

PORÓWNANIE SZYBKOŚCI WCHŁANIANIA AMINOKWASÓW UZUPEŁNIAJĄCYCH GLUTEN I ZEINĘ Z TEMPEM TRAWIENIA I WCHŁANIANIA TYCH BIAŁEK W PRZEWODZIE POKARMOWYM SZCZURA

Lucyna Buraczewska, Stanisław Buraczewski, Grzegorz Raczyński

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna koło Warszawy

Dyrektor Instytutu: prof. dr J. Kielanowski

Wyniki szeregu doświadczeń [2, 3, 6, 9] wskazują, że dodatni wpływ aminokwasów uzupełniających białka paszy na wykorzystanie tego białka występuje wtedy, gdy aminokwasy te dostarczane są równocześnie z białkiem lub też w czasie ograniczonym do kilku godzin po jego spożyciu, a więc wówczas, gdy dostają się one do krwiobiegu jednocześnie z aminokwasami pochodzącymi ze skarmianego białka paszy. Z dotychczasowych danych wiadomo, że szybkość z jaką różne diety przechodzą przez przewód pokarmowy i są w nim trawione, jest różna [1, 8].

W niniejszej pracy badano szybkość przechodzenia treści pokarmowej z żołądka do jelita oraz tempo trawienia i wchłaniania suchej masy i azotu diet z udziałem glutenu lub zeiny uzupełnionych lub bez dodatku lizyny, metioniny i tryptofanu, w porównaniu z dietą bezbiałkową.

Szczurom albinosom o ciężarze 315-385 g, umieszczonym w klatkach zapobiegających koprofagii i głodzonym przez ok. 18 godz. podawano jednorazowo dietę doświadczalną (każdą co najmniej 8 zwierzętom) w ilości 400 mg suchej masy na 100 g ciężaru ciała. Skład diet oraz ilość dodanych aminokwasów podano w tabeli 1.

Po upływie 45, 90 lub 120 min od karmienia zbierano oddzielnie od każdego szczura treść żołądka i jelita cienkiego wg metody podanej przez Buraczewskiego [1]. W rozpuszczonej i nierozpuszczonej części treści oznaczano zawartość suchej masy i azotu ogólnego. W rozpuszczonej części treści oznaczono mikrobiologicznie zawartość wolnej lizyny (wg Wünsche [10]) oraz metioniny i tryptofanu (wg Forda [4]). Rozpuszczone składniki azotowe w zliofilizowanych zbiorczych próbach treści jelit rozdzielano stosując kolumnę wypełnioną Sephadexem G-25 fine (45×2,7 cm) na 3 frakcje, zawierające głównie: białka, peptydy lub aminokwasy oraz oznaczono w nich zawartość azotu α -aminowego wg Forda [5]. W celu oznaczenia lizyny i metioniny rozdzielone związki podzielono na dwie grupy, z których jedna zawierała białka i większe peptydy; druga zaś mniejsze peptydy i wolne aminokwasy. Pierwszą grupę związków przed analizą hydrolizowano.

Analiza treści żołądka szczurów (rys. 1) wykazała, że szybkość przechodzenia suchej masy i azotu z żołądka do jelita była podobna, jakkolwiek po diecie z glutenem azot przechodził do jelita nieco wolniej niż sucha masa. Po podaniu diety z zeiną opróżnianie żołądka było szybsze niż po diecie z glutenem lub bezbiałkowej. Wszystkie trzy dodane

Tabela 1

Procentowa zawartość składników w dietach
Composition of diets (per cent)

Składniki Ingredients	Dieta — Diet		
	bezbiałkowa protein free	z glutenem ^a with gluten ^a	z zeiną ^b with zein ^b
Skrobia pszenna Wheat starch	63	42	42
Sacharoza Sucrose	27	18	18
Gluten pszenny Wheat gluten	—	30	—
Zeina Zein	—	—	30
Celuloza Cellulose	4	4	4
Olej sojowy Soybean oil	1	1	1
Mieszanka mineralna Mineral mixture	4	4	4
Mieszanka witaminowa Vitamin mixture	1	1	1
N ogólny w suchej masie diety nieuzupełnionej Total N in dry matter of unsupplemented diet	0,05	3,98	4,76

^a Dodano na 400 mg diety: 5,95 mg L-lizyny HCl i 2,24 mg L-metioniny.

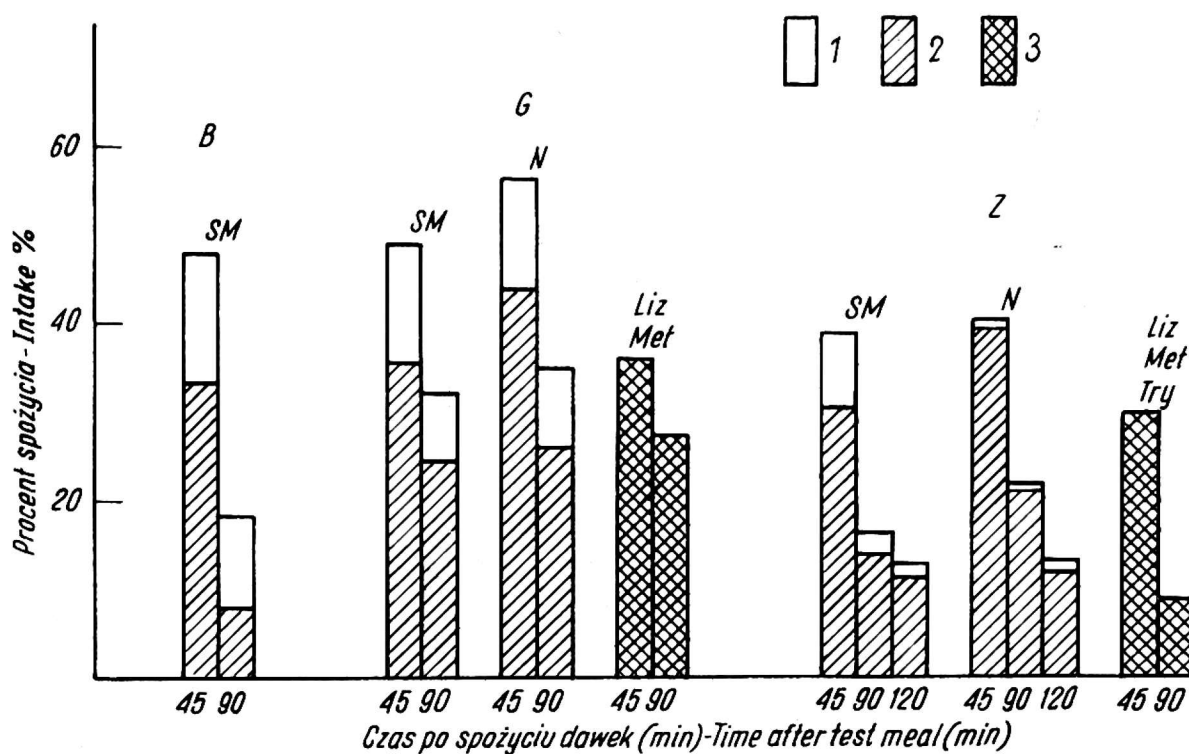
^b Dodano na 400 mg diety: 8,1 mg L-lizyny HCl, 1,9 mg L-metioniny i 1,0 mg L-tryptofanu.

^a Supplemented with 5.95 mg L-lysine HCl and 2.24 mg L-methionine, per 400 mg gluten diet.

^b Supplemented with 8.1 mg L-lysine HCl, 1.9 mg L-methionine and 1.0 mg L-tryptophan, per 400 mg zein diet.

aminokwasy opuszczały żołądek podobnie, a szybciej niż białka i węglowodany i także szybciej w diecie z zeiną niż z glutenem. Można to tłumaczyć szybszym na ogół przechodzeniem przez przewód pokarmowy łatwo- niż trudnorozpuszczalnych składników diety. Jednak tempo przechodzenia białka nie zawsze uwarunkowane jest stopniem jego rozpuszczalności, co stwierdzono na przykładzie zeiny i glutenu (rys. 1).

Przedstawione w tabeli 2 wyniki dotyczące zawartości azotu w treści jelita cienkiego świadczą o różnej dynamice rozkładu i wchłaniania podanych białek. Brak różnic w zawartości azotu nierozpuszczonego treści



Rys. 1. Zawartość azotu (N), suchej masy (SM) oraz wolnej lizyny (Liz), metioniny (Met) i tryptofanu (Try) w żołądku szczurów po diecie bezbiałkowej (B), z glutenem (G) i z zeiną (Z). 1 — N lub SM rozpuszczona, 2 — N lub SM nierozpuszczona, 3 — wolne aminokwasy. Wyniki skorygowano odejmując ilość składników endogennych i wyrażono w procentach pobrania poszczególnych składników w dawce. Dawki doświadczalne zawierały 400 g SM oraz 15,9 i 19,0 mg N odpowiednio w dietach z glutenem i zeiną, na 100 g ciężaru ciała

Fig. 1. Total nitrogen (N), dry matter (SM) and free lysine (Liz), methionine (Met) and tryptophan (Try) in the stomach of rats given diets containing no protein (B), gluten (G) and zein (Z). 1 — dissolved N or SM, 2 — undissolved N or SM, 3 — free amino acids. The values are corrected for the endogenous secretion and expressed as % of intake. The test meal contained 400 mg SM, and 15.9 and 19.0 mg N, for the gluten and zein diets, respectively, per 100 g of body weight

po podaniu diety bezbiałkowej i diety z glutenem, świadczy o przechodzeniu do jelita przypuszczalnie tylko tej części białka, która uległa rozpuszczeniu już w żołądku. Z drugiej strony niewielka różnica w ilości azotu rozpuszczonego po podaniu tych diet nasuwa przypuszczenie, że białko glutenu jest szybko rozkładane i trawione. Natomiast po podaniu diety z zeiną ilość azotu nierozpuszczonego i rozpuszczonego, w miarę upływu czasu po karmieniu zwiększała się, co świadczy o powolnym rozkładzie i wchłanianiu tego białka.

Zawartość lizyny i metioniny w rozpuszczonej części treści jelit (tab. 3) nie zwiększała się po podaniu diet z dodatkiem tych aminokwasów, co świadczy o bardzo szybkim wchłanianiu wolnych aminokwasów w jelicie. Niezależnie od rodzaju diety stwierdzono natomiast nieco mniej lizyny i metioniny po upływie 90 niż 45 min od podania diet, zarówno we frakcji białkowej jak i we frakcji wolnych aminokwasów treści.

Tabela 2

Zawartość azotu i suchej masy w treści jelita cienkiego w różnym czasie po spożyciu diety bezbiałkowej i diety z glutenem lub zeiną (mg/100 g wagi suchura) Nitrogen and dry matter (mg per 100 g of rat body weight) in the content of the small intestine of rats, given diets containing gluten or zein with and without supplemental amino acids, compared with the corresponding values for fasted and for rats given a protein free diet

Dieta — Diet	Czas po karmieniu Time after test meal (min)	Azot ogólny — Nitrogen			Sucha masa — Dry matter		
		nierozpuszczony undissolved	rozpuszczony dissolved	razem total	nierozpuszczona undissolved	rozpuszczona dissolved	razem total
Głodzone — None		1,78	1,72	3,50	3,3	39,5	42,8
Bezbiałkowa — Protein free	45	0,40	1,95	2,35	25,7	43,9	69,6
	90	0,43	1,70	2,13	33,6	42,8	76,4
Z glutenem — With gluten	45	0,42	2,95	3,37	21,3	52,3	73,6
Z glutenem — With gluten; + Liz ^a	45	0,52	2,76	3,28	23,1	47,8	70,9
+ Met ^b	90	0,56	2,63	3,19	26,6	45,4	72,0
Z glutenem — With gluten; + Liz	90	0,48	2,35	2,83	23,2	41,5	64,7
Z zeiną — With zein	45	5,10	2,57	7,67	52,0	47,7	99,7
Z zeiną — With zein; + Liz + Met	45	5,66	2,46	8,12	56,6	40,1	96,7
Z zeiną — With zein; + Liz + Met	45	5,97	2,77	8,74	58,7	47,6	106,3
+ Try ^c	90	8,75	2,90	11,65	89,1	49,3	138,4
Z zeiną — With zein	90	9,26	2,89	12,15	86,9	46,0	132,9
Z zeiną — With zein; + Liz + Met	90	7,48	3,47	10,95	72,4	53,9	126,3
+ Try	120	9,68	5,93	15,61	83,6	35,6	119,2
Z zeiną — With zein	120	8,22	5,47	13,69	82,0	33,4	115,4
Z zeiną — With zein; + Liz + Met	120						
+ Try							

^a Lizna — Lysine; ^b Metionina — Methionine; ^c Tryptofan — Tryptophan.

Tabela 3

Ilość wolnej oraz zawartej w rozpuszczonych białkach lizyny i metioniny w treści jelita cienkiego po podaniu szczurom diet bez i z dodatkiem tych aminokwasów (w $\mu\text{g}/100$ g ciężaru ciała)
Free and protein bound dissolved lysine and methionine (μg per 100 g of rat body weight) in the contents of the small intestine of rats given diets with and without supplements of these amino acids

Dieta — Diet	Czas po karmieniu Time after test meals (min)	Metionina — Methionine			Lizyna — Lysine		
		w białku ^a in protein ^a	wolna ^b free ^b	suma total	w białku ^a in protein ^a	wolna ^b free ^b	suma total
Głodzone — None		24	72	96	93	212	305
Bezbiałkowa — Protein free	45	44	118	162	120	299	419
	90	21	—	—	70	78	148
Z glutenem — With gluten	45	50	208	258	155	406	561
Z glutenem — With gluten; + Met + Liz	45	45	200	245	144	338	482
Z glutenem — With gluten; + Met + Liz	90	18	131	149	64	190	254
	90	—	63	—	—	99	—
Z zeiną — With zein	45	54	136	190	139	288	427
Z zeiną — With zein; + Met + Liz	45	49	155	204	109	230	339
Z zeiną — With zein							
Z zeiną — With zein; + Met + Liz	90	29	106	135	66	99	165
	90	37	98	135	76	93	169

^a Również w większych peptydach.

^b Również w mniejszych peptydach.

^a In larger peptides and proteins.

^b Free and small peptides.

Z porównania zawartości białek, peptydów i wolnych aminokwasów w treści jelita wynika (tab. 4), że większość rozpuszczonego azotu α -aminowego stanowiły aminokwasy (60-69%), mniej zaś rozpuszczone białka (20-30%) i peptydy (9-18%). Z otrzymanych danych wynika, że wzajemny stosunek badanych grup rozpuszczonych związków w jelicie nie zależał od rodzaju diety, a zmieniał się w czasie. W porównaniu do wyników uzyskanych w 45 min — w 90 min po karmieniu wzrastał procentowy udział białka i peptydów, a malał udział wolnych aminokwasów. Małe zróżnicowanie zawartości azotu rozpuszczonego w treści jelita pomiędzy grupami białkowymi, a grupą bezbiałkową świadczy o tym, że jest on w dużej części azotem pochodzenia endogennego.

Porównanie ilości azotu podanego zwierzęciu z azotem znalezionym w treści żołądka i jelita cienkiego (po odjęciu azotu endogennego) wska-

T a b e l a 4

Zawartość azotu α -aminowego białek, peptydów i aminokwasów wyrażona równoważną ilością izoleucyny w mg na 1 mg azotu rozpuszczalnego treści jelita cienkiego w 45 i 90 min po podaniu szczeruom różnych diet

Alpha-amino nitrogen content of the dissolved proteins, peptides and free amino acids (mg isoleucine equivalent per 1 mg of N) isolated from the contents of the small intestine of rats at 45 and 90 min after their being given different test meals

Dieta — Diet	Czas po karmieniu Time after test meal (min)	N α -aminowy — α -amino nitrogen						w azocie ogólnym in total nitrogen mg
		w białkach in proteins		w peptydach in peptides		w aminokwasach in free amino acids		
		mg	% sumy % of total	mg	% sumy % of total	mg	% sumy % of total	
Głodzone — None		1,90	28,9	0,53	8,0	4,15	63,1	6,58
Bezbiałkowa — Protein free	45	1,67	21,6	0,63	9,8	4,10	64,1	6,39
	90	1,80	30,0	0,56	9,3	3,66	60,8	6,01
Z glutenem — With gluten	45	1,45	21,6	0,79	11,8	4,47	66,7	6,70
Z glutenem — With gluten; + Liz + Met	45	1,30	21,1	0,59	9,6	4,27	69,3	6,16
Z glutenem — With gluten	90	1,66	22,8	0,98	13,4	4,64	63,8	7,29
Z glutenem — With gluten; + Liz + Met	90	1,74	24,2	0,83	11,6	4,60	64,2	7,17
Z zeina — With zein	45	1,84	23,9	0,99	12,9	4,87	63,2	7,70
Z zeina — With zein; + Liz + Met	45	1,60	21,5	1,13	15,1	4,72	63,3	7,45
Z zeina — With zein; + Liz + Met + Try	45	1,33	20,0	0,93	14,0	4,39	66,0	6,65
Z zeina — With zein	90	1,58	22,1	1,22	17,1	4,34	60,8	7,14
Z zeina — With zein; + Liz + Met	90	1,72	22,5	1,33	17,5	4,54	60,0	7,59
Z zeina — With zein; + Liz + Met + Try	90	1,46	20,8	1,25	17,8	4,51	61,4	7,02

zuje, że w 45 i 90 min po podaniu diety z glutenem zostało w przewodzie pokarmowym ok. 64 i 40%, a po diecie z zeiną 70 i 75% azotu pobranego. Analogiczne wartości dla sumy aminokwasów dodanych do diety z glutenem wynoszą 39 i 29%, a do diety z zeiną 30 i 9%. Dane te świadczą o znacznie szybszym wchłanianiu aminokwasów dodanych do diet niż azotu glutenu, a szczególnie zeiny. Takie różnice w szybkości wchłaniania wolnych aminokwasów i białka diety mogą mieć przypuszczalnie wpływ na stopień wykorzystania uzupełniających aminokwasów.

LITERATURA

1. Buraczewski S., 1970. Wpływ diety na skład treści przewodu pokarmowego i poziom wolnych aminokwasów we krwi szczura. Roczn. Nauk. rol. 134-D.
2. Cannon P. R., 1948. Federation Proc. 7, 391.
3. Christensen H. N., 1964. Mammalian protein metabolism. Red. H. N. Munro, J. B. Allison, Academic Press, T. I, s. 105.
4. Ford J. E., 1962. Brit. J. Nutr. 16, 409.
5. Ford J. E., 1965. Brit. J. Nutr. 19, 277.
6. Howe E. E., Dooley C. L., 1963. J. Nutrition 81, 379.
7. Pastuszewska B., Lubaszewska S., Buraczewski S., 1969. Postępy Drobiarstwa 11, 55.
8. Rogers Q. R., Harper A. R., 1964. The role of the gastrointestinal tract in protein metabolism. Red. H. N. Munro, Blackwells Oxford, s. 3.
9. Sheffner A. L., 1967. Newer methods of nutritional biochemistry. Red. A. A. Albanese, Academic Press, T. III, s. 125.
10. Wünsche J., 1958. Wissenschaftliche Abhandlungen Nr 37, s. 164, Akademie-Verlag, Berlin.

Л. Бурачевска, С. Бурачевски, Г. Рачынськи

СКОРОСТЬ ВСАСЫВАНИЯ ИЗ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА КРЫСЫ АМИНОКИСЛОТ ДОБАВЛЕННЫХ К РАЦИОНУ СОДЕРЖАЩЕМУ КЛЕЙКОВИНУ ИЛИ ЗЕИН

Резюме

Взрослым белым крысам скармливали рационы содержащие 30% клейковины или зеина с добавкой лизина, метионина и триптофана, определяя скорость опорожнения желудка и всасывания добавленных аминокислот в тонком кишечнике.

Анализ содержимого желудка в 45 и 90 мин. после скармливания рациона указывает, что скорость перемещения сухого вещества и общего азота из желудка в тонкий кишечник зависела от вида протеина. Добавленные аминокислоты перемещались значительно скорее чем протеина. После 90 мин. в желудке и тонком кишечнике найдено около 40% протеина и только 29% аминокислот из рациона с клейковиной и соответственно 75% и 9% из рациона с зеином

Полученные результаты указывают что подача в организм аминокислот добавленных к рациону неодновременна с подачей аминокислот происходящих из протеина корма. Это может влять на эффективность использования аминокислот в организме.

L. Buraczewska, S. Buraczewski, G. Raczyński

EFFICIENCY OF UTILIZATION IN THE RAT OF FREE AMINO ACIDS GIVEN AS SUPPLEMENTS TO ZEIN AND WHEAT GLUTEN

Summary

In experiments with adult albino rats given diets containing 30% of gluten or zein with and without appropriate supplementary lysine and methionine, or tryptophan, the rates of stomach emptying and of absorption of the digestion products in the small intestine were determined.

Analysis of the stomach contents at 45 and 90 min after the test meal showed that dry matter and total nitrogen left the stomach at different rates, which depended on the types of protein fed. The supplementary amino acids left the stomach at much faster rates than did intact protein. At 90 min after feeding the gluten diet there were found in the stomach and small intestine about 40% of the test protein but only 29% of the amino acid supplement. For zein the corresponding figures were 75% and 9%, respectively.

Our results indicate there may be marked differences in the rates of uptake of dietary protein and of free amino acids. Such a differences could have important practical implications in relation to the efficiency of utilization of supplemental amino acids.