

PRÓBA OCENY METOD OZNACZANIA STRAWNOŚCI POZORNEJ BIAŁKA I AMINOKWASÓW U ŚWIŃ

Teresa Żebrowska, Lucyna Buraczewska, Jacek Lachowicz

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN
w Jabłonie k. Warszawy

Strawność pozorną aminokwasów, oznaczana przez porównanie ich ilości podanych w paszy i wydalonych w kale, podaje końcowy efekt trawienia białka bez uwzględnienia zmian wynikających z sekrecji związków azotowych do przewodu pokarmowego oraz z rozkładu bądź syntezy aminokwasów przez mikroflorę jelitową. Sekrecja związków azotowych do przewodu pokarmowego zmienia się z rodzajem podanej paszy [2, 7] i może wpływać na proporcje aminokwasów ulegających wchłonięciu. Także mikroflora, bytująca głównie w jelicie grubym, może w znacznym stopniu modyfikować skład związków azotowych wchłanianych w tym odcinku przewodu pokarmowego. Nasze wcześniejsze doświadczenia [8] wskazują, że strawność aminokwasów enzymatycznego hydrolizatu kazeiny podanego do końcowego odcinka jelita cienkiego była bardzo wysoka, natomiast azot tych aminokwasów nie był przez świnie wykorzystywany. Wyniki te sugerują, że aminokwasy uległy mikrobiologicznej degradacji w jelicie grubym i ich azot został wchłonięty w formie innej niż aminokwasowa. W związku z tym strawność pozorną białka i poszczególnych aminokwasów może być zawodnym wskaźnikiem ilości aminokwasów faktycznie wchłoniętych w przewodzie pokarmowym świń.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki doświadczeń nad:

1) strawnością pozorną azotu i poszczególnych aminokwasów do końca jelita cienkiego i w całym przewodzie pokarmowym świń o ciężarze 50-60 kg, karmionych dietami zawierającymi jako główne źródło białka pasze o zróżnicowanej strawności pozornej białka — kazeinę (C), srukę sojową (S) lub mączkę mięsno-kostną (MK), oraz dietę bezbiałkową (PF). Diety C, S i MK zawierały około 15% białka ogólnego;

2) trawieniem i wykorzystaniem białka podanego do końcowego odcinka jelita cienkiego.

STRAWNOŚĆ W JELICIE CIENKIM

Pozorna strawność azotu i poszczególnych aminokwasów w jelicie cienkim (tab. 1), oznaczona z różnicy ilości aminokwasów podanych w paszy i znajdujących się w treści przepływającej przez końcowy odcinek jelita cienkiego, była najniższa po karmieniu zwierząt dietą MK. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w miarę zmniejszania strawności azotu i aminokwasów w jelicie cienkim różnice między strawnością w jelicie i strawnością ogólną zwiększały się. W przypadku azotu różnica ta wy-

Tabela 1

Porównanie strawności pozornej azotu i aminokwasów w jelicie cienkim (I) z ich strawnością ogólną (K) u świń żywionych dietami z kazeiną, śrutą sojową lub z mączką mięsno-kostną

Comparison of apparent digestibility of nitrogen and amino acids in the small intestine (I) with their total digestibility (K) in pigs fed on casein, soya bean oilmeal or meat and bone meal diet

	Kazeina		Śruta sojowa		Mączka mięsno-kostna	
	Casein		Soya bean oilmeal		Meat and bone meal	
	I	K	I	K	I	K
Thr	85,6	95,0	69,6	86,8	53,0	75,6
Val	91,8	95,5	76,2	86,0	65,5	79,8
Met	95,7	96,2	82,0	84,2	72,0	77,1
Ile	90,2	93,7	80,3	86,4	66,7	76,9
Leu	94,8	96,5	80,5	88,0	69,2	81,0
Phe	95,0	96,5	80,9	89,4	71,9	81,5
Trp	91,1	95,9	70,9	88,2	51,5	76,8
Lys	93,8	96,7	80,9	89,1	58,2	76,8
His	93,5	97,0	80,3	91,6	60,2	83,2
Arg	91,3	95,5	87,4	93,3	76,1	86,9
Asp	89,4	93,5	77,7	90,2	34,3	75,6
Ser	83,1	93,4	75,9	90,1	56,4	79,1
Glu	93,4	96,9	82,1	93,3	76,3	89,3
Pro	93,0	97,8	73,5	91,3	64,8	89,8
Gly	73,6	88,5	64,7	85,0	50,0	87,3
Ala	84,6	91,3	74,9	85,4	62,7	80,7
Cys	62,3	82,1	66,4	89,0	49,6	73,6
Tyr	94,9	96,9	72,9	84,6	64,3	75,4
N	87,0	94,5	72,4	87,7	61,7	80,7

nosiła 7,5; 15,3 i 19,0% odpowiednio po karmieniu dietami C, S i MK. Spośród aminokwasów niezbędnych strawność Thr i Try po wszystkich dietach oraz Lys po diecie MK w jelicie cienkim była najniższa, zaś Phe, Met i Arg najwyższa. Niska strawność pozorna Thr stwierdzona również w naszych poprzednich badaniach [7] oraz przez Holmsa i wsp. [3] jest prawdopodobnie wynikiem stosunkowo wysokiej zawartości tego amino-

kwasu w białku endogennym [6], a także wolniejszym niż innych jego wchłanianiem [1]. Spośród aminokwasów endogennych przy stosowaniu wszystkich diet strawność pozorna Glu była największa, zaś Gly i Cys najmniejsza. W jelicie cienkim strawność pozorna aminokwasów różniła się od strawności azotu ogólnego. Przy stosowaniu diety C strawność azotu wynosiła 87, a aminokwasów — od 62,3 (Cys) do 95,7 (Met); przy diecie S — odpowiednio 72,4, a aminokwasów od 64,7 (Gly) do 87,4 (Arg); przy żywieniu dietą MK strawność azotu wynosiła 61,7, zaś aminokwasów od 49,6 (Cys) do 76,3 (Glu).

STRAWNOŚĆ W JELICIE GRUBYM

Strawność aminokwasów w całym przewodzie pokarmowym była wyższa i mniej zróżnicowana niż w jelicie cienkim; np. strawność Thr, Ile, Try i Lys w jelicie cienkim przy diecie MK wynosiła odpowiednio 53, 67, 51 i 58%, a strawność całkowita 76, 77, 77 i 77%. Ponad 50% azotu ogólnego przechodzącego z treścią do jelita grubego uległo strawieniu w tym odcinku przewodu pokarmowego (tab. 2). W wartościach bezwzględnych wynosiło to 3,0; 8,0; 8,1 i 2,5 g N na dobę, odpowiednio po dietach C, S, MK i PF. Poszczególne aminokwasy uległy strawieniu w jelicie grubym w różnym stopniu, przy czym w miarę zwiększania się pozornej strawności azotu procentowo więcej aminokwasów uległo strawieniu w tym odcinku jelita. Ogólnie — aminokwasy o niskiej strawności pozornej w jelicie cienkim były w wysokim stopniu trawione w jelicie grubym. Po karmieniu dietą MK powyżej 20% podanej Thr, Try, His i 19% Lys uległo strawieniu w tym odcinku przewodu pokarmowego. Niska strawność metioniny (10-16%) w jelicie grubym mogła być spowodowana syntezą tego aminokwasu przez mikroflorę jelitową na co wskazuje większa ilość metioniny wydalanej w kale niż w treści przepływającej przez końcowy odcinek jelita grubego po karmieniu dietą PF. Podobne sugestie odnośnie Met, a także Leu, Ile i Phe wysunął Mason i wsp. [4], którzy stwierdzili wysoką zawartość tych aminokwasów w białku bakterii znajdujących się w kale świń. Przypuszcza się także, że aminokwasy o rozgałęzionym łańcuchu nie są wchłaniane w jelicie grubym; z badań Olszewskiego [5] wynika bowiem, że żaden z aminokwasów tej grupy nie ulegał wchłanianiu w izolowanym jelicie ślepym świń.

W doświadczeniu, w którym tucznikom żywionym mieszanką nisko-białkową podawano kazeinę do paszy (okres I) lub przez przetokę do jelita biodrowego (okres II) stwierdzono, że strawność pozorna azotu była zbliżona i wynosiła odpowiednio 82,6 i 78,6. Strawność pozorna poszczególnych aminokwasów w obu okresach była zbliżona, natomiast

Tabela 2

Strawność pozorna azotu i aminokwasów w jelicie grubym świń wyrażona w procentach ilości przechodzących z treścią do jelita grubego (a) oraz jako procent ilości pobranej (b)

Apparent digestibility of nitrogen and amino acids within the large intestine of pigs expressed in per cent of the amount passing the digesta (a) and in per cent of intake (b)

	Diety zawierające — Diets containing						Dieta bezbiałkowa Protein-free diet
	kazeinę casein		śrutę sojową soya bean oilmeal		mączkę mięsno- kostną meat and bone meal		
	a	b	a	b	a	b	
Thr	65	9,4	57	17,2	47	22,6	51
Val	45	3,7	41	9,8	41	14,3	33
Met	10	0,5	12	2,2	16	5,1	—17
Ile	36	3,5	31	6,1	27	10,2	18
Leu	34	1,7	38	7,5	37	11,8	35
Phe	30	1,5	45	8,5	30	9,6	30
Trp	54	4,8	59	17,3	51	25,3	50
Lys ₄	47	2,9	43	8,2	43	18,6	16
His	55	3,5	58	11,3	57	23,0	46
Arg	48	4,5	47	5,9	45	10,8	62
Asp	40	4,1	56	12,5	62	41,3	39
Ser	60	10,3	59	14,2	53	22,7	44
Glu	53	3,5	62	11,2	54	13,0	29
Pro	69	4,8	67	17,8	70	25,0	93
Gly	57	14,9	58	20,3	74	37,3	80
A	44	6,7	42	10,5	48	18,0	37
Clas	53	19,8	67	22,6	43	24,0	45
Tyrr	40	2,0	43	11,7	31	11,1	25
N	55	6,9	58	17,0	50	19,0	57

Tabela 3

Strawność i bilans azotu u świń pó podaniu kazeiny *per os* (I)
lub do końcowego odcinka jelita biodrowego (II)

Digestibility and balance of nitrogen in pigs given casein *per os*
(I) or to the terminal ileum (II)

		I	II
N pobrany	(g/dobę)	36,56	36,56
N intake	(g/24 hr)		
N kału	(g/dobę)	6,37 ^a	7,84 ^b
N in faeces	(g/24 hr)		
N moczu	(g/dobę)	12,67 ^a	22,29 ^b
N in urine			
Strawność pozorna N		82,6 ^a	78,6 ^b
Apparent digestibility of N			
Retencja N w % N pobranego		46,8 ^a	17,9 ^b
N-retention in % of N intake			

ilość azotu zatrzymanego wynosiła odpowiednio 46,7 i 17,9 azotu podanego (tab. 3). Poziom wolnych aminokwasów we krwi żyły wrotnej był niższy, mocznika zaś wyraźnie wyższy u zwierząt, którym kazeinę podawano do jelita biodrowego (tab. 4 i rysunek). Dane te wskazują, że enzymy proteolityczne, znajdujące się w treści przechodzącej do jelita grubego, i enzymy mikroflory tam bytującej, hydrolizowały znaczne ilości białka. Aminokwasy powstające w czasie trawienia białka w jelicie

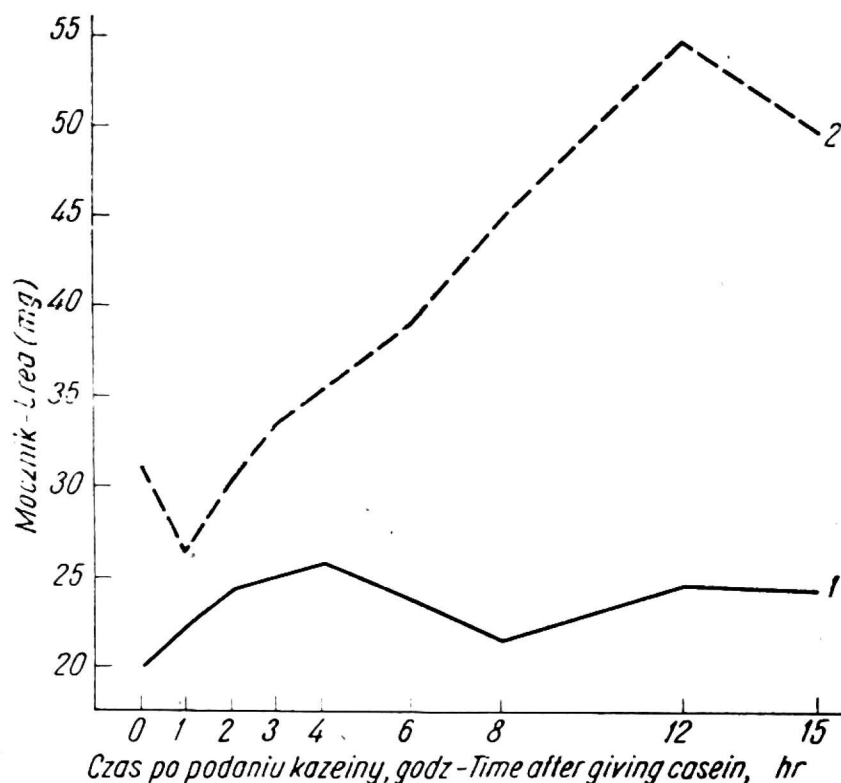
Tabela 4

Zawartość wolnych aminokwasów we krwi żyły wrotnej ($\mu\text{g/ml}$) w różnym czasie po podaniu kazeiny *per os* lub do jelita ślepego świń żywionych mieszanką zawierającą 8% białka ogólnego
The content of free amino acids in portal blood ($\mu\text{g/ml}$) in different time after giving casein *per os* or into the caecum of pigs fed on a diet with 8% crude protein

	Kazeina <i>per os</i> — Casein <i>per os</i>				Kazeina do jelita ślepego — Casein into the caecum				
	czas po podaniu kazeiny (godz) — time after giving casein (hr)								
	0	2 ⁰⁰	4 ⁰⁰	6 ⁰⁰	2 ⁰⁰	4 ⁰⁰	6 ⁰⁰	12 ⁰⁰	15 ⁰⁰
Thr	19,5	41,9	46,5	34,2	25,9	23,7	22,0	21,9	27,8
Val	35,9	83,2	81,5	63,2	46,0	40,6	39,2	36,0	42,0
Met	6,4	16,8	21,0	14,0	9,6	7,9	7,1	8,3	10,5
Ile	17,8	40,5	44,5	30,3	26,4	22,9	20,7	22,2	28,6
Leu	27,9	70,2	76,6	49,4	43,3	36,3	36,6	35,9	44,9
Phe	12,4	37,9	44,0	27,2	26,7	24,8	22,0	22,5	27,4
Lys	95,0	155,3	179,9	141,9	110,3	104,0	101,0	105,0	114,7
His	17,4	31,3	36,8	27,9	22,2	22,4	21,5	22,9	25,6
Asp	32,1	48,4	54,6	44,1	38,0	36,5	34,2	40,6	45,8
Ser	23,5	53,9	56,6	46,1	33,0	30,8	28,8	27,1	35,6
Glu	81,7	102,9	110,8	100,8	97,0	92,7	98,3	111,1	109,6
Pro	56,7	118,4	128,3	106,7	70,4	67,5	62,5	64,7	72,1
Gly	102,1	110,3	112,0	112,1	97,1	90,3	93,1	96,7	102,0
Ala	51,8	119,8	124,8	100,5	84,5	86,4	77,5	71,1	73,1
Tyr	17,2	47,0	52,7	39,0	26,6	25,0	24,0	22,5	24,8

grubym uległy mikrobiologicznej degradacji, a ich azot został wchłonięty w formie innej niż aminokwasowa.

Wynika z tego, że strawność pozorną azotu i poszczególnych aminokwasów może być rezultatem dwóch procesów: wchłaniania aminokwasów głównie w jelicie cienkim oraz wchłaniania nieaminokwasowych związków azotu w jelicie grubym, które tylko w niewielkim stopniu mogą być wykorzystane przez świnię. Stąd zarówno pozorną, jak i właściwą strawność poszczególnych aminokwasów, oznaczana z różnicy aminokwasów podanych w paszy i wydalonych w kale, nie określa faktycznej ilości aminokwasów wchłoniętych. Wydaje się, że oznaczanie ilości



Zawartość mocznika we krwi żyły wrotnej po podaniu kazeiny: 1 — per os, 2 — do jelita ślepego (mg/100 ml krwi)

The content of urea in portal blood after giving casein: 1 — per os, 2 — or into the caecum (mg/100 ml of blood)

aminokwasów wchłoniętych do końca jelita cienkiego może dokładniej informować o ilości tych związków dostarczonych organizmowi świni do dalszych przemian niż oznaczanie strawności azotu i aminokwasów metodą klasyczną.

LITERATURA

1. Buraczewska L.: *In vivo* studies on the rate of absorption, of amino acids in the small intestine of pigs. XIII Congress of the Polish Physiological Society, Gdańsk 1975. Abstracts of Lectures and Free Communications.
2. Buraczewska L., Buraczewski S., Horszczaruk F., Jones A. S., Żebrowska T.: An attempt to estimate the endogenous nitrogen content in digesta of pigs fed on diets with proteins containing hydroxyproline. *Rocz. Nauk rol.*, B-96-4, 1975, 105-114.
3. Holmes J. H. G., Bayley H. S., Leadbeater P. A.: Digestion of protein in small and large intestine of the pig. *Br. J. Nutr.*, 32, 1974, 479-489.
4. Mason V. C., Just A., Beck-Andersen S.: Bacterial activity in the hind-gut of pigs. 2. Its influence on the apparent digestibility of nitrogen and amino acids. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. Futtermittelk.*, 36, 1976, 310-324.
5. Olszewski A.: Absorption of amino acids in the caecum of pigs. Ph.D. Thesis, Jabłonna, Poland, 1975.

6. Żebrowska T., Buraczewska L.: Influence of dietary protein level on the rate of digestion in the small intestine of pigs. Part 1. Amount and composition of digesta. Part 2. The rate of protein digestion and amino acid absorption. Roczn. Nauk rol., B-94-1, 1972, 81-109.
7. Żebrowska T.: Influence of dietary protein source on the rate of digestion in the small intestine of pigs. Part I. Amount and composition of digesta. Part II. The rate of protein digestion and amino acid absorption. Roczn. Nauk rol., B-95-1, 1973, 115-155.
8. Żebrowska T.: The apparent digestibility of nitrogen and individual amino acids in the large intestine of pigs. Roczn. Nauk rol., B-97-1, 1975, 117-123.

Т. Жебровска, Л. Бурачевска, Я. Ляхович

ПОПЫТКА ОЦЕНКИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЖУЩЕЙСЯ ПЕРЕВАРИМОСТИ БЕЛКА И АМИНОКИСЛОТ У СВИНЕЙ

Резюме

Рассматриваются результаты опытов по кажущейся переваримости белка и аминокислот в тонком и толстом отделе кишечника свиней, а также по использованию азотных соединений абсорбированных в толстом отделе кишечника.

У свиней кормимых рационами, в которых главным источником белка был казеин (С), соевый шрот (S), или мясокостная мука (МК) разница между кажущейся переваримостью азота в тонком отделе кишечника и переваримостью в целом пищеварительном тракте составляла соответственно: 7,5, 15,3 и 19,0% после кормления рационами С, S и МК.

Из незаменимых аминокислот Thr и Trp характеризовались самой низкой переваримостью в тонком кишечнике после всех скармливаемых рационов. Lys -- только после смеси МК. Переваримость Phe, Met, Arg была после всех рационов самой высокой. Переваримость аминокислот в целом пищеварительном тракте была низкой именее дифференцированной, чем в тонком кишечнике, напр. у свиней получающих рацион МК переваримость Thr, Ile, Trp в тонком кишечнике составляла соответственно: 53, 67, 51 и 58%, а общая переваримость — 76, 77, 77 и 77%.

Казеин введенный per os или в толстое отделение кишечника свиней кормимых низко-белковым рационом переваривался одинаково, однако азота казеина введенный в кишечник не использовался животными. В крови воротной вены свиней у которых вводили казеин в толстое отделение кишечника, обнаружен очень высокий уровень мочевины и низкая концентрация свободных аминокислот.

Результаты опытов показывают, что свиньи не используют белков и аминокислот перевариваемых в толстом отделе кишечника. В связи с этим определение переваримости отдельных аминокислот на основании сравнения их количества поглощенного и удаленного в кале может давать неправильные информации относительно количества аминокислот действительно абсорбированных в пищеварительном тракте свиней.

T. Żebrowska, L. Buraczewska, J. Lachowicz

AN ATTEMPT TO EVALUATE THE METHOD FOR ESTIMATING THE APPARENT DIGESTIBILITY OF PROTEIN AND AMINO ACIDS IN PIGS

Summary

Results of experiments on the apparent digestibility of protein and amino acids in the small and large intestines of pigs and on the utilization of nitrogen compounds absorbed from the large intestine, are presented. In pigs fed diets containing casein (C), soybean oilmeal (S) or meat-and-bone meal (MK) as the main source of protein, the difference between the apparent digestibility of nitrogen in the small intestine and overall nitrogen digestibility in the whole intestinal tract was 7.5, 15.3 and 19.0, respectively. From among essential amino acids the digestibilities were the least of Thr and Trp, irrespective of the protein source and of Lys on the diet with MK, while the digestibilities of Phe, Met and Arg were the highest.

The overall digestibilities of amino acids in the whole intestinal tract were higher and showed less differences than those in the small intestine, e.g. in pigs given the diet with MK, the digestibilities of Thr, Ile, Trp and Lys in the small intestine were 53, 67, 51 and 58, respectively, whereas overall digestibilities were 76, 77, 77 and 77%, respectively.

Casein given orally or introduced into the large intestine was digested to a similar extent, but the casein nitrogen introduced into the large intestine was not utilized by pigs. There was a very high concentration of urea and a low one of free amino acids in the portal blood of pigs given casein into the large intestine.

The results obtained indicate that the protein and amino acids digested in the large intestine are not utilized by pigs. In consequence, the estimation of the digestibilities of individual amino acids by comparing the amounts ingested with food and excreted in faeces may provide misleading information as to the amount of amino acids actually absorbed from the intestinal tract.