

WARTOŚĆ BIAŁEK PASZ ZIELONYCH W ŻYWIENIU PRZEŻUWACZY

HENRYK JASIOROWSKI

Zakład Hodowli Doświadczalnej Zwierząt PAN, Warszawa

W naszych warunkach pasze zielone są podstawą żywienia zwierząt przeżuwających. Ogólnie można powiedzieć, że pokrywają one ok. 70% zapotrzebowania tej grupy zwierząt na związki azotowe. Do niedawna sądzono, że wartość białek dla przeżuwaczy można określać podobnie jak dla zwierząt jednożołądkowych obecnością czy brakiem określonego garnituru tzw. egzogennych aminokwasów. Stąd tendencja do przenoszenia wyników badań wartości biologicznej białek wykonanych na zwierzętach jednożołądkowych na przeżuwacze.

Następnie kiedy poznano bliżej funkcje drobnoustrojów zwacza w przemianie azotowej zwierząt wyciągnięto zbyt pochopny, jak się obecnie wydaje, wniosek, że z uwagi na syntezę przez drobnoustroje bytujące w zwacu wszystkich aminokwasów, jakość podawanych białek przeżuwaczom nie odgrywa żadnej roli, że w zasadzie wszystkie białka podawane tej grupie zwierząt będą miały podobną wartość biologiczną.

Wymienione zjawiska były zapewne przyczyną, że wartość białek pasz zielonych dla przeżuwaczy nie była prawie badana. Jest to niezrozumiałe jeśli zważy się np. że na temat wykorzystania przez przeżuwacze związków azotowych niebiałkowych wykonano od czasów postawienia pamiętnej hipotezy przez *Zuntza* i *Hegema* na tysiące prac.

Zanim przejdę do ukazania tych podstawowych prac, które doprowadziły w ostatnich latach do całkowitej zmiany poglądów na temat przemiany związków azotowych u przeżuwaczy, chciałbym choć pokrótce przypomnieć te podstawowe cechy fizjologii trawienia i przemiany materii, które odróżniają tę grupę zwierząt od zwierząt jednożołądkowych.

Specyfika trawienia, a co za tym idzie i przemiany materii u przeżuwaczy polega na głębokiej symbiozie tych zwierząt z ogromną popu-

lacją bakterii i pierwotniaków bytujących w ich przewodzie pokarmowym, głównie w żwaczu. Symbioza ta całkowicie zmienia sposób i stopień wykorzystywania paszy u tych zwierząt w porównaniu ze zwierzętami jednożołądkowymi.

Żołądek dorosłych przeżuwaczy składa się z czterech części: żwacza, czepca, ksiąg i trawieńca. Najważniejszą rolę spełnia tu żwacz, którego pojemność u bydła np. wynosi ok. 200 litrów. W 1 ml zawartości żwacza bytuje ok. miliard bakterii i milion pierwotniaków. Rozmaitość form tych drobnoustrojów jest ogromna, a ich rola w procesach fermentacji w żwaczu jest jeszcze daleka od pełnego poznania.

Żwacz jest doskonałą, względnie beztlenową, kadzią fermentacyjną dzięki:

- stałemu dopływowi składników pokarmowych;
- wchłanianiu produktów rozkładu bezpośrednio ze żwacza do krwi;
- utrzymaniu stałej temperatury;
- okresowemu przesuwaniu treści pokarmowej do dalszych odcinków systemu trawiennego;
- wydzielaniu dużej ilości śliny (np. u bydła 50—80 litrów/dobę), które dzięki właściwościom buforowym wpływa na utrzymanie względnie stałego pH.

Pasza po dostaniu się do żwacza jest zmięczana, mieszana oraz przeżuwana. Podczas fermentacji w żwaczu „znika” ok. 70% suchej masy paszy.

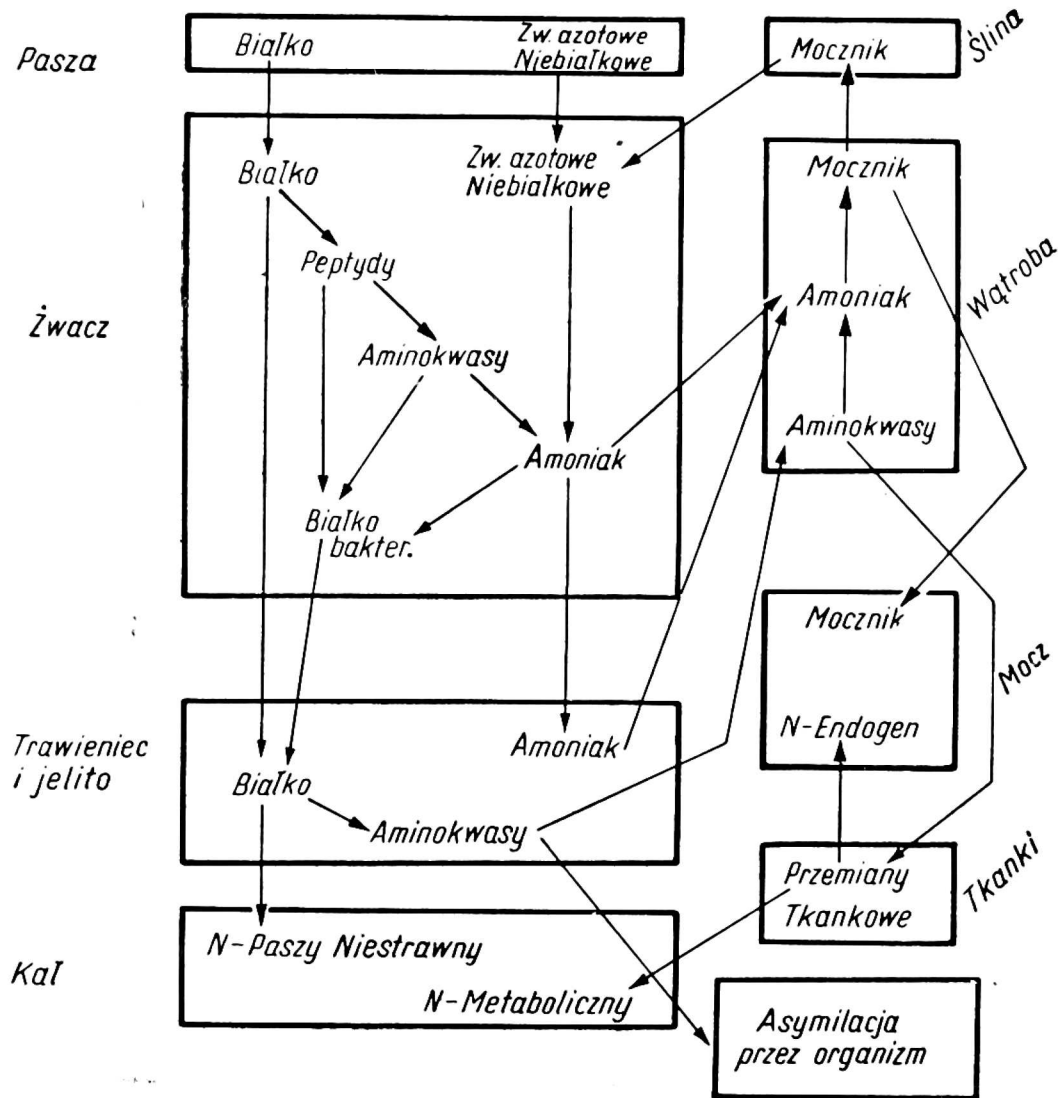
Charakterystyczną cechą przeżuwaczy jest zdolność trawienia celulozy — jest ona w żwaczu rozkładana przez fermenty mikroorganizmów do kwasów tłuszczowych, a głównie octowego, propionowego i masłowego. Podobnie kwasy tłuszczowe i metan są końcowymi produktami rozkładu innych węglowodanów jak pektyny, skrobia i cukry. O tym, jak wielka jest ilość powstałych lotnych kwasów tłuszczowych w żwaczu niech świadczą wyniki prac *Carroll* i *Hungate* (1954), którzy wykazali, że u bydła stanowi to równowartość kaloryczną 70% zapotrzebowania bytowego krowy.

W bezpośrednim związku z wykorzystywaniem węglowodanów paszy przez przeżuwacze poprzez kwasy tłuszczowe powstają duże stosunkowo straty cieplne tych zwierząt. Dość wspomnieć, że wykorzystanie energii brutto paszy u przeżuwaczy wynosi ca 28%, a u zwierząt jednożołądkowych ca 70%.

Wyniki badań ostatniego dwudziestolecia rzuciły nowe światło na rolę żwacza w przemianie azotowej zwierząt przeżuwających. Zasadniczym wnioskiem, jaki można z tych prac wyciągnąć, jest konieczność zwrócenia uwagi na znaczenie procesów rozkładu białka paszy w żwaczu, które dotychczas pozostawały w cieniu procesów syntezy białka bak-

terii z azotu niebiałkowego; z tym ostatnim zjawiskiem bowiem wiązano i nadal jeszcze się wiąże wielkie nadzieje oszczędnościowe (białko).

Warto przytoczyć kilka podstawowych prac, które każą patrzeć na procesy zachodzące w żwaczu z nowego punktu widzenia. Pierwszym, który wskazał na proteolityczne właściwości drobnoustrojów żwacza, był polski uczoney S y m (1938). Odkrycie to stało się impulsem dla szeregu podstawowych prac.



Rys. 1

Prace Mc Donald'a (1948, 1952) wykazały, że różne białka podlegają w różnym stopniu rozkładowi w żwaczu i że końcowy produkt tego rozkładu NH_3 może być wchłaniany do krwi, bądź też zużytkowany do budowy białka bakteryjnego.

Loosli i współpracownicy (1949) stwierdzili, że w żwaczu zachodzi zjawisko syntezy wszystkich egzogenicznych aminokwasów.

El-Shazly (1952) wykazał, że rozkład aminokwasów w żwaczu prócz wzrostu NH_3 powoduje wzrost lotnych kwasów tłuszczowych ($\text{C}_2 - \text{C}_5$).

Chalmers i współpracownicy (1954) oraz Annison i współpracownicy (1954) wykazali w doświadczeniach przeprowadzonych na owcach, że wartość białek dla przeżuwaczy zależy od stopnia w jakim jest ono rozkładane w żwaczu.

Według badań Wernera (1956) obecność skrobi i cukrów w dawce zwiększa wykorzystanie NH_3 powstałego z rozkładu białek paszy do budowy białka bakteryjnego w żwaczu.

Współczesny stan poglądów na przemianę azotową u przeżuwaczy najlepiej można scharakteryzować syntetycznie w oparciu o schemat podany przez Annisona i Lewisa (1959) (rys. 1). Ze schematu tego wynika, że białko paszy po dostaniu się do żwacza rozkłada się pod wpływem fermentów wytwarzanych tam drobnoustrojów do peptydów, aminokwasów i amoniaku włącznie. Rozmiary rozkładu białka w żwaczu są różne w zależności od wielu czynników. Często dochodzą one w ciągu kilku godzin po pobraniu paszy do 50%. Powstający z rozkładu białka amoniak jest częściowo wchłaniany do krwi i zamieniany w wątrobie na mocznik, częściowo zaś wykorzystywany do budowy białka bakteryjnego.

Im mniejszy procent białka paszy rozkładany jest do amoniaku lub im większa część uwolnionego amoniaku wykorzystywana jest do budowy białka bakteryjnego, tym większe szanse istnieją na przyswojenie przez zwierzę tej części związków azotowych w formie białka. Część amoniaku wchłonięta ze żwacza do krwi jest bezpowrotnie tracona jako źródło białka, jeżeli nie brać pod uwagę tej części mocznika krwi, która wraz ze śliną może wrócić do żwacza i być wykorzystana do budowy białka bakteryjnego. Załączony schemat (rys. 1) dowodzi, że współczynniki strawności związków azotowych nie mówią nic o wartości diety białkowej dla przeżuwaczy. Często nawet może się zdarzyć, że wysoki współczynnik strawności białka wynikał z wysokiej jego dezaminacji w żwaczu, co w sumie może być wskaźnikiem właśnie gorszego a nie lepszego wykorzystania białka przez zwierzę przeżuwające. Aminokwasy powstałe z rozkładu białka paszy mogą być rozkładane do amoniaku i kwasów tłuszczowych, z amoniaku zaś mogą być syntetyzowane do budowy białka bakteryjnego. Skład aminokwasowy białka paszy zatem nie może określać jego wartości dla przeżuwaczy, tym bardziej, że jak stwierdził Loosli i współpracownicy (1949), drobnoustroje mogą syntetyzować wszystkie tzw. egzogeniczne (niezbędne) aminokwasy.

Wymienione tu przesłanki dowodzą, jasno, że przemiana azotowa u przeżuwaczy różni się tak dalece od przemiany u zwierząt jednożłądkowych, że nie zachodzi tu prawie żadna analogia.

W świetle tych poglądów przystąpiliśmy do wykonania cyklu prac

nad wartością białek pasz zielonych w żywieniu przeżuwaczy, ze szczególnym uwzględnieniem białka lucerny. Zagadnieniem tym zajmowano się już w przeszłości. Haag i współpracownicy (1932) np. wskazali na złe wykorzystanie białka lucerny przez przeżuwacze, przypisując to nieodpowiedniemu stosunkowi Ca:P i niedoborom cysteiny. Podobnie Sotola (1930, 1932, 1933) wskazywał na stosunkowo niską wartość biologiczną białka lucerny, uznając za przyczynę nieodpowiedni stosunek białka do węglowodanów.

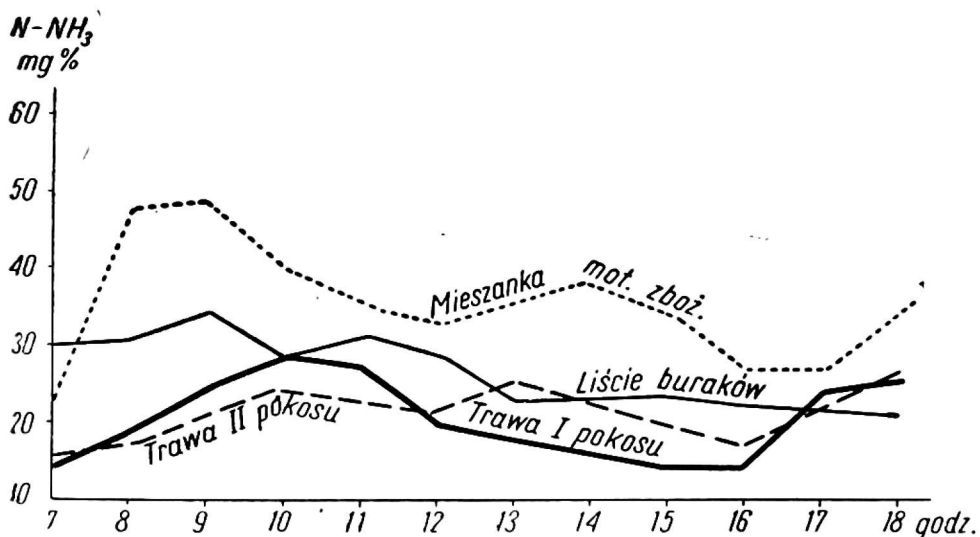
Mimo ogromnego znaczenia jakie w żywieniu przeżuwaczy posiada lucerna badania te nie zostały podjęte i uległy zapomnieniu.

Skoncentrowanie uwagi na wykorzystaniu związków azotowych niebiałkowych, jak i modna do niedawna teoria, że dla przeżuwaczy wartość biologiczna wszystkich białek jest zbliżona, nie sprzyjała rozwijaniu i kontynuowaniu tego kierunku.

W dalszej części referatu przytaczam wyniki cyklu prac wykonanych w Zakładzie Hodowli Doświadczalnej Zwierząt PAN.

Wartość białek pasz zielonych w żywieniu przeżuwaczy

Badania w tym zakresie rozpoczęliśmy w roku 1959. Jako metodę określania białek przyjęliśmy pomiar zawartości amoniaku w płynie żwacza, mocznika we krwi, strawności związków azotowych oraz retencję azotu.



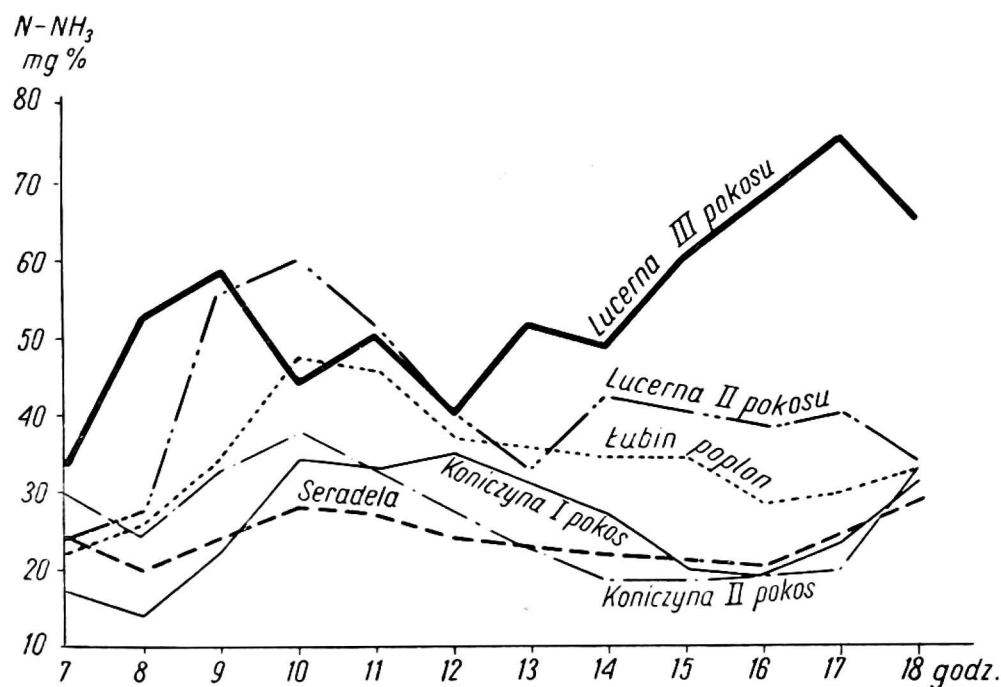
Rys. 2

Z uwagi na brak odnośnej literatury co do wartości białek różnych pasz zielonych dla przeżuwaczy, pierwsze nasze doświadczenie miało na celu wykazanie czy istnieją w tym względzie większe różnice.

Doświadczenie przeprowadzono na skopach z przetokami żywca, które żywiono stałą ilością (4 kg na dzień i sztukę) różnych pasz zielonych. Mianowicie trawami oraz koniczyną 1 i 2 pokosu, lucerną 1,

Tabela 1
Wyniki doświadczeń nad wartością białek pasz zielonych (7)

Rodzaj paszy	Ilość pobranego białka surowego na sztukę (g)	Bilans N (w g)	Przecię- nie N-NH ₃ w 100 ml płynu żwacza (mg)	N-mocz- nika w 100 ml krwi (mg%)	Współczynnik strawności (w %)	
					związki azotowe	włókno surowe
Trawa 1 pokos	100	-0,99	20,64	12,33	59,7	60,2
Koniczyna 1 pokos	155	+4,38	25,99	17,94	70,9	56,7
Miesz. mot.-zboż.	106	-2,02	35,98	—	69,7	58,6
Lucerna 2 pokos	187	+0,43	42,03	27,49	75,8	47,2
Koniczyna 2 pokos	154	-1,42	27,68	21,05	71,9	51,0
Lucerna 3 pokos	172	+1,89	55,48	22,15	83,3	52,5
Trawa 2 pokos	155	+9,23	21,52	8,15	74,3	63,9
Liście buraczane	96	+2,06	27,02	13,68	63,4	77,2
Łubin poplon.	138	+3,80	34,25	23,31	86,5	78,6
Seradela	127	+2,88	24,28	19,39	78,0	47,5



Rys. 3

2 i 3 pokosu, liśćmi buraczanymi, łubinem poplonowym oraz seradela. Oznaczano poziom NH₃ w żwaczu, mocznika we krwi, retencję azotu oraz współczynniki strawności związków azotowych i włókna. Uzyskane wyniki obrazuje tabela 1 oraz wykres 2 i 3.

Bez względu na wiele braków metodycznych tego doświadczenia (różne ilości podawanego białka, drewnienie roślin itp.) z których zdawaliśmy sobie sprawę, dostarczyło ono cały szereg interesujących danych (Jasiowski, 1960). Przede wszystkim udało się wykazać, że podatność białek różnych pasz zielonych na procesy dezaminacyjne w żwaczu jest różna. Dalej wykazano, że wyższy poziom amoniaku w żwaczu jest związany z wyższym poziomem mocznika we krwi i mniejszą zwykle retencją azotu przez organizm zwierzęcy.

Ogólnie uzyskane wyniki wskazywały, że białka roślin motylkowych podlegają w większym stopniu dezaminacji niż białka traw. Największe różnice zdawały się występować w tym zakresie między białkami lucerny, a białkami traw. Z tego względu w dalszych badaniach zajęto się tymi dwoma paszami.

W celu uzyskania większej precyzji doświadczeń, badania przeprowadzono z sianem lucerny i sianem łąkowym w takim doborze, aby zawierały w jednym kilogramie zbliżone ilości związków azotowych.

Pierwszy etap doświadczeń dotyczył rosnących jagniąt żywionych wyłącznie sianem łąkowym lub sianem lucerny. Wynik potwierdził nasze przypuszczenia. W ciągu 100 dni jagnięta żywione sianem łąkowym przyrosły przeciętnie po 7,77 kg na sztukę, zaś jagnięta żywione sianem z lucerny tylko po 4,56 kg. Dalsze badania obu sian przeprowadzono w oparciu o bilans azotu i pomiary ilości amoniaku w żwaczu. Odnośne dane przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Porównanie wartości siana łąkowego i siana z lucerny (11)

Rodzaj skarmianego siana	Ilość pobranego N (w g/dobę)	Bilans N (w g)	Przeciętnie N—NH ₃ w 100 ml płynu żwacza (w mg %)	Lotnych kwasów tłuszcz. mmol w 1000 ml	Współcz. strawn. zw. azotow. (w %)
Łąkowe	23,45	+0,372	18,10	102,2	68,0
Lucerny	21,61	—0,941	26,53	148,5	69,3

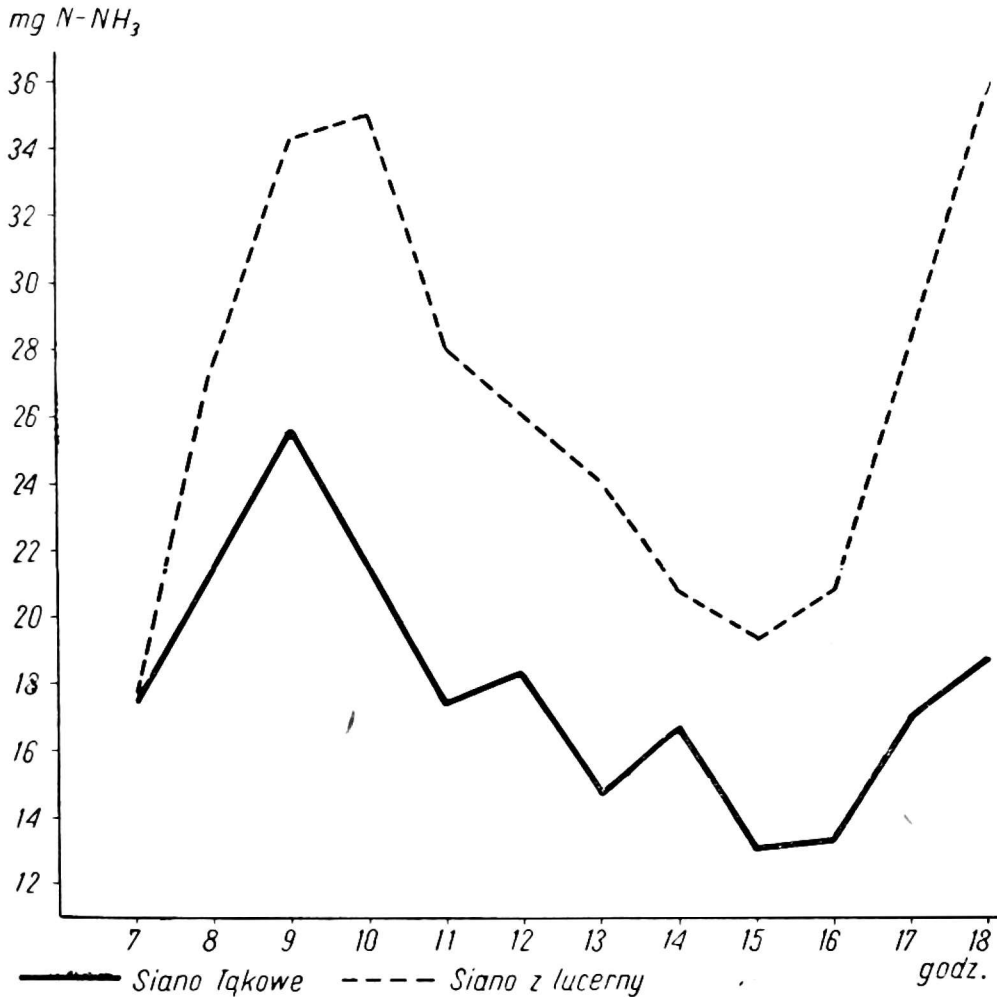
Analiza danych tabeli 2 musi również doprowadzić do wniosku że białko lucerny było gorzej wykorzystywane niż białko traw. Co prawda owce żywione sianem łąkowym pobierały nieco więcej związków azotowych, lecz związki te były jednak gorzej trawione, niż związki azotowe lucerny; w sumie wyrównało to prawie ilość wchłoniętego w obu grupach azotu.

Rysunki 4 i 5 obrazują krzywe zawartości azotu amoniaku i lotnych kwasów tłuszczowych w żwaczu owiec żywionych badanymi sianami. Widać z nich jasno, że białko lucerny było szybciej i w większym stopniu

dezaminowane niż białko siana łąkowego. Efektem tego była wyraźnie większa zawartość N-NH₃ i L. K. T. w zwaczu owiec żywionych lucerną.

W wyniku przytoczonych prac uznaliśmy zjawisko gorszego wykorzystania białka lucerny w porównaniu do białka traw za udowodnione. Konsekwencją tego było rozwinięcie prac w kierunku znalezienia przyczyn gorszego wykorzystania białka lucerny oraz dróg zapobiegania takiemu zjawisku.

Prace takie w naszym laboratorium zostały przeprowadzone.

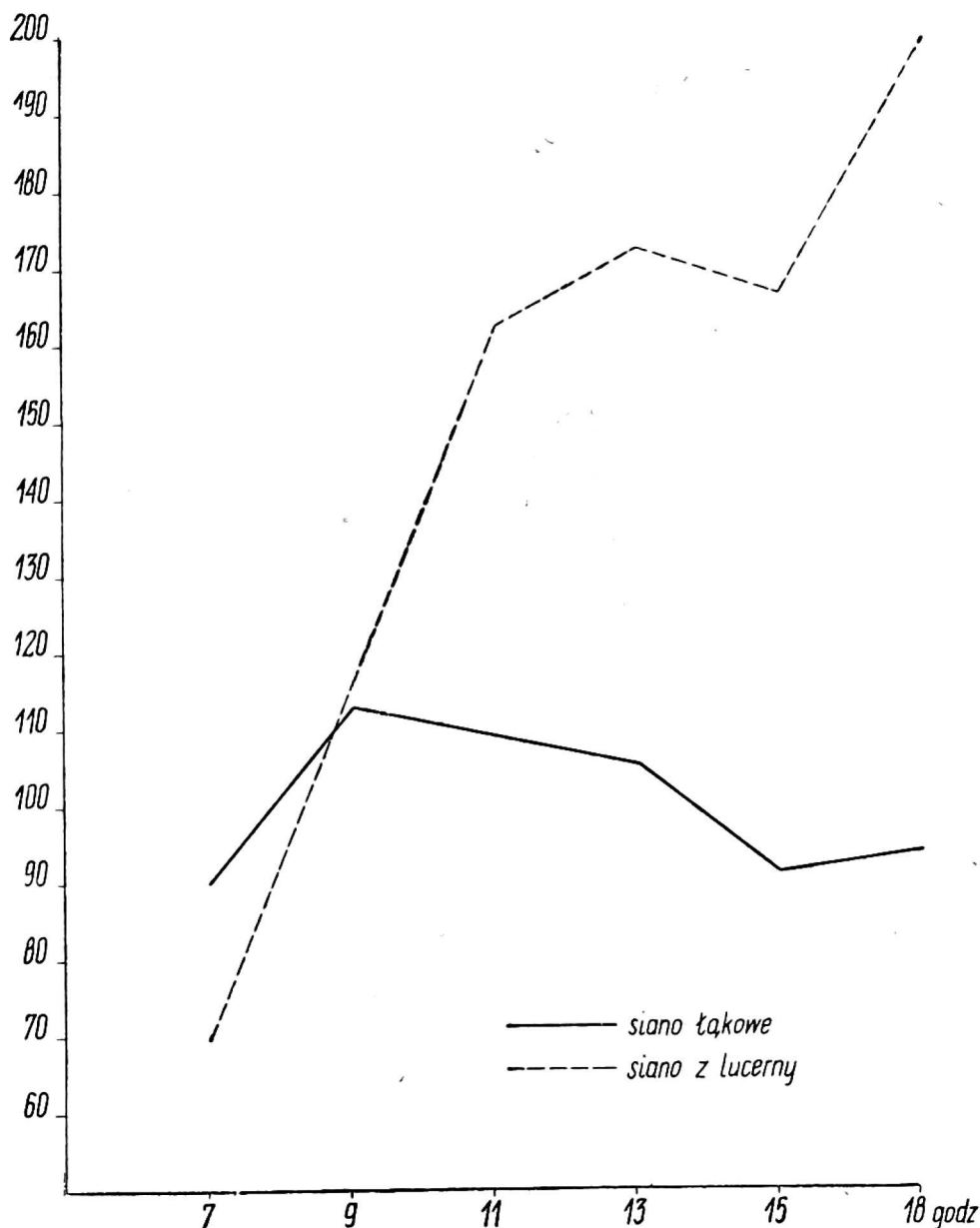


Rys. 4

Powody niskiego stosunkowo wykorzystania białka lucerny przez przeżuwacze

Na podstawie przytoczonych wyników doświadczeń i literatury można sądzić, że stopień wykorzystania białka przez przeżuwacze jest zależny w sensie negatywnym od jego podatności na procesy dezaminacyjne. Zgodnie z tym, poprzednio przytoczone prace wskazywały na dużą podatność białka lucerny na procesy dezaminacyjne w zwaczu, jako na prawdopodobny główny powód gorszego ich wykorzystania. Z drugiej jednak strony wiadomo, że przy tym samym poziomie uwalnianego

amoniaku podczas dezaminacji białka w żwaczu, jego wykorzystanie przez mikroflorę do budowy białka mikroorganizmów może być silnie uwarunkowane obecnością w paszy łatwo dostępnych węglowodanów, a przede wszystkim cukrów.

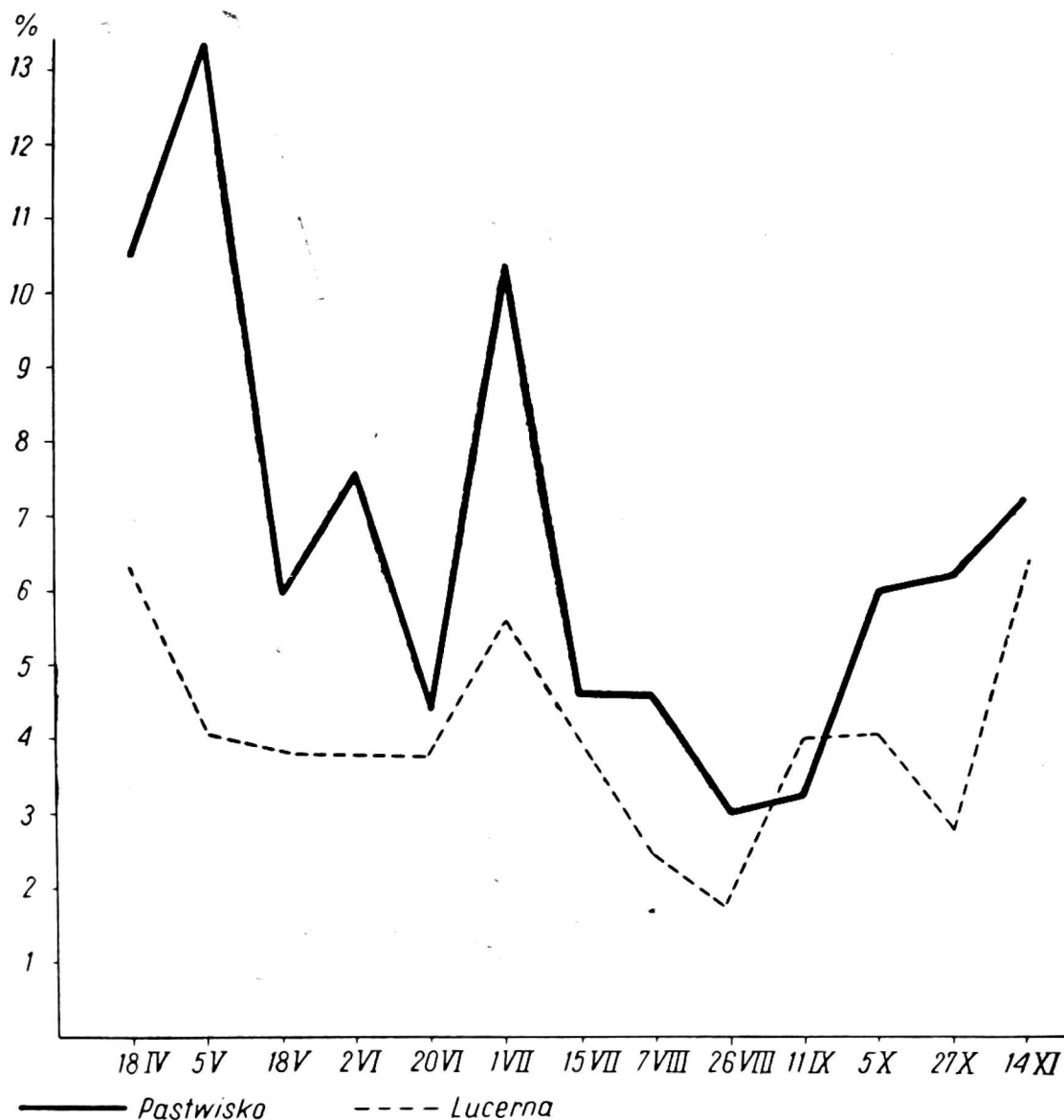


Rys. 5. Zawartość lotnych kwasów tłuszczowych w mmol w 1000 ml w płynie żwaczowym

W przytoczonych wyżej wynikach naszych badań mogła powstać wątpliwość, czy różna zawartość cukrów w trawach i w lucernie nie spowodowała różnego wykorzystania uwolnionego amoniaku do budowy białka bakteryjnego i tą drogą nie wpłynęła na stopień wykorzystania związków azotowych tych pasz.

Jeśli chodzi o siano łąkowe i lucerny, na których przeprowadzono badania, to zawierały one zbliżoną ilość rozpuszczalnych w H_2O cukrów (5,17 i 3,94 w pow. s. m.). Różnica tego rzędu nie mogła wpłynąć na wykorzystanie $N-NH_3$ przez bakterie, a stąd i na retencję azotu.

Na marginesie chciałbym jednak zaznaczyć, że jeżeli chodzi o rośliny zielone, to między trawami a roślinami motylkowymi mogą istnieć w pewnych okresach duże różnice w zawartości cukrów. Dane z tego zakresu otrzymane w naszym Zakładzie obrazuje rysunek 6, na którym



Rys. 6

przedstawiono dane przeciętne dwuletnich badań nad zawartością rozpuszczalnych w H_2O cukrów w poroście pastwiska i w lucernie (Zezula 1963). Krzywe na rysunku 6 obrazują zmiany zawartości cukrów w sezonie wegetacji. Widać duże różnice w zawartości cukrów w trawach i lucernie na korzyść tych pierwszych. Jest rzeczą godną odnotowania, że wczesną wiosną trawy mogą zawierać do 20% cukrów w s. m.

Ponieważ zawartość cukrów w sianie lucerny i w sianie łąkowym w omawianej serii badań nie mogła wpłynąć na różnice w wykorzystaniu białek tych sian przez przeżuwacze. Uznano większą podatność białka lucerny na procesy dezaminacyjne w żwaczu za główny powód gorszego ich wykorzystania i w dalszych pracach starano się znaleźć przyczyny tego zjawiska.

Z prac przeprowadzonych w innych laboratoriach wiadomo było, że białka łatwiej rozpuszczalne podlegały zwykle w większym stopniu dezaminacji w żwaczu niż białka trudno rozpuszczalne (Annison i Lewis, 1959).

Wyniki naszych badań nad rozpuszczalnością białek lucerny i traw obrazuje tabela 3.

Tabela 3

Stopień rozpuszczalności białek siana traw i siana z lucerny (11)

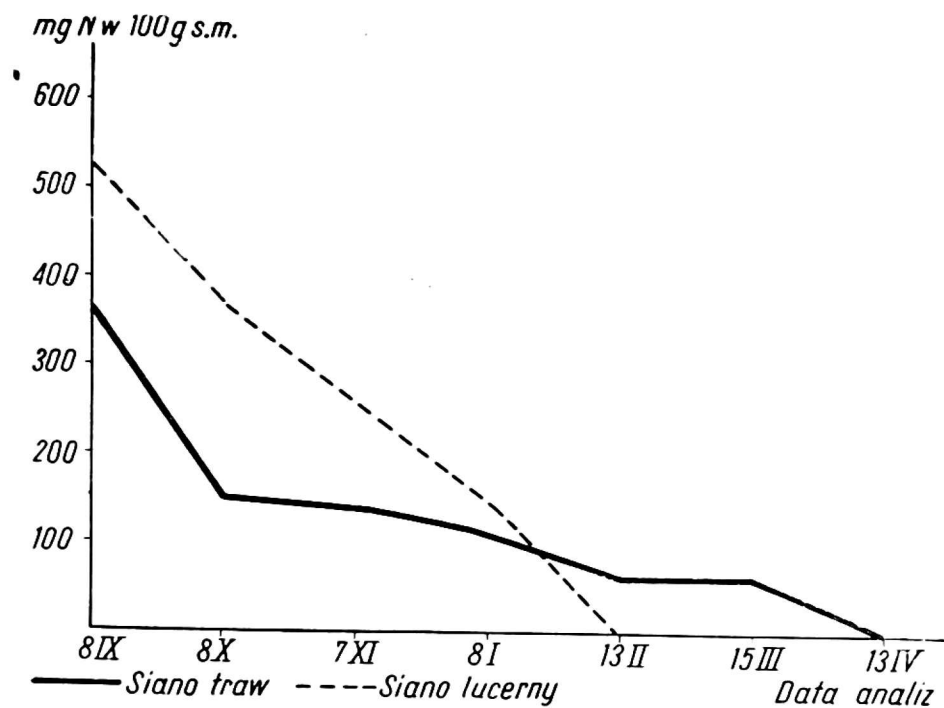
Rodzaj siana	N niebiałk. w stos. do N ogóln. %	N związków rozpuszczalnych w roztworze				N sumy składn. roz- puszcz. (w %)
		H ₂ O	NaCl 10%	NaOH 5%	C ₂ H ₅ OH 80%	
Łąkowe	9,5	23,3	8,3	8,4	3,2	43,2
Z lucerny	11,1	30,8	10,0	9,3	2,9	53,0

Jak wynika z danych tabeli 3, białka siana lucerny były rozpuszczalne w większym stopniu niż białka traw. Niewątpliwie jest to jeden z powodów większej podatności białek lucerny na procesy dezaminacyjne w żwaczu.

W cyklu prowadzonych przez nas prac nasunęło się przypuszczenie, że oprócz właściwości białek lucerny mogą istnieć jeszcze czynniki związane z jego dużą podatnością na dezaminację. W jednej z prac postanowiliśmy zbadać, czy przypadkiem siano lucerny i traw nie zawiera własnych enzymów proteolitycznych lub dezaminujących, które mogłyby wspierać zespół enzymów bakteryjnych w żwaczu. Badania nasze w tym zakresie dały dość rewelacyjne wyniki. Okazało się, że suszone w naturalnych warunkach siano łąkowe i siano lucerny zawierają czynne proteazy, natomiast nie zawierają dezaminaz. Podczas trzygodzinnej inkubacji w temp. 40°C w buforze fosforanowym ulegało rozkładowi 22% białka lucerny, a tylko 15% białka siana traw (Jasiorski i współpr. 1961, 1962).

Dalsze dwuletnie badania nad aktywnością autoenzymów proteolitycznych siana łąkowego i lucerny wykazały, że wiosną aktywność tych enzymów ustaje.

Rysunki 7 i 8 przedstawiają przyrost azotu rozpuszczalnego i α -aminowego podczas inkubowania próbek siana. Dane te wykazują, że aktywność autoenzymów proteolitycznych w sianie lucerny była większa niż w sianie traw i malała w zależności od czasu przechowywania siana (Jasiorski i współpr. 1962). Susz z lucerny otrzymywany przez suszenie gorącym powietrzem nie zawierał wcale czynnych autoenzymów.

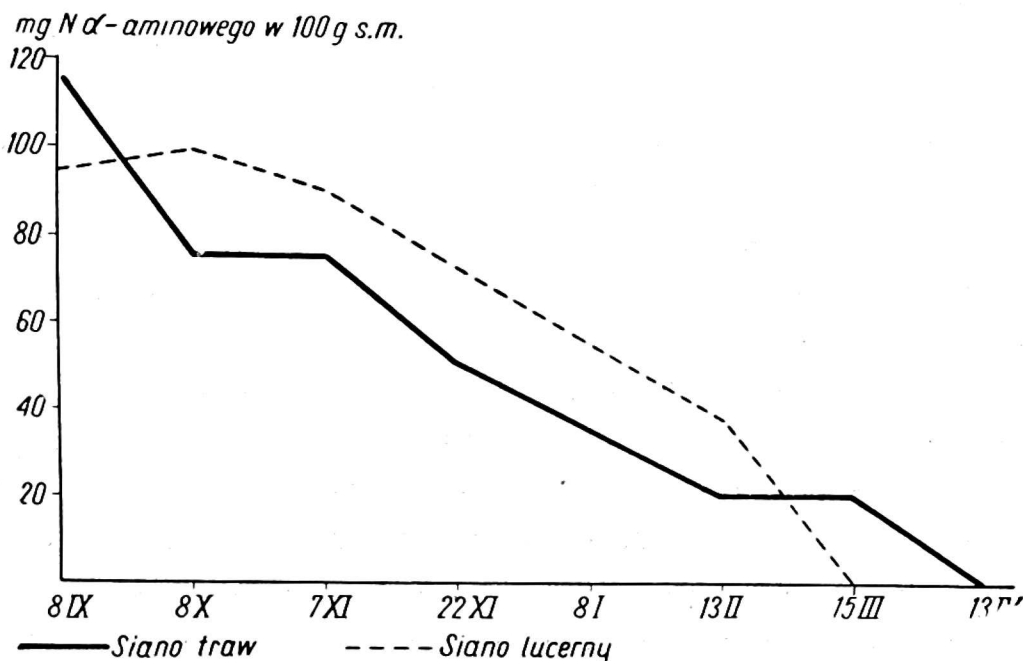


Rys. 7

Na podstawie w/w prac wyciągneliśmy wniosek, że autoenzymy proteolityczne pasz zielonych mogą wspierać w zważu działanie enzymów bakteryjnych. Stopień udziału tych autoenzymów w rozkładzie białka siana w zważu jest jednak trudny do określenia.

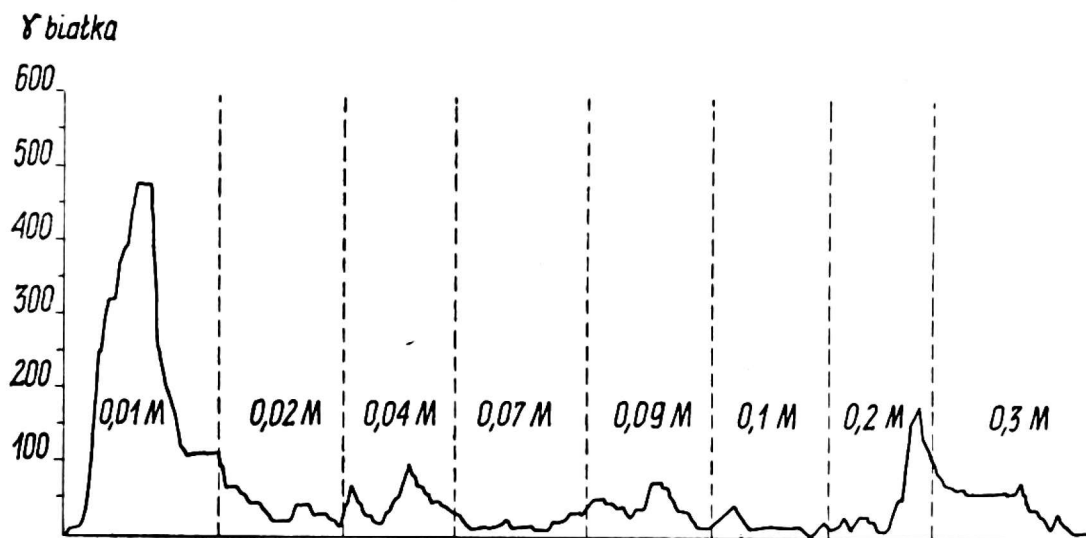
Po wynikach jakie uzyskaliśmy trudno było oprzeć się chęci zbada-
nia dalszych przyczyn większej podatności białka lucerny na procesy dezaminacyjne w zważu.

Zespół pracowników w naszym Zakładzie podjął wysiłki w celu
znalezienia dalszych właściwości białek pasz zielonych, które mogą



Rys. 8

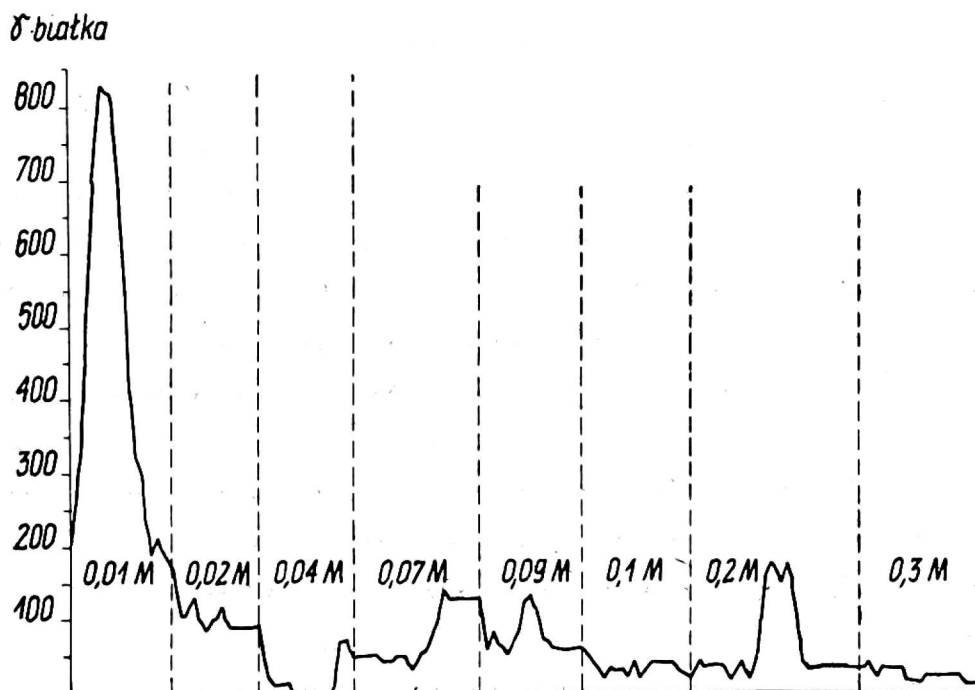
być ewentualnie związane ze stopniem rozkładu tych białek w żwaczu. Rozpoczęto badania nad charakterystyką białek koniczyny traw i lucerny przy użyciu chromatografii kolumnowej na hydroksylapatycie.



Rys. 9

Założeniem badań było znalezienie różnic jakościowych we frakcjach białkowych tych roślin. Dotąd zbadano bliżej frakcję białek lucerny i koniczyny.

Otrzymane wyniki poza różnicami ilościowymi nie dały zasadniczych różnic jakościowych. Wykresy eluacji wyciągów z obu roślin nakładają



Rys. 10

się w zasadzie na siebie (rys. 9 i 10). Wskazywałoby to na podobieństwo w zachowaniu się białek obu roślin w czasie chromatografii na kolumnie z hydroksylapatytu.

W następnym etapie przystąpiono do opracowania metody rozdziału białek lucerny i koniczyny na kolumnie z DEAE celulozy w połączeniu z pionową elektroforezą w żelu skrobiowym. Badania te są w stadium opracowań metodycznych. Czy badania te rzucają pewne światło na przyczyny różnic w wykorzystaniu białek pasz zielonych przez przeżuwacze, okaże przyszłość.

Drogi polepszenia wykorzystania białka lucerny przez przeżuwacze

Generalnie zagadnienie rozpatrując istnieją dwie drogi, na których można się spodziewać polepszenia wykorzystania białka jakiegokolwiek paszy przez przeżuwacze:

a) poprzez zwiększenie syntezy białka bakterii z uwolnionego podczas dezaminacji amoniaku,

b) poprzez zmniejszenie rozkładu białka w żwaczu, a szczególnie przez obniżenie jego dezaminacji.

O ile wzrost wykorzystania białka na drodze powiększenia syntezy białka bakteryjnego nie może budzić żadnych wątpliwości, o tyle dotąd nie stwierdzono ponad wszelką wątpliwość czy obniżenie dezaminacji w żwaczu napewno da polepszenie wykorzystania białek. Zbyt mało bowiem wiadomo o trawieniu białek u przeżuwaczy w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego poza żwaczem.

W przytoczonym cyklu prac staraliśmy się szukać metod poprawienia wykorzystania białka lucerny przez przeżuwacze właściwie na obu drogach. W doświadczeniach, które będą przytoczone oznaczono wiele parametrów, a mianowicie: amoniak i lotne kwasy tłuszczowe w płynie żwacza, strawność poszczególnych składników pokarmowych, retencję azotu, pH w żwaczu oraz poziom mocznika we krwi.

Jako główny i stosunkowo łatwy do określenia wskaźnik wykorzystania białka przyjęto poziom amoniaku w żwaczu. Z braku miejsca w tym referacie zajmiemy się głównie wskaźnikiem. Pierwszym ze sposobów poprawienia wykorzystania białka lucerny, jaki musiał się nasunąć, było stosowanie dodatków różnych węglowodanów do dawki pokarmowej lucerny.

Stosowano dodatki skrobi ziemniaczanej, śruty owsianej i sacharozy. Jedynie dodatek sacharozy obniżał poziom amoniaku w żwaczu i to przy skarmianiu różnych sian. Jest rzeczą ciekawą, że to oddziaływanie dodatku sacharozy wymagało pewnego okresu dla adaptacji drobnoustrojów (tabela 4).

Przeprowadzono także doświadczenie nad wpływem dodatku bura-

Tabela 4

Średnie zawartości azotu amoniaku (mg w 100 ml) w płynie żwaczowym owiec otrzymujących różne siana i różne węglowodany

Rodzaj siana	Bez dodatku	Siano uzupełnione dodatkiem			
		150 g skrobi ziemn.	200 g śruty owsian.	150 g sacharozy na 1 dzień	150 g sacharozy na 14 dzień
Łąkowe	18,10	19,04	21,83	21,74	13,91
Siano z lucerny	26,53	24,68	26,63	31,30	19,94
Susz z lucerny	23,08	23,61	23,51	23,82	14,13

ków cukrowych oraz wycieków melasowanych na poziom amoniaku w żwaczu przy skarmianiu siana lucerny.

Wyniki obrazuje tabela 5.

Tabela 5

Wpływ dodatku buraków cukrowych i wycieków melasowanych na fermentację w żwaczu

Rodzaj dawki	Mg N—NH ₃ w 100 ml p. żw.	Milimoli lot. kw. tł. w 1000 ml.	Mg N-mocznika w 1000 ml krwi
0,8 kg siana lucerny	25,20	79,06	15,39
+ 1 kg bur. cukr.	23,24	92,28	—
+ 2 kg bur. cukr.	19,38	110,06	10,85
+ 0,2 kg wytł. suchych	25,73	124,09	—
+ 0,2 kg wytł. melasow.	30,39	127,52	—

Przytoczone dane wskazują, że dopiero dawka 2 kg buraków cukrowych obniżała wyraźnie poziom amoniaku w żwaczu i poziom mocznika we krwi. Wycieki melasowane, być może na skutek ogólnie małej dawki cukrów, nie wykazywały takiego wpływu.

Opierając się na określonych pracach wykonanych w kraju (Ryś i współpracownicy), które donosiły, że dodatek czystych kultur drożdżowych do paszy dla przeżuwaczy obniża poziom amoniaku w żwaczu, przeprowadzono odnośne doświadczenia w naszym Zakładzie przy żywieniu owiec sianem z lucerny. Przez dodanie 50 g świeżych drożdży piekarniczych do dawki siana lucerny dla owiec nie tylko nie uzyskano obniżenia poziomu amoniaku w żwaczu, ale stwierdzono nawet jego wyżkę (z 25 do 30 mg%).

Podsumowując ten cykl badań można stwierdzić, że jedynie dodatek większych ilości sacharozy do dawek siana lucerny wpływał wyraźnie na poziom NH₃ w żwaczu, a tym samym na stopień wykorzystania białka.

Inne nasze próby zwiększenia wykorzystania białka lucerny szły po drodze zmniejszenia jego dezaminacji w żwaczu. Przeprowadziliśmy w tym zakresie w naszym Zakładzie cały szereg doświadczeń.

W jednej z serii doświadczeń próbowaliśmy obniżyć procesy rozkładu białka w żwaczu przez dodawanie do skarmianego siana z lucerny antybiotyków (mepatar), formaliny oraz detergentu typu alkilo-sulfonianu sodowego (Teepol VI).

Tabela 6

N-NH₃ w płynie żwacza owiec żywionych lucerną o różnym stopniu dojrzałości i przy różnych dodatkach

	30. V. 63	4. VI. 63	6. VI. 63	11. VI. 63	14. VI. 63	17. VI. 63
Lucerna zielona (4 kg dziennie na sztukę)	24,2635	26,7680	27,3719	25,3665	24,8109	21,9425
Lucerna zielona + 14 g mepataru	18,1897	19,0235	22,0787	19,3610	18,8232	19,8630
Lucerna zielona + 1,75 ml 40% formaliny	24,6187	24,8674	25,9865	24,9722	24,6675	24,7929
Lucerna zielona + 262 g glikozy	19,2722	17,6913	22,5405	20,2574	20,9745	20,5801

Uzyskane wyniki obrazuje tabela 6 i tabela 7. Z przytoczonych wyników wyraźnie widać, że jedynie dodatek mepataru obniżał wyraźnie poziom amoniaku w żwaczu owiec żywionych lucerną.

Tabela 7

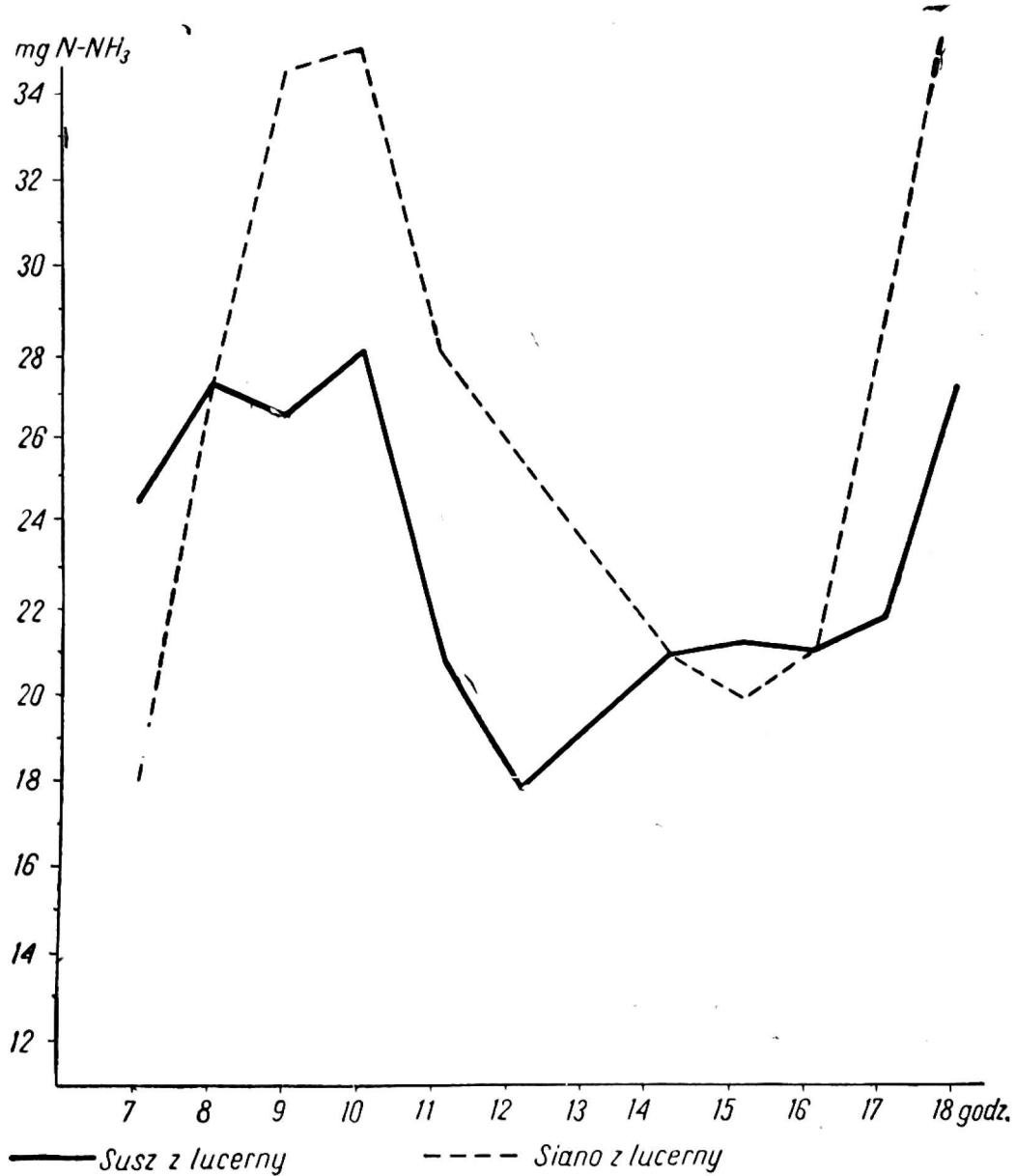
Wpływ dodatku detergentu na fermentację w żwaczu

Dawka siana lucerny plus	N-NH ₃ mg/100 ml p. ż.	LKT m. mol/1000 ml p. ż.	N-mocznika w 100 ml krwi
Czyste siano lucerny 0,8 kg	28,2608	81,9831	22,9830
Siano lucerny + 0,5 g detergentu	28,0874	94,1859	24,6421
Siano lucerny + 1 g detergentu	29,4762	95,8256	18,8748

W tejże serii doświadczeń staraliśmy się zbadać jednocześnie wpływ stadium dojrzałości lucerny na rozkład jej białka w żwaczu. W tym celu od 30. V. — 17. VI. w odstępach kilkudniowych dokonywano pomiaru NH₃ w żwaczu owiec żywionych „starzejącą się” lucerną zieloną. W tym czasie dokonano 6 pomiarów dobowych zmian NH₃ i L. K. T. w płynie żwacza owiec. Wyniki przytoczono w tabeli 6. Jak widać z tych danych najbardziej podatne na procesy dezaminacji jest białko

lucerny w okresie pączkowania, następnie aczkolwiek nieznacznie zmniejsza się. Czy zjawisko to, które należy jeszcze gruntowniej zbadać może mieć większe znaczenie praktyczne wykażą ewentualnie dalsze badania.

Dalszym problemem, którym zajęliśmy się badając wartość białka lucerny dla przeżuwaczy był wpływ temperatury i sposobu suszenia. Już w pierwszych pracach z roku 1959 i 1960 wykazaliśmy, że białko siana lucerny suszonego w wysokich temperaturach podlega w dużo



Rys. 11

mniejszym stopniu dezaminacji w zwaczu niż białko siana lucerny suszonego na pokosach (rys. 11). Przyczyną tego zjawiska jest zapewne denaturacja białka w suszu z lucerny.

W następnych latach powtórzyliśmy te badania już na materiale z tego samego pola i z tego samego pokosu lucerny, suszonym trzema metodami: na pokosach oraz zimnym i gorącym powietrzem. Jak widać z tabeli 8 sposób suszenia lucerny wpłynął wyraźnie na podatność jej białka na dezaminację. Jest rzeczą nader interesującą, że suszenie siana zimnym powietrzem obniża także podatność białka lucerny na procesy

dezaminacji w żwaczu. Na uwagę zasługuje mniejszy poziom mocznika we krwi owiec żywionych sianem lucerny suszonej zimnym i gorącym powietrzem, w porównaniu do owiec żywionych sianem suszonym na pokosach, co potwierdza lepsze wykorzystanie tych sian.

Tabela 8

Przeciętny poziom N-NH₃ i LKT w żwaczu owiec

Owce żywione sianem z lucerny	N-NH ₃ mg w 100 ml pl. żwacza	LKT milimoli w 100 ml pl. żwacza	N-mocznika w 100 ml krwi
Suszonym na pokosach	41,6185	88,47	15,9605
Suszonym zimnym powietrzem	33,8176	83,78	13,6752
Suszonym gorącym powietrzem	30,5487	95,09	13,9654

Podsumowanie

1. Z przeprowadzonego cyklu prac jasno wynika, że wartość białek różnych pasz zielonych dla przeżuwaczy jest różna i zależy w głównej mierze od procesów fermentacyjnych w żwaczu.

2. Stwierdzono, że przeżuwacze wykorzystują gorzej białka tych roślin, w których cechuje je duża podatność na procesy dezaminacyjne oraz tych roślin które zawierają mało cukrów. Do takich roślin należą motylkowe, a wśród nich szczególnie lucerna.

3. Stwierdzono, że białko lucerny jest gorzej wykorzystywane przez przeżuwacze niż np. białko traw.

4. Owce żywione lucerną cechowała większa zawartość amoniaku i lotnych kwasów tłuszczowych w porównaniu do owiec żywionych trawami.

5. Wykazano, że prócz większej stosunkowo rozpuszczalności białek lucerny pewną rolę w ich większym rozkładzie mogą odgrywać własne autoenzymy proteolityczne, które w normalnie sprzątniętym sianie utrzymują swoją aktywność do początków wiosny.

6. Suszenie lucerny w wysokiej temperaturze powodując denaturację białek zmniejszało jego podatność na działanie proteolitycznych i dezaminacyjnych enzymów żwacza. Podobny efekt zdaje się mieć suszenie lucerny zimnym powietrzem. Skarmianie suszu z lucerny dawało niższy poziom amoniaku w żwaczu i niższy współczynnik strawności białka niż skarmianie siana z lucerny.

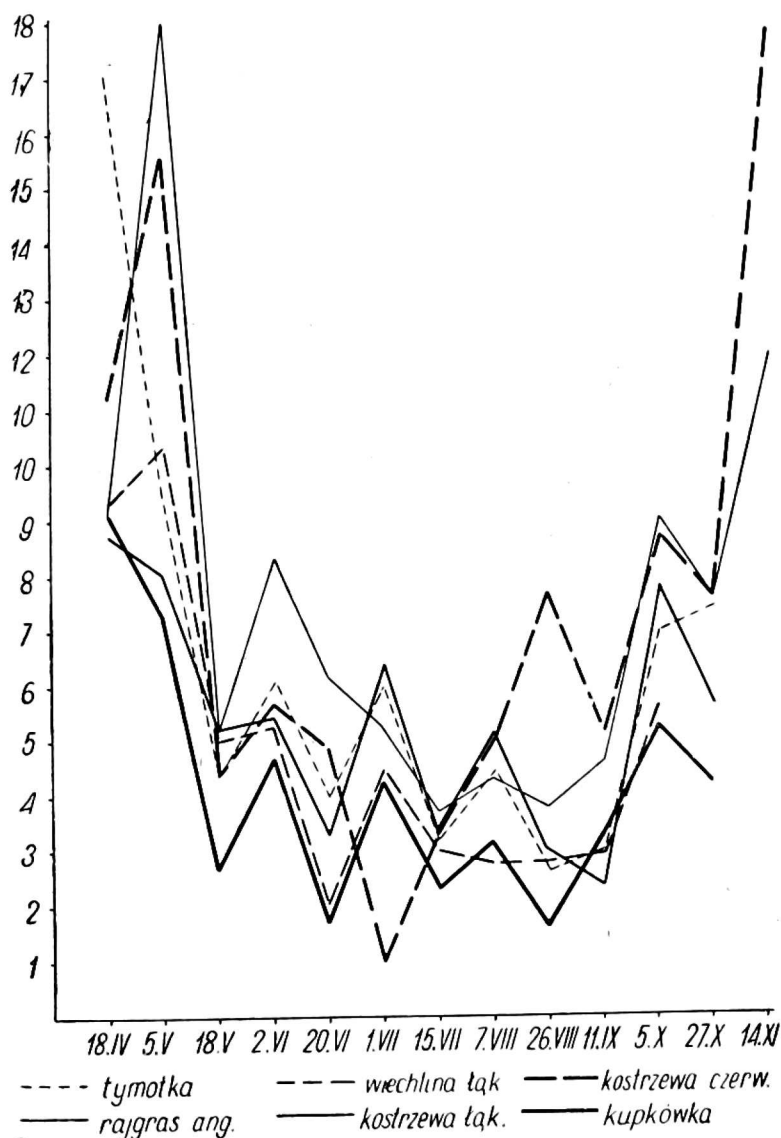
7. Spośród stosowanych dodatków węglowodanowych jedynie sacharoza i glikoza obniżała poziom amoniaku w żwaczu owiec żywionych lucerną.

Dodatek 2 kg buraków cukrowych do dawki 0,8 kg siana z lucerny wpłynął na obniżenie NH₃ w żwaczu owiec.

8. Dodatek do skarmianej lucerny detergentu, formaliny, żywych drożdży oraz wycieków melasowanych nie obniżał poziomu NH_3 w żwaczu owiec. Natomiast dodatek antybiotyków do dawki lucerny dla owiec obniżał poziom NH_3 w żwaczu.

9. Stadium dojrzałości lucerny tylko w niewielkim stopniu wpływa na podatność jej białek na procesy dezaminacyjne w żwaczu.

10. Wnioskiem praktycznym z naszych badań jest, że wykorzystanie białka lucerny przez przeżuwacze można poprawić na drodze suszenia jej zimnym lub lepiej gorącym powietrzem oraz przez równoczesne skarmianie pasz zawierających dużo cukrów. Odnośnie tej ostatniej możliwości pierwsze wysiłki poświęciliśmy w Zakładzie na znalezienie takich roślin, które cechuje duża zawartość cukrów (rys. 12). Z przeprowa-



Rys. 12. Zawartość cukrów w % s. m. w 6 gatunkach traw

dzonych badań wynika, że trawami takimi są rajgras angielski i kustrzewa czerwona. Być może to powinno być kryterium wyboru gatunku traw do wspólnego wysiewu z lucerną.

LITERATURA

1. Annison E. F., Chalmers M. J. i inni, 1954: *Journal of Agric. Sci.* 3.
2. Annison E. F., Lewis D., 1959: *Metabolism in the Rumen*, London.
3. Chalmers M. J., Cuthbertson D. P., Syngé R. L. M., 1954: *Journal of Agricultural Sci.* 3.
4. Chalmers M. J., Syngé R. L. M., 1954: *Journal of Agric. Sci.* 3.
5. El-Shazly, 1952: *Biochem. Journal* 51.
6. Haag J. R., Jones I. R., Brandt P. M., 1932: *Journal of Dairy Sci.*
7. Jasiorowski H., 1960: *Post. Nauk Roln.*, 22.
8. Jasiorowski H., 1960: *Fifth International Congress on Nutrition*, Washington.
9. Jasiorowski H., 1960: *Proceedings of the Eighth International Grassland Congress*, Great Britain.
10. Jasiorowski H., Zezula M., 1960: *Bulletin De L'Academie Polonaise Des Sciences Cl II*, VIII, 1.
11. Jasiorowski H., 1961: *Roczn. Nauk Roln.*, 78-B-2.
12. Jasiorowski H., Jasiorowska B., Kleczkowski K., 1961: *Bulletin De L'Academie Polonaise Des Sciences Cl V*, IX, 10.
13. Jasiorowski H., Jasiorowska B., Kleczkowski K., 1962: *Roczn. Nauk Roln.*, 80-B-2.
14. Jasiorowski H., Zezula M., 1962, *Roczn. Nauk Roln.*, 79-B-4.
15. Loosli J. K., Williams H. H. i inni, 1949: *Science* 110.
16. Mc Donald I. W., 1948: *Biochem. Journal* 42.
17. Mc Donald I. W., 1952: *Biochem. Journal* 51.
18. Sotola J., 1930: *Journal of Agric. Research* 40.
19. Sotola J., 1932: *Americ. Soc. Anim. Prod. Proc.* 25.
20. Sotola J., 1933: *Journal of Agric. Research* 47.
21. Sym E. A., 1938: *Biolog. Experim.*, Varsovie, 12, 192.
22. Werner A. C. J., 1956: *Journal Gen. Microbiol.* 14.
23. Zezula M., 1961: *Sondedruck aus Festschrift zum VIII. International Tierzuchtkongress in Hamburg*.
24. Ryś R., Styczyński H., Krełowski M., Wcisło H., 1962: *Informator o wynikach badań naukowych za 1956—61 r.*
25. Zezula M. 1963: *Biuletyn ZHDZ PAN*, 3.