

Udział drobnoustrojów w trawieniu u przeżuwaczy

W artykule, opublikowanym w związku z 35 plenum Sekcji Hodowli Zwierząt WASChNIL, Liskun pisze: „Chciałbym zwrócić uwagę na dojrzałą już potrzebę zbadania roli mikroflory w trawieniu zwierząt gospodarskich. Mylimy się sądząc, że żywiąc jakiegokolwiek zwierzę mamy tylko z nim do czynienia. W rzeczywistości żywiąc np. krowę odżywiamy również miliardy organizmów, znajdujących się w symbiozie, od przebiegu i kierunku której zależą wszystkie reakcje biochemiczne w miazdze pokarmowej... Przemiana materii w organizmie zwierzęcym jest ściśle zależna od pracy przygotowawczej, zachodzącej w narządach trawiennych“ (13).

Już anatomiczna budowa wielokomorowego żołądka przeżuwaczy wskazuje na to, że pasza tych zwierząt, zanim zostanie poddana działaniu soków trawiennych, jest najpierw odpowiednio przygotowana. W tym przygotowaniu poważny udział biorą bakterie i pierwotniaki. Pod ich wpływem zachodzą charakterystyczne przemiany chemiczne i fizyczne. Bakterie powodują w żwaczu i czepcu szereg procesów enzymatycznych (najważniejszym jest fermentacja błonnika), przyswajają związki azotowe niebiałkowe oraz syntetyzują witaminy grupy B. Rola pierwotniaków polega przede wszystkim na rozdrabnianiu masy pokarmowej. Mikroflora i mikrofauna wyrosła w żwaczu i czepcu zostaje w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego strawiona. Prawie całą masę ich ciała wykorzystuje zwierzę jako pokarm.

Badania nad czynnością tych drobnoustrojów mają już dość długą historię i wiążą się z następującymi faktami: 1) ze stwierdzeniem, że włókno roślinne jest przez przeżuwacze w wysokim stopniu trawione (H a u b n e r), że w żwaczu powstają gazy i kwasy, będące wynikiem bakteryjnego rozkładu węglowodanów, szczególnie błonnika (Z u n t z), 2) z poglądem, że pierwotniaki stanowią dla przeżuwacza źródło składników pokarmowych (G r u b y, D e l a f o n d), 3) z tak zwaną hipotezą bakteryjną, według której ciała azotowe niebiałkowe mogą być wykorzystane przez przeżuwacza drogą pośrednią, przy pomocy drobnoustrojów (Z u n t z, H a g e m a n n).

Drobnoustroje rozwijają się w żwaczu i w czepcu w różnej ilości i jakości, tworząc charakterystyczną florę i faunę. Nie jest ona jednakowa u różnych przeżuwaczy, a u tego samego zwierzęcia zmienia się, głównie ze zmianą pasz. Zawsze upływa pewien okres czasu, zanim drobnoustroje nastawią się na nowe pasze. Mogą być takie zestawy pasz, przy których bakterie, a także pierwotniaki, rozwijają się bardzo słabo, nie znajdując potrzebnych im do życia składników (9). Ważnym warunkiem dla życia drobnoustrojów jest odczyn środowiska; pH żwacza utrzymuje się zwykle

około 8, w czepcu jest trochę niższe, w księgach jest już 7,2 (24). Poważną rolę spełnia tu zasadowa ślina, która nie pozwala na zakwaszenie przedżołądków. W ślinie bydła przy 0,6% zawartości węglanu sodu wydziela się w 50 litrach dziennie około 300 g tego związku (8). Stosunkowo wysoka temperatura (39° C) sprzyja rozwojowi drobnoustrojów (30), ich rozwój zależy też w dużym stopniu od konsystencji dawki paszy. Ilości drobnoustrojów znacznie się wahają. Można przyjąć, że u dużego i dorosłego przeżuwacza przy „normalnym“ żywieniu jest w 1 g świeżej treści żwacza około 13 miliardów bakterii i około 1 miliona pierwotniaków (9, 4).

Mimo że czynności bakterii i pierwotniaków należy rozpatrywać razem, to jednak dla usystematyzowania materiału najpierw zajmiemy się bakteriami, później pierwotniakami.

Pod wpływem enzymów bakterii zachodzi fermentacja błonnika, w wyniku której powstają kwasy organiczne, głównie octowy, a następnie mlekowy, propionowy, masłowy, walerianowy (16); kwasy te mają jeszcze pewną wartość odżywczą. Dalszym produktem fermentacji celulozy są bezużyteczne już gazy: CH_4 , CO_2 , a także H_2 (15, 16). Gazy te opuszczają żołądek nie wykorzystane, a straty powstałe przez to wynoszą około 10% wartości energetycznej błonnika (24). Podczas fermentacji w żwaczu błonnik najpierw pod wpływem enzymu celulazy rozkładany jest na cellobiozy, cellobioza wskutek działania cellobiazy rozkłada się na cukier gronowy, który jest znowu rozkładany do kwasu mlekowego, a ten na jeszcze prostsze związki (1, 16). Mimo wymienionych poprzednio strat gazowych procesy fermentacyjne przedstawiają dla przeżuwacza bardzo poważną korzyść odżywczą z następujących względów: 1) błonnik, jak pisze Malanski, byłby nie wykorzystany, bo w żadnym soku trawiennym przewodu pokarmowego nie ma enzymu trawiącego błonnik. Dzięki fermentacji błonnik wykorzystany jest przez ustrój zwierzęcy przynajmniej częściowo w postaci wytworzonych kwasów, które mogą być źródłem ciepła; 2) znacznie ważniejszą korzyścią, wynikającą z tej fermentacji, jest otwieranie komórek roślinnych paszy, zbudowanych właśnie z błonnika. W komórkach tych zamknięte są łatwo strawne składniki pokarmowe, ale niedostępne dla soków trawiennych. Enzymatyczny rozkład błonnika powoduje rozluźnianie i rozbicie struktury błony komórkowej, dzięki czemu zawartość komórki staje się dostępna dla soków trawiennych (15). O znaczeniu tego często nie docenianego działania bakterii można się łatwo przekonać przy mikroskopowym badaniu treści żwacza. Rozpuszczanie błon komórek aleuronowych przez bakterie błonnika wynosi: dla owsa 18 godzin, pszenicy 24, a jęczmienia 32 godziny (16).

Z zagadnieniem tym wiąże się depresja strawności. Ma ona miejsce, jak wiemy, przy skarmianiu dużej ilości łatwo fermentujących węglowodanów. Wtedy bakterie „przechodzą“ z celulozy na te właśnie związki, przez co zachodzi obniżenie strawności innych składników pokarmowych wskutek niedostatecznego naruszenia błon komórkowych (Z u n t z).

Prace wykonane na owcach wskazują, że w żwaczu następuje rozkład skrobi pod wpływem amylazy bakteryjnej (śliny owcy nie zawiera amylazy, co zresztą w tych pracach zostało dokładnie sprawdzone). Przez umieszczenie w żwaczu owcy woreczka ze skrobią (przez przetokę) wyodrębniono paciorkowce produkujące amylazę. Aktywność tych bakterii była tym większa, im więcej skrobi zawierała dawka paszy (19).

Są dane, że bakterie zwacza powodują także fermentację hemicelulozy błon komórek roślinnych (6).

Obok fermentacji węglowodanów następuje w zwaczu także częściowo rozkład białka; dowodzi tego obecność siarkowodoru, amoniaku i wolnego azotu (7). Poza tym wykryto w zwaczu enzymy pochodzenia bakteryjnego rozkładające białko (27).

Wiemy, że bakterie mają zdolność syntezy białka (16). Zapotrzebowanie na materiał do budowy białka bakterie mogą pokrywać z ciał azotowych niebiałkowych, np. amidów. Na to zagadnienie zwrócono uwagę szczególnie w Niemczech, gdzie sytuacja ekonomiczna, jak pisze Dubiski, zmuszała zootechników do uzyskania jak największej ilości pasz zastępczych i namiastek pokarmowych. Przeprowadzono tam szereg doświadczeń nad skarmianiem środków syntetycznych: mocznika, soli amonowych i innych. Mimo obszernych prac nie wszystko jeszcze w tej dziedzinie jest jasne. Liczne, czasem sprzeczne w wynikach badania na ten temat można podzielić na kilka grup: 1) badania mikrobiologiczne *in vitro*, 2) badania bilansu azotu, 3) praktyczne doświadczenia żywieniowe, 4) badania biochemiczne ostatnio stosowane. Jeśli chodzi o badania mikrobiologiczne, to stwierdzono, że bakterie zwacza mogą się rozwijać na pożywkach bezbiałkowych z dodatkiem np. asparaginy czy mocznika, jako jedyne źródła azotu (3). Bakterie syntetyzują przy tym tryptofan i tyrozynę (11). Nowe prace z inkubacją treści zwacza *in vitro* wskazują, że bakterie mają zdolność syntezy lizyny. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że przed inkubacją było w próbce 9,3 mg lizyny, po inkubacji 11,6 mg; w drugim przypadku ilość lizyny wzrosła jeszcze bardziej, bo z 11,5 do 18,1 mg (18). Pracom tym stawia się jednak zarzut, że wyniki otrzymane *in vitro* nie mogą być przenoszone na żywy organizm i beztlenowe warunki zwacza. Zwraca się dalej uwagę, że asymilacja amidów już przy ograniczonym dostępie powietrza odbywa się bardzo wolno (11).

Prace związane z badaniem bilansu azotu były zwykle krótko prowadzone i nie uwzględniały jeszcze jednej drogi wydalania azotu z organizmu, a mianowicie skóry. Przy skarmianiu mocznika, organizm wydalał go w znacznym stopniu tą drogą (24). Zwiększała się poza tym, nawet podwójnie, jego ilość we krwi i mleku (11).

W licznych doświadczeniach żywieniowych ze skarmianiem „amidów“ otrzymywano różne wyniki. Niektórzy z autorów przeprowadzając badania nad krowami dojnymi i skopami (20), stwierdzili, że mocznik i glicyna (glikokol) mogą zastąpić część białka paszy. Völtz oblicza nawet wartość produkcyjną mocznika, potwierdzając hipotezę białka bakteryjnego. Inni piszą, że mocznik i glicyna mogą tylko w małym stopniu zastąpić białko właściwe. W pracach nad owcami rosnącymi podaje się, że o ile u zwierzęcia dorosłego mocznik i glicyna mogą być wykorzystane, o tyle organizm rosnący powinien otrzymywać wystarczającą ilość białka pełnowartościowego (25). W badaniach na 5 i 11-miesięcznych cielętach pokazano, że mocznik nie jest u nich przerabiany na białko bakteryjne (5).

Na bardzo ważny moment zestawu dawki zwraca uwagę Rogoziński, który w swej pracy o azotanach pisze: „Azotany wprowadzone do ustroju zwierzęcia przeżuwającego ulegają w nim zawsze przeróbce, niewątpliwie pod działaniem drobnoustrojów. Natomiast wpływ ich na bilans azotowy jest bardzo różny i zależy w zupełności od natury paszy podstawowej; gdy

pasza jest bardzo uboga w białko, wpływ dodatni na bilans występuje bardzo wyraźnie; im więcej białka zawiera pasza, tym słabszy wpływ na bilans azotowy wywierają skarmiane azotany, natomiast tym więcej azotu pochodzącego z nich znajduje się w moczu“ (23).

Badania biochemiczne wskazują, że w żwaczu zachodzi synteza aminokwasów. Na przykład Loosli i współautorzy (14) porównując ilości aminokwasów w dawce paszy (zawierającej mocznik) i w treści żwacza stwierdzili, że w żwaczu były większe ilości aminokwasów niż w paszy, co wykazuje załączone zestawienie.

Aminokwas	Ilość gramów w dawce	Ilość gramów w żwaczu
Arginina	0,19	1,27
Histydyna	0,05	0,59
Izoleucyna	0,00	1,38
Leucyna	0,15	2,04
Lizyna	0,24	2,34
Metionina	0,03	0,66
Fenylalanina	0,05	1,01
Tryptofan	0,01	0,25
Walina	0,14	1,57

Co się tyczy rozdziału azotu treści żwacza na poszczególne frakcje, to Schwarz (26) podaje następujące liczby:

Azot w związkach rozpuszczalnych	8,6%
„ bakterii	11,7%
„ pierwotniaków	około 20,0%
„ paszy	57,7%

Badania przeprowadzono na bydle rzeźnym, które przed ubojem było karmione sianem. Cały azot treści żwacza dzielono na 4 frakcje; azot we wszystkich frakcjach oznaczano metodą Kjeldahla.

Około 31,7% całego azotu w treści żwacza przypada na azot bakterii i pierwotniaków; wynika z wyliczeń, że w 1 kg świeżej treści żwacza jest 7,5 g bakterii i 20,8 g pierwotniaków, czyli w 100 kg — 2,79 kg drobnoustrojów. W tej ilości jest 41 g azotu, co odpowiada 256 g białka, które jest przez przeżuwacza wykorzystane w 80% — 90% (9).

Wysuwane są przez niektórych autorów zastrzeżenia co do jakości białka bakteryjnego, szczególnie w wypadku skarmiania „amidów“. Wydaje się, że na jakość tego białka mają wpływ podawane amidy. Podaje się także, że zabite komórki bakteryjne zawierają antyenzymy, które utrudniają trawienie białka bakteryjnego (11).

Ostatnią funkcją bakterii jest synteza witamin grupy B. Zawartość tych witamin w mleku jest utrzymana na normalnym poziomie, także przy braku ich w paszach. Jest tak dlatego, że syntetyzują je bakterie (10). Niżej podano kilka danych co do niektórych witamin tej grupy (17).

Witamina	W paszy	W treści żwacza
Tiamina	0,4 mg	5 mg
Ryboflawina	0,3 mg	20 mg
Kwas pantotenowy	0,2 mg	5 mg

Były przypuszczenia, że bakterie żołądka przeżuwaczy mają również zdolność syntezy tłuszczu. O ile bowiem badano treść żwacza w 3, 6, 9 godzin po karmieniu, to w próbkach później pobranych zwiększała się nie tylko zawartość wody (choć owce wody nie piły), ale także procentowa zawartość azotu i tłuszczu w suchej masie. Zwiększenie się ilości wody tłumaczymy przyływem śliny, natomiast zwiększenie się ilości azotu i tłuszczu w suchej masie jest spowodowane nie tylko przez ślinę. Fakt ten wyjaśnia się następująco (12): w później pobranych próbkach treści żwacza zmniejsza się absolutna (nie tylko procentowa) ilość suchej masy, a to wskutek fermentacji węglowodanów. O ile ilości azotu i tłuszczu pozostają nawet te same, to jednak ich procentowy udział w suchej masie (właśnie zmniejszonej) zwiększa się. W żwaczu poza tym nie zachodzi zasadniczo zmiana struktury tłuszczu. Synteza tłuszczu przez bakterie żwacza nie została stwierdzona. Należy dodać, że bakterie żołądka przeżuwaczy pracują bardzo ekonomicznie; tzw. współczynnik białkowy (tj. ilość gramów zsyntetyzowanego białka na każde 100 g zużytych węglowodanów) waha się między 3,1 i 14,0. Także przy hodowli w warunkach anaerobowych jest on wysoki i wynosi 4,1 — 8,0; dla bakterii błonnikowych wynosi on 7,7 (9). Wyodrębniony *Bacillus Glycinophilus* ma ten współczynnik białkowy jeszcze wyższy, bo 25 i więcej, również w przypadku glicyny albo soli amonowych jako jedynym źródle azotu (22).

Swoistą faunę przedżołądków przeżuwaczy stanowią pierwotniaki. Są one przystosowane do anaerobowych warunków stosunkowo wysokiej temperatury i podobnie jak bakterie, większość z nich żyje w symbiozie z przeżuwaczem. Pierwotniaków tych zasadniczo nie znajduje się gdzie indziej (16). Są one typowe dla przedżołądków przeżuwacza; należą do rodziny *Ophryoscolecidae* i gatunków: *Ophryoscolex*, *Entodinium*, *Diplodinium*, *Iso-tricha*, *Dasytricha*, *Bütschlia* i in. (29, 24). Niektóre formy stwierdzono tylko u nielicznych przeżuwaczy, jak ren, wielbłąd, bawół (2). U przeżuwaczy domowych znajduje się liczne formy, ale skład ich jest dość stały. W zależności od wzajemnego stosunku z przeżuwaczem, jako gospodarzem Jegorow (8) dzieli je na: symbionty, komensale i pasożyty. Wiele prac wykazało, że omawiane pierwotniaki przenoszą się na drodze infekcji kontaktowej. Dzieje się to łatwo przy wspólnym żywieniu oborowym czy pastwiskowym; wskutek rejekcji treści żwacza ciecz z pyska zawiera pierwotniaki; przez kontakt infekuje się cielę czy jagnię od matki. Jednak rozwój fauny w przedżołądkach u młodzieży ma miejsce dopiero wtedy, gdy skończy się karmienie mlekiem, a rozpocznie żywienie paszami roślinnymi (16). Stąd też żwacz dorosłego przeżuwacza można zdefaunizować przez skarmianie mleka. Pierwotniaki z żwacza krowy żywionej na pastwisku żyją na szkiełku pod mikroskopem do 20 minut; treść żwacza bydła żywionego kiszonkami i sianem ma znacznie mniej tych organizmów (około 150 tys. w ml); przeważają wtedy *Entodinia* małych form; pod mikroskopem żyją do 8 minut, a więc znacznie krócej niż poprzednie (8).

Przy obniżeniu pH żwacza do 5 nie znajduje się już pierwotniaków; nie znoszą one kwaśnego środowiska. Kwas masłowy niszczy pierwotniaki szybciej niż octowy.

W treści żwacza można znaleźć też pierwotniaki żyjące np. w sianie; w żwaczu jednak żyją one krótko i nie rozmnażają się.

Ilość pierwotniaków w zwaczu jest, jak mówi Mangold, żywym barometrem, którym można kontrolować ilość białka w dawce pokarmowej. Jegorow uważa nawet, że ilość i skład fauny zwacza jest w ogóle wskaźnikiem wartości dawki pokarmowej. Jakość żywienia i ilość pierwotniaków wskazują na dość ścisły paralelizm (4). Tak np. u kozy w okresie laktacji zwiększa się nie tylko ilość pierwotniaków, ale też procentowy udział ich białka w całym białku treści zwacza. Kozą produkującą dziennie 1,9 kg mleka miała około 2 miliony pierwotniaków w 1 ml treści zwacza; przy mleczości 0,6 kg już tylko 1,5 miliona, a po zapuszczeniu 0,7 do 1 miliona.

Badania fauny zwacza rosnących jagniąt dały następujące wyniki: w drugim miesiącu życia — około 100 tys. pierwotniaków w ml, po trzech miesiącach — już 1,2 mln, po 1/2 roku — ok. 2 mln, później po roku ilość pierwotniaków zmniejszyła się do 1 miliona. I z tego przypadku widać, że przy lepszym żywieniu ilość pierwotniaków jest większa. Odnośnie tej ilościowej zmienności pierwotniaków u krów są dane, że krowy bardziej mleczne mają większe ilości pierwotniaków niż krowy o mniejszej mleczości tego samego stada (8). W zwaczu bydła rzeźnego (po uboju) znajdują się mniejsze ilości pierwotniaków: 30 — 300 tys. w ml (29).

Pochodzi to stąd, że tuż przed ubojem (w rzeźni) bydło jest żywione niedostatecznie. Już trzydniowa głodówka zwierzęcia zabija prawie wszystkie pierwotniaki (24). Cytowany już Jegorow podaje, że przy niezbytach żołądka ilość pierwotniaków bardzo się zmniejsza albo nawet obserwuje się zupełny ich brak. Twierdzi on także, że ilość i skład fauny zwacza zmienia się wcześniej niż pojawiają się kliniczne objawy tych chorób. Obserwacja pierwotniaków pod mikroskopem wskazuje, że zjadają one chętnie skrobię, wybierając małe ziarenka. Skrobia jest w ich organizmie rozkładana w obecności bardzo silnej diastazy i odkładana jako glikogen. Pierwotniaki pobierają także kropelki tłuszczu i szczególnie „chciwie“ delikatne, zielone cząstki roślinne. Z tych cząstek roślinnych trawią białko; kawałeczki włókna natomiast są nie naruszone i wydalone. Pierwotniaki więc nie mają zdolności atakowania błonnika (16). Na podstawie mikrochemicznych reakcji przyjmuje się co prawda, że w organizmie pierwotniaków zachodzi w małym stopniu rozkład błonnika; dzieje się to zapewne dlatego, że pierwotniaki wraz z pokarmem „zjadają“ też bakterie, które właśnie powodują fermentację błonnika wewnątrz organizmu pierwotniaka. Ekstrakt bowiem z czystych hodowli pierwotniaków nie zawiera celulazy; ma diastazę i enzymy rozkładające białko.

Pierwotniaki różnią się (w swej działalności) od bakterii tym jeszcze, że do budowy swego białka nie potrafią wykorzystywać amidów i dlatego każda próba zastąpienia części paszy białkowej przez mocznik lub ciała azotowe niebiałkowe w dawce przeżuwacza, prowadzi do obniżenia ilości pierwotniaków (4).

Ilość ich wzrasta i zmniejsza się wraz z ilością białka w paszy. Okazało się to w doświadczeniu na skopach i kozach. Zastąpienie śruty zbożowej przez ubogie w białko poidło ze skrobi (przy jednoczesnym skarmianiu siana) powodowało zmniejszenie liczby pierwotniaków; ponowne podawanie śruty zwiększało ich liczbę. Jakąż więc korzyść przynoszą pierwotniaki, jako symbionty, przeżuwaczowi jako gospodarzowi?

1. Korzyścią dla przeżuwacza jest to, że pierwotniaki karmiąc się białkiem roślinnym „uszlachetniają“ je, przerabiając na białko zwierzęce (21).

Ponieważ ich białko stanowi 15—20% całego zawartego w żwaczu białka, jest to w gospodarce białkowej przeżuwacza pokaźna pozycja.

Warto tu przytoczyć następujące doświadczenia wskazujące na wartość białka pierwotniaków (28). 4 grupy po 4 sztuki młodych kogutków o wadze około 0,5 kg otrzymywały dawkę podstawową z kukurydzy + mieszanka mineralna + witaminy A, D, B, C.

Grupa 1 — kontrolna otrzymywała dawkę podstawową.

„ 2 — otrzymywała dawkę podstawową + 2 kg frakcji bakteryjnej z treści żwacza.

„ 3 — otrzymywała dawkę podstawową + 2 kg frakcji pierwotniaków.

W ciągu 2 miesięcy waga tych kogutków wzrosła następująco:

1.	482 — 704 g	(= 46%)
2.	477 — 749 g	(= 57%)
3.	481 — 823 g	(= 71%)

Największą wagę wykazała grupa kogutów, której dodawano w paszy pierwotniaki.

2. Mangold pisze, że pierwotniaki, podobnie jak bakterie — choć w mniejszym stopniu, są w stanie syntetyzować witaminy grupy B. Na dowód tego przytacza on następujące doświadczenie (Unsuelli'ego). Gołębie żywione polerowanym ryżem zapadały na *polineuritis*; schorzenie to ustępowało przy podawaniu tym gołębiom pierwotniaków, uzyskanych z treści żwacza zwierząt rzeźnych (nie podano czy skarmiane chorymi gołębiami pierwotniaki nie zawierały w swych komorach pokarmowych zjedzonych bakterii, które mają zdolność syntezy tiaminy).

3. Ważną rolę pierwotniaków, choć mało jeszcze zbadaną, jest tzw. „wyłapywanie“ cukru gronowego. Chodzi o to, że w czasie fermentacji błonnika przez bakterie powstaje na pewnym etapie cukier gronowy. Ten cukier gronowy jest rozkładany dalej do kwasów, a nawet gazów. Pierwotniaki mają jakoby ten cukier wyłapywać, nie pozwalają więc na dalszy jego rozkład. Wykorzystują więc tym samym produkt fermentacji błonnika, magazynują go w formie glikogenu i zachowują dla przeżuwacza (16).

4. Dalsza rola pierwotniaków polega na tym, że pomagają one w sposób mechaniczny przy otwieraniu błon komórkowych; przez ciągłe poruszanie się mieszają zawartość żwacza, rozdzielają ją i spulchniają; zwiększają przy tym powierzchnię włókna, na której działają bakterie fermentacyjne. Do tego dochodzi jeszcze własna praca rozrywania cząstek roślin przy ich pobieraniu (2).

Swego rodzaju pasożytniczość pierwotniaków może polegać na tym, że zjadają bakterie błonnikowe; naruszają tym samym normalny rozkład błonnika, przez co utrudniają przeżuwaczowi wykorzystanie składników pokarmowych zamkniętych w komórkach roślinnych (8).

Na zakończenie przytoczę dalszy fragment cytowanego już artykułu Liskuna: „Udział mikroflory w procesie trawienia powinien być w pełni wyjaśniony. Otworzy to przed nami perspektywy żywienia takimi paszami, które do obecnej chwili zużywane są przez organizm zwierzęcy w bardzo małym stopniu. Mamy na myśli dużą grupę tzw. pasz objętościowych, suchych i różnego rodzaju odpadki, produkty uboczne, otrzymywane w prze-

myśle, dotychczas jeszcze bardzo mało wykorzystane jako pokarm". I dalej: „W tym celu należy tylko niedoskonale procesy w narządach trawienia, dotyczące np. trawienia słomy, przeprowadzić poza organizmem zwierzęcym i użyć do pomocy mikroflorę. Rozwój tego rodzaju prac z zastosowaniem tak potężnego czynnika jak mikroflora byłby niezwykle ważnym środkiem przygotowania suchych i w ogóle mało wartościowych pod względem pokarmowym mas organicznych. Tym samym opracowanie projektowanych sposobów chemicznego przygotowania takich pasz otrzymałoby bardzo doniosłą pomoc.

LITERATURA

1. A k a j e w s k i A., K r y n i c y n D.: Fizjologia i anatomia zwierząt gospodarskich. Warszawa 1951.
2. D o g i e l V.: Archiv f. Protistenkunde 72, 1932.
3. D u b i s k i J.: Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych XIX, 1928.
4. F e r b e r K. E.: Zeitschrift f. Tierzüchtung u. Züchtungsbiologie XV, 1929.
5. G o r b a c z j o w a A. P., L e o n o w i c z W. W., B o g d a n o w a J. M.: Trudy Wsiesojuznogo Nauczno-Issledowatielskogo Instituta Žiwotnowodstwa 18, 1950.
6. H e a l d P. J.: Biochemical Journal 50, 1952.
7. H e n k e l H.: Jahresbericht Veterinär-Medizin 64, 1938.
8. J e g o r o w I. N.: Weterinarija 5, 1952.
9. K ö h l e r W.: Archiv f. Mikrobiologie 11, 1940.
10. K o n o p i ń s k i T., G a w ę c k i K.: Żywnie zwierząt domowych. Warszawa 1947.
11. K r e b s K.: Biedermanns Zentralblatt Abt. B 9, 1937.
12. K r z y w a n e k F. W., O u i t t e k G.: tamże 8, 1936.
13. L i s k u n E.: Postępy Wiedzy Rolniczej, Seria Przekładów: Nowe Poglądy na żywienie zwierząt gospodarskich. Warszawa 1952.
14. L o o s l i J. K., W i l i a m s H. H., T h o m a s W. E., F e r r i s F. H., M a y n a r d L. A.: Science 110, 1949.
15. M a l a r s k i H.: Podstawy fizjologiczne żywienia zwierząt gospodarskich. Warszawa 1949.
16. M a n g o l d E.: Die Verdauung bei den Nutztieren. Berlin 1950.
17. M c E l r o y L. W., G o s s H.: Journal Biol. Chem. 130, 1939.
18. M c N a u g h t M. L.: Biochemical Journal 50, 1951.
19. N a s r H.: Journal of Agricultural Science 40, 1950.
20. N e h r i n g K.: Biedermanns Zentralblatt Abt. B 9, 1937.
21. P o p o w J.: Żywnie zwierząt gospodarskich. Warszawa 1951.
22. R i p p e l A., N a b e l K.: Archiv f. Mikrobiologie 10, 1939.
23. R o g o z i ń s k i F.: Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych XIII, 1925.
24. Rukowodstwo po kormlenii i obmienu wieszczestw sjelskochozjajstwiennych žiwotnych. 1937.
25. S c h m i d t J., K l i e s c h J., F o r s t h o f f H., R e d d e l i e n E.: Biedermanns Zentralblatt Abt. B. 9, 1937.
26. S c h w a r z C., S t e i n l e c h n e r H.: Biochemische Zeitschrift 156, 1925.
27. S y m E. A.: Acta Biologiae Experimentalis 12, 1938.
28. U s u e l l i F., F l o r i n i P.: Jahresbericht Veterinär-Medizin 63, 1938.
29. W e r t h e i m P.: Annales Musei Zoologici Polonici X, 1934.
30. W i k t o r o w K. R.: Fizjologija domasznich žiwotnych. Moskwa 1948.