od WW paszy objętościowej wchodzącej w skład danej dawki pokarmowej oraz od współczynnika podstawienia S.

$$WW \text{ paszy treściwej} = S \times WW \text{ paszy objętościowej.}$$



Rys. 1.2. Spożycie paszy w zależności od wydajności mlecznej krów (Kirchgessner, 1997)

1.1.3. Fermentacja węglowodanów w żwaczu, jej wpływ na kierunek i wielkość produkcji

Dla bydła głównym źródłem energii są węglowodany pasz roślinnych. O efektywności wykorzystania energii z tych pasz decydują przede wszystkim procesy fermentacyjne zachodzące w żwaczu. Ich przebieg zależy w dużej mierze od budowy chemicznej węglowodanów oraz składu i ilości mikroorganizmów w żwaczu. W grupie węglowodanów wyróżniamy zasadniczo dwie podstawowe frakcje:

- 1) węglowodany znajdujące się w komórce roślinnej, łatwo rozpuszczalne i szybko ulegające hydrolizie, do których zaliczamy skrobię i cukry proste. Węglowodany te stanowią grupę tzw. węglowodanów niewłóknistych, wewnątrzkomórkowych (zaliczanych do związków bezazotowych wyciągowych);

- 2) węglowodany ścian komórkowych, tzw. włókno surowe, złożone głównie z hemicelulozy, celulozy i ligniny; składniki te wchodzi też w skład obojętnego włókna detergentowego oznaczonego symbolem NDF. Z tego włókna wyodrębnia się hemicelulozę oraz celulozę z ligniną (definiowaną z uwagi na metodę oznaczania jako ADF), w której, korzystając z metod detergentowych, możemy wydzielić ligninę (ADL).

W paszach objętościowych stosowanych w żywieniu krów mlecznych, np. zielonkach świeżych i konserwowanych, znajduje się zazwyczaj duża zawartość włókna surowego (20–30% w suchej masie), natomiast w paszach treściwych, głównie w zbożach i paszach pochodnych, najwięcej jest skrobi.

Węglowodany ulegające fermentacji w żwaczu dostarczają energii zarówno zwierzęciu, jak i mikroorganizmom bytującym w żwaczu, decydują więc o przebiegu procesów żwaczowych tak ważnych dla przeżuwacza.

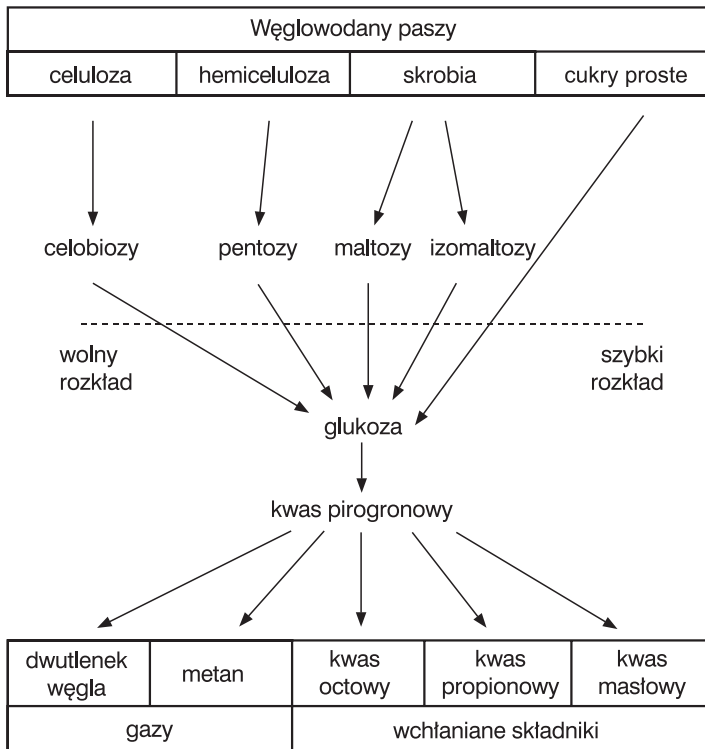
Głównymi produktami końcowymi trawienia węglowodanów w żwaczu są krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe: octowy, propionowy i masłowy, które wchłaniane są w żwaczu. Podczas fermentacji tworzą się też gazy: dwutlenek węgla i metan.

O przebiegu fermentacji w żwaczu decyduje tempo rozkładu węglowodanów. Nadmiar szybko fermentujących cukrów prostych czy skrobi może obniżyć pH żwacza, wpływać niekorzystnie na aktywność mikroorganizmów, zwłaszcza celulolitycznych, zakłócać pracę żwacza i wywołać chorobę na tle metabolicznym nazywaną kwasicą. Stąd w dawkach dla krów konieczny jest pewien określony udział NDF w suchej masie (zazwyczaj od 35 do 40%). W praktyce można to uzyskać przez ustalenie właściwego stosunku pasz objętościowych do treściwych, nie przekraczającego w przeliczeniu na suchą masę dawki porcji 50 : 50.

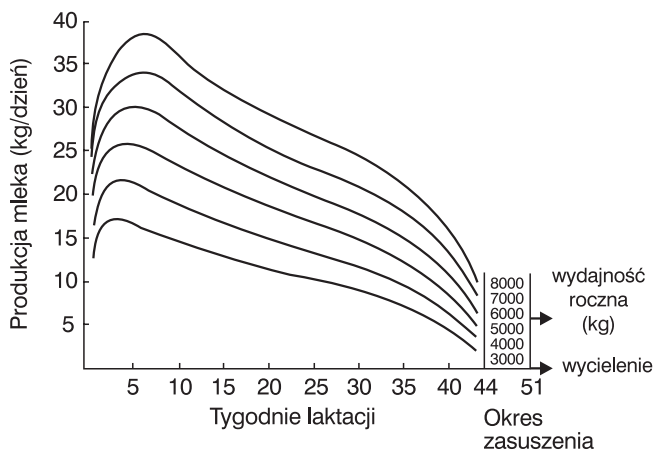
Aby zapewnić prawidłową pracę żwacza (motoryka żwacza, przeżuwanie, dopływ śliny) część włókna powinna być dostarczona w paszach strukturalnych (np. zielonkach, kiszonkach, sianie czy słomach), które powinny stanowić przynajmniej 20% całej ilości włókna surowego w dawce.

Skład krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (KŁKT) wpływa na uzyskanie wyniki produkcyjne, w tym także na skład mleka. Do produkcji glukozy wykorzystywany jest w pierwszej kolejności kwas propionowy pochodzący z fermentacji żwaczowej. Znaczenie tego procesu wynika ze szczególnej roli glukozy, jako głównego źródła energii dla gruczołu mlekowego i prekursora laktozy. Zwiększenie ilości kwasu propionowego w sumie kwasów w żwaczu uzyskujemy zazwyczaj przez wprowadzenie do dawki większej ilości pasz zbożowych, zawierających dużo skrobi. Przy takim kierunku fermentacji węglowodanów uzyskujemy także lepsze wykorzystanie energii i dobre wyniki produkcyjne nie tylko u bydła opasowego, ale i u bydła mlecznego.

Stosując w większych ilościach bogate we włókno surowe (celulozę) pasze strukturalne, stymuluje się kierunek fermentacji, w której tworzy się dużo kwasu octowego – prekursora tłuszczu mleka.



Rys. 1.3. Rozkład węglowodanów w żwaczu (za McDonald i in., 1988)



Rys. 1.4. Standardowe krzywe laktacji przy różnych wydajnościach (Kirchgeßner, 1997)

Tablica 1.4. Zawartość krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (KŁKT), proporcje molowe, wielkość produkcji kwasów w żwaczu u krów mlecznych otrzymujących różne diety (Church, 1971)

Rodzaj diety	Spożycie (kg SM · d ⁻¹)	Całkowita produkcja KŁKT (mmol · l ⁻¹)	Kwasy – octowy : : propionowy : : masłowy (% molowy)	Produkcja KŁKT (mol · d ⁻¹)	Źródło
Siano z lucerny : : ziarno zbóż (1 : 1,3)	19,1	109	67 : 21 : 12	37,52	Davis (1967)
Siano z lucerny : : ziarno zbóż (1 : 6,6)	17,27	121	49 : 40 : 11	44,58	Davis (1967)
Kiszonka z kukurydzy	3,5	83	64 : 19 : 17	30,9	Esdale i in. (1968)
Siano z lucerny	3,9	77	73 : 17 : 10	26,7	Esdale i in. (1968)

1.1.4. Zapotrzebowanie bytowe krów na energię i białko

Zapotrzebowanie bytowe krowy oblicza się na podstawie jej minimalnych potrzeb związanych z podtrzymaniem procesów życiowych, przy niezmiennącej się masie i składzie ciała oraz braku produkcji mleka. Podział potrzeb zwierzęcia na bytowe i produkcyjne nie zawsze jest precyzyjny i często jest krytykowany, gdyż trudno jest rozgraniczyć metabolizm składników pobranych w paszy na metabolizm bytowy i produkcyjny. Wyniki wielu doświadczeń wskazują, że potrzeby bytowe nie są stałe i zależą także od wielkości produkcji.

Do oznaczenia **energetycznych potrzeb bytowych** zwierząt służą metody kalorymetryczne, pozwalające na określenie przemiany podstawowej za pomocą pomiaru wielkości produkowanego przez zwierzę ciepła. Po uwzględnieniu dobrowolnej aktywności zwierzęcia i związanych z nią wydatków energetycznych możemy obliczyć wielkość całkowitych potrzeb bytowych.

We wszystkich systemach wartościowania pasz potrzeby energetyczne przeliczane są i odniesione do metabolicznej masy ciała zwierzęcia (MC). W systemie francuskim INRA zalecanym w Polsce ustalono, na podstawie badań w komorach respiracyjnych i doświadczeń żywieniowych, że zapotrzebowanie bytowe krów ras mlecznych wynosi średnio 117 kcal energii metabolicznej (EM) lub 70 kcal energii netto laktacji (ENL)/kg MC^{0,75}.

Chcąc obliczyć zapotrzebowanie energetyczne krowy o masie ciała 600 kg przy alkierzowym systemie żywienia, należy rozwiązać równanie:

$$70 \times 121,2^x = 8484 \text{ kcal ENL}$$

x – metaboliczna masa ciała ($600^{0,75} = 121,2 \text{ kg}$),

dla obliczania w jednostkach paszowych mleka:

$$8484/1700^{xx} = 4,99 \text{ JPM, a po zaokrągleniu } 5 \text{ JPM/dzień}$$

xx – wartość energetyczna 1 JPM.

Zapotrzebowanie bytowe krów (JPM/dzień) można obliczyć na podstawie masy ciała (MC), korzystając z równania:

$$\text{zapotrzebowanie bytowe (JPM/dzień)} = 1,4 + 0,6 \text{ MC}/100$$

Wartość tę należy zwiększyć o 10% dla krów utrzymywanych w oborach wolnowybiegowych i o 20% dla krów utrzymywanych na pastwisku.

Zapotrzebowanie bytowe krów na białko, podobnie jak u innych zwierząt, jest ustalane na podstawie określenia sumy azotu endogennego wydalanego w moczu, kale i produktach skóry. Najczęściej zapotrzebowanie krów na białko wyrażane jest obecnie przez podanie zapotrzebowania ilości gramów białka trawionego w jelicie cienkim. W systemie INRA jednostką tą jest ilość gramów białka właściwego (aminokwasów) rzeczywiście trawionego w jelicie cienkim (BTJ), a na przykład w również znanych w Polsce normach niemieckich DLG – w gramach białka ogólnie dostępnego w jelicie cienkim (nBO). Jak widać, we wszystkich nowoczesnych systemach wartościowania pasz odchodzi się od podawania zapotrzebowania na białko przez określenie w gramach białka ogólnego strawnego i przechodzi na bardziej wiarygodną ocenę na podstawie białka trawionego w jelitach. Zapotrzebowanie bytowe na białko u krów w systemie INRA wynosi 3,25 g BTJ/kg MC^{0,75}. Wartość tę można obliczyć bezpośrednio z masy ciała zwierzęcia (MC, kg) na podstawie równania:

$$\text{zapotrzebowanie bytowe (g BTJ/dzień)} = 95 + 0,5 \text{ MC (g)}$$

1.1.5. Zapotrzebowanie produkcyjne krów na energię i białko, wynikające ze składu chemicznego mleka

Przy obliczaniu zapotrzebowania produkcyjnego krów opieramy się na wartości energetycznej i zawartości białka w mleku. Do zapotrzebowania produkcyjnego wliczamy również potrzeby krowy związane z ciążą, kondycją i wzrostem młodych krów. Zapotrzebowanie produkcyjne zależy więc od liczby laktacji, wydajności mlecznej, składu mleka, okresu ciąży i terminu wycielenia.

Wartość energetyczna 1 kg skorygowanego mleka (FCM) o zawartości tłuszczu 4% wynosi 740 kcal ENL.

Jednostka paszowa produkcji mleka (JPM) = 1700 kcal energii laktacji netto.

$$\text{Zapotrzebowanie na produkcję 1 kg mleka (JPM)} = 740/1700 = 0,435, \\ \text{w zaokrągleniu } 0,44 \text{ JPM.}$$

Zapotrzebowanie energetyczne krowy przy innej zawartości tłuszczu w mleku (T, %) obliczamy ze wzoru:

$$\text{zapotrzebowanie na produkcję 1 kg mleka (JPM)} = 0,44/(0,4 + 0,15T)$$

W okresie ciąży zapotrzebowanie energetyczne związane z urodzeniem cielęcia o masie 40 kg będzie wynosić 0,9; 1,6; 2,6 JPM odpowiednio w 7, 8, i 9 miesiącu ciąży (wg INRA).

Zapotrzebowanie na białko również jest obliczane na podstawie jego zawartości w mleku. Ważnym kryterium przy tych obliczeniach jest wykorzystanie i podaż białka w paszy w stosunku do poziomu produkcji mleka. Zazwyczaj określa się zapotrzebowanie na białko przez podanie w dawce ilości białka trawionego w jelicie (BTJ), potrzebnego na wyprodukowanie 1 kg mleka.

Stwierdzono, że wykorzystanie BTJ na produkcję mleka wynosi średnio 0,64. Oznacza to, że 64% białka właściwego strawionego w jelicie cienkim zostaje wykorzystane w syntezie białka mleka. Wartość tę przyjęto jako współczynnik do obliczania zapotrzebowania na produkcję 1 kg mleka o zawartości tłuszczu 4%. Jeżeli mleko zawiera średnio 3,1% białka (31 g/kg), to zapotrzebowanie na produkcję 1 kg mleka oblicza się, stosując następujący wzór:

$$\text{zapotrzebowanie na produkcję 1 kg mleka (BTJ, g)} = 31/0,64 = 48$$

Brak apetytu u krowy po wycieleniu i w pierwszych tygodniach laktacji, a jednocześnie zwiększająca się w tym okresie wydajność mleka powodują, że zwierzęta znajdują się w stanie ujemnego bilansu energii. Aby pokryć niedobór energii, krowy korzystają z rezerw ciała, głównie z tłuszczu, ale także w ograniczonym stopniu z rezerw białka i składników mineralnych zgromadzonych w drugiej połowie laktacji. Przyjmuje się, że przez uruchamianie (mobilizację) rezerw ciała krowa w szczycie laktacji (od wycielenia do zakończenia 3 miesiąca laktacji) uzyskuje 3,5 JPM/kg ubytku masy ciała. W zależności od poziomu produkcji krowa może w tym okresie utracić od 15 do 60 kg tłuszczu ciała (co odpowiada 60–250 JPM), z których wyprodukuje od 150 do 600 kg mleka (4% tłuszczu). Nadmierna utrata masy ciała, która może wynikać na przykład ze skarmiania pasz objętościowych o złej jakości czy z nadmiernego otluszczenia krowy, może powodować zaburzenia w rozrodzie oraz zmniejszyć wydajność mleka w całej laktacji.

Z kolei gromadzenie rezerw ciała w drugiej połowie laktacji wymaga u krów wieloródek 4,5 JPM i u krów pierwiastek 3,5 JPM/kg przyrostu masy ciała. Na odbudowę tłuszczowych rezerw ciała krowy potrzebują co najmniej 4–5 miesięcy. Krowy o jednokierunkowej użytkowości mlecznej powinny zakończyć odbudowywanie rezerw ciała przed rozpoczęciem okresu zasuszenia.

W siódmym, ósmym i dziewiątym miesiącu ciąży krowa o masie 600 kg wymaga na rozwój płodu odpowiednio 0,9; 1,6 i 2,6 JPM/dzień.

Tabela 1.5. Metaboliczne wykorzystanie BTJ i zapotrzebowanie na BTJ w zależności od różnych funkcji organizmu (wg INRA, 1988)

Wyszczególnienie	Bydło	Kozy	Owce
Produkcja mleka			
Wykorzystanie BTJ	0,64	0,64	0,58
Zapotrzebowanie, g BTJ/kg mleka standardowego	48	45	95
Przyrosty			
Zawartość białka*, g/kg przyrostu masy ciała	200–150	–	–
Wykorzystanie BTJ*	0,68–0,40	–	–
Zapotrzebowanie*, g BTJ/kg przyrostu masy ciała	(250–350)	(360)	–
Ciąża			
Wykorzystanie BTJ	0,60	–	0,42
Potrzeby bytowe			
Zapotrzebowanie, g BTJ/kg masy ciała ^{0,75}	3,25	2,30	2,50

* Różne wartości, w zależności od masy ciała, genotypu i płci.

W ocenie wartości białkowej pasz w systemie INRA wprowadzono dodatkowy miernik – profil aminokwasowy BTJ, podając w nim wymaganą dla krów mlecznych zawartość lizyny i metioniny. W przedstawionych obliczeniach korzystamy z dobrze już znanych w Polsce jednostek INRA. Warto jednak zaznaczyć, że wszystkie stosowane obecnie na świecie systemy żywienia przeżuwaczy mają wspólne podstawy, uwzględniające metabolizm białka i energii zarówno w żwaczu, jak i w kolejnych etapach przemiany materii. We wszystkich tych systemach potrzeby energetyczne i białkowe przeżuwaczy traktuje się łącznie, co związane jest przede wszystkim z koniecznością oszacowania procesów zachodzących w żwaczu. Taki sposób oceny potrzeb przeżuwaczy stosowany jest w najczęściej używanych na świecie normach; ich skrócone nazwy pochodzą z reguły od nazw instytucji, które je opracowały:

- w Anglii – Agricultural and Food Research Council (AFRC), 1993;
- w Skandynawii – Nordic System, 1985;
- w Stanach Zjednoczonych – National Research Council (NRC), 1989;
- we Francji – Institute Nationale de la Recherche Agronomique (INRA), 1988;
- w Niemczech – Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft (DLG), 1997;
- w Holandii – Verkorte Tabel, Centraal Veevoederbureau Lelystad (CVB), 1994.

Literatura

- AFRC, 1993. Agricultural and Food Research Council.
- ARC, 1980. The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock. Agricultural Research Council.
- Chamberlain A.T., Wilkinson J.M., 1996. *Feeding of dairy cows*. Chalcombe publications. Lincoln, England.