

Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny

Cz. I. Charakterystyka pasz objętościowych i mierniki jej jakości

Franciszek Brzóska, Bogdan Śliwiński

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,
Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, 32-083 Balice k. Krakowa*

Pojęcie jakości – „*qualis*” pochodzi z języka łacińskiego i zostało zdefiniowane po raz pierwszy przez Cicero. Oznacza „jaki”, „jakiego charakteru” i można go odnieść do wszystkich produktów wytwarzanych przez człowieka, w tym rolniczych. Z anatomicznego punktu widzenia zwierzęta gospodarskie przyjęto dzielić na jedno- i wielożołądkowe (mono- i poligastryczne), a z fizjologicznego – na przeżuwające i nieprzeżuwające. Pasze objętościowe związane są z żywieniem zwierząt przeżuwających. Proces odżywiania się zwierząt polega na wykorzystaniu energii, białka, składników mineralnych i witamin zawartych w roślinach pastewnych i produktach paszowych z nich wytworzonych do utrzymania potrzeb bytowych zwierząt, a także syntezy składników mleka, jaj i tkanki mięśniowej.

W tradycyjnej terminologii pasze jako materiały stosowane do żywienia zwierząt przyjęto dzielić na objętościowe i treściwe. Pasze objętościowe definiuje się jako świeże lub konserwowane rośliny pastewne, a także produkty uboczne uprawy zbóż przeznaczone do żywienia zwierząt, w tym przeżuwających, jak: zielonki, siana, kiszonki, słomy i susze. W ujęciu tradycyjnym pasze treściwe są to mieszanki paszowe i materiały paszowe, jak ziarno zbóż i produkty jego przetwarzania, np. śruty, otręby oraz nasiona roślin strączkowych, a także produkty uboczne przemysłu olejarskiego, jak śruty poekstrakcyjne i makuchy (Brzóska i Podkówa, 2004). Ustawa Paszowa z 2006 r. w miejsce pojęcia

„pasze treściwe” wprowadziła pojęcie „materiały paszowe” i „mieszanki paszowe”. Taki zapis obowiązuje w całej Unii Europejskiej. W Polsce funkcjonują nadal oba terminy, a ich stosowanie jest dowolne i często prowadzi do nieporozumień. Tradycyjnie przyjmowano, że czynnikiem różnicującym pasze objętościowe i treściwe jest zawartość w nich energii. Pasze treściwe zawierały powyżej 4,1 MJ, a pasze objętościowe poniżej 4,1 MJ energii metabolicznej/kg suchej masy (Brzóska i Podkówa, 2004). Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych zaliczano do pasz treściwych ze względu na poziom energii, obecność skrobi i niską zawartość węglowodanów włóknistych.

Pasze objętościowe w skrawkach historii

Cechą charakterystyczną pasz objętościowych pochodzenia roślinnego jest wysoka zawartość węglowodanów strukturalnych zbudowanych z celulozy, hemiceluloz i lignin. Pasze objętościowe są to wegetatywne części roślin pastewnych i zbóż, w tym łodygi, liście i pochwy liściowe, a sporadycznie kwiatostany i osadki kolb kukurydzy. Łodygi zawierają wiązki przewodzące, a liście i pochwy liściowe aparat asymilacyjny roślin. W przypadku kukurydzy lub zbóż uprawianych w siewie czystym lub w mieszankach z roślinami strączkowymi na kiszonkę jest to również skrobia i białko zawarte

w kolbach, kłosach i strąkach. Udział kolb w suchej masie najlepszych mieszańców kukurydzy sięga 46–48%, co daje udział ziarna w plonie kukurydzy na poziomie 15–20%.

Pasze objętościowe są paszami przeznaczonymi dla zwierząt o wielokomorowej budowie żołądka, zatem przeżuwających, jak bydło, owce, kozy, a także zwierzęta wolno żyjące, jak żubry, bizona, jelenie, sarny, daniel, lamy, antylopy i wielbłądy. Przypuszcza się, że żołądek wielokomorowy zwierząt przeżuwających ukształtowała ewolucja w okresie późnej jury do oligocenu, zatem od 160 do 30 mln lat temu (Anonim, 2011), przystosowując organizmy zwierząt do czerpania energii z celulozy zawartej w roślinach zielonych. Już wtedy prawdopodobnie nastąpiła symbioza mikroorganizmów żwaczowych z organizmami żywicielami. Najstarsze ssaki roślinożerne to tzw. wieloguzkowce, których pochodzenie nie jest wiadome. Zwierzęta parzystokopytne, w większości roślinożerne, pojawiły się na początku okresu eocenu, od 56 do 34 mln lat temu, zaś przeżuwacze w środkowym eocenie (Anonim, 2011). Zróżnicowane warunki klimatyczne i środowiskowe na Ziemi oraz dostępność pokarmu mogły wpłynąć na procesy ewolucyjne w kształtowaniu się poszczególnych gatunków zwierząt. Bliższe naszym czasom zwierzęta roślinożerne zasiedlały łądy pokryte lasem i sawanną. Fenomen żwacza podzielił zwierzęta bytujące na naszej planecie na jedno- i wielożółdkowe, czyli mono- i poligastryczne oraz sprawił, że podstawą bytu wielu gatunków zwierząt stał się świat roślin, porastających gleby w silnie zróżnicowanych strefach klimatycznych pomiędzy kolejnymi zlodowaceniami kontynentów, od suchego stepu afrykańskiego z okresem wilgotnych deszczów monsunowych, do stref podbiegunowych, pokrytych w czasie 9–10 miesięcy w roku śniegiem i lodem. Sezonowe zmiany klimatyczne wymusiły stałe, coroczne wędrówki licznych stad zwierząt w poszukiwaniu dostępnej paszy, czego przykładem jest przemieszczanie się antylop Gnu w afrykańskim rezerwacie przyrody Serengeti w Tanzanii, czy wędrówki północnoamerykańskich jeleni Karibu w Kanadzie. Nie ulega wątpliwości, że świat zwierząt przystosował się do świata roślin jako pożywienia, a podaż paszy w danym czasie regulowała liczebność populacji zwierząt i ich cykle rozwojowe. Obfitość paszy została skorelowana

przez naturę z narodzinami następnych generacji zwierząt.

Zwierzęta monogastryczne natomiast przystosowały się do zjadania nasion, owoców, bulw i kłączy, co wykluczało ich konkurencję z przeżuwaczami. Kiedy kontynent był słabo zaludniony, a ludy pierwotne prowadziły koczowniczy tryb życia, prawdopodobnie wraz z nastaniem zimy przesuwały się na południe, w cieplejsze rejony Europy, gdzie stada zwierząt mogły prezimować na wyschniętych pastwiskach. Zasiedlanie przez ludność terenów o klimacie umiarkowanym, z przerwami w wegetacji roślin i przechodzenie na osiadły tryb życia skłoniło ludność do gromadzenia pasz na okresy zimowe, przy wykorzystaniu ciepłego promieniowania słonecznego. Sporządzanie siana jako paszy objętościowej posiada długą historię. W naszej strefie klimatycznej ścięte i wysuszone trawy były podstawą żywienia koni, bydła, owiec i kóz w okresach pomiędzy sezonami wegetacyjnymi. Na różnych szerokościach geograficznych globu wyglądało to odmiennie. W jednym z czasopism w bibliotece Uniwersytetu Rolniczego Wageningen w Holandii dostrzegłem fotografię fresku, pochodzącego prawdopodobnie z okresu przed narodzeniem Chrystusa, na którym przedstawiono ścinanie, transport i zakiszanie całych roślin sorgo w kamiennych okrągłych silosach, rozpowszechnionych na Bliskim Wschodzie i w Północnej Afryce (Schuking, 1976). Jest to niewątpliwie najstarszy obraz przedstawiający gromadzenie paszy objętościowej i jej konserwowanie, nie na okres zimowy, lecz na porę suszy, trwającej w Egipcie 3–4 miesiące. Inny przykład z przeszłości dotyczy Finlandii. Jest to kraj leżący w strefie kapryśnego lata, trwającego 2–3 miesiące, z częstymi opadami deszczu i dużą wilgotnością powietrza. Produkcja siana w tamtych warunkach jest niemal niemożliwa. A. I. Virtanen, profesor Uniwersytetu w Helsinkach w pierwszej połowie XX w. dokonał przełomu w produkcji pasz objętościowych dla przeżuwaczy w tamtym klimacie. Opracował technologię zakiszania traw z dodatkiem kwasów mineralnych, a potem organicznych, głównie kwasu mrówkowego, co pozwoliło na rozwinięcie chowu i hodowli bydła, wcześniej niemożliwego w obecnej skali. Pozwoliło również na rozwój przemysłu mleczarskiego, oferującego wszystkie produkty

mleczne, znane z bardzo dobrej jakości. Jak duże znaczenie posiadają białko i tłuszcz w diecie człowieka, szczególnie na północy Europy, gdzie zima trwa 7–8 miesięcy, nie trzeba przekonywać. Profesor Virtanen został uhonorowany za to osiągnięcie Nagrodą Nobla, przyznaną z zakresu chemii w 1945 r. Skandynawowie docenili to osiągnięcie, które jest stosowane obecnie w północnych rejonach Europy, również w Szwecji, Norwegii, Islandii, Szkocji i północnej Kanadzie. Obydwa przykłady świadczą dobitnie, jak ważna jest w różnych rejonach geograficznych produkcja paszy objętościowej dobrej jakości dla chowu przeżuwaczy i konwersji pasz objętościowych na produkty spożywcze. Człowiek podejmując chów zwierząt kilka tysięcy lat temu, szczególnie zaś w XX wieku, zmienił ich dietę. Nie tak dawno w Polsce wyeliminowano z diet świń bulwy ziemniaczane, zastępując je ziarnem zbóż i mieszankami paszowymi z przewagą zbóż. Ziemniaki podaje się świniom tylko w małych, a także ekologicznych gospodarstwach, zasadniczo nie dbających o ilość mięsa i tłuszczu w tuszy. Dieta zwierząt gospodarskich uległa radykalnej zmianie w ostatnich 50 latach.

Schorzenia metaboliczne występujące obecnie u krów wysoko wydajnych, jak tężyczka pastwiskowa, kwasica, ketoza, a także przemieszczenie trawieńca, czy ochwat, są wynikiem zmiany diety i szybkiego wzrostu wydajności zwierząt. Można przyjąć, że organizmy krów nie nadążyły w czasie ostatnich 100 lat ulec ewolucji i przystosowaniu się do nowych warunków żywienia. Ewolucja i przystosowanie się zwierząt to proces stopniowych zmian, trwających setki, jeśli nie tysiące lat. Selekcja krów na coraz wyższą mleczność sprawiła dużą dysproporcję między zdolnościami do zwiększonej syntezy mleka a możliwościami pokrycia zapotrzebowania krów na składniki pokarmowe, co prowadzi do wzrostu częstotliwości występowania schorzeń metabolicznych i skrócenia okresu użytkowania krów do 3–4 laktacji.

Pasze objętościowe źródłem energii

Fenomen zwierząt przeżuwających o wielokomorowej budowie żołądka polega na symbiozie mikroorganizmów żwaczowych z organi-

zmami przeżuwaczy. Żwacz jest niszą ekologiczną dla wzrostu i rozwoju bakterii i pierwotniaków, mogących dzięki posiadanym układom enzymatycznym rozkładać pasze objętościowe i mieszanki paszowe na składniki o znaczeniu pokarmowym dla organizmów gospodarza. Celuloza i hemicelulozy rozkładane są w żwaczu do cukrów prostych, a peptydy i białka do aminokwasów. Proces trawienia i wchłaniania składników pokarmowych zachodzi nieustannie, za wyjątkiem stanów chorobowych zwierząt.

Pierwszym elementem żywienia zwierząt jest pobieranie paszy. Jest kilka teorii dotyczących pobierania paszy przez zwierzęta przeżuwające i każda z nich nosi w sobie elementy prawdopodobieństwa. Teoria glukostatyczna zakłada, że pobieranie paszy wymuszone jest spadkiem koncentracji glukozy we krwi i oddziaływaniem na ośrodkki łaknienia w mózgu (Mayer, 1955). Wzrostowi poziomu glukozy we krwi w wyniku pobrania paszy towarzyszy sekrecja insuliny, powodująca odłożenie jej w postaci glikogenu w wątrobie i tkance mięśniowej, a także towarzyszące temu uczucie sytości.

Tempo przepływu treści pokarmowej przez żwacz zależy od składu i struktury fizycznej dawki pokarmowej. Jeśli przyjmiemy, że tempo wypływu treści pokarmowej ze żwacza wynosi średnio 5–6% objętości na godzinę, to u krowy o masie ciała 600 kg oznacza wypływ ze żwacza 7–8 litrów płynu żwaczowego i rozdrobnionej treści pokarmowej na godzinę. Dłużej trawione są rośliny całe lub pocięte na 10–20 cm kawałki. Pasze objętościowe podlegają w jamie gębowej cięciu oraz nawilżaniu śliną, a treść zawracana do jamy gębowej ulega rozcieraniu na miazgę, co określa się jako przeżuwanie. Zwiększa to powierzchnię oddziaływania mikroorganizmów żwaczowych na pasze. Rozkład celulozy i hemiceluloz spowalniają ich połączenia z ligninami zbudowanymi z kwasów uronowych. Proces lignifikacji ścian komórkowych roślin postępuje wraz z kolejnymi fazami wzrostu i rozwoju, do czasu wydania następnej generacji roślin w postaci nasion. Mikroorganizmy żwaczowe przystosowane są do około 6,2–7,0 pH odczynu treści pokarmowej żwacza i około 39,5°C temperatury, lepkości i napięcia powierzchniowego roztworu wodnego. Hydroлиза węglowodanów do niskocząsteczkowych kwasów tłuszczowych żwacza prowadzi do jego

zakwaszenia. Zwierzęta gospodarskie posiadają wykształcony na drodze ewolucji system moderatorów, buforujących treść żwacza poprzez obfite wydzielanie śliny zawierającej związki chemiczne o charakterze węglanów i fosforanów. U krów o wydajności powyżej 7 tys. kg mleka za laktację, pobierających 7–10 kg mieszanek paszowych i ziarna zbóż, system buforowania śliną kwaśnego odczynu żwacza już nie wystarcza. Niezbędne jest stosowanie w diecie dodatków mineralnych buforujących treść żwacza. Zakwaszenie żwacza przyspiesza skrobia szybko hydrolizująca do glukozy, a następnie do niskocząsteczkowych kwasów organicznych, co powoduje ujemne skutki, tak dla produktywności jak i dla zdrowia krów. Długotrwałe zakwaszenie żwacza osłabia apetyt i pobieranie paszy, a skutkiem tego redukuje mleczność i przyrosty masy ciała. Może wywoływać schorzenia racic (ochwat), a nawet zejścia śmiertelne zwierząt. Istotnym czynnikiem zapobiegającym kwasicy bydła jest stosowanie diet pełnodawkowych PMR i TMR (Total Mixed Ration; Party Mixed Ration) w żywieniu krów. Podawanie krowom diety pełnodawkowej – pasz objętościowych i mieszanek paszowych wymieszanych ze sobą, zwalnia hydrolizę skrobi i fermentację cukrów do kwasów, a tym samym zapobiega ostrym przypadkom kwasicy. Z drugiej strony, pasze objętościowe uwalniają znaczne ilości amoniaku buforującego powstające kwasy organiczne. Takie działania wywierają szczególnie pasze niefermentowane, jak siano, a także susze z traw i kukurydzy.

Końcowym produktem rozkładu celulozy i hemiceluloz w żwaczu są węglowodany proste, w tym glukoza. Z beztlenowej fermentacji heksoz, określanej jako glikoliza, powstaje kwas pirogronowy, a dalej niskocząsteczkowe kwasy organiczne, w tym kwas octowy, propionowy i masłowy, określane jako lotne kwasy tłuszczowe (LKT). Związki te są wchłaniane w żwaczu i jelitach, poprzez krwiobieg dostają się do wątroby, gdzie w procesie przemian metabolicznych stają się substratem do syntezy trójglicerydów, wykorzystywanych jako źródło energii na potrzeby bytowe i wzrost tkanki mięśniowej. Przenoszone są do gruczołu mlekowego w postaci lipoprotein, gdzie stają się substratem do syntezy tłuszczu mleka. Szacuje się, że LKT pokrywają około 70–80% zapotrzebowania

przeżuwacza na energię. Jak duże jest nasilenie tego procesu u krów, niech świadczy fakt, że ilość tłuszczu wydzielanego przez krowę w mleku wynosi około 1100–1300 g/dobę i sięga 240–280 kg za laktację i rok, czyli połowę masy krowy. Składniki pokarmowe uwalniane są z masy organicznej w dwunastnicy i jelicie cienkim poprzez działanie enzymów z rodzaju hydrolaz, głównie peptydazy i lipazy. Są to aminokwasy, tłuszcze, składniki mineralne oraz węglowodany, które nie uległy fermentacji w żwaczu. Są one wchłaniane przez nabłonek jelita cienkiego do limfy (tłuszcze), bądź krwi (amino-kwasy). Węglowodany strukturalne, które nie uległy strawieniu w żwaczu, nie są trawione w jelicie cienkim. Poprzez ruchy perystaltyczne przesuwane są do jelita grubego. Tutaj następuje wtórna fermentacja bakteryjna cukrów prostych do lotnych kwasów tłuszczowych. Uwolnione składniki pokarmowe ulegają częściowej resorpcji. Resorpcji ulega również woda i sole mineralne. Nie strawiona część diety pokarmowej przesuwana jest do jelita prostego, wywierając nacisk na mięsień zwieracz. Po przekroczeniu określonej siły działania nie strawiona część diety wydalana jest 4–5 razy w ciągu doby. Przy pobraniu około 24 kg suchej masy i strawności na poziomie 65% krowy wydalają około 14–16 kg suchej masy na dobę.

Koncentracja bakterii żwaczowych w 1 g suchej masy żwaczowej sięga kilkuset milionów. Pojemność żwacza wynosi około 18–25 kg suchej masy/dobę. Ocenia się, że wielkość dobowej syntezy białka mikrobiologicznego u krowy wynosi około 145 g/kg strawnej masy organicznej ulegającej fermentacji w żwaczu. Przy dobowym zapotrzebowaniu krowy na 16–24 kg suchej masy, z czego w żwaczu fermentuje 60–70%, przy czym masa organiczna stanowi 90% suchej masy, ilość białka mikrobiologicznego stanowi około 1500–2200 g białka trawionego jelitowo, pozyskanego na drodze fermentacji żwaczowej.

Procesy zachodzące w żwaczu zależą od wielu czynników endogennych, związanych z organizmem zwierzęcia, ale w większym stopniu związanych z technologiami produkcji pasz objętościowych, ich konserwowaniem, przechowywaniem i przyrządzaniem przed podaniem zwierzętom. Zależą one od odczynu treści pokarmowej, intensywności przeżuwania, składu

i struktury diety pokarmowej, szczególnie od długości cząstek pasz objętościowych, a także od proporcji mieszanki paszowej do paszy objętościowej w diecie. Nadmierna ilość pasz skrobiowych w diecie, przy relatywnie mniejszej ilości pasz objętościowych, zwiększa zakwaszenie żwacza i obniża pobranie pasz objętościowych. Jest to zjawisko „substytucji pasz” w żywieniu bydła. Pasze skrobiowe nie są przeżuwane, co zmniejsza wydzielanie śliny i jej alkalizujący wpływ na treść żwacza. Dla poprawy funkcji żwacza korzystne jest podawanie pasz skrobiowych w postaci gniecionej oraz pasz mineralnych o działaniu buforującym.

Pasze objętościowe źródłem azotu i białka

Rośliny pastewne i pasze objętościowe są źródłem, oprócz energii, białka pokarmowego dla zwierząt. Poziom białka w roślinach pastewnych waha się od 10–12 do 16–18% suchej masy. Może być wyższy w przypadku stosowania wysokich dawek nawozów mineralnych lub organicznych. W terminologii paszoznawstwa białko ogólne roślin pastewnych dzielimy na białko właściwe i związki azotowe niebiałkowe. Białko właściwe są to głównie enzymy roślinne i wnętrza komórek roślinnych, zbudowane z aminokwasów. Jest najbardziej wartościową dla zwierząt częścią białka ogólnego roślin. Związki azotowe niebiałkowe są to amidy, wolne aminokwasy, azotyny i azotany. Białko ogólne ulega rozkładowi w żwaczu pod wpływem mikroorganizmów proteolitycznych. Rozkładane jest do peptydów i wolnych aminokwasów, a związki azotowe niebiałkowe do amoniaku, niezbędnego do syntezy białka mikroorganizmów żwaczowych. Pozostała część białka nie rozłożonego w żwaczu, szczególnie białko właściwe, przepływa do żołądka właściwego, tzw. trawieńca, gdzie ulega zakwaszeniu i skutkiem tego denaturacji. Odczyn treści pokarmowej wpływającej z trawieńca wynosi około 2 pH. W dwunastnicy pod wpływem enzymów proteolitycznych ulega hydrolizie do peptydów, a te do aminokwasów. Aminokwasy wchłaniane są do krwi w ścianach jelita cienkiego. Tłuszcze obecne w paszach objętościowych ulegają emulgacji w dwunastnicy pod działaniem soków żółciowych, a następnie wchłanianiu w jelicie cienkim

do limfy. Po połączeniu się z białkami są transportowane w postaci lipoprotein do wątroby, a także do gruczołu mlekowego. Zostają włączone w metabolizm i syntezę składników pokarmowych zwierzęcia. Organizmy przeżuwaczy posiadają również zdolność do pierwotnej syntezy aminokwasów z kwasów organicznych powstających w żwaczu, takich jak kwas pirogronowy, szczawioowoocowy i α -ketoglutazarowy. Proces ten odbywa się w wątrobie.

Związki azotowe niebiałkowe (NPN) pasz objętościowych są frakcją łatwo rozpuszczalną w płynie żwaczowym, co następuje w czasie od 1 do 3 godzin po pobraniu pasz. NPN jest to frakcja związków azotowych, które nie uległy przekształceniu do białek roślinnych. Są to głównie wolne aminokwasy, peptydy, sole amonowe, azotany i azotyny. Ze względu na dobrą rozpuszczalność w środowisku wodnym są rozkładane przez enzymy proteolityczne do amoniaku, zasilając pulę azotu niezbędną mikroorganizmom do budowy ich własnych organizmów. Amoniak jest częściowo wchłaniany do krwi w żwaczu, natomiast w wątrobie zostaje przekształcony do mocznika. Część mocznika krążącego z krwią wraca do żwacza wraz ze śliną, a znaczna jego część jest wydalana z moczem. W gruczole mlekowym mocznik z krwi przenika do mleka. Jego poziom w mleku jest wskaźnikiem (markerem) poprawności zbilansowania białka i energii w dietach pokarmowych podawanym krowom – poniżej 240 mg/l mleka wskazuje na niedobór białka w diecie, a powyżej 300 mg/l mleka świadczy o nadmiarze białka i niewłaściwym jego zbilansowaniu. O rozmiarach syntezy białka u krów mlecznych niech świadczy fakt, że z mlekiem wydalane jest około 700–1100 g białka/dobę, tj. połowa jego dobowej syntezy żwaczowej. Reszta wykorzystywana jest na pokrycie funkcji życiowych organizmu, zaopatrzenie narządów i tkanek oraz komórek w aminokwasy. Codziennie w organizmach zwierząt dzięki zamieraniu (apoptozie) giną miliardy komórek, a dzięki puli wolnych aminokwasów krążących w osoczu krwi rodzą się nowe. Produkcja białka w czasie laktacji krow, głównie kazeiny, wynosi około 200–260 kg. Po uwzględnieniu sumy tłuszczu, białka, a także dwucukru laktozy zawartej w mleku można stwierdzić, że ilość ta znacząco przekracza masę ciała współczesnej krowy i wynosi około

700–800 kg za laktację i rok. Jest to jeden z fenomenów przyrody, charakterystyczny dla krowy wysokomlecznej; fakt, którego nieświadomy jest konsument mleka i produktów mlecznych.

Rośliny pastewne i pasze objętościowe pełnią dodatkową rolę fizjologiczną w żywieniu wszystkich zwierząt. Ich niestrawiona część, szczególnie celuloza inkrustowana ligniną, pełni funkcje wypełniacza przewodu pokarmowego zaspokajającego głód fizyczny, dzięki czemu prawidłowo funkcjonują perystaltyka i skurcze jelit, pozwalające na stały pasaż i przesuwanie trawionej treści pokarmowej wzdłuż przewodu pokarmowego, a także na wydalanie niestrawionych cząstek paszy. Prawidłowa struktura diety pokarmowej, prawidłowy lub wadliwy sposób trawienia składników pokarmowych mogą być oceniane na podstawie konsystencji odchodów. Oznacza się ją na przeznaczonych do tego siatach. Metodę oceny struktury diety pokarmowej wprowadzili do doradztwa żywieniowego inżynierowie amerykańscy. Metoda ta jest stosowana dotychczas w nielicznych, najlepszych stadach bydła mlecznego w Polsce.

Możliwości pobrania pasz objętościowych przez bydło, w tym krowy, zależą od jakości pasz i od składu diety pokarmowej, szczególnie od udziału mieszanki paszowej w diecie. W warunkach holenderskich, opierających żywienie krow o kiszonki z trwałych użytków zielonych i kukurydzy, o przeciętnej zawartości 350–450 g s.m./kg, przy średniej wydajności krow wynoszącej 7,5 tys. l mleka za laktację, optymalne pobranie kisonki to 10–12 kg suchej masy/dobę (30–35 kg świeżej masy). Krowy otrzymują 260–280 g mieszanki paszowej/l mleka, co odpowiada 9,5 kg mieszanki/35 kg mleka w szczycie laktacji. Daje to zużycie około 1,7 t mieszanki paszowej na krowę i laktację oraz rok. Niższe pobranie kisonki, np. 8–9 kg/dobę, wskazuje na jej obniżoną jakość i niską smakowitość. Wskazuje na zbyt późny termin koszenia roślin pastewnych lub niewłaściwe procesy w czasie fermentacji i przechowywania kisonki, np. nadmierną zawartość kwasu octowego w kisonce z kukurydzy, co jest wskaźnikiem wtórnej fermentacji kwasu mlekowego do kwasu octowego w czasie przechowywania paszy.

W praktycznym żywieniu krow udział pasz objętościowych w diecie i ich stosunek do mieszanek paszowych zależy od wydajności

zwierząt (tab. 1). W Izraelu i USA zużycie mieszanek paszowych w żywieniu krow, przy wydajności 9–10 tys. kg, przekracza 2–2,5 t/krowę i laktację. W Niemczech, Holandii i Wielkiej Brytanii, przy wydajności 7–9 tys. kg mleka, mieści się pomiędzy 1,5 a 2,0 t/krowę. Podobnie kształtuje się ten wskaźnik w najlepszych oborach krow mlecznych w Polsce. W małych gospodarstwach, utrzymujących 3–7 krow, które ze względów ekonomicznych nie stosują mieszanek paszowych w ich żywieniu, skarmia się śrutę i otręby zbożowe, sporadycznie uzupełnione mieszankami mineralnymi i lizawkami solnymi. Wiele spośród tych gospodarstw nadal stosuje w żywieniu krow siano. Są to główne przyczyny relatywnie niskiej wydajności mlecznej krow w Polsce. Skutkuje to również niską produkcją mieszanek paszowych dla bydła. Produkcja mieszanek paszowych dla bydła wynosi około 900 tys. t, na ogólną produkcję 9000 tys. t, co stanowi około 10% (Rynek Pasz, 2009). Dla porównania, w Niemczech mieszanki paszowe dla bydła stanowią około 30% wszystkich mieszanek paszowych dla zwierząt. Sytuacja w tym zakresie zmienia się w dłuższych okresach czasowych, a przykładem tego jest rozwój chowu krow mlecznych w rejonie łomżyńskim. Zapoczątkowany został we wczesnych latach 80. XX w. tzw. projektem holenderskim, na koszt i pod nadzorem merytorycznym rządu Holandii. Eksperyment ten polegał na urzędzeniu kilkunastu gospodarstw, o obsadzie 30–40 krow w każdym, położonych na glebach lekkich w rejonie trwałych użytków zielonych, na wzór gospodarstw w Holandii. Nadzór nad realizacją projektu sprawował znakomity fachowiec i doradca chowu bydła mlecznego w Holandii, inż. S. Schuking. Żywienie krow opierało się na bardzo dobrych kisonkach z traw podsuszonych i zbilansowaniu diet dla krow mieszankami paszowymi o uproszczonym składzie, możliwymi wówczas do wykonania w tamtym rejonie. Po 30 latach rejon łomżyński stał się jest zagłębiem bydła mlecznego w Polsce. Produkcja mleka stanowi tam ponad 30% produkcji krajowej.

Ogólne potrzeby krowy mlecznej można szacować na 2–2,5 t suchej masy kisonki z kukurydzy i 2–2,5 t suchej masy kisonki lub siana z traw i traw z motylkowatymi. Przy zawartości 33% suchej masy w obu kisonkach ich potrzeby wynoszą 6–7,5 t każda. W bilansie

pasz należy uwzględnić straty kiszzonek, wynoszące około 10–15%, zachodzące pomiędzy polem a stołem paszowym.

W skrajnych warunkach pogodowych straty w produkcji kiszzonek, a zwłaszcza siana, mogą sięgać 30% (Anderson, 1984/85). Ma to miejsce w sytuacji bardzo późnego koszenia

traw, np. w fazie kwitnienia oraz w przypadku długotrwałych opadów atmosferycznych. Wówczas, w czasie przerw w opadach deszczu, jedynym rozwiązaniem jest zbiór roślin wilgotnych i stosowanie chemicznych dodatków kiszzonek lub sorbentów soków kiszzonek (Brzóska i in., 1995, 1999).

Tabela 1. Wydajność mleczna krów a spożycie pasz, w tym mieszanek paszowych (kg/rok)
Table 1. Cows' milk yield and consumption of feeds, including feed mixtures (kg/year)

Produkcja mleka (kg/rok) <i>Milk production (kg/year)</i>	Masa ciała (kg) <i>Body weight (kg)</i>	Pobranie suchej masy (kg/dobę) <i>Dry matter intake (kg/day)</i>	Spożycie pasz (kg/rok) <i>Feed consumption (kg/year)</i>		
			Kiszzonek z kukurydzy <i>maize silage</i>	kiszzonek z mieszanki trawy z motylkowatymi <i>mixed legume-grass silage</i>	mieszanka paszowa <i>feed mixture</i>
4000	550	10,41	1200	1800	800
5000	570	12,60	1500	2000	1100
6000	590	15,34	2200	2000	1400
7000	610	16,99	2300	2300	1600
8000	630	18,50	2400	2400	1900
9000	640	20,40	2500	2500	2200
10 000	650	23,55	2700	2700	2500

Źródło: wyliczenia własne – *Source: own calculations.*

Dla zwiększenia wartości energetycznej diet dla krów oferowane są tłuszcze paszowe. Ich wartość energetyczna jest ponad dwukrotnie wyższa jak mieszanek paszowych. Najczęściej są to tłuszcze chronione, nie ingerujące w środowisko zwacza. Stosowanie tłuszczów w żywieniu krów nadal jest kontrowersyjne. Stwierdzono bowiem, że podawanie ich krowom wpływa na obniżenie poziomu białka w mleku, najbardziej pożądanego składnika mleka krów (Wu i Huber, 1994). Mimo że przedstawiono kilka hipotez i przyczyn tego zjawiska, dotychczas nie udało się go wyjaśnić. W żywieniu przeżuwaczy, w tym krów, zależnie od kierunku użytkowania i systemu chowu, a także wydajności, pasze objętościowe stanowią od 60 do 90% wszystkich pasz, stąd odgrywają niezwykle istotną rolę. Polska jest krajem olbrzymich dysproporcji w rolnictwie, w tym w chowie bydła mlecznego, gdzie wielkość gospodarstw mieści się w przedziale od kilku hektarów do kilku tysięcy hektarów, a wielkość stad od kilku do kilkuset krów. W każdym przypadku jednym z czynników

powodzenia w produkcji mleka jest dobra jakość pasz objętościowych, głównie kiszzonek.

Wkład IUNG- PIB i IZ PIB w badania jakości pasz objętościowych

W naszej strefie klimatycznej pasze objętościowe można pozyskiwać z różnych roślin pastewnych. Doświadczenia krajowe, a także zagraniczne jednoznacznie wskazują, że najlepszymi roślinami do produkcji pasz, głównie kiszzonek, są całe rośliny kukurydzy, zielonki traw, lucerna i mieszanki tych roślin. Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB wraz z Instytutem Zootechniki PIB od 15 lat wydaje instrukcje upowszechnieniowe, omawiające aktualne zagadnienia z zakresu produkcji pasz objętościowych, ich konserwacji i wykorzystania w żywieniu zwierząt. W ostatnich latach ukazały się instrukcje dotyczące:

- uprawy kukurydzy i produkcji kiszzonek (Lipski i in., 2002),
- produkcji wilgotnego ziarna i CCM

- z kukurydzy (Brzóska i in., 2002),
- uprawy koniczyny czerwonej na pasze (Gaweł i Brzóska, 2006),
- uprawy i wykorzystania lucerny (Gaweł i Brzóska, 2008 a),
- uprawy mieszanek koniczyny z trawami (Gaweł i Brzóska, 2008 b),
- uprawy mieszanek lucerny z trawami (Gaweł i Brzóska, 2009).

Wydano instrukcje dotyczące uprawy i wykorzystania w żywieniu zwierząt poszczególnych gatunków zbóż i roślin strączkowych, w tym pszenicy, pszenżyta, owsa, grochu, bobiku i łubinów.

Badania amerykańskie jednoznacznie wskazują, że z ekonomicznego i żywieniowego punktu widzenia spośród pasz objętościowych najlepszymi paszami dla bydła są kiszunki z lucerny i traw lub mieszanek obu tych roślin oraz kiszunki z kukurydzy. W krajach „starej Unii Europejskiej” produkcja siana jest rzadkością. Dominuje produkcja kiszonek z kukurydzy i podsuszonych traw, lucerny lub koniczyny. Ta sama strefa klimatyczna i przewaga gleb lekkich w Polsce predysponują do podobnego modelu roślin pastewnych na zapleczu ferm przeżuwaczy, w tym bydła mlecznego i opasowego. Ocieplający się klimat sprawia, że rejon uprawy kukurydzy na ziarno rozszerza się na północ i wschód w stosunku do rejonu uprawy z przeszłości. Zmiany klimatyczne sprawiają równocześnie wysychanie gleb w kilku rejonach Polski. Instytut Zootechniki PIB zainicjował w Polsce badania nad możliwościami uprawy i przydatnością w żywieniu krów mlecznych sorgo paszowego. Pierwsze informacje w Polsce na temat plonowania i składu chemicznego mieszańców sorgo z trawą sudańską podano w publikacji Muchy i Brzóska (1983), a historię tej rośliny pastewnej opisano w publikacji przeglądowej (Śliwiński i Brzóska, 2006). Instrukcję upowszechnieniową, dotyczącą uprawy sorgo na kiszunki dla krów mlecznych, opublikowano i przekazano praktyce rolniczej (Brzóska i Śliwiński, 2010).

Jakość pasz objętościowych

Jakość pasz objętościowych można roz-

patrywać w kilku aspektach – jakości pokarmowej, odżywczej i higienicznej, w której mieści się jakość mikrobiologiczna. Przez jakość pokarmową rozumie się skład chemiczny i zawartość składników pokarmowych, jak sucha masa, białko ogólne, tłuszcz surowy, włókno surowe, włókno neutralne detergentowe, włókno kwaśne detergentowe, cukry proste i skrobia, a także składników mineralnych, w tym wapnia, fosforu, potasu, magnezu, cynku, miedzi, jodu i selenu. Jakość odżywcza związana jest z wartością wypełnieniową pasz, ze składnikami strawnymi, jak energia strawna, składniki strawne, a także białko i aminokwasy trawione jelitowo. Jakość higieniczna dotyczy obecności lub braku w paszy chorobotwórczych bakterii z rodzaju *Salmonella* i *Listeria*, a także toksyn pleśniowych i substancji niedozwolonych w paszach, zapisanych w Ustawie Paszowej (np. dioksan). Amerykański system oceny jakości pasz objętościowych odszedł w latach 60. XX w. od tzw. analizy podstawowej pasz, opracowanej w XIX w. w Niemczech, wskazując na jej wady. W miejsce włókna surowego przyjęto oznaczanie składników błon komórkowych pasz, w tym włókna neutralnego (NDF) i kwaśnego detergentowego (ADF). Wykazano, że w metodzie oznaczania włókna surowego metodą Henneberga i Stohmana traktowanie próbki paszy objętościowej roztworem ługu sodowego powoduje częściowe rozpuszczanie lignin, co zaniża wartości oznaczonego włókna surowego, a zwiększa zawartość związków bezazotowych wyciągowych. Składniki NDF i ADF nie są obarczone tym błędem, bo do oznaczeń używa się roztworów detergentu.

Ważnym elementem jakości odżywczej pasz objętościowych jest ich strawność. Decyduje ona o poziomie energii strawnej (DE) w paszach, tj. energii wykorzystywanej na potrzeby bytowe przeżuwaczy oraz na potrzeby produkcyjne. Strawność pasz objętościowych zależy od wielu czynników, z których najważniejsze to faza wzrostu w momencie koszenia roślin pastewnych, warunki pogodowe i czas konserwacji roślin, stosowane dodatki, jak inokulanty bakteryjne i konserwanty, technologia zbioru, w tym stopień rozdrobnienia roślin w przypadku kiszonek. Dotyczy to zarówno roślin niskołodygowych (trawy, motylkowate), jak również wysokołodygowych (kukurydza, sorgo, całe rośliny zbożowe na kiszonkę). W przypadku kiszonek

mamy do czynienia z jakością fermentacyjną, która wpływa na smakowitość i tlenową trwałość przechowywanej paszy. Strawność zależy również od organizmów zwierząt i ich indywidualnych cech w zakresie budowy przewodu pokarmowego, sekrecji enzymów trawiennych oraz wchłaniania składników uwolnionych z paszy, a także od szybkości przepływu treści pokarmowej przez żwacz i cały przewód pokarmowy. W przypadku diet pokarmowych mamy do czynienia ze wzajemnym oddziaływaniem wielu tych czynników na poziom trawienia i wchłaniania.

W ostatnich 20 latach pojęcie jakości i wartości pokarmowej pasz, w tym objętościowych, uległo znacznemu przewartościowaniu. Jest to związane ze zrozumieniem odmienności i specyfiki trawienia u zwierząt przeżuwających. Dawniej podstawowym wskaźnikiem wartości pasz objętościowych była strawność poszczególnych składników pokarmowych w całym przewodzie pokarmowym. Obecnie przewód pokarmowy przeżuwaczy podzielono na dwa odcinki – żwacz i jelito cienkie, wprowadzając nowe pojęcia i wskaźniki jakości pasz objętościowych:

- wartość wypełnieniową pasz,
- zawartość energii netto laktacji (NE_1) i energii netto żywca (NE_2).

Na etapie trawienia żwaczowego przyjęto:

- rozkładalność żwaczową paszy, w tym białka,
- wielkość syntezy białka mikrobiologicznego w żwaczu ze względu na podaż azotu (BTJMN) i podaż energii z żwaczowego trawienia masy organicznej (BTJME),
- ilość białka paszy i białka bakteryjnego żwacza przepływającą do jelita cienkiego (BTJN i BTJE).

Na etapie jelita cienkiego przyjęto następujące terminy:

- skład aminokwasowy białka nierozłożonego w żwaczu i białka mikroorganizmów żwaczowych,
- strawność jelitową białka, w tym aminokwasów metioniny i lizyny.

Wykazano, że składniki pokarmowe uwalniane z dawki pokarmowej, w tym pasz objętościowych, są wchłaniane do końca jelita cienkiego. Składniki pokarmowe nie strawione w jelicie cienkim mogą być uwalniane również w jelicie grubym, głównie na drodze trawienia

bakteryjnego. Przyjmuje się, że uwolnione składniki pokarmowe nie mają znaczenia w ogólnym bilansie składników pokarmowych wchłoniętych w jelicie cienkim (Tamminga, 1983).

Energia netto laktacji (NE_1) i energia żywca w paszach objętościowych (NE_2)

Wartość energetyczna pasz objętościowych zależy od dwóch podstawowych czynników: zawartości składników pokarmowych i ich strawności oraz efektywności trawienia i wchłaniania przez zwierzęta przeżuwające. Ocenia się, że wartość energetyczna pasz objętościowych z traw i roślin motylkowych zależy głównie od fazy wzrostu i strawności masy organicznej, natomiast kiszzonek z kukurydzy zależnie od udziału kolb w plonie i suchej masy w momencie zbioru. Rośliny pastewne charakteryzuje wzrost łodygi zawierającej wiązki przewodzące oraz obecność kłosa lub kolby w celu wydania nowej generacji nasion. Stąd, strawność i wartość energetyczna roślin niskołodygowych maleją w miarę upływu okresu wegetacji wobec zwiększającej się masy łodyg. W przypadku kukurydzy, upływające dni wegetacji zwiększają odkładanie skrobi w kolbach, a wartość energetyczna roślin zwiększa się. Momentem przełomowym jest czas schnięcia i zamierania liści, od kiedy wartość energetyczna roślin kukurydzy nie zwiększa się. Strawność pasz objętościowych skorelowana jest z zawartością włókna surowego (WS) i neutralnego włókna detergentowego (ADF). Pomiedzy strawnością suchej masy i masy organicznej pasz a ich wartością energetyczną zależność szacowana jest na $r = 998$, przy błędzie szacowania 2% (Schiemann i in., 1972). Zalecenia żywienia przeżuwaczy (Jarrige, 1993) podają równania regresji dla oszacowania wartości energetycznej pasz objętościowych na podstawie zawartości składników pokarmowych, głównie węglowodanów strukturalnych i ligniny (WS, ADF, ADL). Jedno z równań dotyczy danych uzyskanych na podstawie analiz 350 pasz, sprawdzonych w kilkunastu doświadczeniach na zwierzętach.

$$EM/ES = 0,8417 - (9,9 \times 10^{-5} WS) - (1,96 \times 10^{-4} BO) + 0,221 \times L,$$

gdzie:

WS – włókno surowe (g/kg masy organicznej),
BO – białko ogólne (g/kg masy organicznej),
L – poziom żywienia (L=1 odpowiada żywieniu
bytowemu).

Podobne równania szacowania wartości energetycznej podstawowych gatunków traw na podstawie składników pokarmowych, frakcji ścian komórkowych i strawności *in vitro* zostały podane przez Brzóska (1987). Aufrère (1982) oraz Aufrère i Demarquilly (1989) wykazali, że najlepsze efekty szacowania strawnej masy organicznej i energii pasz objętościowych z użytków zielonych daje użycie enzymów pepsyny i celulazy, przy błędzie szacowania nie przekraczającym 2–3 jednostek strawności. W Niemczech do oznaczania jakości i wartości energetycznej pasz objętościowych stosowana jest metoda gazometryczna *in vitro*, polegająca na pomiarze objętości gazów po trawieniu próbki paszy w inokulum żwacza, z poprawką na poziom tłuszczu surowego w próbce (Menke i Steingass, 1978). Ilość energii metabolicznej i energii netto zawartej w energii strawnej oznaczonej wylicza się na podstawie równań uzyskanych z licznych doświadczeń na zwierzętach. Strawność energii w paszach objętościowych i jej udział w energii brutto kształtuje się na poziomie 65–70%, energii metabolicznej w energii brutto na poziomie 53–58%, natomiast energia metaboliczna w energii strawnej stanowi około 81% (Jarrige, 1993).

Rozkładalność żwaczowa pasz objętościowych

Dla oceny ilości białka przepływającego ze żwacza do dwunastnicy i jelita cienkiego potrzebna jest znajomość rozkładalności pasz, w tym pasz objętościowych w żwaczu. Pasje objętościowe w żwaczu są źródłem łatwo rozpuszczalnego azotu uwalnianego ze związków azotowych niebiałkowych (NPN). Z drugiej strony są źródłem białka nie ulegającego rozkładowi. Rozkładalność żwaczowa białka pasz objętościowych jest wysoka i wynosi około 66–73%, a może dochodzić do 90% (Tamminga, 1983; Kowalski i in., 1993). Znaczna część białka ogólnego zawartego w roślinach ma postać związków azotowych niebiałkowych (NPN), rozpuszczalnych w środowisku wodnym żwacza. Azot pobierany jest z gleby poprzez system ko-

rzeniowy roślin w postaci azotanowej, dalej ulega redukcji do postaci amonowej pod działaniem enzymu reduktazy azotanowej, a następnie wchodzi w szlaki syntezy wolnych aminokwasów, peptydów i białek. Szczególnie wysokie nawożenie azotowe roślin zwiększa w nich zawartość NPN, ale również azotanów, przy zmniejszającej się zawartości węglowodanów prostych, co pogarsza zdolność roślin do zakiszania się. W przypadku kiszonek wstępna degradacja białka ogólnego zachodzi w procesie fermentacji pod wpływem bakterii kwasu mlekowego, octowego, a zwłaszcza masłowego, rozkładających NPN do amoniaku, a w skrajnie niekorzystnych warunkach do amin biogennych (Gąsior i Brzóska, 2002). Rozkładalność białka ziarna zbóż jest niższa i wynosi około 65–75% (Jarrige, 1993). Niską rozkładalnością żwaczową charakteryzują się pasze poddane w wyniku przetworzenia wysokiej temperaturze, jak susze z zielonek roślin pastewnych, produkty przetwarzania zbóż i nasion oleistych, a także mączki mięsno-kostne, obecnie zabronione w żywieniu ssaków, za wyjątkiem zwierząt mięsożernych.

Brak pasz, w tym pasz objętościowych o niskiej rozkładalności żwaczowej, skłonił do opracowania metod ochrony białka przed rozkładem żwaczowym. Na rynku pasz oferowane jest białko rzepakowe chronione solami wapniowymi oleju palmowego. Instytut Zootechniki PIB, we współpracy z przemysłem paszowym prowadził badania chronionego białka soi i rzepaku (Pieszka i Brzóska, 2000, 2001), jakkolwiek metoda ta nie weszła do powszechnego stosowania. Ochrona białka śruty sojowej i rzepakowej skutkowałą zwiększeniem produkcji mleka u krów o 1–2 l/dobę, tj. na granicy istotności różnic w porównaniu do białka nie chronionego. Podejmowano również próby ochrony białka roślin objętościowych, głównie zielonek. Metody te nie dały oczekiwanych wyników. Badania wykonane w Instytucie Zootechniki PIB w latach 80. minionego wieku wykazały, że konserwowanie zielonek z traw o zawartości 300–400 g suchej masy/kg, a także stosowanie inhibitorów fermentacji w postaci kwasu mrówkowego obniża stopień rozkładu białka kiszonki w żwaczu o 2–3 jednostki (Pieszka i in., 2000). Najlepsze efekty chronienia białka kiszonek z traw dało stosowanie chemicznych konserwantów zawierających formaldehyd (Waldo, 1977).

Preparaty te przez pewien czas były stosowane do kiszenia traw w Finlandii, jakkolwiek władze sanitarne zakazały ich używania wobec stwierdzonego kancerogennego wpływu formaldehydu na zwierzęta i możliwego ujemnego wpływu na zdrowie człowieka.

Strawność aminokwasów białka pasz objętościowych

Strawność aminokwasów pasz, w tym objętościowych, jest nadal słabo poznana. Przedmiotem badań są głównie ziarna zbóż i pasze wysokobiałkowe z soi, rzepaku, grochu i łubinów. Nieliczne dane wskazują na strawność aminokwasów tych pasz do końca jelita cienkiego na poziomie 75–86% (Hvelplund i in., 1992). Strawność aminokwasów 29 wysokobiałkowych materiałów paszowych, wyrażona w procencie masy nierozłożonej w żwaczu, kształtowała się na poziomie od 63 do 98% dla lizyny, a dla metioniny od 75 do 99% (Masoero i in., 1994). W zaleceniach francuskich strawność aminokwasów przyjmuje się na poziomie 81% (INRA, 1989). Wielkość absorpcji jelitowej aminokwasów (ANA) można szacować z trzech parametrów: przepływu do dwunastnicy azotu mikroorganizmów (NM_z), azotu nie ulegającego w żwaczu rozkładowi (NNR_z) i azotu endogenego (Duo. EN), według podanego wzoru (Jarri-ge, 1989):

$$ANA = 0,81 \times NM_z + 0,78 \times NNR_z - 1,3 \text{ Duo. EN},$$

gdzie $R^2 = 0,82$, a współczynnik zmienności $CV = 7,3\%$.

Duże znaczenie przypisuje się paszom wysokobiałkowym, chronionym przed rozkładem żwaczowym, a także chronionym aminokwasom (Robinson, 1996). Postęp w żywieniu bydła, szczególnie krów mlecznych, upatruje się w precyzyjnym określaniu zapotrzebowania krów na aminokwasy (Oldham, 1993; Schingo-

ethe, 1996). Ta część badań z zakresu żywienia bydła, w tym krów, wymaga w piśmiennictwie polskim szczegółowego opracowania.

Podsumowanie

Z jakością pasz objętościowych wiąże się kilka aspektów gospodarowania, jak terminy i ilość nawozów stosowanych na użytkach zielonych, optymalna gęstość i termin siewu kukurydzy na kiszonkę, podatność konserwowanych pasz na rozwój toksynotwórczych grzybów, a także technologie zbioru i sposób przyrządzania tych pasz do żywienia przeżuwaczy. Istotnym elementem jakości pasz objętościowych jest ich jakość mikrobiologiczna, dotychczas słabo poznana. Kiszenie roślin silnie podsuszonych wiąże się z ryzykiem rozwoju pleśni i tworzenia toksyn szkodliwych dla zwierząt. W kiszonkach mogą rozwijać się bakterie *Clostridium*, których formy przetrwalnikowe zakłócają proces dojrzewania serów. Kiszonki z traw wilgotnych, szczególnie zanieczyszczone ziemią, narażone są na chorobotwórcze bakterie z rodzaju *Listeria*, które mogą być przeniesione na konsumentów produktów mleczarskich.

Wobec ocieplającego się klimatu i powiększających się rejonów suszy glebowej, jak Kujawy, Wielkopolska, Pomorze Zachodnie i Podlasie, niezbędne są badania nad substytutami kukurydzy w dietach pokarmowych dla przeżuwaczy. Dotychczasowe badania Instytutu Zootechniki PIB wskazują, że substytutem kukurydzy może być sorgo paszowe. Uzyskano korzystne wyniki żywienia krów kiszonką z sorga w drugim okresie laktacji. Niezbędne są badania nad poszukiwaniem ekotypów traw głęboko korzeniących się, bardziej odpornych na susze i wymarzenie, wobec suszy glebowych i bezśnieżnej zimy. Istnieje potrzeba szerszych badań nad technologiami uprawy tej rośliny, jako bogatego źródła NDF w dietach tradycyjnych i pełnodawkowych dla przeżuwaczy, w tym krów mlecznych.

Literatura

Anderson R. (1984/85). Effect of prolonged wilting in poor conditions on the fermentation quality, me-

tabolisability and net energy value of silage given to sheep. Anim. Feed Sci. Techn., 12: 109–118.

- Anonim (2011). Informacja prywatna.
- Aufrère J. (1982). Étude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zoot.*, 31: 111–130.
- Aufrère J., Demarquilly C. (1989). Predicting organic matter digestibility of forage by two pepsin-cellulase methods. 16th Int. Grassl. Congr., Nice, France, 4–11 October 1989.
- Brzóška F. (1987). Szacowanie wartości energetycznej i białka strawnego traw na podstawie składu chemicznego i strawności suchej masy *in vitro*. Wyd.: Instytut Zootechniki, Kraków, 151 ss.
- Brzóška F., Podkówka W. (2004). Żywienie zwierząt i paszoznawstwo. Wyd. PWN, Warszawa, ss. 32–38.
- Brzóška F., Śliwiński B. (2010). Uprawa sorga i wykorzystanie kiszonek w żywieniu krów. Brosz. upowsz., 3/09; Wyd. Instytut Zootechniki PIB, Kraków, 36 ss.
- Brzóška F., Zyzak W., Sala K. (1995). Wpływ mieszaniny soli kwasów organicznych i mineralnych na wartość pokarmową kiszonek z traw, produktywność krów i skład mleka. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 22, 2: 183–195.
- Brzóška F., Pieszka M., Gąsior R. (1999). Skład chemiczny kiszonek z lucerny zależnie od poziomu sorbentu i dodatków kiszonkarskich. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 62: 53–60.
- Brzóška F., Górski T., Kęsik K., Lipski S., Machul M., Madej A. (2002). Kukurydza. Produkcja ziarna i CCM. Instr. upowsz., 91/02; ISBN 83-88031-85-6. Wyd. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy; Instytut Zootechniki, Kraków.
- Gaweł E., Brzóška F. (2006). Uprawa koniczyny czerwonej na paszę. Instr., upowsz., 129/06; ISBN 83-89576-28-7. Wyd. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB, Puławy; Instytut Zootechniki PIB, Kraków.
- Gaweł E., Brzóška F. (2008 a). Uprawa i wykorzystanie lucerny. Instr. upowsz., 146/08; ISBN 978-83-7562-009-2. Wyd. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB, Puławy; Instytut Zootechniki PIB, Kraków.
- Gaweł E., Brzóška F. (2008 b). Uprawa mieszanek koniczyny czerwonej z trawami. Instr. upowsz., 148/08; ISBN 978-83-7562-013-9. Wyd. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB, Puławy; Instytut Zootechniki PIB, Kraków.
- Gaweł E., Brzóška F. (2009). Uprawa mieszanek lucerny z trawami. Instr. upowsz., 154/09; ISBN 978-83-7562-023-8. Wyd. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB, Puławy; Instytut Zootechniki PIB, Kraków.
- Gąsior R., Brzóška F. (2002). Aminy biogenne w kiszonkach paszowych. *Post. Nauk. Rol.*, 2: 115–128.
- Hvelplund T., Weisbjerg M.R., Andersen L.S. (1992). Estimation of the true digestibility of rumen undergraded dietary protein in the small intestine of ruminants by the mobile bag technique. *Acta Agric. Scand.*, 42: 34–39.
- Jarrige R. (1989). Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables. Ed.: R. Jarrige. John Libbey Eurotext, Paris-London-Rome.
- Jarrige R. (1993). Żywienie przeżuwaczy. Zalecane normy i tabele wartości pokarmowej pasz. Wyd. PAN, Jabłonna, Omnitech Press, s. 405.
- Kowalski M.Z., Pyś B., Kański J. (1993). The effect of cut, stage of growth and wilting on nitrogenous compounds and protein solubility in grass silages. *J. Anim. Feed Sci.*, 1: 213–221.
- Lipski S., Machul M., Brzóška F., Kęsik K., Górski T., Maciej A. (2002). Instr. upowsz., 90/02; ISBN 83-88031-82-1. Wyd. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB, Puławy; Instytut Zootechniki PIB, Kraków.
- Masoero F., Fiorentini L., Rossi F., Piva A. (1994). Determination of nitrogen intestinal digestibility in ruminants. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 48: 253–263.
- Mayer J. (1955). Regulation of energy intake and the body weight: the glucostatic theory and the lipostatic theory. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 63: 15–43.
- Menke K.H., Steingass H. (1978). Estimation of the energetic value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.*, 28: 7–55.
- Mucha S., Brzóška F. (1983). Wstępne wyniki badań plonowania i składu chemicznego amerykańskich mieszańców sorga z trawą sudańską uprawianych w 1979 roku w Polsce. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 10, 1: 113–124.

- Oldham J.D. (1993). Recent progress towards matching feed quality to the amino acid feeds of ruminants. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 45: 19–34.
- Pieszka M., Brzóska F. (2000). Rumen degradability and intestinal digestibility of rapeseed meal protein and dry matter produced by calcium salts of fatty acids. *Ann. Anim. Sci.– Rocz. Nauk. Zoot.*, 27, 4: 279–292.
- Pieszka M., Brzóska F. (2001). Wpływ osłony białka paszowego przed rozkładem w żwacu przy użyciu soli wapniowych kwasów tłuszczowych na procesy trawienne w żwacu i jelicie cienkim. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 28, 2: 237–249.
- Pieszka M., Brzóska F., Sala K. (2000). Wpływ osłaniania solami wapniowymi kwasów tłuszczowych białka pasz wysokobiałkowych na jego strawność w żwacu i w jelicie cienkim. *Rocz. Nauk. Zoot., Suppl.*, 6: 420–424.
- Robinson P.H. (1996). Rumen protected amino acids for dairy cattle: what is the future? *Anim. Feed Sci. Techn.*, 59: 81–86.
- Rynek Pasz – stan i perspektywy (2009). Wyd. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej.
- Schiemann R., Jentsch W., Wittenberg H. (1972). Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 3. Untersuchungen über die Verwertung der Futterenergie bei different Nährstoffzusammensetzung. *Arch. Tierernähr.*, 22: 675–695.
- Schingoethe D.J., 1996. Balancing the amino acid needs of the dairy cows. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 60: 153–160.
- Schuking S. (1976). The history of silage making. *Stijksstof*, 19: 2–11.
- Śliwiński B., Brzóska F. (2006). Historia uprawy sorgo i wartość pokarmowa tej rośliny w uprawie na kiszonkę. *Post. Nauk Rol.*, 1: 27–37.
- Tammniga S. (1983). Recent advances in our knowledge on protein digestion and absorption in ruminants. *Proc. 4th Int. EAAP Symposium on protein metabolism and nutrition. Clermont-Ferrand, France, 5–9 Sept. 1983*, p. 13.
- Waldo D.R. (1977). Potential of chemical preservation and improvement of forages. *J. Dairy Sci.*, 60: 306–326.
- Wu Z., Huber J.T. (1994). Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows. A review. *Liv. Prod. Sci.*, 39: 141–155.

QUALITY OF ROUGHAGES IN RUMINANT NUTRITION AND METHODS FOR ITS EVALUATION
PART I. CHARACTERISTICS OF ROUGHAGES AND MEASURES OF THEIR QUALITY

Summary

This review paper discusses the quality of roughages with regard to their characteristics and measures of their quality. The introduction provides examples of roughage production in ancient Egypt as well as solutions in the production of roughages (including silages for ruminants) in Scandinavian countries. Roughages are discussed in terms of the source of energy given to ruminants, taking into account the peculiar characteristics of cellulose and hemicellulose digestion in the rumen. Roughages are also discussed as a source of non-protein nitrogen (mainly for ruminal microorganisms) and ruminal escape protein as a source of amino acids absorbed in the small intestine. References are made to the ruminal degradability of feeds and the intestinal digestibility of amino acids. Discussion is made of the contribution of the National Research Institute of Animal Production together with the Institute of Soil Science and Plant Cultivation to the publication of recommendations for cultivation of fodder plants and cereals, and their use in the feeding of animals intended for farmers and livestock breeders. The conclusions indicate the necessary directions of roughage research in Poland.