

## ROLA WĘGLOWODANÓW W ŻYWIENIU PRZEŻUWACZY I PROCESACH KONSERWACJI PASZ

*Jerzy Preś, Zofia Fritz*

Akademia Rolnicza, Wrocław

Bydło mleczne najlepiej przetwarza pasze roślinne na produkty użyteczne dla człowieka. Przy produkcji 4000 l rocznie oddaje nam w mleku około 40% pobranej energii i około 45% białka. Istnieje określona hierarchia w wykorzystaniu przez zwierzę pobranej energii. Można wydzielić 3 zasadnicze grupy potrzeb energetycznych. Podstawowe wydatki energetyczne obejmują tzw. potrzeby bytowe, drugą pozycję zajmuje energia wydatkowana na procesy produkcyjne (procesy syntezy). Jeśli pokarm dostarczany jest zwierzęciu w nadmiarze w stosunku do jego potrzeb bytowych i produkcyjnych, wtedy zachodzi odkładanie tłuszczu ciała. Stanowi on rezerwy energetyczne wykorzystywane przy niedostatecznym żywieniu.

Na wykorzystanie energii z pobieranej przez zwierzęta paszy duży wpływ ma stosunek energetyczno-białkowy. Niedobór lub nadmiar białka, brak niezbędnych aminokwasów w dawce wywołuje zwiększoną produkcję ciepła w organizmie. Białka podawane w nadmiernej ilości stają się źródłem energii. To samo dzieje się przy niedoborze niektórych aminokwasów egzogennych (ograniczona synteza białka). Utlenianie białek (aminokwasów) doprowadza do nagromadzenia się aktywnych chemicznie ketokwasów, co prowadzi do wzmożenia przemiany materii i zwiększenia strat ciepłych [14]. Straty energii rosną w miarę zwiększania się ilości pobranej paszy, gdyż maleje wtedy nieco jej strawność. Niedobór niektórych substancji mineralnych i witamin rozpuszczalnych w wodzie zmniejsza wykorzystanie energii przemiennej. Substancje te są składowymi elementami biokatalizatorów, których niedobór zwiększa między innymi tzw. energię aktywacji zużywaną przy inicjowaniu przemian metabolicznych w organizmie.

Wahania w stratach ciepłych energii pobranej zależą również od kierunku produkcji i koncentracji energii w paszy. Ilustrują to wyniki badań zebrane przez Blaxtera (tab. 1).

Tabela 1

Wykorzystanie energii przemiennej u bydła w zależności od rodzaju potrzeb i koncentracji energii w paszy (wg Blaxtera)

| Koncentracja energii przemiennej w 1 kg suchej masy | Wykorzystanie energii przemiennej [%] |                    |          |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------|
|                                                     | na potrzeby bytowe                    | na produkcję mleka | w opasie |
| 2000 Kcal (0,9 j.o.)                                | 68                                    | 66                 | 40       |
| 3000 Kcal (1,2 j.o.)                                | 75                                    | 68                 | 58       |

Wykorzystanie energii metabolicznej (przemiennej) z siana i kiszonek niewiele się różni i zależy tylko od kierunku produkcji i rodzaju potrzeb. Wykorzystanie to przedstawia się następująco: przy produkcji mleka siano 59<sup>0</sup>%, kiszonki 62<sup>0</sup>%, w opasie odpowiednio 42 i 40<sup>0</sup>% [28].

Forbes i Swift (cyt. za [22]) stwierdzili, że rzeczywiste wykorzystanie energii przemiennej paszy nie jest stałe. Zależy ono od rodzaju diety podstawowej, jaką były żywione zwierzęta. Pasza dodana do jednego rodzaju dawki podstawowej może poprawić bilans całej dawki, a przy innej nie będzie to możliwe. Zmniejszenie strat ciepła można więc osiągnąć przez zbilansowanie dawki pokarmowej, co oznacza dostarczenie zwierzęciu optymalnych ilości składników pokarmowych. U przeżuwaczy zjawisko to jest bardziej złożone. Zmienione zestawy pasz wpływają nie tylko na zbilansowanie dawki, ale również na kierunek fermentacji w żwaczu. Przyrost ciepła w organizmie po pobraniu pokarmu (the heat increment of feeding) jest wyraźnie większy u zwierząt przeżuwających i koni w porównaniu ze zwierzętami o żołądku jednokomorowym. Te zwiększone straty ciepłne powstają w czasie fermentacji węglowodanów i białek w żwaczu oraz w procesie przemiany produktów fermentacji w organizmie przeżuwacza. U koni podobna fermentacja zachodzi w jelicie ślepy. Przy fermentacji węglowodanów w żwaczu powstaje ciepło (ciepło fermentacji), którego ilość oceniana jest na 4 do 12<sup>0</sup>% [2]. Dużo ciepła wytwarza się u przeżuwaczy przy przemianie wchłoniętych ze żwacza lotnych kwasów tłuszczowych, które dostarczają blisko 70<sup>0</sup>% całej energii przemiennej.

Wchłonięta z przewodu pokarmowego glukoza wykorzystywana jest prawie całkowicie przez zwierzęta (95<sup>0</sup>%) i zachodzi tylko niewielki wzrost produkcji ciepła. U bydła i owiec cukry proste wchłaniane są w niedużych ilościach. Owca wchłania w ciągu doby około 100-200 g octanów (kwasu lub soli), 30-40 g propionianów, 10-15 g maślanów i tylko 15-25 g glukozy [8, 9]. Wykorzystanie energii zawartej w kwasach tłuszczowych jest różne.

Wydajność energetyczna lotnych kwasów tłuszczowych zmienia się również w zależności od kierunku produkcji. Badania prowadzone na ro-

snących jałówkach wykazały, że w procesie wzrostu kwas masłowy jest wydajniejszym źródłem energii niż kwas propionowy i octowy [22]. Mało wydajne wykorzystanie energii kwasu octowego podczas jego rozpadu może wynikać z faktu, iż przemiana kwasu octowego w cyklu kwasów trójkarboksylowych jest powiązana z jednoczesną obecnością kwasu szczawiooctowego. Ten ostatni powstaje z prekursorów węglowodanów, np. z kwasu propionowego lub glikogennych aminokwasów w procesie glikoneogenezy. Przy niedoborze kwasu propionowego część energii uwolnionej z kwasu octowego jest wydatkowana na utlenianie białek. Z tych powodów gospodarka węglowodanowa u przeżuwaczy jest bardzo chwiejna. Wszelkie zmiany w zestawie pasz i ilości pobranych węglowodanów mogą łatwo zakłócić równowagę węglowodanową i ze stanu normalnego doprowadzić do patologicznego [16]. Krowy są najbardziej wrażliwe na niedobór energii, na który reagują szybko obniżeniem produkcji mleka. Rodzaj pasz i zawartych w nich węglowodanów, struktura fizyczna pasz, układ dawki pokarmowej wywierają istotny wpływ na wzajemny stosunek lotnych kwasów tłuszczowych [2, 10, 11]. Jak wiadomo, dużo kwasu octowego powstaje przy fermentacji celulozy, więc każde nadmierne zwiększenie ilości włókna surowego w dawce, poza obniżeniem strawności, prowadzi musi do znacznego wzrostu strat cieplnych i zmniejszenia wykorzystania energii przemiennej na cele użyteczne dla człowieka.

Tabela 2

Rodzaje węglowodanów (cukrowców) pobieranych w paszy przez przeżuwacze

| Ilość energii w paszy |              | Liczba krów zacielenych |           | Krowy bez rui |
|-----------------------|--------------|-------------------------|-----------|---------------|
| przed                 | po ocieleniu | do 40 dni               | do 90 dni | do 90 dni     |
| O                     | O            | 81%                     | 95%       | 0%            |
| O                     | N            | 45%                     | 77%       | 14%           |
| N                     | O            | 60%                     | 95%       | 5%            |
| N                     | N            | 15%                     | 20%       | 70%           |

O — dawki wystarczające.

N — dawki skąpe.

Przyjmuje się, że w żywieniu krów minimalny poziom włókna w suchej masie dawki nie może być niższy od 15% optymalny waha się w granicach 20-25%, natomiast powyżej 28% następuje już wyraźny spadek strawności. Dla młodego bydła opasowego poziom ten może wahać się od 10 do 20%.

Niedobór energii silnie wpływa na płodność i reakcja zwierząt jest szybka w tym przypadku. Następuje zahamowanie cyklu płciowego, wy-

## Zawartość węglowodanów w niektórych paszach

| Rodzaj paszy           | Włókno surowe | Bezazotowe wyciągowe | Węglowodany rozpuszczalne |          |            |             |         |
|------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|----------|------------|-------------|---------|
|                        |               |                      | glukoza                   | fruktoza | fruktozany | dwucukrowce | skrobia |
| Siano koniczynowe      | 37,65         | 43,71                | 0,39                      | 1,90     | 1,06       | 3,64        | 0,46    |
| Siano łąkowe           | 25,40         | 45,94                | 5,03                      | 4,02     | 3,77       | 4,04        | 0,39    |
| Bardzo młoda koniczyna | 17,49         | 41,60                | 1,36                      | 1,09     | 7,59       | 5,20        | 1,02    |

stępują ciche ruje, zmniejsza się ciężar i żywotność płodów. Dalsze objawy to zatrzymywanie błon płodowych, atonia macicy, nieżyty dróg rodnych. Niedostateczna ilość węglowodanów w paszy powoduje obniżenie się poziomu glukozy we krwi u bydła i owiec, co wpływa między innymi na obniżenie aktywności tarczycy [24]. Wpływ poziomu żywienia energetycznego na płodność krów obrazuje tabela 2 (wg Henniga).

Ze względu na odmienną budowę chemiczną i wartość odżywczą dzieli się cukrowce paszy na węglowodany rozpuszczalne (cukry proste, skrobia i fruktozany) oraz węglowodany strukturalne, stanowiące główny składnik błon komórek roślinnych. Zawartość węglowodanów w kilku paszach podaje tabela 3.

Wśród cukrowców niestrukturalnych glukoza i fruktoza stanowią wolne cukry redukujące, a razem z sacharozą — sumę wolnych cukrów. Glukoza i fruktoza występują w paszach zielonych w stosunku około 1:1 i stanowią 1-3% suchej masy. Sacharozę spotyka się w nieco większej ilości 2-8% suchej masy. Jak podaje Sullivan [cyt. za 4], inne cukry tej grupy występują w ilościach minimalnych, być może odszczepiają się z łańcuchów hemicelulozy, np. podczas suszenia lub ekstrakcji próbki zielonki w laboratorium. Badania życicy trwałej i kupkówki wykazały obecność dwucukru malibiozy, trójcukru rafinozy i czterocukru stachiozy. W zielonkach nie będących trawami, np. w koniczynie, znaleziono inne jeszcze cukry w ilościach śladowych, takie jak ksyloza, fruktozylofruktoza oraz maltoza [4]. W lucernie znaleziono maltozę, a także pentozy w różnych połączeniach z glukozą i galaktozą.

W składzie skrobi (która jest polimerem glukozy) wyróżnia się amylozy o niskim ciężarze molekularnym oraz amylopektyny o wysokim ciężarze molekularnym. Amyloza stanowi dominującą część skrobi, jaka znajduje się w kukurydzy i sorgo, a np. w lucernie i tymotce występuje głównie amylopektyna. Niektóre trawy mają zdolność gromadzenia skrobi, jako materiału zapasowego, inne nagromadzają fruktozany [6]. Są

Tabela 3

(w % suchej masy), wg Nehringa i Hoffmanna

| Celuloza | Lignina | Hemiceluloza |        |                |                |         | Reszta |                 |
|----------|---------|--------------|--------|----------------|----------------|---------|--------|-----------------|
|          |         | ksyloza      | ryboza | arabino-<br>za | galak-<br>toza | pektyny |        | kwas<br>uronowy |
| 35,98    | 14,95   | 6,14         | 1,40   | 5,04           | 6,14           | 0,72    | 2,60   | 0,94            |
| 26,14    | 7,51    | 6,07         | 0,07   | 5,52           | 3,06           | 0,38    | 1,10   | 4,24            |
| 10,32    | 6,50    | 5,58         | 0      | 2,88           | 4,58           | 0,74    | 4,79   | 3,06            |

one polimerami fruktor, występują np. w rodzinie *Compositae* jako lewulina i inulina; w tymotce i stokłosie spotyka się lewulinę.

Wolne cukry są łatwo rozpuszczalne w wodzie, a skrobia znacznie trudniej. Szczególnie dużo cukrów rozpuszczalnych znaleziono w życicy trwałej, najmniej w kupkówce, a ilości pośrednie w tymotce i kostrzewie łąkowej. Są też inne wyniki — Philips [4] analizował 8 gatunków traw w ciągu 6 sezonów wegetacyjnych i nie znalazł większych różnic międzygatunkowych w zawartości cukrów redukujących, sacharozy i cukrów całkowitych w pierwszym odroście.

Na ogół więcej cukrów rozpuszczalnych znajduje się w łodygach niż w liściach roślin. Różnice stwierdzono też w kolejnych porach dnia: większa ilość występuje do wczesnych godzin popołudniowych, później zaznacza się spadek aż do świtu następnego dnia. Wielu autorów podaje, że zawartość węglowodanów rozpuszczalnych rośnie do wartości maksymalnych tuż przed kwitnieniem i w tym stadium przeważają fruktozany.

Znany jest wpływ wielu czynników na zawartość węglowodanów w zielonkach, szczególnie fazy rozwojowej, pory roku, intensywności nasłonecznienia, temperatury i nawożenia. Ogólnie biorąc cukry te występują w niezbyt dużych ilościach i nie wykazują znacznej zmienności z wyjątkiem sacharozy. Zmiany w ich zawartości związane są głównie z akumulacją i degradacją skrobi i fruktozanów. Wyższe poziomy fruktozanów i skrobi spotykane są raczej w roślinach starszych, częściej w niższych temperaturach otoczenia niż wysokich i przy niższym poziomie N w glebie.

Polisacharydy strukturalne znajdują się we wszystkich roślinach wyższych. Hemicelulozy, zwane tak tradycyjnie z uwagi na występowanie razem z celulozą (czasem stosuje się wspólną nazwę holoceluloza), są składnikami błon komórek roślinnych. Należą tu przede wszystkim pentozany i heksozany, znajdujemy też polimery arabinozy i ksylozy, która dominuje, a także glukozy, galaktozy, ramnozy i kwasy uronowe. Według

Gaillarda [6] hemicelulozy traw składają się z trzech komponentów: głównym (hemiceluloza A) jest długołańcuchowy ksylan, hemiceluloza B obejmuje ksylany krótkołańcuchowe. Trzecim składnikiem, występującym w małej ilości, jest silnie rozgałęziony polimer zawierający ksylozę i galaktozę.

Celuloza występuje w trawach w ilościach przekraczających 2-3-krotnie udział monosacharydów, przewyższa też poziom hemiceluloz. Zawartość tych ostatnich wynosi zazwyczaj około 70-90% ilości celulozy w trawach. Stwierdzono, że istnieje wyraźna korelacja między zawartością celulozy i odmianą roślin zielonych.

W miarę postępującej wegetacji następują znaczne zmiany w zawartości węglowodanów strukturalnych w roślinach. Jak podaje Gausseres [4], w kupkówce ilość hemiceluloz w liściach rośnie od 13 do 17% suchej masy, a zawartość celulozy od 18 do 26% suchej masy. W życicy trwałej wg Mac Kenzie (cyt. za [4]) hemiceluloza w liściach wzrasta od 7 do 13% suchej masy, w łodygach od 11 do 17% s. m., a celuloza w liściach od 8 do 24% s. m. i w łodygach od 23 do 27% s. m.

Substancje pektynowe — pochodne kwasu D-galakturonowego występują raczej w owocach niż w innych częściach roślin i nie wydaje się, aby ich niewielka zawartość w trawach miała większe znaczenie żywieniowe.

Najmniej pożądanym składnikiem paszy roślinnej jest z żywieniowego punktu widzenia lignina. Należy ona jednocześnie do najslabiej poznanych składników pasz. Stanowi polimer trzech fenylopropanoli, mianowicie p-kumarylu, koniferylu i alkoholu synapilowego, połączonych ze sobą w różnych proporcjach i sekwencjach. Jak wiadomo lignina tworzy bardzo trwałe połączenia z pewną ilością innych węglowodanów paszy i niestrawna tzw. lignoceluloza staje się balastem, który ogranicza chęć pobierania paszy przez zwierzęta i obniża strawność pozostałych komponentów dawki. Na domiar złego lignina tworzy również nierozpuszczalne kompleksy ligninowo-białkowe, zawierające około 5-10% związków azotowych paszy. Połączenia te, podobnie jak kompleksy ligninowo-celulozowe, są przez zwierzęta wydalane w kale w całości w stanie niezmiennym. Jedynie podczas beztlenowej fermentacji w zwaźcu, a także w kiszonkach w warunkach obniżonego pH, część kwasolabilnych wiązań ulega rozluźnieniu i umożliwia enzymom bakteryjnym dostęp do wnętrza komórek [4].

W czasie wegetacji wzrasta ilość ligniny w łodygach, które zawierają więcej ligniny niż liście i podlegają silniejszemu drewnieniu w czasie dojrzewania roślin. Od około 140 lat węglowodany strukturalne pasz oznacza się laboratoryjnie jako włókno surowe. Posługiwanie się włóknem surowym i określenie jego strawności nie jest dokładne z uwagi na bardzo zmienny skład włókna. Zdarza się nawet, że badania wykazują wyż-

szą strawność włókna surowego niż związków bezazotowych wyciągowych, które przecież reprezentują wysoko strawne węglowodany pasz. Wiadomo, że przy stosowaniu klasycznej już metody weendeńskiej część składników włókna surowego przechodzi do wyciągu i w wyniku obliczeń zaliczana jest do związków bezazotowych wyciągowych. Składniki włókna surowego znajdujące się w różnych zielonkach nie są identyczne i np. lignina z traw jest bardziej rozpuszczalna w zasadach niż pochodząca z roślin motylkowych. Van Soest wprowadził do oficjalnych oznaczeń metodę, przy stosowaniu której sucha masa pasz dzielona jest na dwie podstawowe frakcje. Pierwsza z nich łatwo rozpuszczalna i strawna zawiera substancje trawione przez enzymy wszystkich zwierząt, druga nierozpuszczalna składa się z substancji trawionych jedynie przez mikroorganizmy. Zaleca ona oznaczanie zawartości składników błon komórkowych roślin na podstawie rozpuszczalności w detergentach obojętnych i kwaśnych, a także oznaczenie ligniny lub celulozy, co znacznie lepiej pozwala ocenić wartość odżywczą tej frakcji pasz niż metoda weendeńska. Różne systemy podziału składników pokarmowych w paszach podano w tabeli 4. Van Soest [27] podaje porównanie składu chemicznego kilku pasz,

Tabela 4

Różne systemy podziału składników pokarmowych w paszach (wg Fannesbeck)

| Włókno surowe                       | związki bezazotowe wyciągowe | tłuszcz                   | związki azotowe                  | popiół |
|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------|
| Włókno kwaśno-detergentowe (ADF)    | inne węglowodany             | tłuszcz                   | związki azotowe                  | popiół |
| Składniki błon komórkowych (c.w.c.) |                              | Składniki wnętrza komórek |                                  |        |
| Lignina                             | celuloza                     | hemiceluloza              |                                  |        |
| Lignina                             | holoceluloza                 | węglowodany rozpuszczalne | inne substancje (niewęglowodany) |        |

z którego wynika, że czasami przy niższej zawartości ligniny strawność suchej masy może podlegać silniejszemu obniżeniu aniżeli przy skarmianiu pasz wykazujących wyższy udział ligniny (tab. 5).

Nowsze badania wykazują, że strawność poszczególnych frakcji węglowodanowych traw może ulegać znacznemu zróżnicowaniu w zależności od stadium wegetacji [6]. W młodych zielonkach również lignina może podlegać trawieniu (tab. 6). Minson [17] proponuje, aby w związku ze zróżnicowanym stopniem strawności wprowadzić podział węglowodanów w zielonkach na 4 następujące grupy: a) łatwo rozpuszczalne i hydrolizowane, b) wysokomolekularne, nieosłonięte ligniną i dzięki temu w peł-

Tabela 5

Zawartość węglowodanów strukturalnych i strawność suchej masy kilku pasz (%)

| Pasza                       | Włókno surowe | Włókno obojętno-detergentowe (NDF) | Włókno kwaśno-detergentowe (ADF) | Lignina | Strawność suchej masy |
|-----------------------------|---------------|------------------------------------|----------------------------------|---------|-----------------------|
| Siano z lucerny             | 28,5          | 40,2                               | 25,1                             | 5,3     | 62                    |
| Siano z lucerny późny pokos | 38,6          | 55,2                               | 39,5                             | 8,7     | 53                    |
| Kupkówka                    | 24,1          | 52,3                               | 27,1                             | 2,7     | 72                    |
| Kupkówka późny pokos        | 35,0          | 70,4                               | 40,1                             | 4,7     | 57                    |
| Słoma pszena                | 42,4          | 81,8                               | 53,3                             | 7,6     | 21                    |

Tabela 6

Strawność węglowodanów życia trwałej w doświadczeniach żywieniowych (wg H. H. Dietrichsa i wsp.)

| Termin zbioru | Składniki wnętrza komórek | Cukry rozpuszczalne | Składniki hemicelulozy |         | Celuloza | Lignina |
|---------------|---------------------------|---------------------|------------------------|---------|----------|---------|
|               |                           |                     | glukoza                | ksylany |          |         |
| I pokos       | 88                        | 100                 | 100                    | 68      | 69       | 33      |
| II pokos      | 83                        | 100                 | 100                    | 60      | 60       | 27      |

ni podlegające trawieniu, c) wysokocząsteczkowe inkrustowane ligniną, krzemionką i innymi substancjami, nie trawione d) lignina, krzemionka i inne związki niestrawne.

Szeroko stosowaną metodą oznaczania strawności składników organicznych w zielonkach jest dwustopniowa analiza *in vitro* wg Tilley i Terry [19]. Jest ona obecnie uznawana za jedną z najlepszych metod w tym zakresie.

#### PROCESY TRAWIENIA I PRZEMIANA WĘGLOWODANÓW W ŻWACZU ORAZ WYKORZYSTANIE PRODUKTÓW FERMENTACJI ŻWACZOWEJ

U przeżuwaczy występują dwie formy fermentacji w przewodzie pokarmowym, z których jedna poprzedza trawienie gastryczne, druga występuje po nim. Podstawowa fermentacja odbywa się w żwaczu, ale również jelito ślepe i grube jest skolonizowane przez mikroorganizmy. Udział tej części przewodu pokarmowego w fermentacji paszy jest jednak niewielki, określa się go na 5-10% w stosunku do całej ilości paszy podlegającej trawieniu [4].

Przebieg fermentacji żwaczowej zależy od licznych czynników, a więc



od rodzaju pobranej paszy,\* dopływu śliny i odbywającego się przeżuwania, od mieszania treści żwacza na skutek jego skurczów, a także od absorpcji produktów fermentacji żwacza oraz szybkości przejścia jego treści do dalszych odcinków przewodu pokarmowego. Zdolność buforująca śliny i jony węglanowe przenikające przez śluzówkę żwacza utrzymują pH środowiska w granicach średnio od 6,0 do 7,0. Warunki te sprzyjają rozwojowi bakterii anaerobowych i pierwotniaków. Powstające w wyniku fermentacji składników paszy lotne kwasy tłuszczowe (LKT) i amoniak są stale w mniejszym lub większym stopniu absorbowane przez ścianę żwacza do krwi.

Mikroorganizmy żwacza wytwarzają karbohydry, które hydrolizują węglowodany paszy do cukrów prostych, a te z kolei rozkładane są do LKT i gazów. Pośrednio tworzy się kwas pirogronowy i mlekowy. Łatwo rozpuszczalne węglowodany są fermentowane szybko, a rozpad węglowodanów strukturalnych jest o wiele wolniejszy. W obecności łatwo rozpuszczalnych węglowodanów mikroorganizmy żwacza są zdolne do magazynowania pewnej ilości węglowodanów w nadmiarze w porównaniu z ich natychmiastowym zapotrzebowaniem i zużywają je stopniowo, kiedy zmniejszona podaż energii z wolniej rozkładanych polisacharydów staje się czynnikiem limitującym wzrost mikroorganizmów [4].

Do istotnych czynników wpływających na fermentację węglowodanów w żwaczu należy obecność dostępnego dla mikroorganizmów źródła azotu oraz stopień lignifikacji cząstek poszy. Zdrewniałe ściany komórek roślinnych utrudniają działalność mikroorganizmów. Celulaza bakteryjna jest wprawdzie enzymem zewnątrzkomórkowym, jednak istnieje możliwość, że lignina w sposób specyficzny hamuje działanie tego enzymu.

Podczas fermentacji celulozy bakterie celulolityczne wytwarzają glikozydy hydrolizujące celulozę do łańcuchów anhydroglukozy i dalej celobiozy, która jest rozszczepiana do glukozy. Dalsze przemiany prowadzą do tworzenia się LKT.

Hemiceluloza, towarzysząca celulozie jest polimerem heksoz i pentoz, które degradowane są również do LKT. Fermentacja heksoz i pentoz przebiega poprzez kwas pirogronowy, przy czym powstają także związki wysokoenergetyczne, szczególnie ATP.

Pektyny paszy zawierające wiązania estrowe są również hydrolizowane, przy czym tworzy się pewna ilość metanolu i kwas pektynowy. Uwalniany jest też kwas galakturonowy, którego dalszy rozkład prowadzi do powstania pentoz. Tak więc i trawienie pektyn jest źródłem tworzenia się LKT.

W miarę większej dojrzałości roślin wzrasta oporność węglowodanów na trawienie żwaczowe, przedłuża się czas pobierania paszy i jej zaleganie w żwaczu. W efekcie strawność paszy maleje.

Produkcja LKT w żwaczu jest dość stała i wynosi około 75 g LKT na 100 g strawionej substancji organicznej. Około 25% tej substancji jest tracone jako metan, amoniak i ciepło fermentacji. Resztki paszy, mikroorganizmy i nie wchłonięte metabolity przechodzą do żołądka i są dalej trawione w jelicie cienkim.

Znając skład paszy i strawność związków organicznych można określić wartość energetyczną powstających LKT. Według różnych autorów [4] wartość energetyczną wytwarzanych przez zwierzę LKT odpowiada ponad 50% energii strawnej pobranych pasz zielonych (rajgras, owies, koniczyna, lucerna). Zwierzęta, otrzymujące paszę zieloną absorbują z niej niewiele węglowodanów rozpuszczalnych. Jedynie nieduże ilości glukozy są absorbowane w jelicie cienkim. Tylko przy skarmianiu dawek o wysokiej zawartości skrobi (zboża), skrobia, która uniknęła trawienia żwaczowego może dostarczyć w jelitach większej ilości glukozy podlegającej absorpcji.

LKT to głównie kwas octowy, propionowy i masłowy. Podczas fermentacji żwaczowej powstaje też pewna ilość kwasu mrówkowego, szybko metabolizowanego do metanu. Przy niskiej wartości stosunku węglowodanów rozpuszczalnych do strukturalnych w paszy istnieje tendencja do tworzenia się większych ilości kwasu octowego, przy układzie odwrotnym powstaje więcej kwasu propionowego i masłowego. Wraz ze wzrostem wartości odżywczej zielonki z traw obserwuje się obniżenie proporcji kwasu octowego do kwasu propionowego i masłowego. Jednak duże ilości tych dwóch ostatnich kwasów występują tylko przy skarmianiu dawek ze znaczną zawartością pasz zbożowych.

Równolegle z fermentacją węglowodanów zachodzą w żwaczu procesy metabolizmu tłuszczów oraz degradacja związków azotowych. Większość LKT jest absorbowana ze żwacza na drodze dyfuzji. Pewna ilość LKT przechodzi do ksiąg i trawieńca, gdzie mogą być również absorbowane. Szybkość absorpcji w znacznej mierze zależy od pH środowiska.

Poszczególne LKT wykazują różną wydajność energetyczną. Jak stwierdził Blaxter [2], wykorzystanie energetyczne na cele bytowe zwierzęcia wynosi dla kwasu octowego 59,2%, kwasu propionowego 86,5% i masłowego 76,4%. Natomiast wykorzystanie na cele lipogenezy mieści się w granicach 32,9% dla kwasu octowego, 56,3% dla propionowego i 61,9% dla kwasu masłowego. Według badań innych autorów (cyt. za [4]) wykorzystanie kwasu octowego do tworzenia się tłuszczu jest wyższe i zbliżone pod względem energetycznym do pozostałych kwasów.

Już dawno zwrócił uwagę fakt, że dawki o małej zawartości włókna surowego powodują u zwierząt w okresie laktacji spadek tłuszczu w mleku, czemu towarzyszy podwyższona zawartość kwasu propionowego w sumie LKT w żwaczu [11]. Natomiast wyższy udział kwasu octowego,

związany z obecnością węglowodanów strukturalnych w paszy, powoduje wzrost procentu tłuszczu w mleku krów. Kwasowi propionowemu przypisuje się wpływ na wzrost ilości białka i suchej masy beztłuszczowej w mleku. Kwas masłowy nie wpływa wyraźnie na wydajność mleczną, ale powoduje pewien wzrost ilości białka i tłuszczu w mleku.

Wyniki te są wyrazem tendencji wykorzystania energetycznego poszczególnych LKT, ale nie odzwierciedlają w pełni dalszych losów tych kwasów. Wykorzystanie energetyczne produktów końcowych metabolizmu węglowodanów po pokryciu zapotrzebowania bytowego zwierząt jest komplikowane rozdziałem tej energii na syntezę mleka oraz magazynowanie energii w ciele zwierzęcia. W opasie młodego bydła wykorzystanie energii poprawia się w miarę wzrostu ilości kwasu propionowego i masłowego, a spadku kwasu octowego w sumie LKT.

U krów mlecznych najlepsze wykorzystanie energii przemiennej i LKT występuje przy proporcjach molarnych tych kwasów wynoszących 60:25:15. Wobec tego inny zestaw pasz zawierający odmienne węglowodany należy podawać bydłu opasowemu, a inny krowom mlecznym.

#### OCENA JAKOŚCI PASZ OBJĘTOŚCIOWYCH POD WZGLĘDEM ENERGETYCZNYM

W ocenie pasz przeznaczonych dla przeżuwaczy wartość energetyczną uznano za pierwszoplanowe kryterium. Pobieranie suchej masy jest regulowane u tych zwierząt pojemnością przewodu pokarmowego, szybkością trawienia i czasu zalegania paszy w żwaczu, wysokością potrzeb energetycznych oraz produkcją ciepła w organizmie. O ilości pobranej energii u krowy decyduje więc ilość zjedzonej suchej masy paszy i koncentracja energii przemiennej lub czystej w suchej masie. Krowy o wyższej mleczności muszą pobrać w paszy dużo energii użytecznej, a więc również dużo suchej masy. Pojemność ich przewodu pokarmowego nie ulega większym zmianom (zależy głównie od masy ciała) wobec tego w miarę wzrostu produktywności rosnać musi koncentracja energii w podawanych paszach objętościowych. Koncentracja energii w paszy zależy przede wszystkim od strawności składników pokarmowych, a więc od składu chemicznego i zawartości węglowodanów strukturalnych i niestrukturalnych. Zależności te obrazuje tabela 7.

Z tabeli tej wynika ważny wniosek ustalający dolną granicę jakości energetycznej pasz objętościowych. Strawność substancji organicznej nie powinna być niższa niż 65% (przy optimum w granicach 70-80%), a koncentracja energii nie mniejsza jak około 0,7 jedn. owsianej w 1 kg suchej masy paszy.

Tabela 7

Pobieranie suchej masy, strawność i koncentracja energii w paszy dla krów o różnej wydajności (wg Piatkowskiego)

| Wydajność<br>dzienna<br>[kg] | Pobieranie suchej masy |                               | Strawność<br>substancji<br>organicznej<br>[%] | Wymagana ilość<br>jednostek<br>owsianych<br>[1 kg s.m.] |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                              | kg/dzień               | kg/100 kg<br>ciężaru<br>ciała |                                               |                                                         |
| 10                           | 14,0                   | 2,5                           | 65                                            | 0,69                                                    |
| 15                           | 15,5                   | 2,8                           | 70                                            | 0,75                                                    |
| 20                           | 16,5                   | 3,0                           | 74                                            | 0,83                                                    |
| 25                           | 18,0                   | 3,3                           | 78                                            | 0,93                                                    |

Przy produkcji pasz o niskiej jakości energetycznej hodowcy byłą dokonują większych zakupów drogich pasz treściowych. Zależności między jakością paszy a wydajnością roczną krów przedstawiono w tabeli 8.

Nie można jednak zwiększać dowolnie koncentracji energii przez dodatek pasz treściowych zarówno ze względów fizjologiczno-żywnościowych, jak i ekonomicznych. Dla utrzymania u krów prawidłowej motoryki zwa-

Tabela 8

Wpływ jakości pasz objętościowych na zużycie roczne pasz treściowych ogółem w t/krowę (wg Schiemanna)

| Wydajność<br>roczna<br>[kg] | Zawartość energii czystej w 1 kg suchej<br>masy pasz |            |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|------------|
|                             | 0,7 j.ows.                                           | 0,8 j.ows. |
| 3500                        | 1,4                                                  | 0,7        |
| 4500                        | 2,0                                                  | 1,4        |
| 5500                        | 2,8                                                  | 2,2        |

cza i wydzielania śliny oraz optymalnego stosunku LKT należy zapewnić w dawce pokarmowej właściwy poziom włókna surowego w suchej masie wynoszący 20-25<sup>0</sup>%. Niższa zawartość włókna prowadzić może do zaburzeń w trawieniu, wzdęć i schorzeń takich jak acidoza, ketoza. Poziom włókna wyższy od 28-30<sup>0</sup>% obniża wyraźnie strawność paszy i koncentrację w niej energii netto.

W tabeli 9 podano zawartość energii netto (czystej) w zycicy wielokwiatowej różnie nawożonej azotem.

Koncentracja energii czystej w badanej trawie była duża i zapewniała uzyskiwanie wysokiej produkcji mleka.

Koncentracja energii w paszach zielonych powiązana jest wyraźnie

Tabela 9

Wpływ nawożenia azotem na zawartość energii czystej w życicy wielokwiatowej (średnia 2 lat wg Kaufmanna)

| Pokos                                         | Dawka N kg/ha |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|
|                                               | 200           |      |      | 400  |      |      |
|                                               | I             | II   | III  | I    | II   | III  |
| Zawartość jednostek<br>owsianych w kg<br>s.m. | 0,90          | 0,86 | 1,00 | 0,90 | 0,86 | 0,96 |

z poziomem cukrów rozpuszczalnych w wodzie oraz zawartością ligniny [4].

Andrejew i wsp. [1] wprowadzili do oceny pasz zielonych pojęcie stosunku białkowo-cukrowego. Uważają oni, iż optymalne wykorzystanie białka zielonek zachodzi u zwierząt wówczas, gdy na każdy gram białka strawnego w paszy przypada 1 g cukrów rozpuszczalnych w wodzie.

W 1 kg suchej masy zielonki znajduje się około 11% białka strawnego, więc zawartość cukrów winna wynosić również około 11%.

Przy ocenie jakości i wartości energetycznej pasz objętościowych badane są najczęściej następujące parametry:

- strawność substancji organicznej lub suchej masy (metoda *in vitro* i *in vivo*),
- pobieranie suchej masy wyrażone w g/kg ciężaru metabolicznego,
- wartość energetyczna w postaci energii metabolicznej lub czystej,
- średnie przyrosty dzienne u zwierząt.

#### ROLA WĘGLOWODANÓW W PROCESIE KONSERWACJI PASZ

Szeroko stosowaną metodą konserwacji pasz zielonych jest kiszenie. Polega ono na zakiszaniu materiału roślinnego kwasami organicznymi, które powstają w procesie naturalnej fermentacji cukrów prostych w zielonkach.

W procesie tym biorą udział różne mikroorganizmy, ale główną rolę w ukwaszaniu przypisać trzeba bakteriom kwasu mlekowego homo- i heterofermentatywnym. Po osiągnięciu tzw. krytycznego pH (4-4,5) zostaje zahamowana całkowicie fermentacja typu clostridiowego, która stanowi główną przyczynę niewłaściwego przebiegu kiszenia. Dodatkowym istotnym problemem jest szybkie usunięcie tlenu z wnętrza przyzmy dla skrócenia fazy rozkładu cukrów w czasie oddychania komórek roślinnych. Jony wodorowe powstającego kwasu mlekowego, jak również octowego są inhibitorami rozwoju bakterii niepożądanych, między innymi kwasu

masłowego i pałeczki okrężnicy, na skutek koagulacji białek plazmy komórkowej [21]. Zasadniczą rolę w procesie kiszenia odgrywają monocukry glukoza i fruktoza. Są one głównym źródłem węglowodanów i energii dla bakterii kwasu mlekowego. Te dwa cukry proste znajdują się w zielonkach w formie wolnej lub w postaci sacharozy i fruktozianów.

Wymienione mono- i oligosacharydy oznaczane są w trawach i roślinach motylkowych jako cukry rozpuszczalne w wodzie. Stanowią one główną część tych cukrów i poza nimi inne występują tylko w ilościach nieznacznych. Sacharoza i fruktozany szybko są hydrolizowane do glukozy i fruktozy i w tej postaci ulegają dalszym przemianom w czasie fermentacji.

Udział skrobi, hemiceluloz i celulozy w procesie fermentacji jest niewielki, gdyż rozkład tych cukrowców trwa długo. W materiale roślinnym znajdują się małe ilości wolnych pentoz (arabinozy i ksylozy), które również ulegają fermentacji. Na skutek działania enzymów roślinnych (hemiceluloz) ilość pentoz poddanych fermentacji może się zwiększyć.

Tabela 10

Zawartość cukrów rozpuszczalnych w trawach życicy  
(*Lolium perenne*) oraz ich straty przy fermentacji [% s.m.]

| Rodzaj cukru | Zawartość<br>w s.m. | Straty gazowe | Przemiana<br>w kwas mlekowy |
|--------------|---------------------|---------------|-----------------------------|
| Fruktoza*    | 10                  | 0,5           | 1,7                         |
| Glukoza*     | 5                   | 1,2           | 2,5                         |

\* Suma monomerów po hydrolizie oligosacharydów.

Czynnikiem decydującym o prawidłowym przebiegu kiszenia pasz jest więc zawartość w nich cukrów rozpuszczalnych w wodzie, a główną rolę w wytwarzaniu kwasu mlekowego przypisać należy fruktozie i glukozie. W tabeli 10 przedstawiono zawartość tych cukrów w życicy trwałej (wg Butlera i Bailey'a).

#### PRZEMIANA CUKRÓW ROZPUSZCZALNYCH W WODZIE

Fermentacja kwaso-mlekowa przebiega w warunkach względnie beztlenowych i daje różne produkty końcowe w zależności od rodzaju bakterii ukwaszających. Bakterie homofermentacyjne (*Streptococcus*, *Pedococcus*, *Lactobacillus casei*) tworzą z glukozy lub fruktozy kwas mlekowy. Heteromlekowa fermentacja tych cukrów wygląda nieco odmiennie i obok kwasu mlekowego powstaje pewna ilość alkoholu etylowego. Niezależnie od gatunku bakterii kwasu mlekowego przemiana pentoz powsta-

jących z rozkładu hemiceluloz prowadzi do wytworzenia kwasu octowego i mlekowego.

Przy fermentacji monocukrów w kiszonych zielonkach powstają więc, obok głównego produktu jakim jest kwas mlekowy, pewne ilości kwasu octowego i alkoholu etylowego. Dodatkowym produktem jest jeszcze mannitol i CO<sub>2</sub>, które tworzą się przy heteromlekowej fermentacji fruktozy [4].

Cukry proste z grupy heksoz mogą ulegać fermentacji również pod wpływem bakterii pałeczki okrężnicy. Powstaje wtedy kwas octowy, CO<sub>2</sub> oraz spore ilości energii cieplnej. Działalność tych bakterii przynosi więc straty cukrów łatwo fermentujących i podwyższa ciepłotę w zakiszanej przyźmie, co doprowadzić może do zahamowania rozwoju pożądanych bakterii kwasu mlekowego.

Część monocukrów rozkładają bakterie kwasu masłowego. Kwas ten psuje zapach i smak kiszonych zielonek. Jego obecność świadczy o niewłaściwym przebiegu procesu fermentacji lub o złej technice kiszenia.

Z galaktozy w procesie fermentacji powstaje sporo kwasu octowego i alkoholu, natomiast wyraźnie mniej kwasu mlekowego. Większe ilości rozpuszczalnej i związanej galaktozy i pentozanów wpływają z tych względów ujemnie na jakość kiszonki [26].

Duże znaczenie cukrów rozpuszczalnych w procesie kiszenia znalazło swój wyraz w teorii minimum cukrowego [31].

#### PARAMETRY OKREŚLAJĄCE PRZYDATNOŚĆ ZIELONEK DO KISZENIA

Weissbach i wsp. [29] proponują, aby przydatność zielonek do kiszenia oceniać na podstawie zawartości w nich suchej masy, cukrów roz-

Tabela 11

| Stadium rozwoju           | Zawartość [%] |                               | Pojemność buforowa milirówn. kw. mlekowego na 100 g s.m. | Niezbędna zawartość suchej masy [%] |
|---------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                           | suchej masy   | cukrów rozpuszczalnych w s.m. |                                                          |                                     |
| <i>Dactylis glomerata</i> |               |                               |                                                          |                                     |
| Do kwitnienia             | 16            | 8,0                           | 6,7                                                      | 35                                  |
| Początek kwitnienia       | 19            | 9,5                           | 5,2                                                      | 31                                  |
| Koniec kwitnienia         | 22            | 9,5                           | 4,3                                                      | 27                                  |
| <i>Lolium italicum</i>    |               |                               |                                                          |                                     |
| Pokos I                   | 20            | 19,0                          | 5,5                                                      | 17                                  |
| Pokos II                  | 20            | 12,0                          | 5,5                                                      | 27                                  |
| Pokos III                 | 20            | 11,0                          | 5,5                                                      | 29                                  |
| Pokos IV                  | 21            | 10,5                          | 5,5                                                      | 31                                  |

puszczalnych w wodzie i pojemności buforowej, mierzonej w milirównoważnikach kwasu mlekowego na 100 g suchej masy przy pH 4,2.

Zawartość cukrów w materiale roślinnym dobrze kiszącym się winna być 3-4 razy wyższa od pojemności buforowej. Poziom suchej masy stanowi miernik jakie zakwaszenie jest niezbędne dla dobrego utrwalenia kiszanej masy. W tabeli 11 podano te parametry w odniesieniu do kupkówki i życicy wielokwiatowej.

#### ZMIANY W ZAWARTOŚCI SUCHEJ MASY, CUKRÓW ROZPUSZCZALNYCH I POJEMNOŚCI BUFOROWEJ W KUPKÓWCE I ŻYCICY W RÓŻNYCH STADIACH ROZWOJU (WG KNABE I WEISE)

Oceniając w ten sposób przydatność traw do kiszenia Knabe i Weise [15] ustalili następującą ich kolejność: życica wielokwiatowa, życica trwała, kupkówka, kostrzewa łąkowa, tymotka. Zawartość cukrów rozpuszczalnych jest zawsze najwyższa w I pokosie, a następnie spada (tab. 9). Inni autorzy [30] jako kryterium przyjmują stosunek cukrów do białek, który w zielonkach dobrze kiszących się wynosi 0,5 do 1,0. Węglowodany rozpuszczalne w wodzie stanowią nie tylko doskonałą pożywkę dla bakterii ukwaszających zielonki, ale wywierają także wpływ dodatni na pobieranie kiszonek przez bydło. Mono- i oligocukrowce podwyższają również strawność i wartość pokarmową pasz. W wielu doświadczeniach stwierdzono, iż kiszonki sporządzone z roślin przewiędnionych (ok. 30<sup>0</sup>/<sub>o</sub> s.m.) lub z dodatkiem kwasu mrówkowego są o wiele lepiej wyjadane niż kiszonki z roślin świeżych [5, 7]. Jako główną przyczynę tego stanu uznano sporą zawartość cukrów rozpuszczalnych, które pozostają po fermentacji w kiszonkach z dodatkiem kwasu mrówkowego lub z przewiędnionego materiału roślinnego [3, 4]. Z tych względów duża ilość mono- i oligocukrowców w wyjściowym materiale kiszonym oraz zahamowanie procesu fermentacji przez zabiegi odwodnienia lub dodatek kwasu mają istotny wpływ na wartość pokarmową kiszonek i ich pobieranie przez zwierzęta.

#### LITERATURA

1. Andrejew A. i wsp.: Feeding Cattle on high-productive cultivated. Pastures in the Non. Chernozem. Zone of the RSFSR, XII Intern. Grassl. Congr., Moskwa 1974.
2. Blaxter K. L.: The energy Metabolism of Ruminants, London 1962.
3. Bondariew W.: XII Intern. Grasslandkongress Sektion IX. Moskwa 1974.
4. Butler G. W., Bailey R. W.: Chemistry and Biochemistry of Herbage, t. 2 i 3, London, NY 1973.



5. Demarquilly C., Grenet E., Dulphy J. P.: The effects of addition of formic acid, with or without formalin, on the conservation quality, digestibility, nutritive value and nitrogen balance of direct-cut silage. XIII Intern. Grassl. Congr. Section IX, Lipsk 1977.
6. Dietrichs H. H., Simmer M., Kaufmann W.: Chemische Analyse und Verdaulichkeit der Kohlenhydrate des Weidelgrases. Das Wirtschaftseigene Futter 3/4, 1976.
7. Dulphy J. P.: Effects of grass silage feeding on intake, feeding behaviour and growth of one year old heifers. Intern. Grassl. Congr. Section X, Lipsk 1977.
8. Fannesbeck P. V.: Digestion of soluble and fibrous carbohydrates of forage by horses. Journ. of Animal Sci. 5, 1968.
9. Ford E. J.: The importance of Glucose in Ruminant Metabolism. Energy Metabolism London 1965.
10. Fritz Z.: Wpływ skarmiania różnych dawek pokarmowych na procesy fermentacyjne w żwaczu krów cz. II. Zesz. Nauk WSR we Wrocławiu Zoot. XVI Nr 81, 1969.
11. Fritz Z.: Procesy fermentacyjne w żwaczu i ich wpływ na produkcję zwierząt. Zesz. probl. Post Nauk rol., z. 126, 1972.
12. Hennig A.: Grundlagen der Fütterung t. 1, Berlin, 1971.
13. Kaufmann W.: Podstawy fizjologiczne żywienia bydła mlecznego w zakładach intensywnie nawożonych i użytkowanych. Referat Gumpenstein 1974.
14. Kellner O., Becker M.: Grundzüge der Fütterungslehre, Hamburg, Berlin 1966.
15. Knabe O., Weise Z.: XII Intern. Graslandkongress Sektion IX, Moskwa 1974.
16. Lindsay D. B.: Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant 1970.
17. Minson D. J.: Relation between digestibility and composition of feed. Carbohydrate Research in Plants and Animals, Miscellaneous Papers 12, Wageningen 1976.
18. Nehring K., Kaufmann B.: Untersuchungen zur Weiterentwicklung der Futtermittelanalyse. 1. Mitt. Archiv. f. Tierern. t. 19, z. 7/8 s. 561-570, 1969.
19. Osbourn D. F., Terry R. A.: Methods for evaluating feeds for large farm animals. Proc. Nutr. Soc. 2, 36, 1977.
20. Piatkowski B.: Fortschritte in der Rindernahrung, Lipsk—Meklemburg 1965.
21. Podkówka W.: Nowoczesne metody kiszzenia pasz, Warszawa 1974.
22. Rook J. A. F., Balch C. C., Campling R. C., Fisher L. J.: The utilisation of acetic, propionic and butyric acid by growing heifers. Brit. J. Nutr. 17, 1963.
23. Ruszczyc Z.: Żywienie Zwierząt i Paszoznawstwo, Warszawa 1974.
24. Rutkowiak K.: Uwagi o przyczynach i skutkach niedoboru energetycznego u krów mlecznych. Przegl. Hod. 15, 1975.
25. Schiemann R.: Die Bewertung der Grobfutterstoffe im DDR. Futterbewertungssystem. XIII Intern. Graslandkongress Sektion X, Leipzig 1977.
26. Seyfarth W., Knabe O., Arnold H.: Veränderungen d. Kohlenhydratfraktion der Gräser im Verlaufe der Vegetation u. Auswirkungen auf die Vergärbarkeit. XIII Intern. Graslandkongress Sektion IX, Lipsk 1977.
27. Van Soest P. J.: J. of AOAC 3, 49, 1966.
28. Waldo D. R.: Potential of Chemical Preservation and Improvement of Forages — J. Dairy Sci. 60, 2, 1977.
29. Weissbach F., Schmidt L., Hein F.: XII Intern. Grasslandkongress Sektion IX. Moskwa 1974.
30. Zimmer F.: XII Intern. Graslandkongress Sektion IX, Moskwa 1974.
31. Zubrilin H., Muszustin I.: Silosowanie kormow, Moskwa 1958.

*Е. Пресь, З. Фритц*

## РОЛЬ УГЛЕВОДОВ В КОРМЛЕНИИ ЖВАЧНЫХ И В ПРОЦЕССАХ КОНСЕРВИРОВАНИЯ КОРМОВ

### Резюме

Рогатый скот, а особенно молочные коровы, являются животными, которые сильнее всего реагируют на недостаток энергии в кормах. Это характеризуется значительными метаболическими нарушениями и снижением продуктивности. Основным источником энергии для жвачных являются углеводы растительных кормов выступающие в качестве структуральных и неструктуральных сахаридов. В зелёных кормах наибольшую группу среди зелёных кормов составляют: фруктоза, глюкоза, сахароза, ксилоза и её вторичные а также клетчатка и лигнин. Большая переваримость зелёных кормов и концентрация энергии зависят от участия отдельных углеводных фракций и содержания а также размещения лигнина в тканях растений.

Высшее содержание растворимых сахаров в зелёнках является одним из самых важных факторов обуславливающих правильный ход процесса силосования. Присутствие большого количества пентозанов и галактозы снижает качество силоса. О углеводном составе и энергетической стоимости зелёнок решают многие факторы среди которых основную роль приписывается виду растения, удобрению и сроку уборки а также климатическим условиям.

*J. Preś, Z. Fritz*

## ROLE OF CARBOHYDRATES IN RUMINANT NUTRITION AND FODDER CONSERVATION

### Summary

Cattle, especially dairy cattle are animals susceptible to energy deficiency in feed. It shows symptoms of appreciable metabolic disorders and losses in productivity. Basic energy sources for ruminant are carbohydrates in green fodders existing as structural and nonstructural sugars. In herbage are represented: fructose, glucose, saccharose, xylose, its derivates, cellulose and lignine. High digestibility and energy concentration of herbage depend on participation respective carbohydrate fractions, content and distribution of lignine in plant tissues.

High content of soluble carbohydrates in herbage is a most important factor determining normal silageing processes. The presence of large quantity of pentosanes and galaktose decrease silage quality. Different factors affect carbohydrates content and energy value of herbage, most important of them are variety of plant, fertilisation, date of harvesting and climatic conditions.